

# Visualisation avec R

---

Laurent Rouvière

12 octobre 2022

## **Présentation du cours**

---

# Présentation

- **Enseignant** : Laurent Rouvière, [laurent.rouviereuniv-rennes2.fr](mailto:laurent.rouviereuniv-rennes2.fr)
  - **Recherche** : statistique non paramétrique, apprentissage statistique.
  - **Enseignement** : statistique et probabilités (Université, école d'ingénieur, formation continue).
  - **Consulting** : énergie (ERDF), finance, marketing.

# Présentation

- **Enseignant** : Laurent Rouvière, [laurent.rouviereuniv-rennes2.fr](mailto:laurent.rouviereuniv-rennes2.fr)
  - **Recherche** : statistique non paramétrique, apprentissage statistique.
  - **Enseignement** : statistique et probabilités (Université, école d'ingénieur, formation continue).
  - **Consulting** : énergie (ERDF), finance, marketing.
- **Prérequis** : bases en programmation, probabilités et statistique.

# Présentation

- **Enseignant** : Laurent Rouvière, [laurent.rouviereuniv-rennes2.fr](mailto:laurent.rouviereuniv-rennes2.fr)
  - **Recherche** : statistique non paramétrique, apprentissage statistique.
  - **Enseignement** : statistique et probabilités (Université, école d'ingénieur, formation continue).
  - **Consulting** : énergie (ERDF), finance, marketing.
- **Prérequis** : bases en programmation, probabilités et statistique.
- **Objectifs** : comprendre et utiliser les outils R classiques en datascience, plus particulièrement en visualisation :
  - importer et assembler des tables, manipuler des individus et des variables.
  - visualiser des données, statique et dynamique
  - créer des applications web

## Documents de cours

- Slides disponibles à l'url

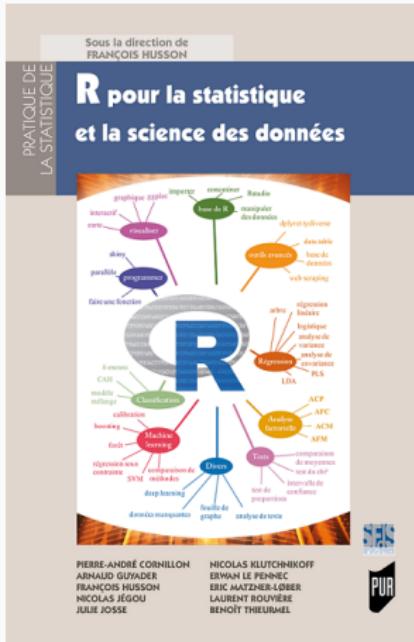
[https://lrouviere.github.io/page\\_perso/visualisationR.html](https://lrouviere.github.io/page_perso/visualisationR.html)

# Documents de cours

- **Slides** disponibles à l'url  
[https://lrouviere.github.io/page\\_perso/visualisationR.html](https://lrouviere.github.io/page_perso/visualisationR.html)
- **Tutoriel** : compléments de cours et exercices disponibles à l'url  
[https://lrouviere.github.io/TUTO\\_VISU\\_R/](https://lrouviere.github.io/TUTO_VISU_R/)

# Ressources

- Le **net** : de nombreux tutoriels
- Livre : **R pour la statistique et la science des données**, PUR



## Pourquoi R ?

- De plus en plus de **données**, dans de plus en plus de **domaines** (énergie, santé, sport, économie....)
- La **science des données** contient tous les outils qui permettent d'**extraire de l'information** à partir de données. Elle comprend :

# Pourquoi R ?

- De plus en plus de **données**, dans de plus en plus de **domaines** (énergie, santé, sport, économie....)
- La **science des données** contient tous les outils qui permettent d'**extraire de l'information** à partir de données. Elle comprend :
  - l'importation de données
  - la manipulation
  - la visualisation
  - le choix et l'entraînement de modèles
  - la visualisation de modèles (ils sont de plus en plus complexes...)
  - la restitution et la visualisation des résultats (applications web)

# Pourquoi R ?

- De plus en plus de **données**, dans de plus en plus de **domaines** (énergie, santé, sport, économie....)
- La **science des données** contient tous les outils qui permettent d'**extraire de l'information** à partir de données. Elle comprend :
  - l'importation de données
  - la manipulation
  - la visualisation
  - le choix et l'entraînement de modèles
  - la visualisation de modèles (ils sont de plus en plus complexes...)
  - la restitution et la visualisation des résultats (applications web)

## Remarque importante

- Toutes ces notions peuvent être réalisées avec **R**.
- **R** (data scientits) et **Python** (informaticiens) font partie des outils les plus utilisés en sciences des données.

## Quelques mots sur R

- R est un logiciel libre et gratuit.

## Quelques mots sur R

- R est un logiciel libre et gratuit.
- Il est distribué par le CRAN (Comprehensive R Archive Network) à l'url suivante : <https://www.r-project.org>.

## Quelques mots sur R

- R est un logiciel libre et gratuit.
- Il est distribué par le CRAN (Comprehensive R Archive Network) à l'url suivante : <https://www.r-project.org>.
- Tous les statisticiens (notamment) peuvent contribuer en créant des fonctions et en les distribuant à la communauté (packages).

## Quelques mots sur R

- R est un logiciel libre et gratuit.
- Il est distribué par le CRAN (Comprehensive R Archive Network) à l'url suivante : <https://www.r-project.org>.
- Tous les statisticiens (notamment) peuvent contribuer en créant des fonctions et en les distribuant à la communauté (packages).

### Conséquence

- Le logiciel est toujours à jour.
- Une des principales raisons de son succès.

## Exemple : Les Iris de Fisher

```
> data(iris)
> 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
```

# Objectifs

## La problématique

Expliquer **species** par les autres variables.

# Objectifs

## La problématique

Expliquer **species** par les autres variables.

- Species est **variable qualitative**.
- Confronté à un problème de **classification supervisée**.

# Manipulation des données

```
> apply(iris[,1:4],2,mean)
Sepal.Length Sepal.Width Petal.Length Petal.Width
      5.843333     3.057333     3.758000     1.199333
> apply(iris[,1:4],2,var)
Sepal.Length Sepal.Width Petal.Length Petal.Width
      0.6856935    0.1899794    3.1162779    0.5810063
```

# Manipulation des données

```
> apply(iris[,1:4],2,mean)
Sepal.Length Sepal.Width Petal.Length Petal.Width
      5.843333     3.057333     3.758000     1.199333
> apply(iris[,1:4],2,var)
Sepal.Length Sepal.Width Petal.Length Petal.Width
      0.6856935    0.1899794    3.1162779    0.5810063
```

## Remarque

Non informatif pour le problème (expliquer Species).

# Manipulation avec dplyr

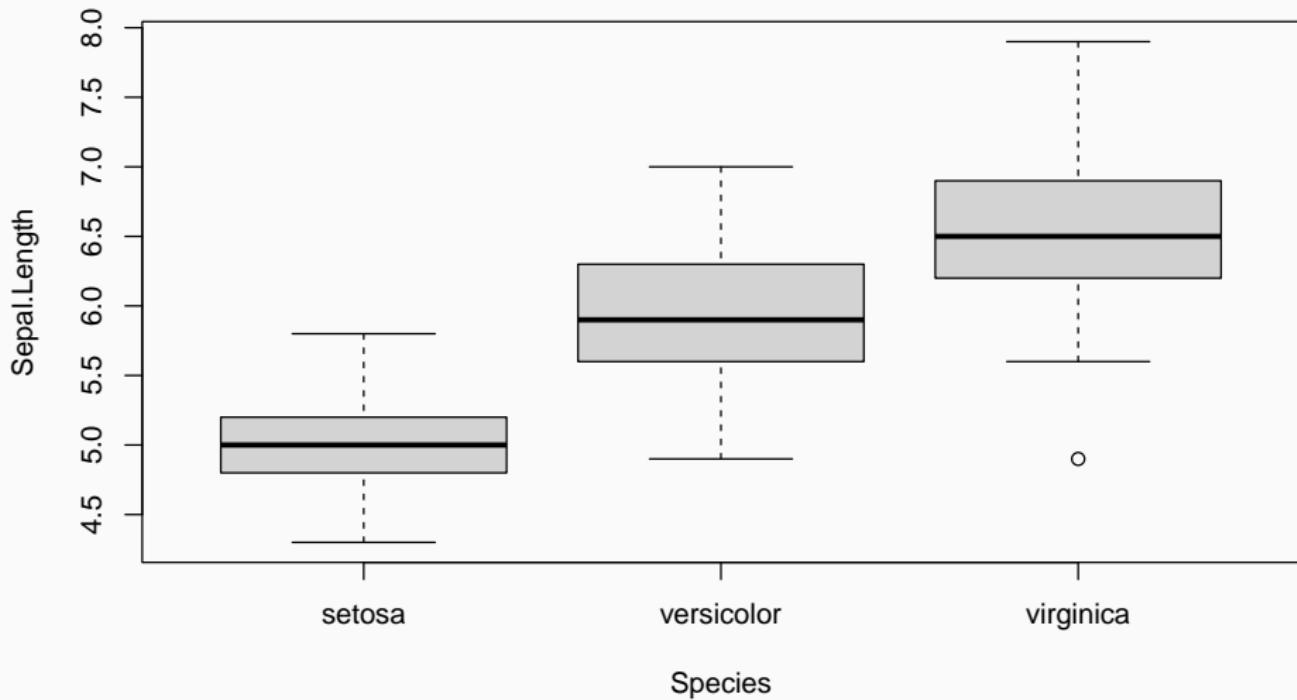
- **dplyr** est un package de **tidyverse** qui permet de faciliter la manipulation des données, notamment en terme de **syntaxe**.

```
> library(dplyr)
> iris |> group_by(Species) |> summarise_all(mean)
# A tibble: 3 x 5
  Species      Sepal.Length Sepal.Width Petal.Length Petal.Width
  <fct>          <dbl>       <dbl>        <dbl>       <dbl>
1 setosa         5.01        3.43        1.46        0.246
2 versicolor     5.94        2.77        4.26        1.33 
3 virginica      6.59        2.97        5.55        2.03
```

- Plus intéressant : nous obtenons les moyennes pour **chaque espèce**.

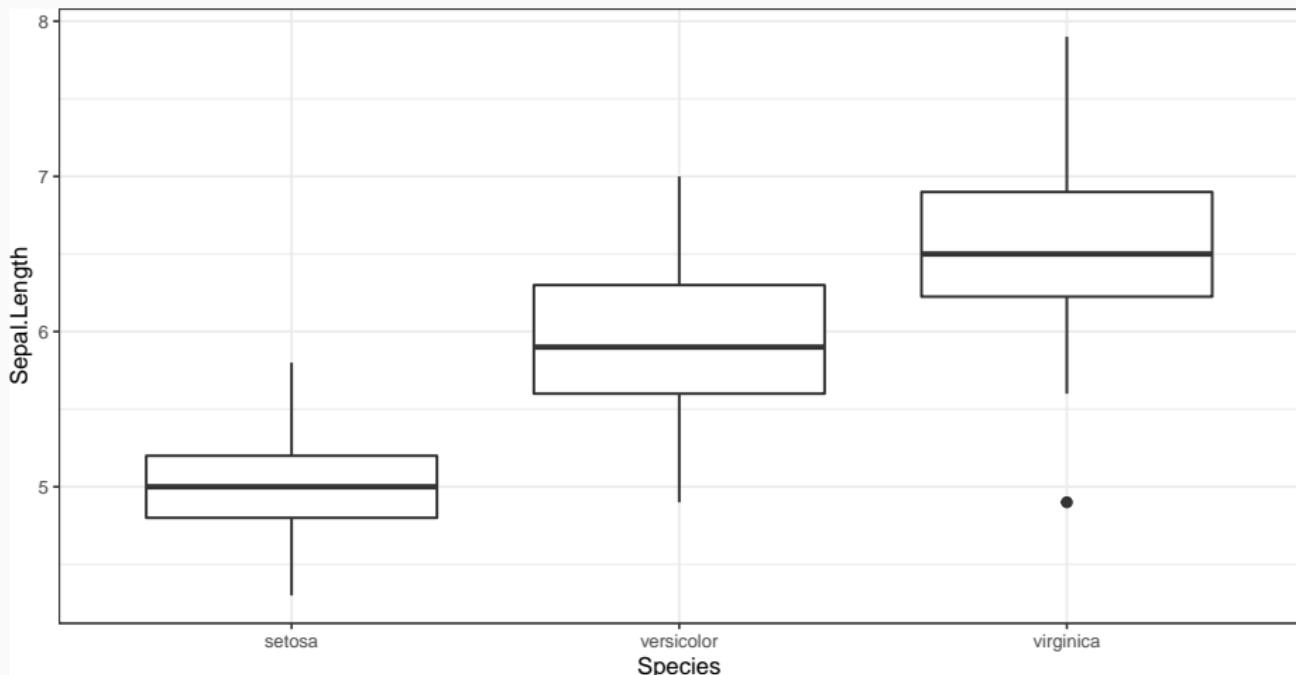
# Visualisation

```
> boxplot(Sepal.Length~Species,data=iris)
```



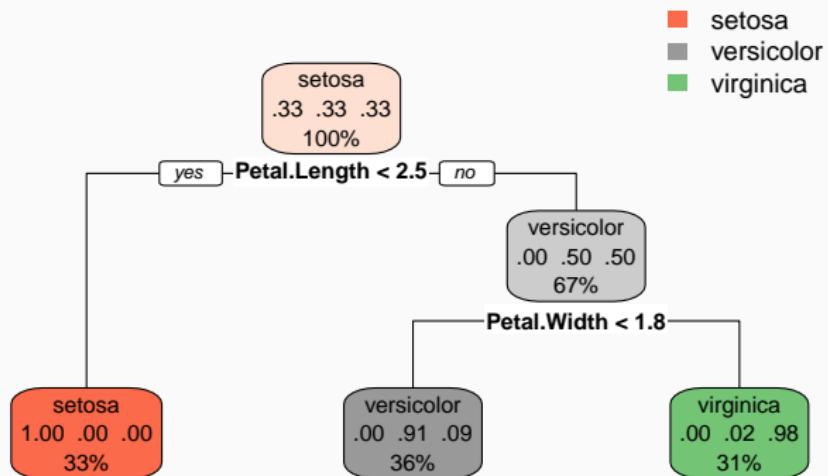
# Visualisation avec ggplot2

```
> library(ggplot2)  
> ggplot(iris)+aes(x=Species,y=Sepal.Length)+geom_boxplot()
```



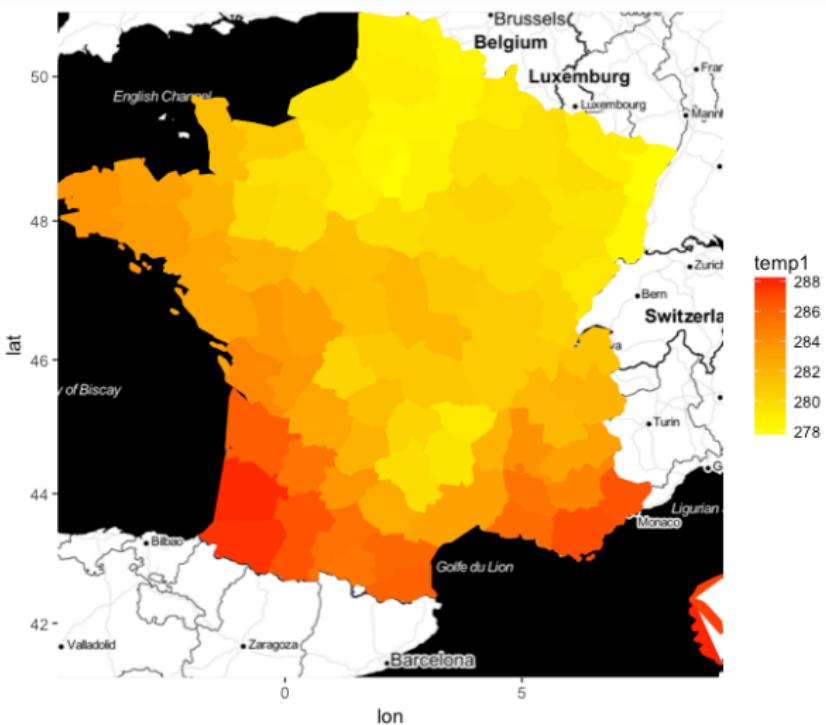
# Un modèle d'arbre

```
> library(rpart)
> tree <- rpart(Species~., data=iris)
> library(rpart.plot)
> rpart.plot(tree)
```



# Carte avec ggmap

- **Objectif** : visualiser les températures en france pour une date donnée.

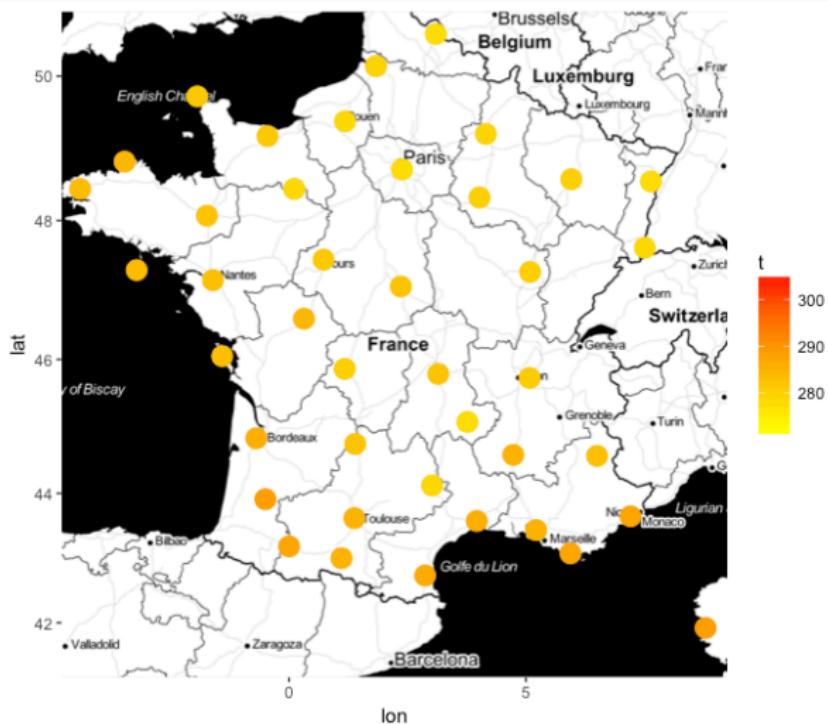


# Chargement des données + fond de carte

- Données téléchargées sur le site de meteofrance (températures d'à peu près 60 stations).

```
> donnees <- fread("https://donneespubliques.meteofrance.fr/
+                     donnees_libres/Txt/Synop/synop.2017082815.csv")
> station <- fread("https://donneespubliques.meteofrance.fr/
+                     donnees_libres/Txt/Synop/postesSynop.csv")
> fond <- get_map("France",maptype="toner",zoom=6)
> ggmap(fond)+geom_point(data=D,
+                         aes(y=Latitude,x=Longitude,color=t),size=5)+
+                         scale_color_continuous(low="yellow",high="red")
```

# Une première carte



# Modèle de prévision

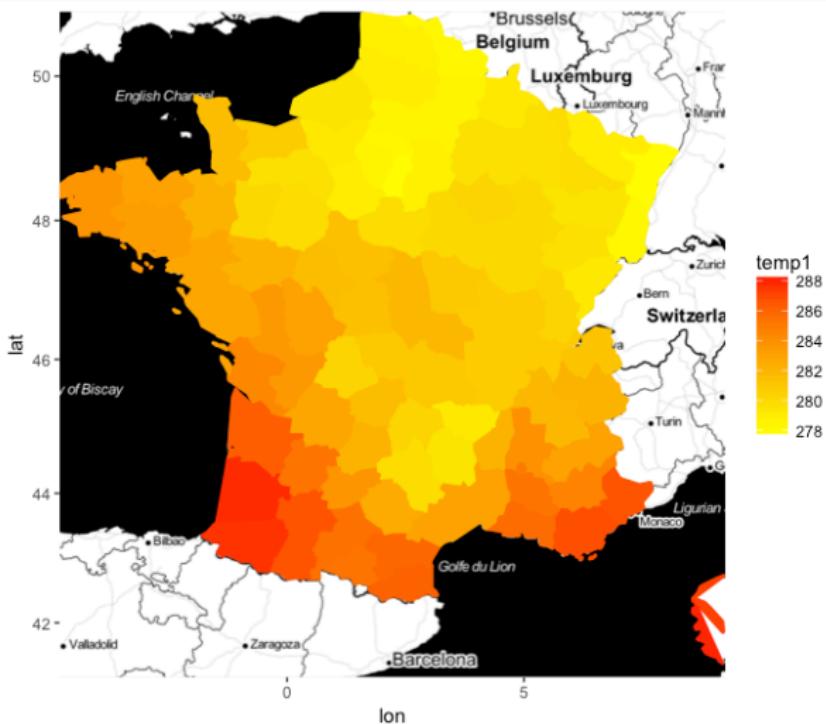
- Algorithme de plus proche voisins pour estimer la température sur toutes les longitudes et latitudes du territoires.

```
> library(FNN)
> mod <- knn.reg(train=D[,(Latitude,Longitude)],y=D[,t],
+                  test=Test1[,(Latitude,Longitude)],k=1)$pred
```

- Visualisation avec ggmap.

```
> library(ggmap)
> ggmap(fond)+geom_polygon(data=Test5,
+   aes(y=Latitude,x=Longitude,
+   fill=temp1,color=temp1,group=dept),size=1)+
+   scale_fill_continuous(low="yellow",high="red")+
+   scale_color_continuous(low="yellow",high="red")
```

# La carte finale



# Application web avec shiny

- Shiny est un package R qui permet la création de pages web interactives.
- Exemples :
  - Graphiques descriptifs pour un jeu de données :  
[https://lrouviere.shinyapps.io/DESC\\_APP/](https://lrouviere.shinyapps.io/DESC_APP/)
  - Visualisation des stations velib à Rennes :  
<https://lrouviere.shinyapps.io/velib/>

# Dans cette partie

- Logiciel R
  - Environnement Rstudio et reporting quarto
  - Objets R
  - Manipuler des données (dplyr)
- Visualisation
  - Graphe statique avec ggplot
  - Cartographie
    - statique avec ggmap et sf
    - dynamique avec leaflet
  - Visualisation dynamique
    - graphes standards avec rAmCharts et plotly
    - réseaux avec visNetwork
    - tableaux de bord avec flexdashboard
  - Application web avec shiny

## Rstudio, quarto et packages R

---

## Rstudio

- **RStudio** est une interface facilitant l'utilisation de R.
- Également libre et gratuit : <https://www.rstudio.com>.

# Rstudio

- **RStudio** est une interface facilitant l'utilisation de R.
- Également libre et gratuit : <https://www.rstudio.com>.

L'écran est divisé en 4 parties :

- **Console** : pour entrer les commandes et visualiser les sorties.
  - **Workspace and History** : visualiser l'historique des objets créés.
  - **Files Plots...** : voir les répertoires et fichiers dans l'environnement de travail, les graphes de sortie, installer les packages...
  - **Script** : éditeur pour entrer les commandes R et les commentaires.
- Penser à régulièrement sauvegarder ce fichier !

# Quarto

## Fichier Quarto

- Successeur de Rmarkdown
- Un fichier Quarto (.qmd) permet de produire un document de travail.
- Il contient le code, les sorties et des commentaires sur le travail réalisé.
- Il produit des rapports de très bonne qualité sous différents formats (documents, diaporama, etc...).
- Ce diaporama est réalisé avec quarto.

## Fichier Quarto

- Successeur de Rmarkdown
  - Un fichier Quarto (.qmd) permet de produire un document de travail.
  - Il contient le code, les sorties et des commentaires sur le travail réalisé.
  - Il produit des rapports de très bonne qualité sous différents formats (documents, diaporama, etc...).
  - Ce diaporama est réalisé avec quarto.
- 
- Recherche Reproductible : en cliquant sur un bouton, on peut ré-exécuter tout le code du fichier et exporter les résultats sous un format rapport.
  - Documents dynamiques : possibilité d'exporter le rapport final dans différents formats : html, pdf, rtf, slides, notebook...

# Packages

- Ensemble de programmes R qui complètent et améliorent les fonctions de R.
- Un package est généralement dédié à des méthodes ou domaines d'application spécifiques.
- Plus de 18 000 packages actuellement.
- Contribue au succès de R (toujours à jour).

# Packages

- Ensemble de programmes R qui complètent et améliorent les fonctions de R.
- Un package est généralement dédié à des méthodes ou domaines d'application spécifiques.
- Plus de 18 000 packages actuellement.
- Contribue au succès de R (toujours à jour).

## 2 phases

- Installation: `install.packages(package.name)` (une seule fois).
- Chargement: `library(package.name)` (chaque fois).

# Packages

- Ensemble de programmes R qui complètent et améliorent les fonctions de R.
- Un package est généralement dédié à des méthodes ou domaines d'application spécifiques.
- Plus de 18 000 packages actuellement.
- Contribue au succès de R (toujours à jour).

## 2 phases

- Installation: `install.packages(package.name)` (une seule fois).
- Chargement: `library(package.name)` (chaque fois).
- On peut aussi utiliser le bouton package dans Rstudio.

## Objets R

---

# Numérique et caractères

- Numérique (facile)

```
> x <- pi  
> x  
[1] 3.141593  
> is.numeric(x)  
[1] TRUE
```

- Caractères

```
> b <- "X"  
> paste(b, 1:5, sep = "")  
[1] "X1" "X2" "X3" "X4" "X5"
```

# Vecteurs

- **Création:** `c`, `seq`, `rep`

```
> x1 <- c(1,3,4)
> x2 <- 1:5
> x3 <- seq(0,10,by=2)
> x4 <- rep(x1,3)
> x5 <- rep(x1,3,each=3)
```

- **Extraction:** `[]`

```
> x3[c(1,3,4)] # pareil que x3[x1]
[1] 0 4 6
```

# Logique

- Vrai ou Faux

```
> 1<2  
[1] TRUE  
> 1==2  
[1] FALSE  
> 1!=2  
[1] TRUE
```

# Logique

- Vrai ou Faux

```
> 1<2  
[1] TRUE  
> 1==2  
[1] FALSE  
> 1!=2  
[1] TRUE
```

- Souvent utile pour sélectionner des composantes d'un vecteur

```
> x <- 1:3  
> test <- c(TRUE, FALSE, TRUE)  
> x[test]  
[1] 1 3
```

```
> size <- runif(5,150,190) #5 tailles générées aléatoirement entre 150 and 190  
> size  
[1] 178.8362 185.0309 180.4393 185.4450 168.2592
```

## Problème

Sélectionner les tailles plus grandes que 174.

```
> size <- runif(5,150,190) #5 tailles générées aléatoirement entre 150 and 190  
> size  
[1] 178.8362 185.0309 180.4393 185.4450 168.2592
```

## Problème

Sélectionner les tailles plus grandes que 174.

```
> size>174  
[1] TRUE TRUE TRUE TRUE FALSE  
> size[size>174]  
[1] 178.8362 185.0309 180.4393 185.4450
```

# Facteurs

- Pour représenter les variables qualitatives :

```
> x1 <- factor(c("a","b","b","a","a"))
> x1
[1] a b b a a
Levels: a b
> levels(x1)
[1] "a" "b"
```

## Variable mal définie

- On suppose que les données sont codées : 0=homme, 1=femme

```
> X <- c(1,1,0,0,1)  
> summary(X)  
Min. 1st Qu. Median Mean 3rd Qu. Max.  
0.0 0.0 1.0 0.6 1.0 1.0
```

## Variable mal définie

- On suppose que les données sont codées : 0=homme, 1=femme

```
> X <- c(1,1,0,0,1)
> summary(X)
  Min. 1st Qu. Median    Mean 3rd Qu.    Max.
  0.0    0.0    1.0    0.6    1.0    1.0
```

- Problème : R interprète X comme un vecteur continu  $\Rightarrow$  cela peut générer des problèmes dans l'étude statistique.

# Variable mal définie

- On suppose que les données sont codées : 0=homme, 1=femme

```
> X <- c(1,1,0,0,1)
> summary(X)
  Min. 1st Qu. Median   Mean 3rd Qu.   Max.
  0.0    0.0    1.0    0.6    1.0    1.0
```

- Problème : R interprète X comme un vecteur continu  $\Rightarrow$  cela peut générer des problèmes dans l'étude statistique.
- Solution :

```
> X <- as.factor(X)
> levels(X) <- c("man", "woman")
> X
[1] woman woman man   man   woman
Levels: man woman
> summary(X)
  man woman
      2      3
```

# Matrice

- Crédit

```
> m <- matrix(1:4,nrow=2,byrow=TRUE)
> m
     [,1] [,2]
[1,]    1    2
[2,]    3    4
```

- Extraction

```
> m[1,2]
> m[1,] #Première ligne
> m[,2] #Seconde colonne
```

# Liste

- Permet de regrouper plusieurs objets de différents types dans un même objet :

```
> mylist <- list(vector=1:5,mat=matrix(1:8,nrow=2))
> mylist
$vector
[1] 1 2 3 4 5

$mat
[,1] [,2] [,3] [,4]
[1,]    1    3    5    7
[2,]    2    4    6    8
```

- Extraction:

```
> mylist[[1]]
> mylist$vector
> mylist[["vector"]]
```

# Dataframe

- Objets pour représenter des **données** dans **R**.

```
> name <- c("Paul", "Mary", "Steven", "Charlotte", "Peter")
> sex <- c(0,1,0,1,0)
> size <- c(180,165,168,170,175)
> data <- data.frame(name,sex,size)
> data

  name sex size
1  Paul   0  180
2  Mary   1  165
3 Steven   0  168
4 Charlotte  1  170
5 Peter    0  175
```

```
> summary(data)
      name          sex         size
Length:5      Min.   :0.0   Min.   :165.0
Class :character  1st Qu.:0.0   1st Qu.:168.0
Mode  :character  Median :0.0   Median :170.0
                  Mean   :0.4   Mean   :171.6
                  3rd Qu.:1.0   3rd Qu.:175.0
                  Max.   :1.0   Max.   :180.0
```

```
> summary(data)
      name          sex         size
Length:5      Min.   :0.0   Min.   :165.0
Class :character  1st Qu.:0.0  1st Qu.:168.0
Mode  :character  Median :0.0  Median :170.0
                  Mean   :0.4  Mean   :171.6
                  3rd Qu.:1.0  3rd Qu.:175.0
                  Max.   :1.0  Max.   :180.0
```

## Problème 1

sex est interprété comme une variable continue. C'est une variable qualitative.

## Solution

Il faut la convertir en **facteur**.

```
> data$sex <- as.factor(data$sex)
> levels(data$sex) <- c("man", "woman")
> summary(data)

      name           sex          size
Length:5       man :3   Min.   :165.0
Class :character woman:2   1st Qu.:168.0
Mode  :character                   Median :170.0
                           Mean    :171.6
                           3rd Qu.:175.0
                           Max.   :180.0
```

## Solution

Il faut la convertir en **facteur**.

```
> data$sex <- as.factor(data$sex)
> levels(data$sex) <- c("man", "woman")
> summary(data)

      name          sex         size
Length:5      man :3   Min.   :165.0
Class :character woman:2   1st Qu.:168.0
Mode  :character                   Median :170.0
                           Mean    :171.6
                           3rd Qu.:175.0
                           Max.   :180.0
```

## Problème 2

**name** est interprété comme une **variable**. C'est plutôt un **identifiant**.

```
> row.names(data) <- data$name  
> data <- data[,-1] #suppression de la colonne name  
> data  
      sex size  
Paul      man  180  
Mary      woman 165  
Steven    man  168  
Charlotte woman 170  
Peter     man  175
```

## Conclusion

Il est **crucial** de toujours vérifier que les données sont **correctement interprétées** par **R** (avec **summary** ou **mode** par exemple).

# Tibbles

- Un **tibble** est une version **moderne** du dataframe, qui conserve les avantages et supprime les inconvénients (selon les créateurs du tibble).
- C'est la version dataframe du **tidyverse** (nécessité de charger ce package).
- Deux différences notables :
  - les variables **qualitatives** sont par défaut des **caractères** (et non des facteurs) ;
  - pas de **rownames**.

## Exemple : data frame

```
> name <- c("Paul", "Mary", "Steven", "Charlotte", "Peter")
> sex <- c(0,1,0,1,0)
> size <- c(180,165,168,170,175)
> age <- c("old", "young", "young", "old", "old")
> data <- data.frame(sex, size, age)
> rownames(data) <- name
> summary(data)

  sex           size          age  
Min.   :0.0   Min.   :165.0   Length:5 
1st Qu.:0.0   1st Qu.:168.0   Class :character
Median :0.0   Median :170.0   Mode   :character
Mean   :0.4   Mean   :171.6  
3rd Qu.:1.0   3rd Qu.:175.0  
Max.   :1.0   Max.   :180.0
```

## Example : tibble

```
> library(tidyverse)
> data1 <- tibble(name,sex,size,age)
> #data1 <- column_to_rownames(data1,var="name")
> summary(data1)
```

	name	sex	size	age
Length:	5	Min. :0.0	Min. :165.0	Length:5
Class :	character	1st Qu.:0.0	1st Qu.:168.0	Class :character
Mode :	character	Median :0.0	Median :170.0	Mode :character
		Mean :0.4	Mean :171.6	
		3rd Qu.:1.0	3rd Qu.:175.0	
		Max. :1.0	Max. :180.0	

## dataframe vs tibbles

Principale différence : **pas de facteur** dans les tibbles (par défaut).

## Gérer des données

---

## Gérer des données

---

### Importer des données

- Les données sont généralement contenues dans des **fichiers** avec les individus en ligne et les variables en colonnes.

- Les données sont généralement contenues dans des **fichiers** avec les individus en ligne et les variables en colonnes.
- Les fonctions **read.table** et **read.csv** permettent d'**importer des données** à partir de fichiers **.txt** et **.csv**.

- Les données sont généralement contenues dans des **fichiers** avec les individus en ligne et les variables en colonnes.
- Les fonctions **read.table** et **read.csv** permettent d'**importer des données** à partir de fichiers **.txt** et **.csv**.

```
> data <- read.table("file",...)  
> data <- read.csv("file",...)
```

- Les données sont généralement contenues dans des **fichiers** avec les individus en ligne et les variables en colonnes.
- Les fonctions **read.table** et **read.csv** permettent d'**importer des données** à partir de fichiers **.txt** et **.csv**.

```
> data <- read.table("file",...)  
> data <- read.csv("file",...)
```

- ... correspondent à un ensemble d'**options** souvent très **importantes** car les fichiers de données contiennent **toujours des spécificités** (données manquantes, noms de variables...)

- Les données sont généralement contenues dans des **fichiers** avec les individus en ligne et les variables en colonnes.
- Les fonctions **read.table** et **read.csv** permettent d'**importer des données** à partir de fichiers **.txt** et **.csv**.

```
> data <- read.table("file",...)
> data <- read.csv("file",...)
```

- ... correspondent à un ensemble d'**options** souvent très **importantes** car les fichiers de données contiennent **toujours des spécificités** (données manquantes, noms de variables...)
- Fichiers **.xls** : on pourra les **convertir** en **.csv** ou utiliser des packages spécifiques.

## Indiquer le chemin

- Le **fichier des données** doit être placé dans le **répertoire de travail**.  
Sinon, il faut indiquer le **chemin** à **read.table**.
- **Exemple:** importer le fichier **data.csv** enregistré dans  
`~/lectureR/Part1` :
- Changement du répertoire de travail

```
> setwd("~/lectureR/Part1")
> df <- read.csv("data.csv",...)
```

## Indiquer le chemin

- Le **fichier des données** doit être placé dans le **répertoire de travail**.  
Sinon, il faut indiquer le **chemin** à **read.table**.
- **Exemple:** importer le fichier **data.csv** enregistré dans  
`~/lectureR/Part1` :
- Changement du répertoire de travail

```
> setwd("~/lectureR/Part1")
> df <- read.csv("data.csv",...)
```

- Spécification du chemin dans **read.csv**

```
> df <- read.csv("~/lecture_R/Part1/data.csv",...)
```

# Indiquer le chemin

- Le **fichier des données** doit être placé dans le **répertoire de travail**.  
Sinon, il faut indiquer le **chemin** à **read.table**.
- **Exemple:** importer le fichier **data.csv** enregistré dans  
`~/lectureR/Part1` :
- Changement du répertoire de travail

```
> setwd("~/lectureR/Part1")
> df <- read.csv("data.csv",...)
```

- Spécification du chemin dans **read.csv**

```
> df <- read.csv("~/lecture_R/Part1/data.csv",...)
```

- Utilisation de la fonction **file.path**

```
> path <- file.path("~/lecture_R/Part1/", "data.csv")
> df <- read.csv(path,...)
```

## Quelques options importantes

Il y a plusieurs **options importantes** dans **read.table** et **read.csv** :

- **sep** : le caractère de **séparation** (espace, virgule...)

## Quelques options importantes

Il y a plusieurs **options importantes** dans **read.table** et **read.csv** :

- **sep** : le caractère de **séparation** (espace, virgule...)
- **dec** : le caractère pour le **séparateur décimal** (virgule, point...)

## Quelques options importantes

Il y a plusieurs **options importantes** dans **read.table** et **read.csv** :

- **sep** : le caractère de **séparation** (espace, virgule...)
- **dec** : le caractère pour le **séparateur décimal** (virgule, point...)
- **header** : logique pour indiquer si le **nom des variables** est spécifié à la première ligne du fichier

## Quelques options importantes

Il y a plusieurs **options importantes** dans **read.table** et **read.csv** :

- **sep** : le caractère de **séparation** (espace, virgule...)
- **dec** : le caractère pour le **séparateur décimal** (virgule, point...)
- **header** : logique pour indiquer si le **nom des variables** est spécifié à la première ligne du fichier
- **row.names** : vecteurs des **identifiants** (si besoin)

## Quelques options importantes

Il y a plusieurs **options importantes** dans **read.table** et **read.csv** :

- **sep** : le caractère de **séparation** (espace, virgule...)
- **dec** : le caractère pour le **séparateur décimal** (virgule, point...)
- **header** : logique pour indiquer si le **nom des variables** est spécifié à la première ligne du fichier
- **row.names** : vecteurs des **identifiants** (si besoin)
- **na.strings** : vecteur de caractères pour identifier les **données manquantes**.
- ...

## Exemple

- Fichier **data\_imp.txt**

```
name;size;age
John;174;32
Peter;?;28
Mary;165.5;NA
```

# Exemple

- Fichier **data\_imp.txt**

```
name;size;age
John;174;32
Peter;?;28
Mary;165.5;NA
```

## Caractéristiques

- 3 variables (ou plutôt 2...)
- Première ligne = nom des variables
- Données manquantes = NA, ?

# Un premier essai

```
> path <- file.path("./data/", "data_imp.txt")
```

```
> df <- read.table(path)
```

```
> summary(df)
```

V1

Length: 4

Class : character

Mode : character

# Un premier essai

```
> path <- file.path("./data/", "data_imp.txt")
```

```
> df <- read.table(path)
```

```
> summary(df)
```

V1

Length: 4

Class : character

Mode : character

## Problème

R lit quatre lignes et une colonne !

# Solution

```
> df <- read.table(path,header=TRUE,sep=";",dec=".",
+                     na.strings = c("NA","?"),row.names = 1)
> df
  size age
John  174.0 32
Peter   NA  28
Mary  165.5  NA
> summary(df)
  size          age
Min.    :165.5  Min.    :28
1st Qu.:167.6  1st Qu.:29
Median  :169.8  Median  :30
Mean    :169.8  Mean    :30
3rd Qu.:171.9  3rd Qu.:31
Max.    :174.0  Max.    :32
NA's    :1       NA's    :1
```

## Package `readr`

- Version `tidyverse` pour l'importation.
- Il contient `read_table` et `read_csv` à la place de `read.table` et `read.csv` (underscores à la place des points).
- Dans `Rstudio`, on peut lire des données avec `readr` en cliquant sur **Import Dataset** (pas toujours efficace pour des données complexes).

## Autres outils importations

- `readxl` : fichier au format Excel.
- `sas7bdat` : importation depuis SAS.
- `foreign` : formats SPSS ou STATA
- `jsonlite` : format JSON
- `rvest` : webscrapping

## Concaténer des données

- L'information utile pour une analyse provient (souvent) de plusieurs tableaux de données.

## Concaténer des données

- L'information utile pour une analyse provient (souvent) de plusieurs tableaux de données.
- Besoin de correctement assembler ces tables avant l'étude statistique.

## Concaténer des données

- L'information utile pour une analyse provient (souvent) de plusieurs tableaux de données.
- Besoin de correctement assembler ces tables avant l'étude statistique.
- Fonctions R standard : rbind, cbind, cbind.data.frame, merge...
- Fonctions R tidyverse: bind\_rows, bind\_cols, left\_join, inner\_join.

## Un exemple avec 2 tables

```
> df1
# A tibble: 4 x 2
  name   nation
  <chr> <chr>
1 Peter  USA
2 Mary   GB
3 John   Aus
4 Linda  USA
> df2
# A tibble: 3 x 2
  name     age
  <chr> <dbl>
1 John      35
2 Mary      41
3 Fred      28
```

## Un exemple avec 2 tables

```
> df1
# A tibble: 4 x 2
  name   nation
  <chr> <chr>
1 Peter  USA
2 Mary   GB
3 John   Aus
4 Linda  USA
> df2
# A tibble: 3 x 2
  name     age
  <chr> <dbl>
1 John      35
2 Mary      41
3 Fred      28
```

### Objectif

Un tableau de données avec 3 colonnes : name, nation et age.

## bind\_rows

```
> bind_rows(df1,df2)
# A tibble: 7 x 3
  name   nation   age
  <chr> <chr>   <dbl>
1 Peter  USA      NA
2 Mary   GB       NA
3 John   Aus      NA
4 Linda  USA      NA
5 John   <NA>     35
6 Mary   <NA>     41
7 Fred   <NA>     28
```

## bind\_rows

```
> bind_rows(df1,df2)
# A tibble: 7 x 3
  name   nation   age
  <chr> <chr>   <dbl>
1 Peter  USA      NA
2 Mary   GB       NA
3 John   Aus      NA
4 Linda  USA      NA
5 John   <NA>    35
6 Mary   <NA>    41
7 Fred   <NA>    28
```

⇒ Mauvais choix ici (2 lignes pour certains individus).

## full\_join

```
> full_join(df1,df2)
# A tibble: 5 x 3
  name   nation   age
  <chr>  <chr>  <dbl>
1 Peter  USA      NA
2 Mary   GB       41
3 John   Aus      35
4 Linda  USA      NA
5 Fred   <NA>     28
```

## full\_join

```
> full_join(df1,df2)
# A tibble: 5 x 3
  name   nation   age
  <chr>  <chr>  <dbl>
1 Peter  USA      NA
2 Mary   GB       41
3 John   Aus      35
4 Linda  USA      NA
5 Fred   <NA>     28
```

⇒ tous les individus sont conservés (NA sont ajoutés pour les quantités non mesurées.)

## left\_join

```
> left_join(df1,df2)
# A tibble: 4 x 3
  name   nation   age
  <chr> <chr>   <dbl>
1 Peter  USA       NA
2 Mary   GB        41
3 John   Aus       35
4 Linda  USA       NA
```

⇒ seuls les individus du **premier tableau (gauche)** sont conservés.

## inner\_join

```
> inner_join(df1,df2)
# A tibble: 2 x 3
  name   nation   age
  <chr> <chr>   <dbl>
1 Mary   GB        41
2 John   Aus       35
```

⇒ on garde les individus pour lesquels **nation** et **age** sont mesurés.

## inner\_join

```
> inner_join(df1,df2)
# A tibble: 2 x 3
  name   nation   age
  <chr> <chr>   <dbl>
1 Mary   GB        41
2 John   Aus       35
```

⇒ on garde les individus pour lesquels **nation** et **age** sont mesurés.

## Conclusion

- Plusieurs possibilités pour assembler des données.
- Important de faire le **bon choix** en fonction du contexte.

# Gérer des données

---

## Manipuler les données avec Dplyr

- **dplyr** est un package efficace pour transformer et résumer des tableaux de données.
- Il propose une **syntaxe claire** (basée sur une **grammaire**) permettant de manipuler les données.

- `dplyr` est un package efficace pour transformer et résumer des tableaux de données.
- Il propose une **syntaxe claire** (basée sur une **grammaire**) permettant de manipuler les données.
- Par exemple, pour calculer la moyenne de `Sepal.Length` de l'espèce `setosa`, on utilise généralement

- **dplyr** est un package efficace pour transformer et résumer des tableaux de données.
- Il propose une **syntaxe claire** (basée sur une **grammaire**) permettant de manipuler les données.
- Par exemple, pour calculer la moyenne de **Sepal.Length** de l'espèce **setosa**, on utilise généralement

```
> mean(iris[iris$Species=="setosa",]$Sepal.Length)  
[1] 5.006
```

- `dplyr` est un package efficace pour transformer et résumer des tableaux de données.
- Il propose une **syntaxe claire** (basée sur une **grammaire**) permettant de manipuler les données.
- Par exemple, pour calculer la moyenne de `Sepal.Length` de l'espèce `setosa`, on utilise généralement

```
> mean(iris[iris$Species=="setosa",]$Sepal.Length)  
[1] 5.006
```

- La même chose en `dplyr` s'obtient avec

```
> library(dplyr)  
> iris |> filter(Species=="setosa") |>  
+   summarise(mean(Sepal.Length))  
mean(Sepal.Length)  
1                 5.006
```

## Grammaire dplyr

dplyr propose une **grammaire** dont les principaux **verbes** sont :

- **select()** : sélectionner des colonnes (variables)
- **filter()** : filtrer des lignes (individus)
- **arrange()** : ordonner des lignes
- **mutate()** : créer des nouvelles colonnes (nouvelles variables)
- **summarise()** : calculer des résumés numériques (ou résumés statistiques)
- **group\_by()** : effectuer des opérations pour des groupes d'individus

Penser à consulter la **cheat sheet**.

# Select

## But

Sélectionner des variables.

```
> df <- select(iris,Sepal.Length,Petal.Length)
> head(df)
  Sepal.Length Petal.Length
1          5.1         1.4
2          4.9         1.4
3          4.7         1.3
4          4.6         1.5
5          5.0         1.4
6          5.4         1.7
```

# Filter

## But

Filtrer des individus.

```
> df <- filter(iris,Species=="versicolor")
> head(df)
  Sepal.Length Sepal.Width Petal.Length Petal.Width      Species
1          7.0       3.2        4.7       1.4 versicolor
2          6.4       3.2        4.5       1.5 versicolor
3          6.9       3.1        4.9       1.5 versicolor
4          5.5       2.3        4.0       1.3 versicolor
5          6.5       2.8        4.6       1.5 versicolor
6          5.7       2.8        4.5       1.3 versicolor
```

# Arrange

## But

Ordonner des **individus** en fonction d'une variable.

```
> df <- arrange(iris,Sepal.Length)
> head(df)

Sepal.Length Sepal.Width Petal.Length Petal.Width Species
1          4.3        3.0       1.1        0.1  setosa
2          4.4        2.9       1.4        0.2  setosa
3          4.4        3.0       1.3        0.2  setosa
4          4.4        3.2       1.3        0.2  setosa
5          4.5        2.3       1.3        0.3  setosa
6          4.6        3.1       1.5        0.2  setosa
```

# Mutate

## But

Définir des **nouvelles variables** dans le jeu de données.

```
> df <- mutate(iris,diff_petal=Petal.Length-Petal.Width)
> head(select(df,Petal.Length,Petal.Width,diff_petal))
  Petal.Length Petal.Width diff_petal
1          1.4         0.2       1.2
2          1.4         0.2       1.2
3          1.3         0.2       1.1
4          1.5         0.2       1.3
5          1.4         0.2       1.2
6          1.7         0.4       1.3
```

# Summarise

## But

Calculer des résumés statistiques.

```
> summarise(iris,mean=mean(Petal.Length),var=var(Petal.Length))  
  mean      var  
1 3.758 3.116278
```

## Summarise\_all et summarise\_at

On peut également calculer des résumés pour des groupes de variables :

- `summarize_all` : toutes les variables du tibble

```
> iris1 <- select(iris,-Species)
> summarise_all(iris1,mean)
  Sepal.Length Sepal.Width Petal.Length Petal.Width
1      5.843333     3.057333      3.758      1.199333
```

## Summarise\_all et summarise\_at

On peut également calculer des résumés pour des groupes de variables :

- **summarize\_all** : toutes les variables du tibble

```
> iris1 <- select(iris,-Species)
> summarise_all(iris1,mean)
  Sepal.Length Sepal.Width Petal.Length Petal.Width
1      5.843333    3.057333      3.758     1.199333
```

- **summarize\_at** : choisir les variables du tibble

```
> summarise_at(iris,1:3,mean)
  Sepal.Length Sepal.Width Petal.Length
1      5.843333    3.057333      3.758
```

# group\_by

## But

Faire des opérations pour des groupes de données.

```
> summarise(group_by(iris, Species), mean(Petal.Length))  
# A tibble: 3 x 2  
  Species      `mean(Petal.Length)`  
  <fct>          <dbl>  
1 setosa         1.46  
2 versicolor     4.26  
3 virginica      5.55
```

## L'opérateur pipe |>

- L'opérateur pipe |> permet d'**enchaîner les commandes** pour une syntaxe plus claire.
- Par exemple,

```
> mean(iris[iris$Species=="setosa","Sepal.Length"])
[1] 5.006
```

ou (un peu plus lisible)

```
> df1 <- iris[iris$Species=="setosa",]
> df2 <- df1$Sepal.Length
> mean(df2)
[1] 5.006
```

- ou (un peu plus lisible avec **dplyr**)

```
> df1 <- filter(iris,Species=="setosa")
> df2 <- select(df1,Sepal.Length)
> summarize(df2,mean(Sepal.Length))
  mean(Sepal.Length)
1           5.006
```

- ou (un peu plus lisible avec **dplyr**)

```
> df1 <- filter(iris,Species=="setosa")
> df2 <- select(df1,Sepal.Length)
> summarize(df2,mean(Sepal.Length))
  mean(Sepal.Length)
1           5.006
```

## Pas satisfaisant

Création de deux objets **dataframe** (inutiles) pour un calcul "simple".

- Avec le **pipe**, on **décompose** et **enchaîne** les opérations:
  1. Les données

```
> iris
```

- Avec le **pipe**, on **décompose** et **enchaîne** les opérations:

1. Les données

```
> iris
```

2. On filtre les individus **setosa**

```
> iris |> filter(Species=="setosa")
```

### 3. On garde la variable d'intérêt

```
> iris |> filter(Species=="setosa") |> select(Sepal.Length)
```

### 3. On garde la variable d'intérêt

```
> iris |> filter(Species=="setosa") |> select(Sepal.Length)
```

### 4. On calcule la moyenne

```
> iris |> filter(Species=="setosa") |>  
+   select(Sepal.Length) |> summarize_all(mean)  
Sepal.Length  
1      5.006
```

## Plus généralement

- L'opérateur pipe |> applique l'**objet de droite** en considérant que le premier argument est l'**objet de gauche** (non symétrique).

```
> X <- as.numeric(c(1:10,"NA"))
> mean(X,na.rm = TRUE)
[1] 5.5
```

ou, de façon équivalente,

## Plus généralement

- L'opérateur pipe |> applique l'**objet de droite** en considérant que le premier argument est l'**objet de gauche** (non symétrique).

```
> X <- as.numeric(c(1:10,"NA"))
> mean(X,na.rm = TRUE)
[1] 5.5
```

ou, de façon équivalente,

```
> X |> mean(na.rm=TRUE)
[1] 5.5
```

# Reformater les données

- Certaines analyses statistiques nécessitent un **format particulier** pour les données.
- Un exemple jouet

```
> df <- iris |> group_by(Species) |> summarize_all(mean)
> head(df)

# A tibble: 3 x 5
  Species     Sepal.Length Sepal.Width Petal.Length Petal.Width
  <fct>          <dbl>       <dbl>        <dbl>       <dbl>
1 setosa         5.01        3.43        1.46        0.246
2 versicolor    5.94        2.77        4.26        1.33 
3 virginica     6.59        2.97        5.55        2.03
```

## pivot\_longer

- Assembler des colonnes en lignes avec `pivot_longer` (anciennement `gather`) :

```
> df1 <- df |> pivot_longer(-Species,names_to="variable",
+                               values_to="valeur")
> head(df1)
# A tibble: 6 x 3
  Species     variable    valeur
  <fct>      <chr>       <dbl>
  1 setosa     Sepal.Length 5.01
  2 setosa     Sepal.Width  3.43
  3 setosa     Petal.Length 1.46
  4 setosa     Petal.Width  0.246
  5 versicolor Sepal.Length 5.94
  6 versicolor Sepal.Width  2.77
```

### Remarque

Même information avec un format différent.

## pivot\_wider

- Décomposer une ligne en plusieurs colonnes avec `pivot_wider` (anciennement `spread`).

```
> df1 |> pivot_wider(names_from=variable,values_from=valeur)
# A tibble: 3 x 5
  Species     Sepal.Length Sepal.Width Petal.Length Petal.Width
  <fct>         <dbl>      <dbl>       <dbl>       <dbl>
1 setosa        5.01       3.43       1.46       0.246
2 versicolor    5.94       2.77       4.26       1.33 
3 virginica     6.59       2.97       5.55       2.03
```

# Separate

- Séparer une colonne en plusieurs.

```
> df <- tibble(date=as.Date(c("01/03/2015", "05/18/2017",  
+ "09/14/2018"), "%m/%d/%Y"), temp=c(18, 21, 15))
```

# Separate

- Séparer une colonne en plusieurs.

```
> df <- tibble(date=as.Date(c("01/03/2015", "05/18/2017",  
+ "09/14/2018"), "%m/%d/%Y"), temp=c(18, 21, 15))
```

```
> df1 <- df |> separate(date,into = c("year", "month", "day"))  
> df1  
# A tibble: 3 x 4  
  year month day     temp  
  <chr> <chr> <chr> <dbl>  
1 2015   01    03      18  
2 2017   05    18      21  
3 2018   09    14      15
```

# Unite

- Assembler des colonnes.

```
> df2 <- df1 |> unite(date,year,month,day,sep="/")
> df2
# A tibble: 3 x 2
  date      temp
  <chr>    <dbl>
1 2015/01/03     18
2 2017/05/18     21
3 2018/09/14     15
```

# Unite

- Assembler des colonnes.

```
> df2 <- df1 |> unite(date,year,month,day,sep="/")
> df2
# A tibble: 3 x 2
  date      temp
  <chr>    <dbl>
1 2015/01/03     18
2 2017/05/18     21
3 2018/09/14     15
```

- On peut retransformer date en objet Date:

```
> df2 |> mutate(date1=as.Date(date))
# A tibble: 3 x 3
  date      temp date1
  <chr>    <dbl> <date>
1 2015/01/03     18 2015-01-03
2 2017/05/18     21 2017-05-18
3 2018/09/14     15 2018-09-14
```

## Visualiser des données

---

# Visualiser des données

---

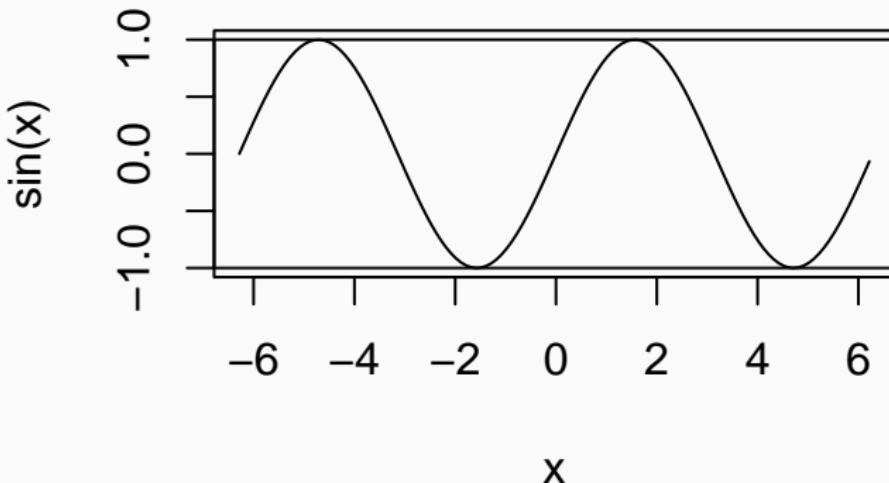
## Graphes conventionnels

- **Visualisation** : cruciale à **toutes les étapes** d'une étude statistique.
- **R** Permet de créer un **très grand nombre** de type de graphes.
- On propose une (courte) présentation des **graphes classiques**,
- suivie par les graphes **ggplot**.

## La fonction plot

- Fonction **générique** pour représenter (presque) **tous les types de données**.
- Pour un **nuage de points**, il suffit de renseigner un **vecteur** pour l'axe des **x**, et un autre vecteur pour celui des **y**.

```
> x <- seq(-2*pi,2*pi,by=0.1)
> plot(x,sin(x),type="l",xlab="x",ylab="sin(x)")
> abline(h=c(-1,1))
```



## Graphes classiques pour visualiser des variables

- Histogramme pour une variable **continue**, diagramme en barre pour une variable **qualitative**.
- Nuage de points pour 2 variables continues.
- Boxplot pour une distribution continue.

# Graphes classiques pour visualiser des variables

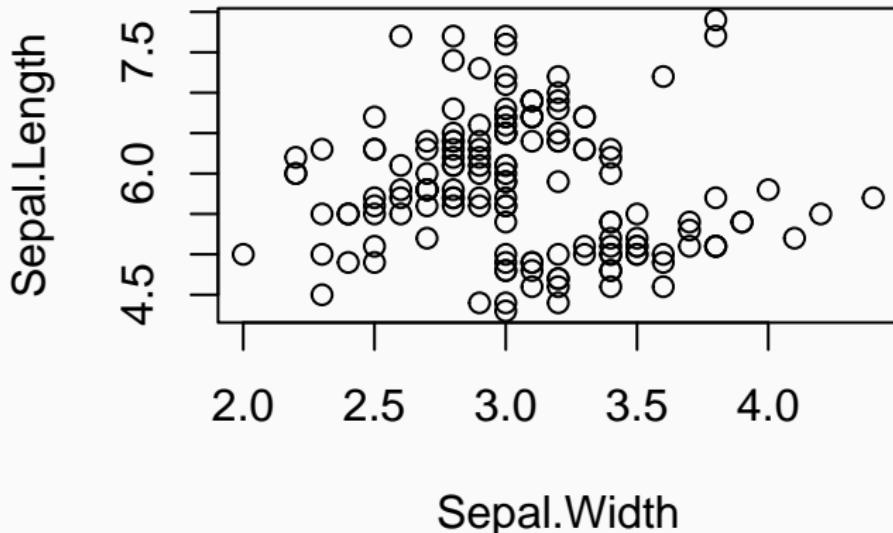
- Histogramme pour une variable **continue**, diagramme en barre pour une variable **qualitative**.
- Nuage de points pour 2 variables continues.
- Boxplot pour une distribution continue.

## Constat (positif)

Il existe une **fonction R** pour toutes les représentations.

## Nuage de points sur un jeu de données

```
> plot(Sepal.Length~Sepal.Width, data=iris)
```

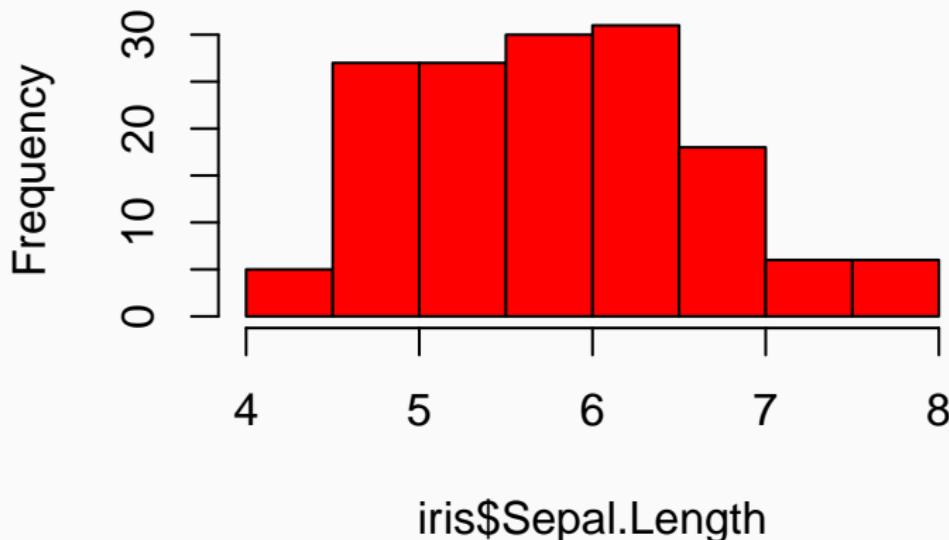


```
> #pareil que  
> plot(iris$Sepal.Width,iris$Sepal.Length)
```

## Histogramme (variable continue)

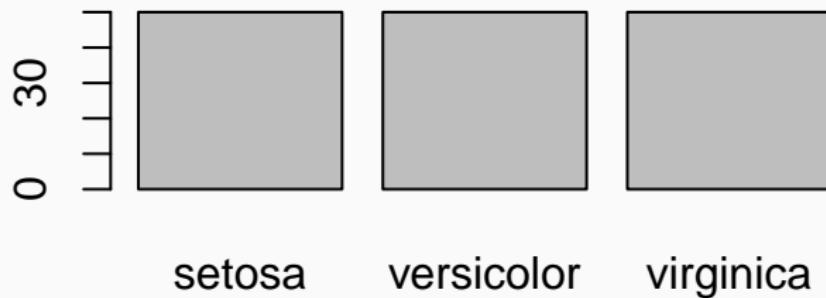
```
> hist(iris$Sepal.Length, col="red")
```

**Histogram of iris\$Sepal.Length**



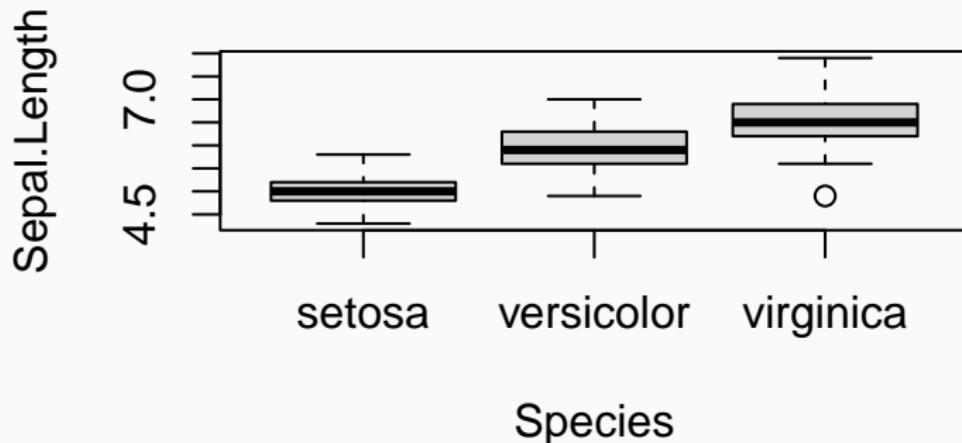
## Diagramme en barres (variable qualitative)

```
> barplot(table(iris$Species))
```



## Boxplot (distribution)

```
> boxplot(Sepal.Length~Species,data=iris)
```



# Visualiser des données

---

## Visualisation avec ggplot2

- `ggplot2` permet de faire des graphes **R** en s'appuyant sur une **grammaire des graphiques** (équivalent de `dplyr` pour manipuler les données).
- Les graphes produits sont **de très bonnes qualités** (pas toujours le cas avec les graphes conventionnels).
- La **grammaire ggplot** permet d'obtenir des **graphes "complexes"** avec une **syntaxe claire et lisible**.

## Assembler des couches

Pour un tableau de données fixé, un graphe est défini comme une succession de **couches**. Il faut toujours spécifier :

- les **données**
- les **variables** à représenter
- le **type de représentation** (nuage de points, boxplot...).

## Assembler des couches

Pour un tableau de données fixé, un graphe est défini comme une succession de **couches**. Il faut toujours spécifier :

- les **données**
- les **variables** à représenter
- le **type de représentation** (nuage de points, boxplot...).

Les graphes ggplot sont construits à partir de ces couches. On indique

- les données avec **ggplot**
- les variables avec **aes** (aesthetics)
- le type de représentation avec **geom\_**

# La grammaire

Les principaux **verbes** sont

- **Data (ggplot)** : les **données**, un dataframe ou un tibble.

# La grammaire

Les principaux **verbes** sont

- **Data (ggplot)** : les **données**, un dataframe ou un tibble.
- **Aesthetics (aes)** : façon dont les **variables** doivent être représentées.

# La grammaire

Les principaux **verbes** sont

- **Data (ggplot)** : les **données**, un dataframe ou un tibble.
- **Aesthetics (aes)** : façon dont les **variables** doivent être représentées.
- **Geometries (geom\_...)** : **type** de représentation.

# La grammaire

Les principaux **verbes** sont

- **Data (ggplot)** : les **données**, un dataframe ou un tibble.
- **Aesthetics (aes)** : façon dont les **variables** doivent être représentées.
- **Geometries (geom\_...)** : **type** de représentation.
- **Statistics (stat\_...)** : spécifier les **transformations** des données.

# La grammaire

Les principaux **verbes** sont

- **Data (ggplot)** : les **données**, un dataframe ou un tibble.
- **Aesthetics (aes)** : façon dont les **variables** doivent être représentées.
- **Geometries (geom\_...)** : **type** de représentation.
- **Statistics (stat\_...)** : spécifier les **transformations** des données.
- **Scales (scale\_...)** : modifier certains **paramètres du graphe** (changer de couleurs, de taille...).

# La grammaire

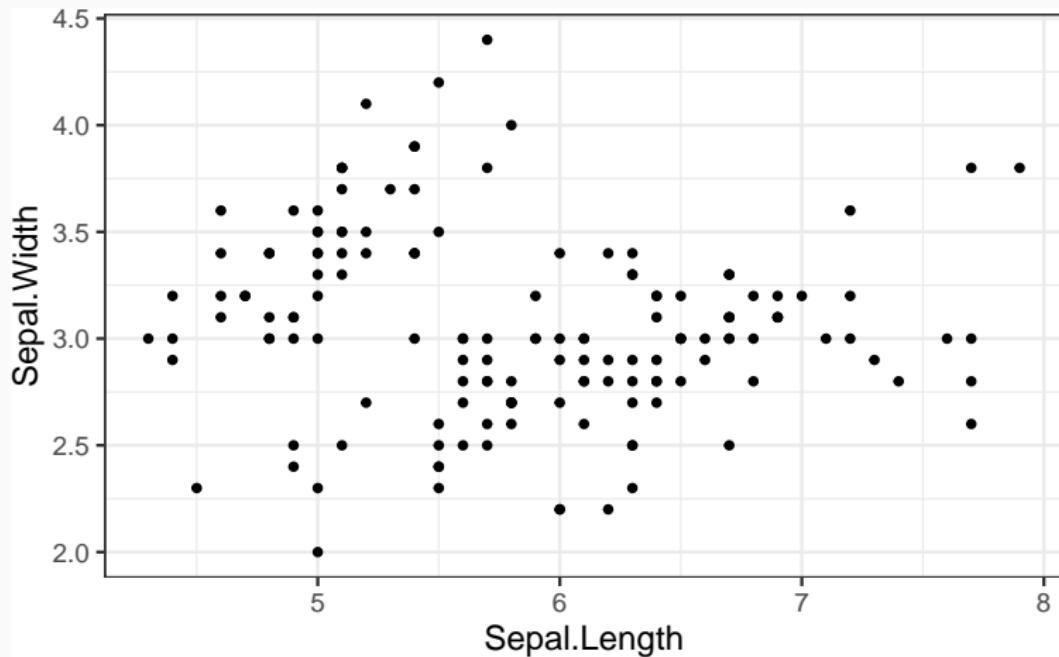
Les principaux **verbes** sont

- **Data (ggplot)** : les **données**, un dataframe ou un tibble.
- **Aesthetics (aes)** : façon dont les **variables** doivent être représentées.
- **Geometries (geom\_...)** : **type** de représentation.
- **Statistics (stat\_...)** : spécifier les **transformations** des données.
- **Scales (scale\_...)** : modifier certains **paramètres du graphe** (changer de couleurs, de taille...).

Tous ces éléments sont **séparés par un +**.

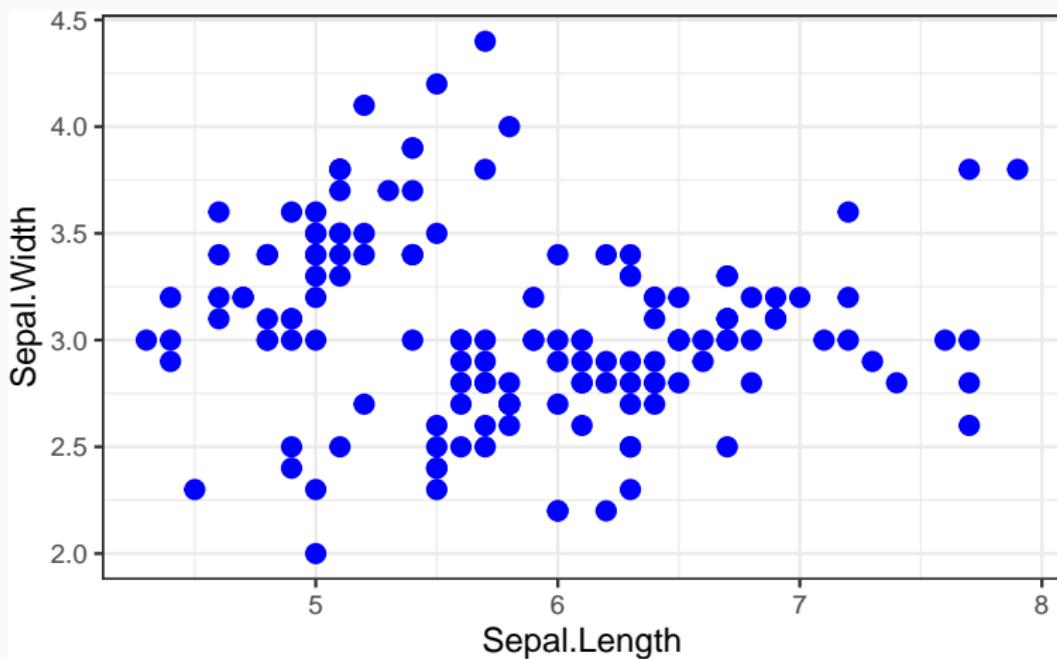
# Un premier exemple

```
> ggplot(iris)+aes(x=Sepal.Length,y=Sepal.Width)+geom_point()
```



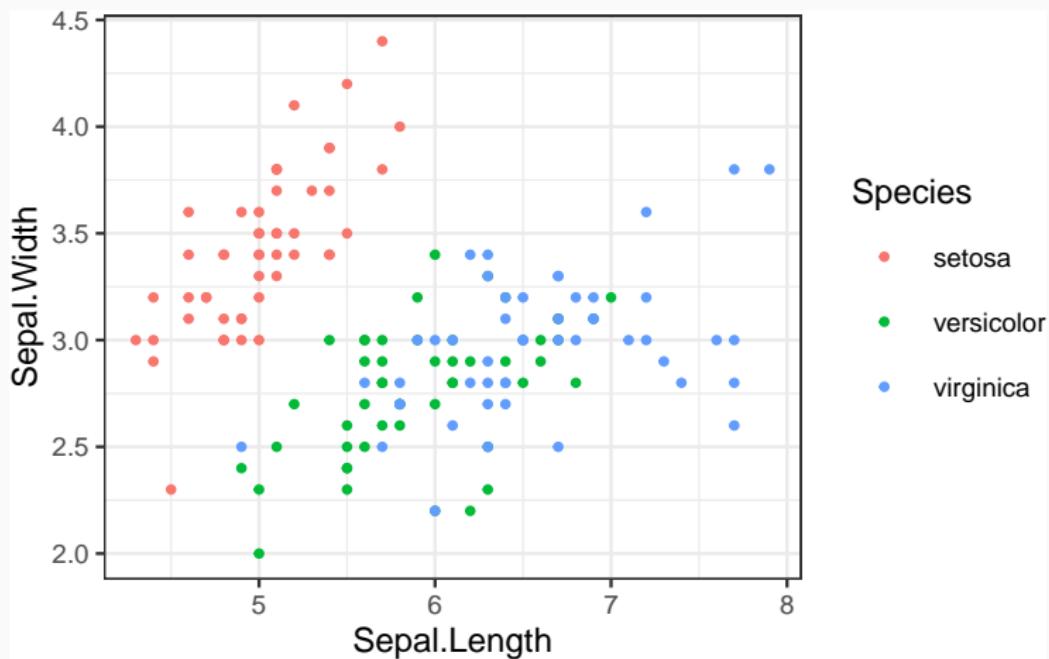
## Couleur et taille

```
> ggplot(iris)+aes(x=Sepal.Length,y=Sepal.Width)+  
+   geom_point(color="blue",size=2)
```



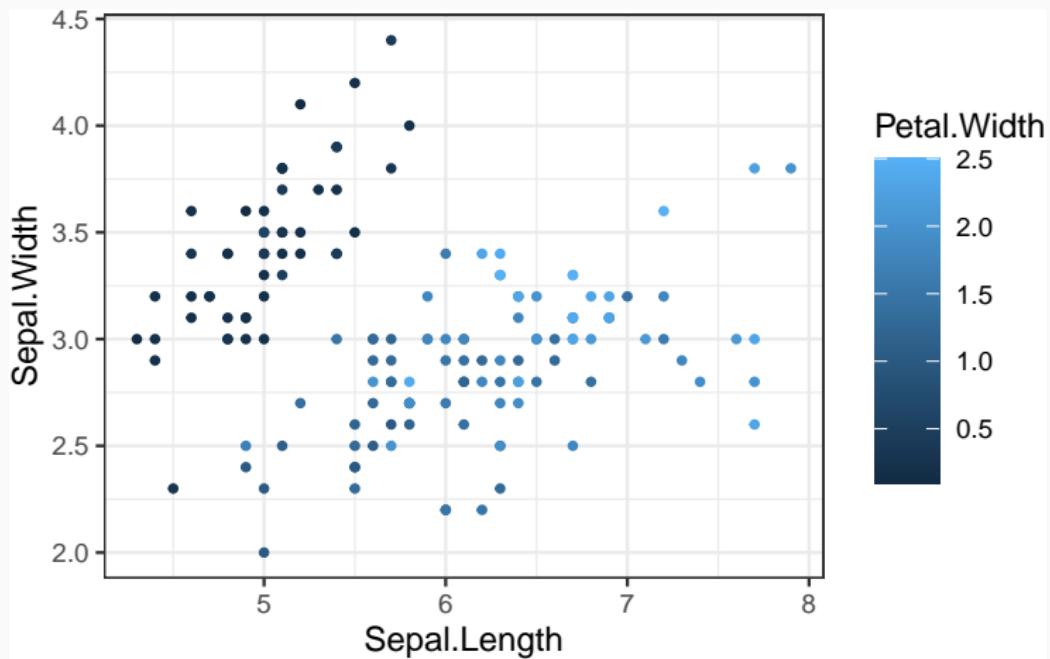
## Couleur avec une variable qualitative

```
> ggplot(iris)+aes(x=Sepal.Length,y=Sepal.Width,  
+                     color=Species)+geom_point()
```



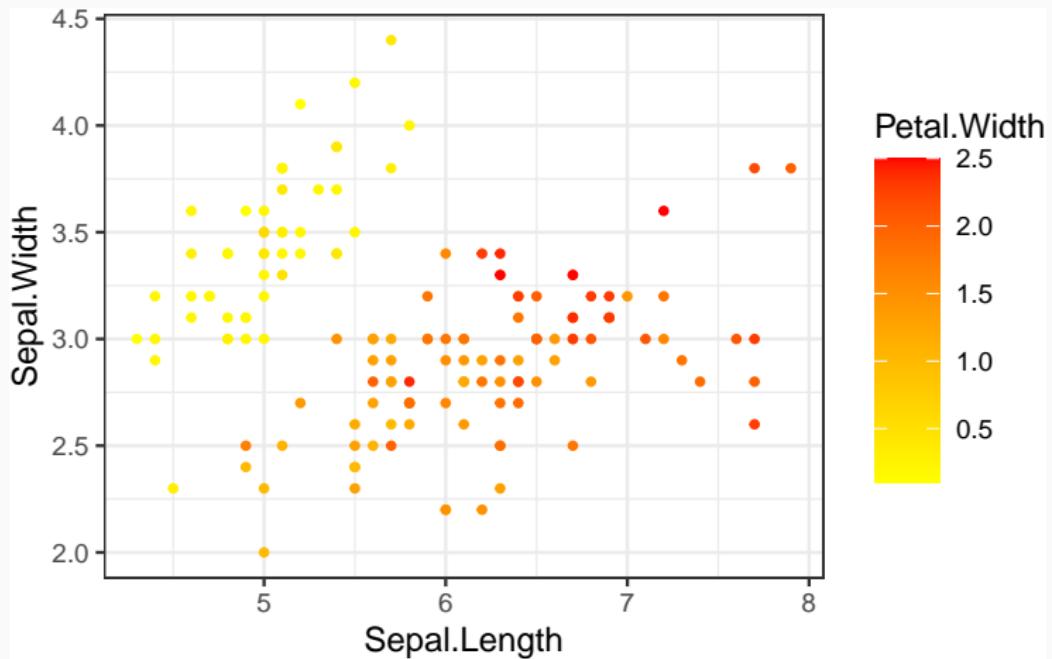
## Couleur avec une variable continue

```
> ggplot(iris)+aes(x=Sepal.Length,y=Sepal.Width,  
+                     color=Petal.Width)+geom_point()
```



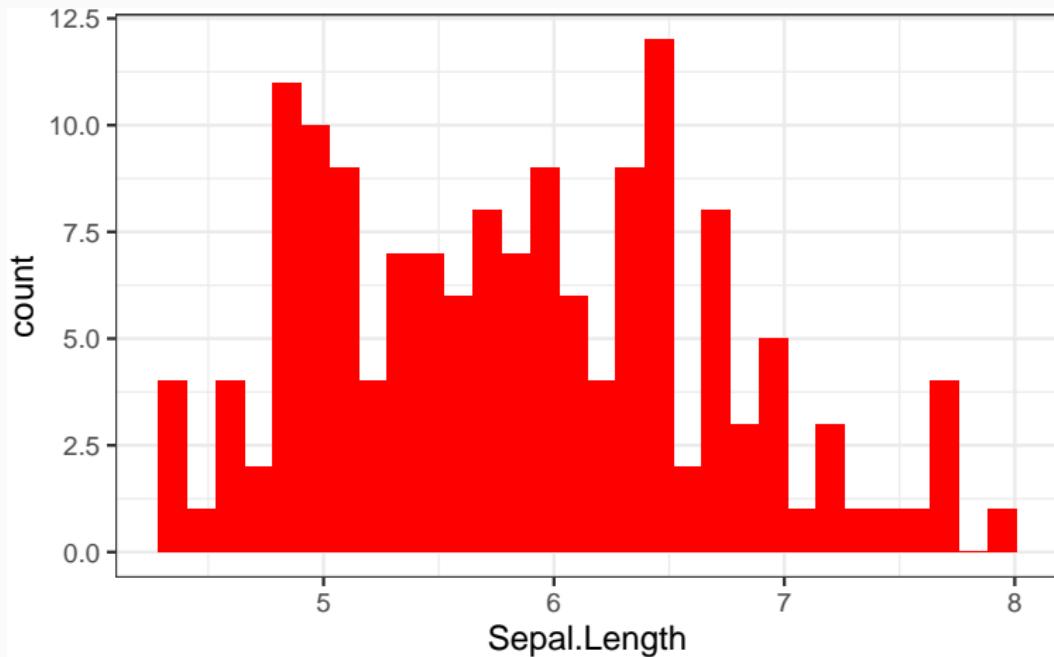
# Changer la couleur

```
> ggplot(iris)+aes(x=Sepal.Length,y=Sepal.Width,  
+                     color=Petal.Width)+geom_point()  
+ scale_color_continuous(low="yellow",high="red")
```



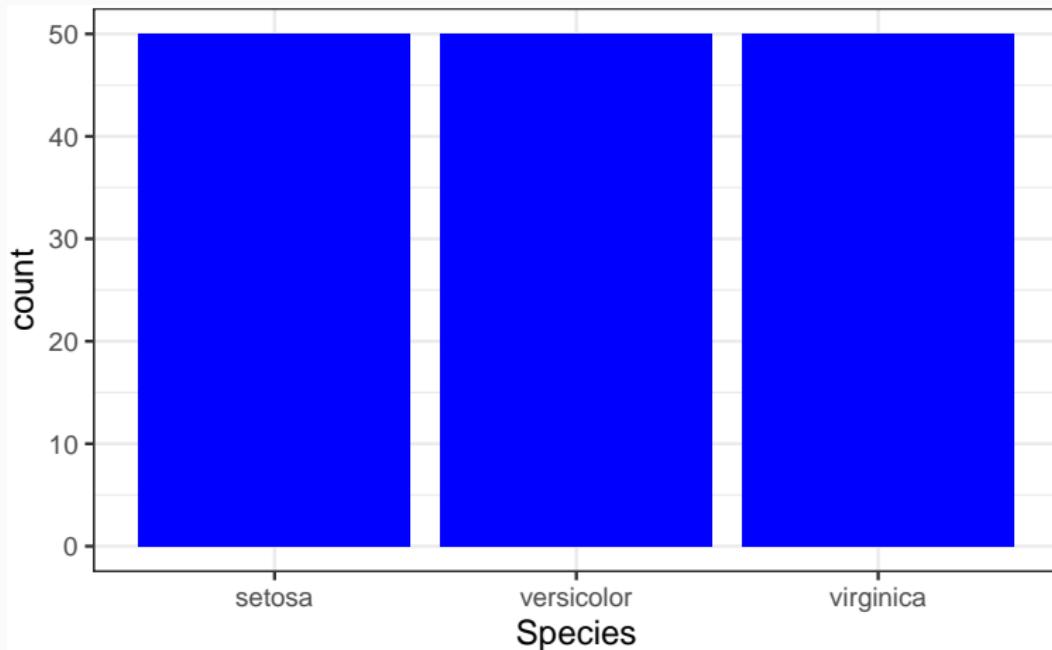
# Histogramme

```
> ggplot(iris)+aes(x=Sepal.Length)+geom_histogram(fill="red")
```



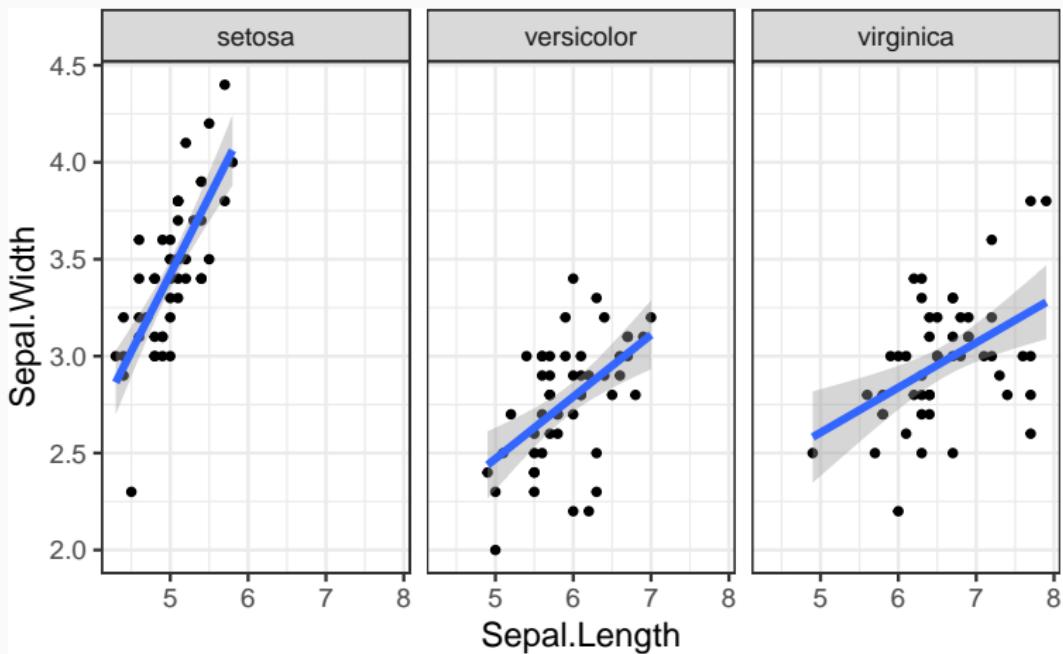
## Diagramme en barres

```
> ggplot(iris)+aes(x=Species)+geom_bar(fill="blue")
```



## Facetting (plus compliqué)

```
> ggplot(iris)+aes(x=Sepal.Length,y=Sepal.Width)+geom_point()+
+     geom_smooth(method="lm")+facet_wrap(~Species)
```

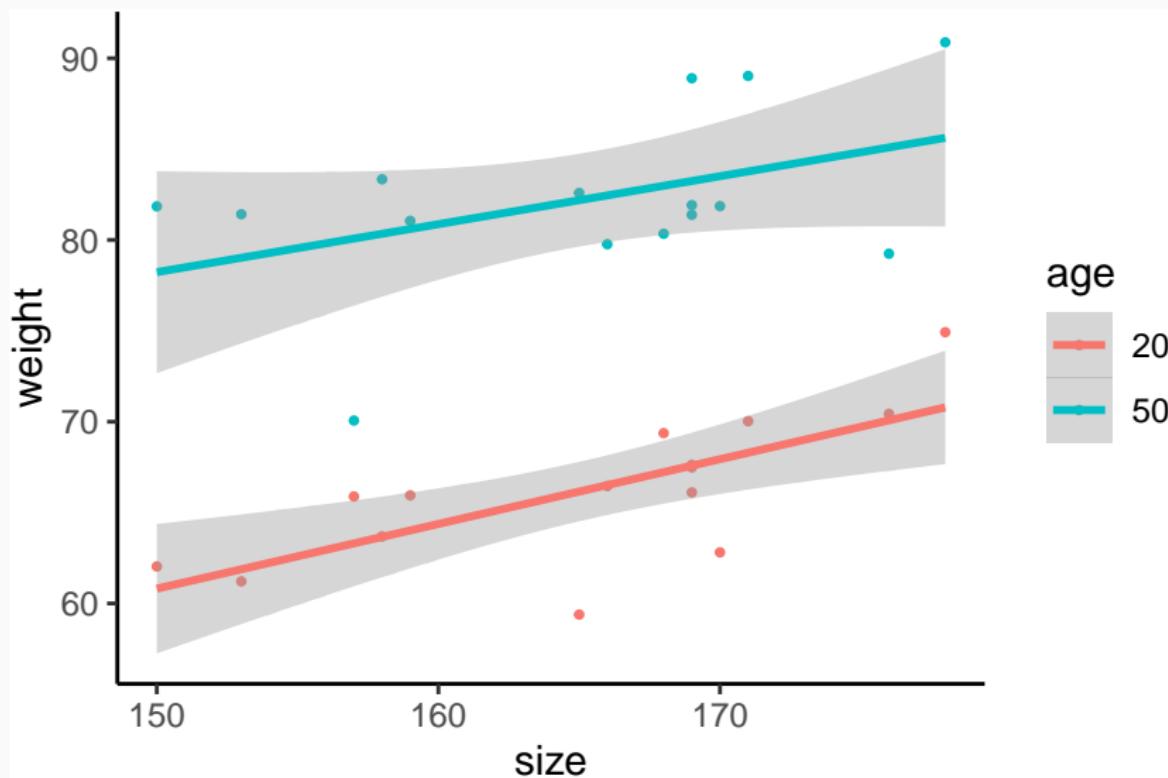


# Combiner ggplot et dplyr

- Souvent important de construire un bon jeu de données pour obtenir un bon graphe.
- Par exemple

```
> head(df)
# A tibble: 6 x 3
  size weight.20 weight.50
  <dbl>     <dbl>     <dbl>
1   153      61.2      81.4
2   169      67.5      81.4
3   168      69.4      80.3
4   169      66.1      81.9
5   176      70.4      79.2
6   169      67.6      88.9
```

# Objectif



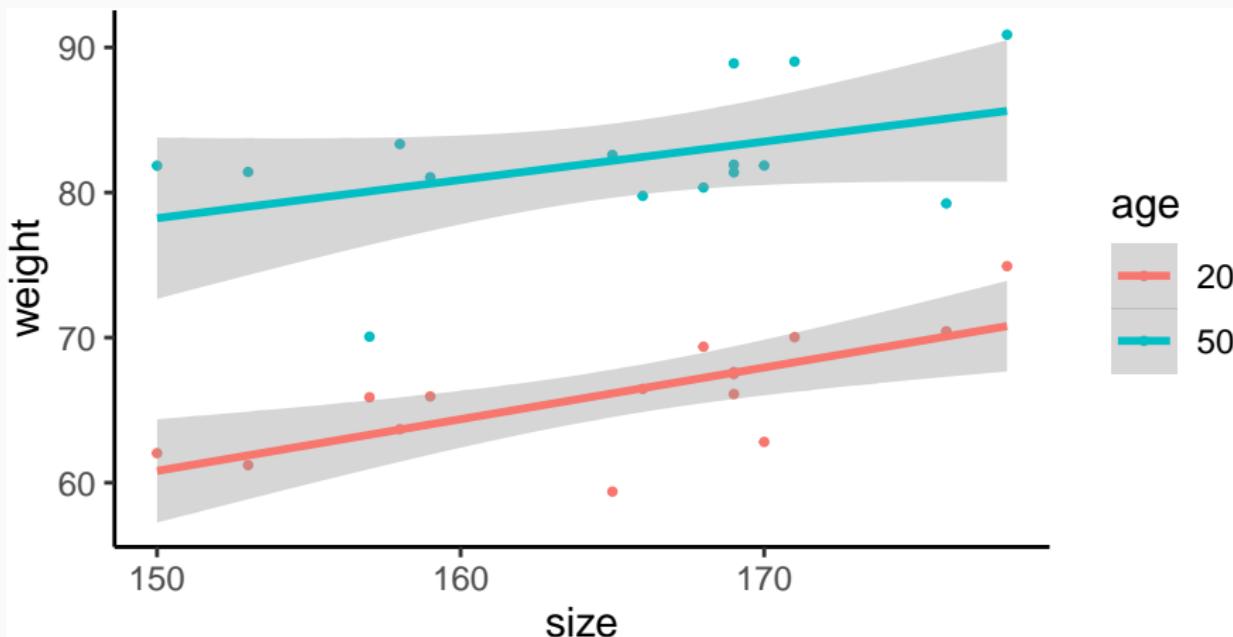
## Etape dplyr

- Assembler les colonnes `weight.M` et `weight.W` en une colonne `weight` :

```
> df1 <- df %>% pivot_longer(-size,names_to="age",values_to="weight")
> df1 %>% head()
# A tibble: 6 x 3
  size     age     weight
  <dbl> <chr>    <dbl>
1 153 weight.20  61.2
2 153 weight.50  81.4
3 169 weight.20  67.5
4 169 weight.50  81.4
5 168 weight.20  69.4
6 168 weight.50  80.3
> df1 <- df1 %>% mutate(age=recode(age,
+   "weight.20"="20","weight.50"="50"))
```

## Etape ggplot

```
> ggplot(df1)+aes(x=size,y=weight,color=age)+  
+   geom_point() + geom_smooth(method="lm") + theme_classic()
```



# Statistics

- Certains graphes nécessitent de calculer des **indicateurs** à partir des données.

# Statistics

- Certains graphes nécessitent de calculer des **indicateurs** à partir des données.
- **Exemple de l'histogramme** : compter le nombre d'observations (ou la densité) dans chaque classe.

- Certains graphes nécessitent de calculer des **indicateurs** à partir des données.
- **Exemple de l'histogramme** : compter le nombre d'observations (ou la densité) dans chaque classe.

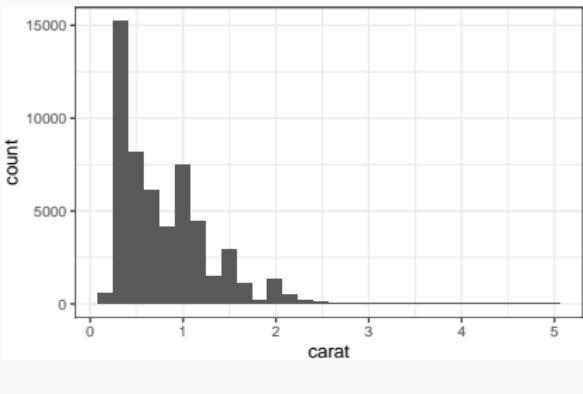
## Conséquence

`geom_histogram` fait appel à la fonction `stat_bin` pour calculer ces indicateurs.

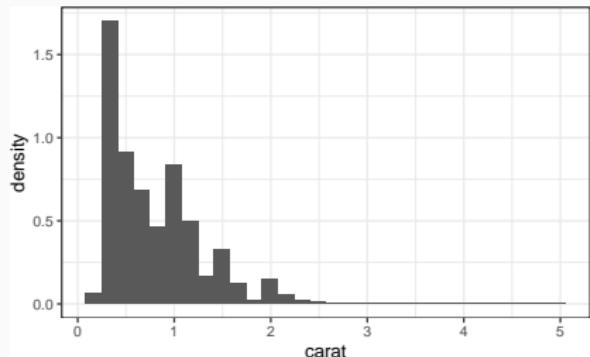
```
> geom_histogram(..., stat = "bin", ...)
```

# Visualiser une autre statistique

```
> ggplot(diamonds)+aes(x=carat)+  
+   geom_histogram()
```



```
> ggplot(diamonds)+  
+   aes(x=carat,y=after_stat(density))+  
+   geom_histogram()
```

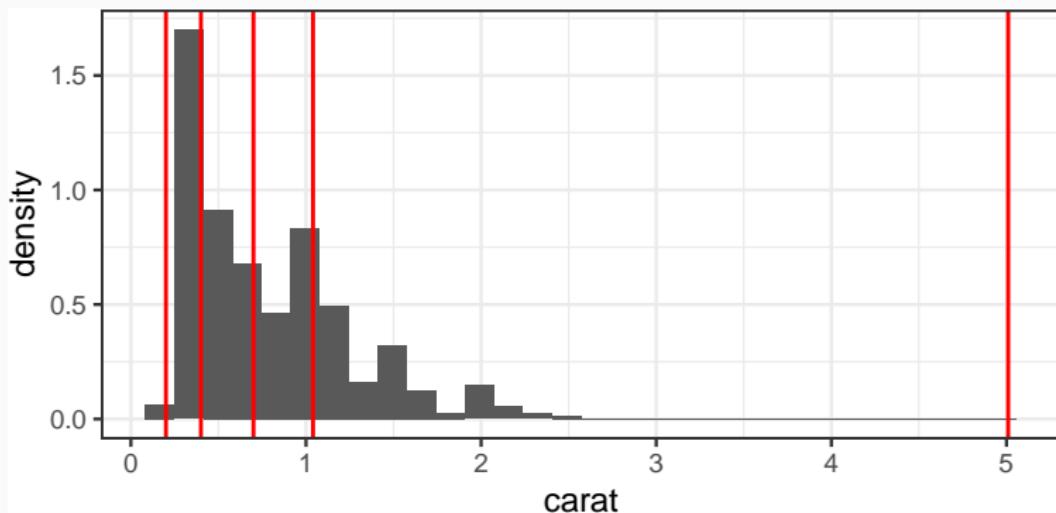


```
> #ou  
> #ggplot(diamonds)+aes(x=carat,  
> #                           y=..density..)+  
> #   geom_histogram()
```

## stat\_summary

- D'une façon générale, stat\_summary permet de calculer **n'importe quel indicateur** nécessaire au graphe.

```
> ggplot(diamonds)+aes(x=carat)+  
+   geom_histogram(aes(y=after_stat(density)))+  
+   stat_summary(aes(y=0,xintercept=after_stat(x)),  
+                 fun="quantile",geom="vline",  
+                 orientation = "y",color="red")
```



## Compléments : quelques démos

```
> demo(image)
> example(contour)
> demo(persp)
> library("lattice");demo(lattice)
> example(wireframe)
> library("rgl");demo(rgl)
> example(persp3d)
> demo(plotmath);demo(Hershey)
```

## Cartes

---

# Introduction

- De nombreuses applications nécessitent des **cartes** pour **visualiser** des **données** ou les résultats d'un **modèle**.
- De **nombreux packages R** : ggmap, RgoogleMaps, maps...
- Dans cette partie : **ggmap**, **sf** (cartes **statiques**) et **leaflet** (cartes **dynamiques**).

# Cartes

---

ggmap

# Syntaxe

- Proche de `ggplot`...

# Syntaxe

- Proche de `ggplot`...
- Au lieu de

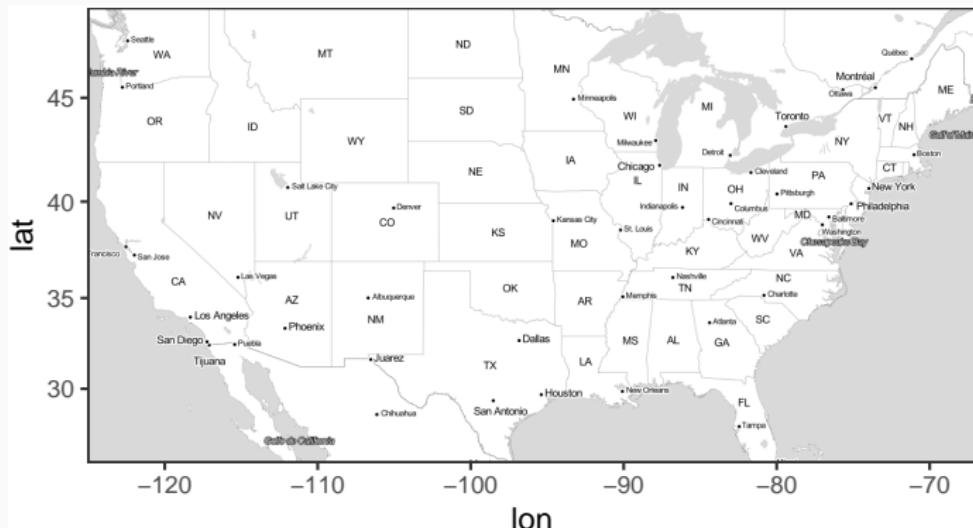
```
> ggplot(data)+...
```

- on utilise

```
> ggmap(backgroundmap)+...
```

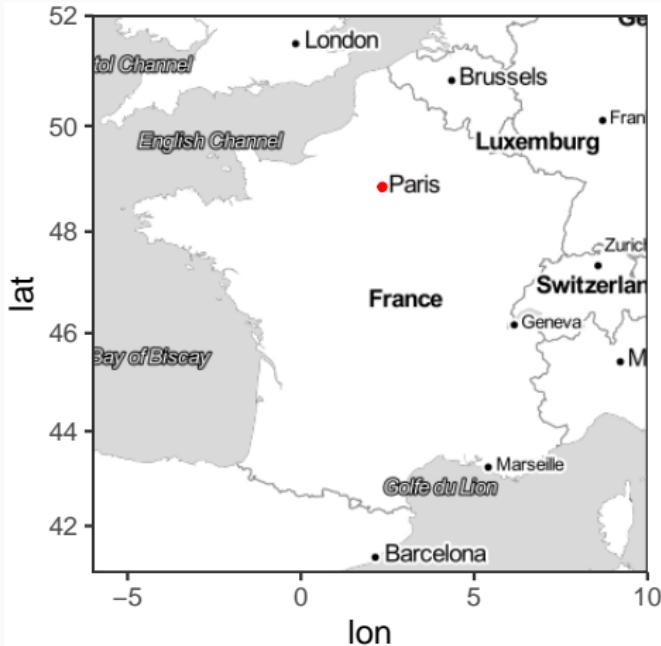
# Fonds de carte ggmap

```
> library(ggmap)  
> us <- c(left = -125, bottom = 25.75, right = -67, top = 49)  
> map <- get_stamenmap(us, zoom = 5, maptype = "toner-lite")  
> ggmap(map)
```



## Ajouts avec ggplot

```
> fr <- c(left = -6, bottom = 41, right = 10, top = 52)
> fond <- get_stamenmap(fr, zoom = 5,"toner-lite")
> Paris <- data.frame(lon=2.351499,lat=48.85661)
> ggmap(fond)+geom_point(data=Paris,aes(x=lon,y=lat),color="red")
```



# Cartes

---

Contours shapefile contours avec sf

## Le package sf

- **Ggmap** : bien pour des cartes “simples” (fond et quelques points).
- **Pas suffisant** pour des **représentations plus complexes** (colorier des pays à partir de variables).

## Le package sf

- **Ggmap** : bien pour des cartes “simples” (fond et quelques points).
- Pas suffisant pour des **représentations plus complexes** (colorier des pays à partir de variables).
- **sf** permet de gérer des **objets spécifiques à la cartographie** : notamment les différents **systèmes de coordonnées** et **leurs projections en 2d** (latitudes-longitudes, World Geodesic System 84...)
- Fonds de carte au format **shapefile** (**contours = polygones**)
- Compatible avec **ggplot** (verbe **geom\_sf**).

# Références

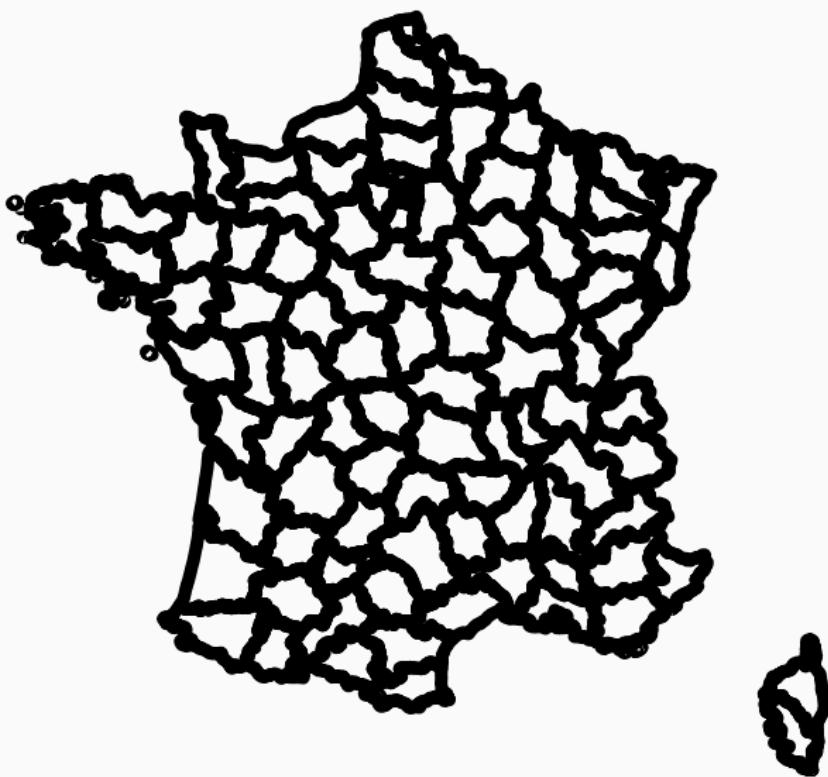
- <https://statnmap.com/fr/2018-07-14-initiation-a-la-cartographie-avec-sf-et-compagnie/>
- **Vignettes** sur le cran :  
<https://cran.r-project.org/web/packages/sf/index.html>
- **Un tutoriel** très complet (un peu technique) :  
<https://r-spatial.github.io/sf/articles/>

# Exemple

```
> library(sf)
> dpt <- read_sf("./data/dpt")
> dpt[1:5,3]
Simple feature collection with 5 features and 1 field
Geometry type: MULTIPOLYGON
Dimension:      XY
Bounding box:  xmin: 644570 ymin: 6290136 xmax: 1022851 ymax: 6997000
Projected CRS: RGF93 v1 / Lambert-93
# A tibble: 5 x 2
  NOM_DEPT                                geometry
  <chr>                                     <MULTIPOLYGON [m]>
1 AIN           (((919195 6541470, 918932 6541203, 918628 6540523, 91~)
2 AISNE         (((735603 6861428, 735234 6861392, 734504 6861270, 73~)
3 ALLIER        (((753769 6537043, 753554 6537318, 752879 6538099, 75~)
4 ALPES-DE-HAUTE-PROVENCE (((992638 6305621, 992263 6305688, 991610 6306540, 99~)
5 HAUTES-ALPES (((1012913 6402904, 1012577 6402759, 1010853 6402931, ~
```

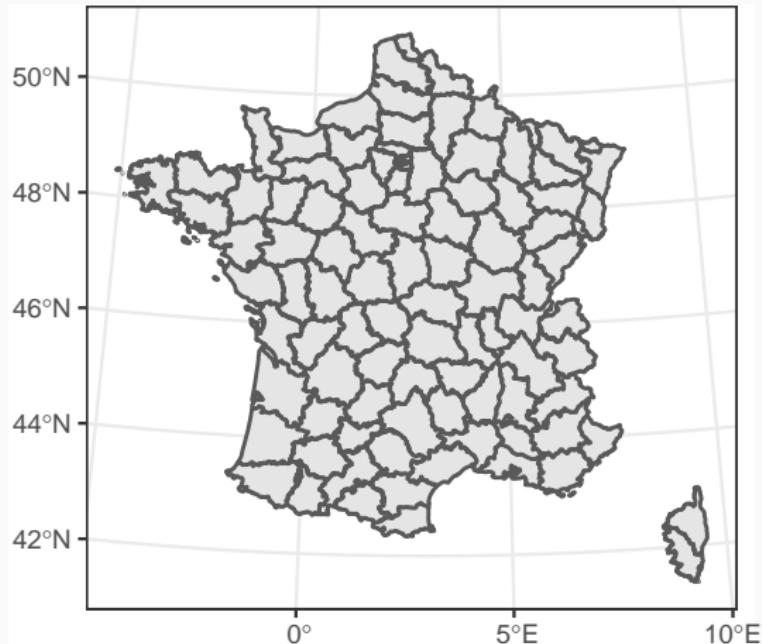
## Visualisation avec plot

```
> plot(st_geometry(dpt))
```



# Visualisation ggplot

```
> ggplot(dpt)+geom_sf()
```



# Ajouter des points sur le graphe

- Définir des coordonnées avec `st_point`

```
> point <- st_sfc(st_point(c(2.351462,48.85670)),  
+                   st_point(c(4.832011,45.75781)),  
+                   st_point(c(5.369953,43.29617)))
```

# Ajouter des points sur le graphe

- Définir des coordonnées avec `st_point`

```
> point <- st_sf(st_point(c(2.351462,48.85670)),  
+                  st_point(c(4.832011,45.75781)),  
+                  st_point(c(5.369953,43.29617)))
```

- Spécifier le `système de coordonnées` (4326 pour lat-lon)

```
> st_crs(point) <- 4326 #coord sont des long/lat  
> point  
Geometry set for 3 features  
Geometry type: POINT  
Dimension:      XY  
Bounding box:   xmin: 2.351462 ymin: 43.29617 xmax: 5.369953 ymax: 48.8567  
Geodetic CRS:   WGS 84  
POINT (2.351462 48.8567)  
POINT (4.832011 45.75781)  
POINT (5.369953 43.29617)
```

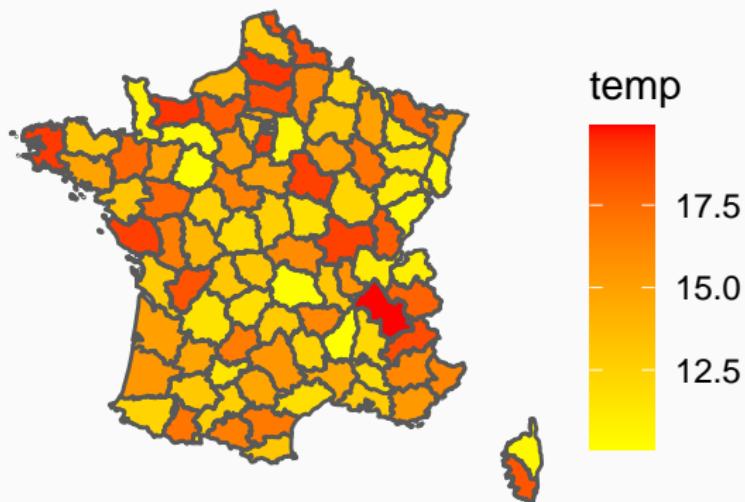
## Étape ggplot

```
> ggplot(dpt) + geom_sf(fill="white")+
+   geom_sf(data=point,color="red",size=4)+theme_void()
```



## Colorier des polygones

```
> set.seed(1234)
> dpt1 <- dpt %>% mutate(temp=runif(96,10,20))
> ggplot(dpt1) + geom_sf(aes(fill=temp)) +
+   scale_fill_continuous(low="yellow",high="red")+
+   theme_void()
```



## Compléments : la classe geometry

- Une des forces de `sf` est la classe `geometry` qu'il propose.

## Compléments : la classe `geometry`

- Une des forces de `sf` est la classe `geometry` qu'il propose.
- C'est cette classe qui conduit la représentation avec `plot` ou `geom_sf` :
  - `point` ou `multipoint`  $\Rightarrow$  points pour localiser un lieu
  - `polygon` ou `multipolygon`  $\Rightarrow$  contours pour représenter des frontières.

## Compléments : la classe `geometry`

- Une des forces de `sf` est la classe `geometry` qu'il propose.
- C'est cette classe qui conduit la représentation avec `plot` ou `geom_sf` :
  - `point` ou `multipoint`  $\Rightarrow$  points pour localiser un lieu
  - `polygon` ou `multipolygon`  $\Rightarrow$  contours pour représenter des frontières.
- Quelques fonctions utiles :
  - `st_point` et `st_multipoint` : créer des points ou suite de points
  - `st_sfc` : créer une liste d'objets `sf`
  - `st_geometry` : extraire, modifier, remplacer, créer le geometry d'un objet
  - `st_crs` : spécifier le système de coordonnées d'un geometry
  - `st_cast` : transformer le type de geometry (passer d'un `MULTIPOINTS` à plusieurs `POINTS` par exemple)
  - ...

- Création d'un objet **sf** (simple feature)

```
> b1 <- st_point(c(3,4))  
> b1  
POINT (3 4)  
> class(b1)  
[1] "XY"     "POINT" "sfg"
```

- Création d'un objet **sfc** ("liste" d'objets sf)

```
> b2 <- st_sfc(st_point(c(1,2)),st_point(c(3,4)))  
> b2  
Geometry set for 2 features  
Geometry type: POINT  
Dimension:      XY  
Bounding box:   xmin: 1 ymin: 2 xmax: 3 ymax: 4  
CRS:            NA  
POINT (1 2)  
POINT (3 4)  
> class(b2)  
[1] "sfc_POINT" "sfc"
```

- Extraction, ajout, remplacement d'un **geometry**

```
> class(dpt)
[1] "sf"          "tbl_df"       "tbl"          "data.frame"
> b3 <- st_geometry(dpt)
> b3
Geometry set for 96 features
Geometry type: MULTIPOLYGON
Dimension:      XY
Bounding box:  xmin: 99226 ymin: 6049647 xmax: 1242375 ymax: 7110524
Projected CRS: RGF93 v1 / Lambert-93
First 5 geometries:
MULTIPOLYGON (((919195 6541470, 918932 6541203, ...
MULTIPOLYGON (((735603 6861428, 735234 6861392, ...
MULTIPOLYGON (((753769 6537043, 753554 6537318, ...
MULTIPOLYGON (((992638 6305621, 992263 6305688, ...
MULTIPOLYGON (((1012913 6402904, 1012577 640275...
> class(b3)
[1] "sfc_MULTIPOLYGON" "sfc"
```

# Cartes

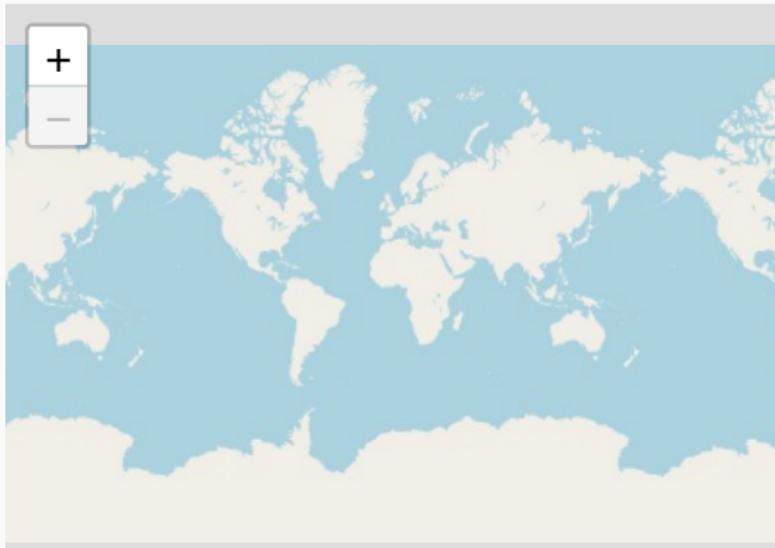
---

Cartes interactives avec leaflet

## Fonds de carte

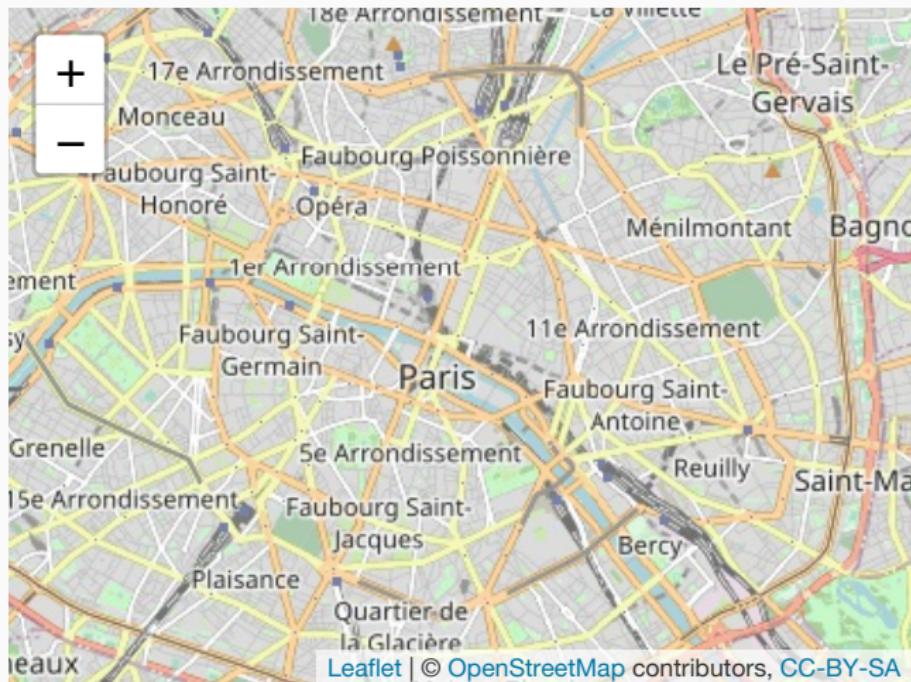
- Leaflet est une des librairies open-source JavaScript les plus populaires pour faire des cartes interactives.
- Documentation: [here](#)

```
> library(leaflet)  
> leaflet() %>% addTiles()
```



# Différents styles de fonds de carte

```
> Paris <- c(2.35222,48.856614)
> leaflet() %>% addTiles() %>%
+   setView(lng = Paris[1], lat = Paris[2],zoom=12)
```



```
> leaflet() %>% addProviderTiles("Stamen.Toner") %>%  
+   setView(lng = Paris[1], lat = Paris[2], zoom = 12)
```



# Avec des données

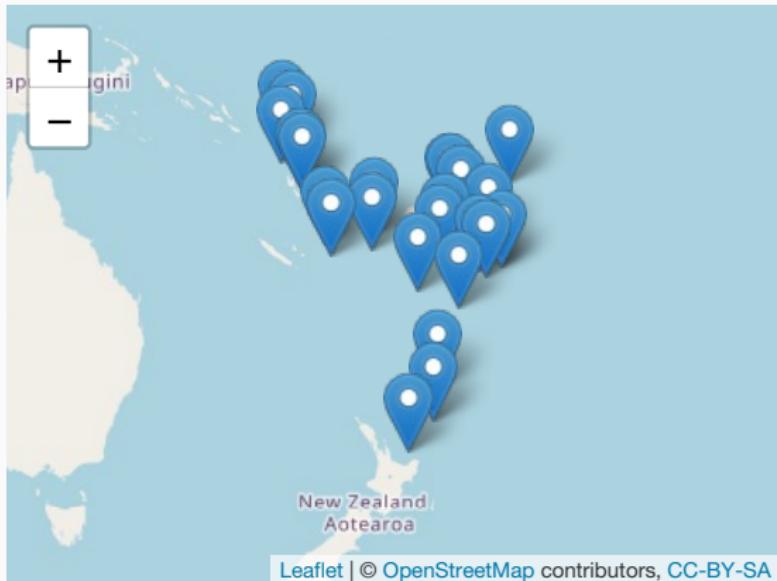
- Localiser 1000 séismes près des Fiji

```
> data(quakes)
> head(quakes)

  lat   long depth mag stations
1 -20.42 181.62   562 4.8      41
2 -20.62 181.03   650 4.2      15
3 -26.00 184.10    42 5.4      43
4 -17.97 181.66   626 4.1      19
5 -20.42 181.96   649 4.0      11
6 -19.68 184.31   195 4.0      12
```

# Séismes avec une magnitude plus grande que 5.5

```
> quakes1 <- quakes %>% filter(mag>5.5)
> leaflet(data = quakes1) %>% addTiles() %>%
+   addMarkers(~long, ~lat, popup = ~as.character(mag))
```



## Remarque

La magnitude apparaît lorsqu'on clique sur un marker.

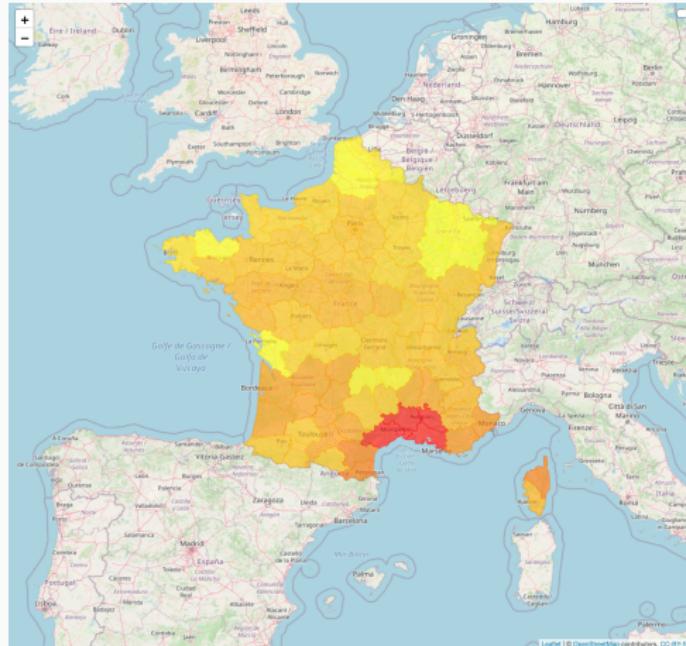
## addCircleMarkers

```
> leaflet(data = quakes1) %>% addTiles() %>%  
+   addCircleMarkers(~long, ~lat, popup=~as.character(mag),  
+                   radius=3,fillOpacity = 0.8,color="red")
```



# Colorier polygones en combinant leaflet et sf

```
> leaflet() %>% addTiles() %>%  
+   addPolygons(data = dpt2,color=~pal1(t_prev),fillOpacity = 0.6,  
+               stroke = TRUE,weight=1,  
+               popup=~paste(as.character(NOM_DEPT),  
+                           as.character(t_prev),sep=" : "))
```



## Quelques outils de visualisation dynamiques

---

# Des packages R

- Graphiques classiques avec `rAmCharts` et `plotly`.
- Graphes avec `visNetwork`.
- Tableaux de bord avec `flexdashboard`.

## Quelques outils de visualisation dynamiques

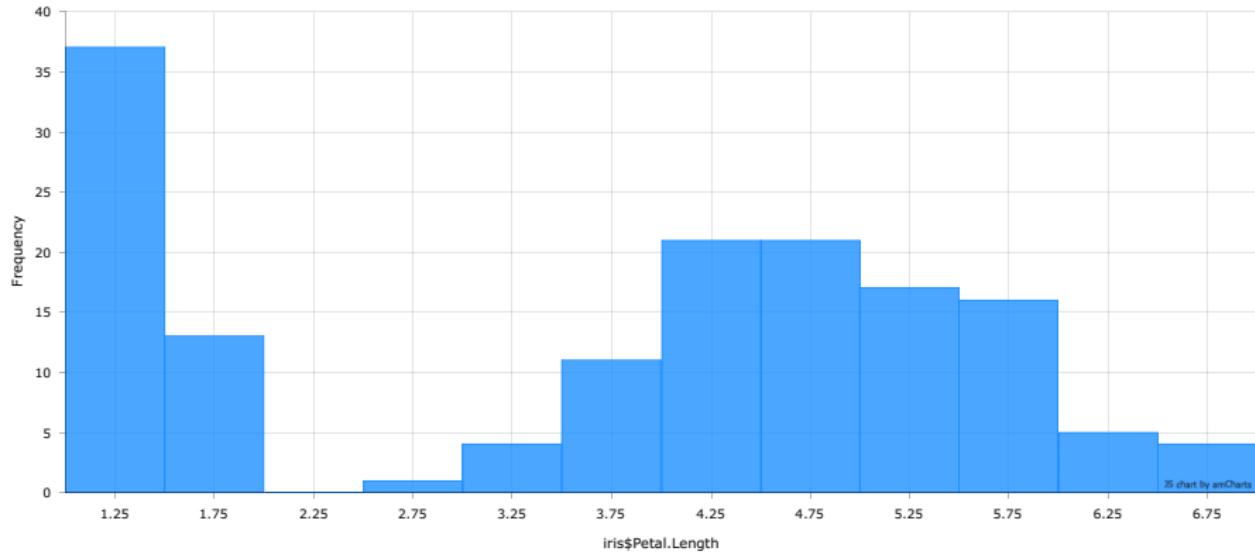
---

rAmCharts et plotly

- User-friendly pour des graphes standards (nuages de points, séries chronologiques, histogrammes...).
- Il suffit d'utiliser la fonction **R** classique avec le préfixe **prefix am**.
- Exemples : **amPlot**, **amHist**, **amBoxplot**.
- Références:  
[https://datastorm-open.github.io/introduction\\_ramcharts/](https://datastorm-open.github.io/introduction_ramcharts/)

# rAmCharts Histogramme

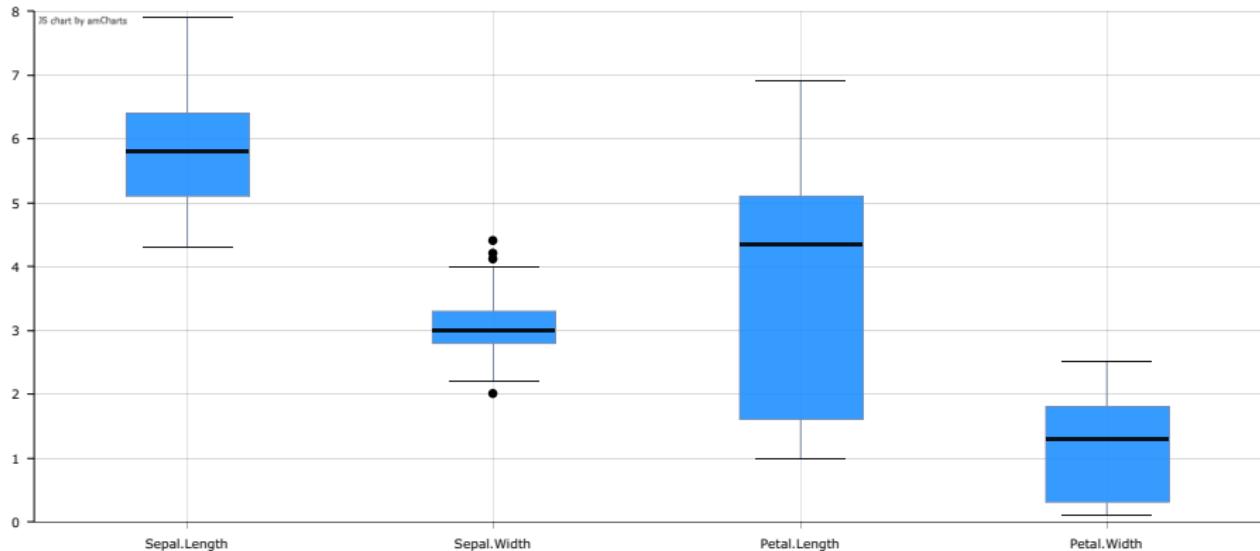
```
> library(rAmCharts)
> amHist(iris$Petal.Length)
```



35 chart by amCharts

# rAmcharts Boxplot

```
> amBoxplot(iris)
```

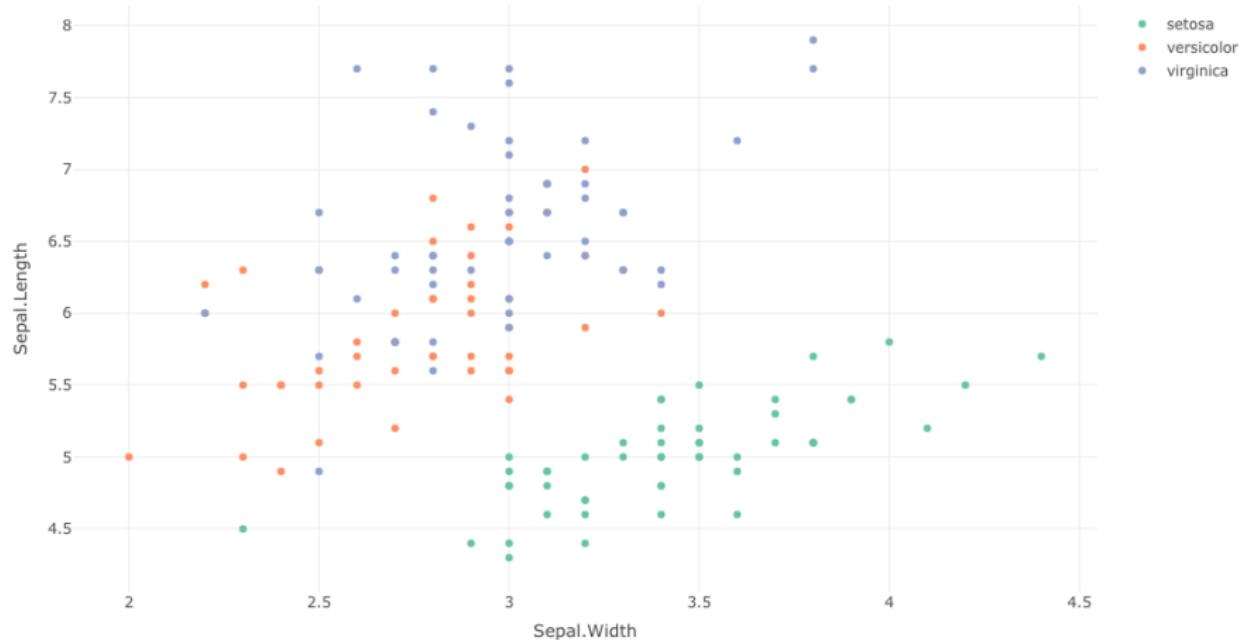


# Plotly

- Package **R** pour créer des **graphes interactifs** à partir de la librairie open source **Javascript plotly.js**.
- La syntaxe se décompose en **3 parties** :
  - données et variables (**plot\_ly**) ;
  - type de représentation (**add\_trace, add\_markers...**) ;
  - options (axes, titres...) (**layout**).
- Références: <https://plot.ly/r/reference/>

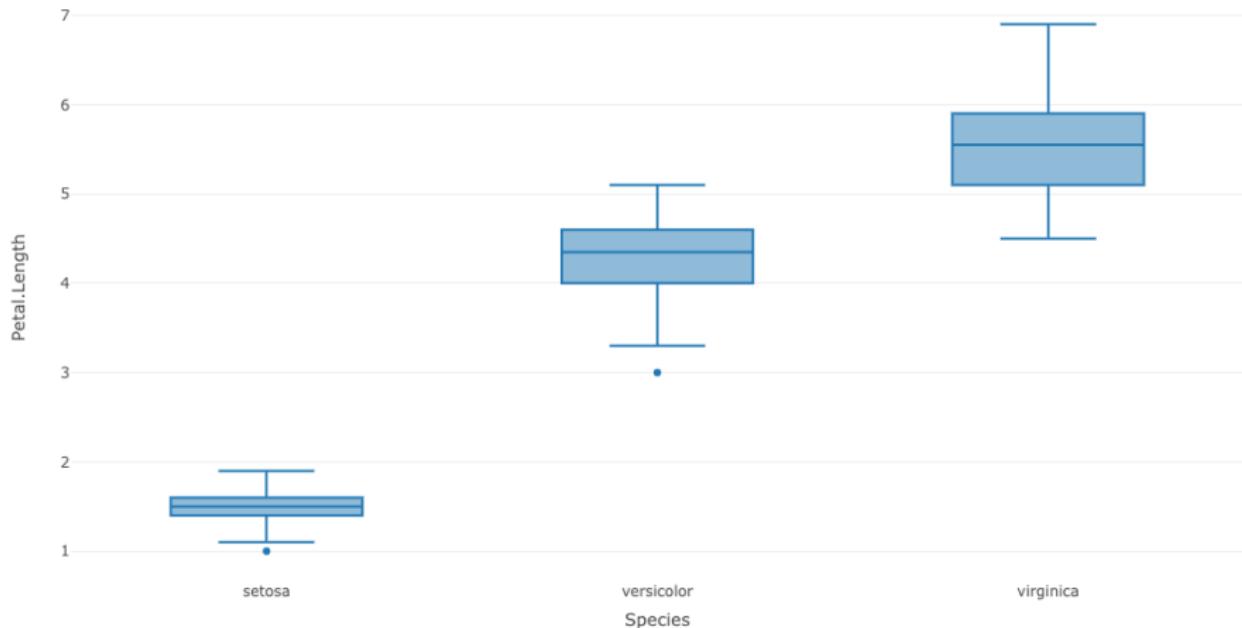
# Nuage de points

```
> library(plotly)  
> iris |> plot_ly(x=~Sepal.Width,y=~Sepal.Length,color=~Species) |>  
+   add_markers(type="scatter")
```



# Plotly boxplot

```
> iris |> plot_ly(x=~Species,y=~Petal.Length) |> add_boxplot()
```



..

## Quelques outils de visualisation dynamiques

---

Graphes avec visNetwork

## Connexions entre individus

- De nombreux jeux de données peuvent être visualisés avec des **graphes**, notamment lorsque l'on souhaite étudier des **connexions** entre individus (génétique, réseaux sociaux, système de recommandation...)

## Connexions entre individus

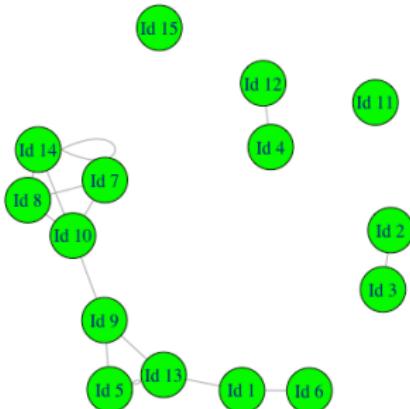
- De nombreux jeux de données peuvent être visualisés avec des **graphes**, notamment lorsque l'on souhaite étudier des **connexions** entre individus (génétique, réseaux sociaux, système de recommandation...)
- Un individu = **un nœud** et une connexion = **une arête**.

```
> set.seed(123)
> nodes <- data.frame(id = 1:15, label = paste("Id", 1:15))
> edges <- data.frame(from = trunc(runif(15)*(15-1))+1,
+                       to = trunc(runif(15)*(15-1))+1)
> head(edges)
  from to
1     5 13
2    12  4
3     6  1
4    13  5
5    14 14
6     1 13
```

# Graphe statique : le package igraph

- Références : <http://igraph.org/r/>,  
<http://kateto.net/networks-r-igraph>

```
> library(igraph)
> net <- graph_from_data_frame(d=edges, vertices=nodes, directed=F)
> plot(net,vertex.color="green",vertex.size=25)
```

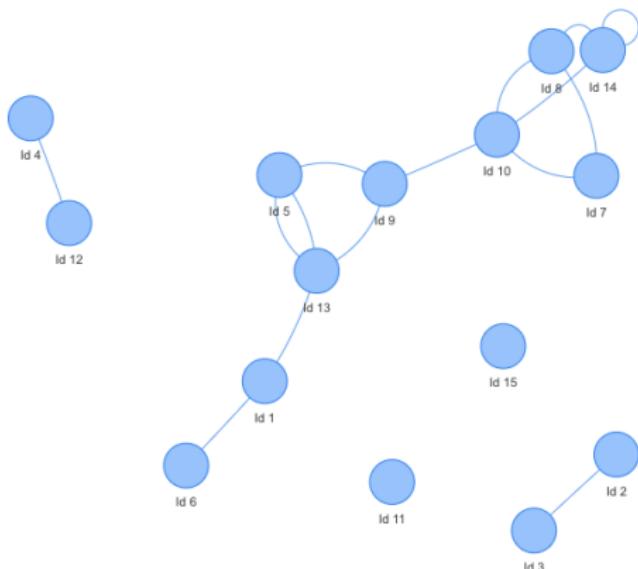


# Graph dynamique : le package visNetwork

- Référence :

<https://datastorm-open.github.io/visNetwork/interaction.html>

```
> library(visNetwork)
> visNetwork(nodes,edges)
```



## **Quelques outils de visualisation dynamiques**

---

**Tableau de bord avec flexdasboard**

- Juste un outil... mais **un outil important** en science des données
- Permet **d'assembler des messages importants** sur des données et/ou modèles

- Juste un outil... mais **un outil important** en science des données
- Permet **d'assembler des messages importants** sur des données et/ou modèles
- **Package** : flexdashboard
- **Syntaxe** : simple... juste du **Rmarkdown**
- **Référence** : <https://rmarkdown.rstudio.com/flexdashboard/>

# Header

```
---
```

```
title: "My title"
output:
  flexdashboard::flex_dashboard:
    orientation: columns
    vertical_layout: fill
    theme: default
---
```

- Le thème par défaut peut être remplacé par d'autres thèmes (cosmo, bootstrap, cerulean...) (voir [ici](#)). Il suffit d'ajouter

```
theme: yeti
```

# Flexdashboard | code

```
Descriptive statistics
```

```
=====
```

```
Column {data-width=650}
```

```
---
```

```
### Dataset
```

```
```{r}
```

```
DT::datatable(df, options = list(pageLength = 25))
```

```
---
```

```
Column {data-width=350}
```

```
---
```

```
### Correlation matrix
```

```
```{r}
```

```
cc <- cor(df[,1:11])
```

```
mat.cor <- corrplot::corrplot(cc)
```

```
---
```

```
### Histogram
```

```
```{r}
```

```
amHist(df$max03)
```

```
---
```

# Flexdashboard | dashboard

Linear models to predict ozone concentrations Descriptive statistics Full linear model Selecting a simple linear model Selecting a linear model

Dataset

Show 25 entries

	maxO3	T9	T12	T15	Ne9	Ne12	Ne15	Vx9	Vx12	Vx15	maxO3v	vent	pluie
20010601	87	15.6	18.5	18.4	4	4	8	0.6946	-1.7101	-0.6946	84	Nord	Sec
20010602	82	17	18.4	17.7	5	5	7	-4.3301	-4	-3	87	Nord	Sec
20010603	92	15.3	17.6	19.5	2	5	4	2.9544	1.8794	0.5209	82	Est	Sec
20010604	114	16.2	19.7	22.5	1	1	0	0.9848	0.3473	-0.1736	92	Nord	Sec
20010605	94	17.4	20.5	20.4	8	8	7	-0.5	-2.9544	-4.3301	114	Ouest	Sec
20010606	80	17.7	19.8	18.3	6	6	7	-5.6382	-5	-6	94	Ouest	Pluie
20010607	79	16.8	15.6	14.9	7	8	8	-4.3301	-1.8794	-3.7588	80	Ouest	Sec
20010610	79	14.9	17.5	18.9	5	5	4	0	-1.0419	-1.3892	99	Nord	Sec
20010611	101	16.1	19.6	21.4	2	4	4	-0.766	-1.0261	-2.2981	79	Nord	Sec
20010612	106	18.3	21.9	22.9	5	6	8	1.2856	-2.2981	-3.9392	101	Ouest	Sec
20010613	101	17.3	19.3	20.2	7	7	3	-1.5	-1.5	-0.8682	106	Nord	Sec
20010614	90	17.6	20.3	17.4	7	6	8	0.6946	-1.0419	-0.6946	101	Sud	Sec
20010615	72	18.3	19.6	19.4	7	5	6	-0.8682	-2.7362	-6.8944	90	Sud	Sec
20010616	70	17.1	18.2	18	7	7	7	-4.3301	-7.8785	-5.1962	72	Ouest	Pluie
20010617	83	15.4	17.4	16.6	8	7	7	-4.3301	-2.0521	-3	70	Nord	Sec
20010618	88	15.9	19.1	21.5	6	5	4	0.5209	-2.9544	-1.0261	83	Ouest	Sec
20010620	145	21	24.6	26.9	0	1	1	-0.342	-1.5321	-0.684	121	Ouest	Sec
20010621	81	16.2	22.4	23.4	8	3	1	0	0.3473	-2.5712	145	Nord	Sec
20010622	121	19.7	24.2	26.9	2	1	0	1.5321	1.7321	2	81	Est	Sec
20010623	146	23.6	28.6	28.4	1	1	2	1	-1.9284	-1.2155	121	Sud	Sec
20010624	121	20.4	25.2	27.7	1	0	0	0	-0.5209	1.0261	146	Nord	Sec
20010625	146	27	32.7	33.7	0	0	0	2.9544	6.5778	4.3301	121	Est	Sec
20010626	108	24	23.5	25.1	4	4	0	-2.5712	-3.8567	-4.6985	146	Sud	Sec
20010627	83	19.7	22.9	24.8	7	6	6	-2.5981	-3.9392	-4.924	108	Ouest	Sec
20010628	57	20.1	22.4	22.8	7	6	7	-5.6382	-3.8302	-4.5963	83	Ouest	Pluie

Showing 1 to 25 of 112 entries

Previous 1 2 3 4 5 Next

Correlation matrix

Histogram