

R avancé

Laurent Rouvière

mars 2024

Présentation du cours

Présentation

- **Enseignant** : Laurent Rouvière, laurent.rouviere@univ-rennes2.fr
 - **Recherche** : statistique non paramétrique, apprentissage statistique.
 - **Enseignement** : statistique et probabilités (Université, école d'ingénieur, formation continue).
 - Co-responsable du **Master MAS** et responsable du parcours **SDD-IA**.
 - **Consulting** : énergie (ERDF), finance, marketing.

Présentation

- **Enseignant** : Laurent Rouvière, laurent.rouviere@univ-rennes2.fr
 - **Recherche** : statistique non paramétrique, apprentissage statistique.
 - **Enseignement** : statistique et probabilités (Université, école d'ingénieur, formation continue).
 - Co-responsable du **Master MAS** et responsable du parcours **SDD-IA**.
 - **Consulting** : énergie (ERDF), finance, marketing.
- **Prérequis** : niveau avancé en **R** - bases en statistique et programmation

Présentation

- **Enseignant** : Laurent Rouvière, laurent.rouviere@univ-rennes2.fr
 - **Recherche** : statistique non paramétrique, apprentissage statistique.
 - **Enseignement** : statistique et probabilités (Université, école d'ingénieur, formation continue).
 - Co-responsable du **Master MAS** et responsable du parcours **SDD-IA**.
 - **Consulting** : énergie (ERDF), finance, marketing.
- **Prérequis** : niveau avancé en **R** - bases en statistique et programmation
- **Objectifs** :
 - Maîtriser les outils **R modernes** pour **manipuler** les données
 - Appréhender les environnements standards des **bases de données** dans **R**
 - **Scraper** des données
 - Mettre en oeuvre des **pipelines** en modélisation/Machine Learning

Plan du cours

1. Lire et manipuler des données dans le tidyverse avec readr et dplyr
2. Bases de données SQL, JSON et API avec DBI et jsonlite
3. Webscrapping avec rvest
4. Créer des pipelines de Machine Learning avec tidymodels

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**.
- Le package **readr** du **tidyverse** propose des fonctions du même style dans l'esprit **tidy**, par exemple

```
> 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**.
- Le package **readr** du **tidyverse** propose des fonctions du même style dans l'esprit **tidy**, par exemple

```
> 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**.
- Le package **readr** du **tidyverse** propose des fonctions du même style dans l'esprit **tidy**, par exemple

```
> 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 ou utiliser les fonctions **read_xls** ou **read_excel** du package **readxl**.

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,...)
```


Le package readr

- Il propose plusieurs fonctions à utiliser en fonction du **contexte** :
 - `read_delim` : permet de spécifier explicitement le **séparateur de champ** ;

Le package readr

- Il propose plusieurs fonctions à utiliser en fonction du **contexte** :
 - **read_delim** : permet de spécifier explicitement le **séparateur de champ** ;
 - **read_csv** : lorsque le séparateur est la **virgule** ;

Le package readr

- Il propose plusieurs fonctions à utiliser en fonction du **contexte** :
 - `read_delim` : permet de spécifier explicitement le **séparateur de champ** ;
 - `read_csv` : lorsque le séparateur est la **virgule** ;
 - `read_csv2` : lorsque le séparateur est le **point virgule** ;

Le package readr

- Il propose plusieurs fonctions à utiliser en fonction du **contexte** :
 - `read_delim` : permet de spécifier explicitement le **séparateur de champ** ;
 - `read_csv` : lorsque le séparateur est la **virgule** ;
 - `read_csv2` : lorsque le séparateur est le **point virgule** ;
 - `read_tsv` : lorsque le séparateur est la **tabulation** ;

Le package readr

- Il propose plusieurs fonctions à utiliser en fonction du **contexte** :
 - `read_delim` : permet de spécifier explicitement le **séparateur de champ** ;
 - `read_csv` : lorsque le séparateur est la **virgule** ;
 - `read_csv2` : lorsque le séparateur est le **point virgule** ;
 - `read_tsv` : lorsque le séparateur est la **tabulation** ;
 - `read_table`, `read_table2`... voir <https://readr.tidyverse.org>.

Quelques options importantes

Plusieurs options importantes sont proposées dans les fonction de `readr` :

- `col_names` : logique pour indiquer si le nom des variables est spécifié à la première ligne du fichier

Quelques options importantes

Plusieurs options importantes sont proposées dans les fonction de `readr` :

- `col_names` : logique pour indiquer si le nom des variables est spécifié à la première ligne du fichier
- `na` : vecteur de caractères pour identifier les données manquantes

Quelques options importantes

Plusieurs options importantes sont proposées dans les fonction de `readr` :

- `col_names` : logique pour indiquer si le nom des variables est spécifié à la première ligne du fichier
- `na` : vecteur de caractères pour identifier les données manquantes
- `code_select` : spécifier les colonnes à lire
- `skip` : nombre de lignes à retirer avant de lire le fichier
- ...

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")
```

```
> tbl <- read_csv(path)
```

```
> tbl
```

```
# A tibble: 3 x 1
```

```
  `name;size;age`
```

```
  <chr>
```

```
1 John;174;32
```

```
2 Peter;?;28
```

```
3 Mary;165.5;NA
```

Un premier essai

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

```
> tbl <- read_csv(path)
```

```
> tbl
```

```
# A tibble: 3 x 1
```

```
  `name;size;age`
```

```
  <chr>
```

```
1 John;174;32
```

```
2 Peter;?;28
```

```
3 Mary;165.5;NA
```

Problème

R lit trois lignes et une colonne ! On n'a pas utilisé le bon délimiteur !

Solution

- On choisit `read_delim` avec les bonnes options :

```
> tbl <- read_delim(path, delim=";", na=c("NA", "?"),  
+                   locale = locale(decimal_mark = "."))  
> tbl  
# A tibble: 3 x 3  
  name    size    age  
  <chr> <dbl> <dbl>  
1 John   174     32  
2 Peter   NA     28  
3 Mary  166.    NA
```

Solution

- On choisit `read_delim` avec les bonnes options :

```
> tbl <- read_delim(path, delim=";", na=c("NA", "?"),  
+                   locale = locale(decimal_mark = "."))  
> tbl  
# A tibble: 3 x 3  
  name    size  age  
  <chr> <dbl> <dbl>  
1 John   174    32  
2 Peter   NA    28  
3 Mary  166.   NA
```

- On peut compléter en spécifiant les identifiants (on perd la classe `tibble` dans ce cas là) :

```
> (tbl1 <- column_to_rownames(tbl, var="name"))  
      size age  
John  174.0  32  
Peter   NA  28  
Mary  165.5  NA
```

Vérifier l'importation

- Cela peut s'effectuer avec les fonctions suivantes :

```
> summary(tbl)
```

name	size	age
Length:3	Min. :165.5	Min. :28
Class :character	1st Qu.:167.6	1st Qu.:29
Mode :character	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

```
> glimpse(tbl)
```

```
Rows: 3
```

```
Columns: 3
```

```
$ name <chr> "John", "Peter", "Mary"
```

```
$ size <dbl> 174.0, NA, 165.5
```

```
$ age <dbl> 32, 28, NA
```

```
> spec(tbl)
cols(
  name = col_character(),
  size = col_double(),
  age = col_double()
)
```



```
> spec(tbl)
cols(
  name = col_character(),
  size = col_double(),
  age = col_double()
)
```

Remarque

Dans **Rstudio**, on peut lire des données avec **readr** en cliquant sur **Import Dataset** (pas toujours efficace pour des données complexes).

Gérer des données

Annexe : les fonctions `read.table` et `read.csv`

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

Gérer des données

Base de données avancées

- Les méthodes précédentes permettent de travailler avec des tables relativement **simples** :
 - format tableau ;
 - peu volumineuse.
- Les données étant de plus en plus **nombreuses et complexes**, il n'est **pas toujours possible** d'utiliser ces méthodes.

Exemple

- Données **trop volumineuses** \Rightarrow impossible d'importer la base complète.

- Les méthodes précédentes permettent de travailler avec des tables relativement **simples** :
 - format tableau ;
 - peu volumineuse.
- Les données étant de plus en plus **nombreuses et complexes**, il n'est **pas toujours possible** d'utiliser ces méthodes.

Exemple

- Données **trop volumineuses** \Rightarrow impossible d'importer la base complète.
- **Autres formats** adaptés aux données complexes (JSON par exemple).

Le package DBI

- Interface de **communication** entre **R** et **différentes bases de données** de type SQL.
- Doc : <https://dbi.r-dbi.org>.
- Permet de se connecter à une base **sans la lire entièrement**.
- L'utilisateur pourra faire ses **requêtes** et importer les résultats.

Exemple

- Une base de données au format SQLite : `LEveloSTAR.sqlite3`.

Exemple

- Une base de données au format SQLite : LLeveloSTAR.sqlite3.
- Connexion à la base :

```
> library(DBI)
> con <- dbConnect(RSQLite::SQLite(),
+                  dbname = "data/LLeveloSTAR.sqlite3")
> dbListTables(con)
[1] "Etat"      "Topologie" "left"      "tbl_left"
```

- \Rightarrow 4 tables

- On peut lire la table (enfin **juste en lire une partie...**) avec

```
> tbl(con, "Etat") |> select(1:5)
```

```
# Source:   SQL [?? x 5]
```

```
# Database: sqlite 3.43.2 [/Users/laurent/Google Drive/LAURENT/COURS/SN...
```

	id	nom	latitude	longitude	etat
	<int>	<chr>	<dbl>	<dbl>	<chr>
1	1	République	48.1	-1.68	En fonctionnement
2	2	Mairie	48.1	-1.68	En fonctionnement
3	3	Champ Jacquet	48.1	-1.68	En fonctionnement
4	10	Musée Beaux-Arts	48.1	-1.67	En fonctionnement
5	12	TNB	48.1	-1.67	En fonctionnement
6	14	Laënnec	48.1	-1.67	En fonctionnement
7	17	Charles de Gaulle	48.1	-1.68	En fonctionnement
8	20	Pont de Nantes	48.1	-1.68	En fonctionnement
9	22	Oberthur	48.1	-1.66	En fonctionnement
10	25	Office de Tourisme	48.1	-1.68	En fonctionnement

```
# i more rows
```

- Si on veut la récupérer pour faire des développements sur notre machine ou serveur, on utilise la fonction `collect`

```
> tbl(con, "Etat") |> collect() |> select(1:5) |> head()
```

```
# A tibble: 6 x 5
```

	id	nom	latitude	longitude	etat
	<int>	<chr>	<dbl>	<dbl>	<chr>
1	1	République	48.1	-1.68	En fonctionnement
2	2	Mairie	48.1	-1.68	En fonctionnement
3	3	Champ Jacquet	48.1	-1.68	En fonctionnement
4	10	Musée Beaux-Arts	48.1	-1.67	En fonctionnement
5	12	TNB	48.1	-1.67	En fonctionnement
6	14	Laënnec	48.1	-1.67	En fonctionnement

- On n'oublie pas de `fermer la connexion`

```
> dbDisconnect(con)
```

- JavaScript Object Notation.
- Format proposé par de nombreuses bases sur le web.
- On peut fréquemment y accéder via une interface de programmation applicative (API).

Un exemple : le vélo star à Rennes

L'URL permettant d'obtenir les données est composée de 3 parties :

- nom de domaine : `https://data.rennesmetropole.fr/`

Un exemple : le vélo star à Rennes

L'**URL** permettant d'obtenir les données est composée de **3 parties** :

- nom de **domaine** : `https://data.rennesmetropole.fr/`
- chemin d'accès à l'**API** : `api/records/1.0/search/`

Un exemple : le vélo star à Rennes

L'URL permettant d'obtenir les données est composée de 3 parties :

- nom de domaine : `https://data.rennesmetropole.fr/`
- chemin d'accès à l'API : `api/records/1.0/search/`
- la requête, elle même composée de plusieurs parties :
 - jeu de données à utiliser :
`?dataset=etat-des-stations-le-velo-star-en-temps-reel`
 - liste de facettes séparées par des esperluettes & :
`&facet=nom&facet=etat&...`

Importation

```
> url <- paste0(  
+   "https://data.rennesmetropole.fr/api/records/1.0/search/",  
+   "?dataset=etat-des-stations-le-velo-star-en-temps-reel",  
+   "&q=&facet=nom",  
+   "&facet=etat",  
+   "&facet=nombreemplacementsactuels",  
+   "&facet=nombreemplacementsdisponibles",  
+   "&facet=nombrevelosdisponibles"  
+ )
```

```

> ll <- jsonlite::fromJSON(url)
> tbl <- ll$records$fields |> as_tibble()
> tbl |> select(3:5)
# A tibble: 10 x 3
  nom                                nombreemplacementsactuels idstation
  <chr>                                <int> <chr>
1 Sainte-Anne                        24 5505
2 Saint-Georges Piscine              18 5509
3 Musée Beaux-Arts                   15 5510
4 Bonnets Rouges                    24 5514
5 Charles de Gaulle                   24 5517
6 Colombier                          24 5519
7 Pont de Nantes                     20 5520
8 Oberthur                           30 5522
9 Auberge de Jeunesse                29 5537
10 Croix Saint-Héliér                 20 5540

```

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

Gérer des données

Fusion de tables

- L'information utile pour une analyse provient (souvent) de **plusieurs tableaux de 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 du **tidyverse** 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 du **tidyverse** 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 le moyenne de **Sepal.Length** de l'espèce **setosa**, on utilise généralement

- **dplyr** est un package du **tidyverse** 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 le 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 du **tidyverse** 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 le 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

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

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

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 de **chaînage** ou **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 (encore 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 (encore 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
```

Gérer des données

Quelques fonctions utiles de tidyr

Le package tidyr

- Il propose un ensemble de fonctions qui aident à obtenir des données (**tibble**) propres.
- Souvent utile avec **dplyr** pour manipuler les données et **ggplot** pour les visualiser.

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 long.

- 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
```

Separer une colonne en plusieurs

- Fonctions `separate_wider_delim`, `separate_wider_position` et `separate_wider_regex`. Par exemple

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

```
# A tibble: 3 x 2
```

	date	temp
	<date>	<dbl>
1	2015-01-03	18
2	2017-05-18	21
3	2018-09-14	15

Separer une colonne en plusieurs

- Fonctions `separate_wider_delim`, `separate_wider_position` et `separate_wider_regex`. Par exemple

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

```
# A tibble: 3 x 2
```

	date	temp
	<date>	<dbl>
1	2015-01-03	18
2	2017-05-18	21
3	2018-09-14	15

```
> (df1 <- df |> separate_wider_delim(date, delim="-",  
+ names=c("year", "month", "day")))
```

```
# 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

Assembler des colonnes

- `unite` permet de faire l'opération inverse :

```
> df1 |> unite(date,year,month,day,sep="/") |>
+   mutate(date1=lubridate::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
```

Programmer en R

Programmer en R

Structures de contrôle

Boucles for

- Syntaxe :

```
> for (i in vecteur){  
+   expr1  
+   expr2  
+   ...  
+ }
```

- Exemple :

```
> for (i in 1:3){print(i)}  
[1] 1  
[1] 2  
[1] 3  
> for (i in c("lundi","mardi","mercredi")){print(i)}  
[1] "lundi"  
[1] "mardi"  
[1] "mercredi"
```

Condition while

- Syntaxe :

```
> while (condition) {expression}
```

- Exemple :

```
> i <- 1
> while (i<=3) {
+   print(i)
+   i <- i+1
+ }
[1] 1
[1] 2
[1] 3
```

Condition if else

- Syntaxe :

```
> if (condition){  
+   expr1  
+   ...  
+ } else {  
+   expre2  
+   ...  
+ }
```

- Exemple :

```
> a <- -2  
> if (a>0){  
+   a <- a+1  
+ } else {  
+   a <- a-1  
+ }  
> print(a)  
[1] -3
```

- Syntaxe :

```
> switch(expression,  
+       "cond1" = action1,  
+       "cond2" = action2,  
+       ...)
```

- Exemple :

```
> X <- matrix(0,nrow = 5,ncol = 5)  
> switch(class(X)[1],  
+       "matrix"=print("X est une matrice"),  
+       "data.frame"=print("X est un data.frame"),  
+       "numeric"=print("X est de classe numérique"))  
[1] "X est une matrice"
```

Écrire une fonction

- Syntaxe :

```
> mafonct <- function(param1,param2,...){  
+   expr1  
+   expr2  
+   return(...)  
+ }
```

- Exemple :

```
> factorielle <- function(n){  
+   return(prod(1:n))  
+ }  
> factorielle(5)  
[1] 120
```

Améliorer sa fonction

- Ajout de `stop` et `warning`

```
> factorielle <- function(n){  
+   if (n<=0) stop("l'entier doit être strictement positif")  
+   if (ceiling(n)!=n) warning(paste("arrondi de",n,"en",ceiling(n)))  
+   return(prod(1:ceiling(n)))  
+ }
```

Améliorer sa fonction

- Ajout de `stop` et `warning`

```
> factorielle <- function(n){  
+   if (n<=0) stop("l'entier doit être strictement positif")  
+   if (ceiling(n)!=n) warning(paste("arrondi de",n,"en",ceiling(n)))  
+   return(prod(1:ceiling(n)))  
+ }
```

- Test :

```
> factorielle(-2)  
Error in factorielle(-2): l'entier doit être strictement positif
```


Améliorer sa fonction

- Ajout de `stop` et `warning`

```
> factorielle <- function(n){  
+   if (n<=0) stop("l'entier doit être strictement positif")  
+   if (ceiling(n)!=n) warning(paste("arrondi de",n,"en",ceiling(n)))  
+   return(prod(1:ceiling(n)))  
+ }
```

- Test :

```
> factorielle(-2)  
Error in factorielle(-2): l'entier doit être strictement positif
```

```
> factorielle(5.8)  
Warning in factorielle(5.8): arrondi de 5.8 en 6  
[1] 720  
> factorielle(5)  
[1] 120
```

Programmer en R

Les fonctions `map` du package `purrr`

- Propose un **ensemble complet et cohérent** d'outils pour travailler avec des fonctions et des vecteurs.
- **Documentation** : <https://purrr.tidyverse.org/index.html>

- Fonctions du package `purrr` (du `tidyverse`) qui permettent d'appliquer des fonctions à des listes, et donc notamment à des colonnes de `tibble`.

Les fonctions `map`

- Fonctions du package `purrr` (du `tidyverse`) qui permettent d'appliquer des `fonctions` à des `listes`, et donc notamment à des colonnes de `tibble`.
- Version améliorée des fonction `apply` :
 - `nom` des fonctions plus cohérent
 - adapté à toutes les `combinaisons d'entrées et de sorties`.
- `Exemple`

```
> set.seed(1234)
> tbl <- tibble(age=runif(5,20,50),taille=runif(5,150,180))
```

Fonctions `map`

- Appliquer une fonction à des colonnes :

```
> tbl |> map(mean)
```

```
$age
```

```
[1] 36.97743
```

```
$taille
```

```
[1] 162.3762
```

Fonctions `map`

- Appliquer une fonction à des colonnes :

```
> tbl |> map(mean)
```

```
$age
```

```
[1] 36.97743
```

```
$taille
```

```
[1] 162.3762
```

- Renvoyer un vecteur :

```
> tbl |> map_dbl(mean)
```

```
age      taille
```

```
36.97743 162.37615
```

Fonctions **map**

- Appliquer **une fonction à des colonnes** :

```
> tbl |> map(mean)
$age
[1] 36.97743

$taille
[1] 162.3762
```

- Renvoyer un **vecteur** :

```
> tbl |> map_dbl(mean)
      age      taille
36.97743 162.37615
```

Autres fonctions

`map_int`, `map_chr`, `map_lgl`, `map_dfc`...

Fonctions `map2`

- Pour appliquer des fonctions à des **paire**s d'éléments de **listes** :

```
> set.seed(543)
> tbl2 <- tibble(age=runif(5,20,50),taille=runif(5,150,180))
> map2(tbl,tbl2,function(d1,d2) mean(rbind(d1,d2)))
$age
[1] 37.69733

$taille
[1] 162.1174
> map2_dbl(tbl,tbl2,function(d1,d2) mean(rbind(d1,d2)))
      age      taille
1 37.69733 162.11744
```

Autres fonctions

`map2_int`, `map2_chr`, `map2_lgl`...

Les fonctions anonymes

- Permettent de faciliter la syntaxe. Peut se faire avec une formule :

```
> map2_dbl(tbl, tbl2, ~mean(rbind(.x, .y)))  
      age      taille  
37.69733 162.11744
```

Les fonctions anonymes

- Permettent de faciliter la syntaxe. Peut se faire avec une **formule** :

```
> map2_dbl(tbl, tbl2, ~mean(rbind(.x, .y)))  
      age      taille  
37.69733 162.11744
```

- Ou de la façon suivante pour mieux **explicitement les arguments** :

```
> map2_dbl(tbl, tbl2, function(a, b) mean(rbind(a, b)))  
      age      taille  
37.69733 162.11744
```

Les fonctions anonymes

- Permettent de faciliter la syntaxe. Peut se faire avec une **formule** :

```
> map2_dbl(tbl,tbl2,~mean(rbind(.x,.y)))  
      age      taille  
37.69733 162.11744
```

- Ou de la façon suivante pour mieux **explicitement les arguments** :

```
> map2_dbl(tbl,tbl2,function(a, b) mean(rbind(a,b)))  
      age      taille  
37.69733 162.11744
```

- Ou encore :

```
> map2_dbl(tbl,tbl2,(a, b) mean(rbind(a,b)))  
      age      taille  
37.69733 162.11744
```

Pipes %>% et |>

- Les pipes |> (de la distribution de base de **R**) et %>% de **dplyr** sont quasi similaires
- On note une **différence minime** lorsqu'on le symbole . :

```
> tbl %>% .[1,1]
# A tibble: 1 x 1
  age
  <dbl>
1  23.4
```

```
> tbl |> .[1,1]
Error: function '[' not supported in RHS call of a pipe (<text>.:1:8)
```

- On peut corriger en **spécifiant les paramètres** de la **fonction anonyme** :

```
> tbl |> (\(x) x[1,1])()
# A tibble: 1 x 1
  age
  <dbl>
1  23.4
```

Autre exemple

```
> set.seed(123)
> X1 <- rnorm(100)
> c(0.25,0.5,0.75) %>% quantile(X1,probs = .)
      25%      50%      75%
-0.49385424  0.06175631  0.69181917
```

Autre exemple

```
> set.seed(123)
> X1 <- rnorm(100)
> c(0.25,0.5,0.75) %>% quantile(X1,probs = .)
      25%      50%      75%
-0.49385424  0.06175631  0.69181917

> c(0.25,0.5,0.75) |> quantile(X1,probs = .)
Error in if (na.rm) x <- x[!is.na(x)] else if (anyNA(x)) stop("missing value")
```

On peut corriger avec

```
> c(0.25,0.5,0.75) |> (\(p) quantile(X1,probs = p))()
      25%      50%      75%
-0.49385424  0.06175631  0.69181917
```

Programmer en R

Quelques autres fonctions de **purrr**

- Généralisation de la fonction `[[` qui permet de se déplacer dans les données.

```
> pluck(tbl, "age") #ou pluck(tbl, 1)
[1] 23.41110 38.66898 38.27824 38.70138 45.82746
```

- Généralisation de la fonction `[[` qui permet de se **déplacer dans les données**.

```
> pluck(tbl, "age") #ou pluck(tbl, 1)
[1] 23.41110 38.66898 38.27824 38.70138 45.82746
```

```
> tbl3 <- tbl
> pluck(tbl3, 1) <- 1:5; pluck(tbl3, 1, 2) <- pi
> tbl3
# A tibble: 5 x 2
  age taille
<dbl> <dbl>
1 1      169.
2 3.14    150.
3 3      157.
4 4      170.
5 5      165.
```

modify

- **Raccourci** des ordres `x[[i]] <- f(x[[i]]); return(x)`

```
> pluck(tbl,1) |> modify\(a) a^2)
[1] 548.0797 1495.2902 1465.2238 1497.7971 2100.1562
```

- Peut aussi s'utiliser avec les suffixes `_at` et `_if` :

```
> tbl |> modify_at(1,\(a) a^2) |> head(3)
# A tibble: 3 x 2
  age taille
  <dbl>   <dbl>
1  548.    169.
2 1495.    150.
3 1465.    157.
```

```
> modify_if(iris, is.factor, as.character) |> pluck("Species") |> str()
chr [1:150] "setosa" "setosa" "setosa" "setosa" "setosa" "setosa" "setosa" "setosa"
```

Bases de données

Bases de données

SQL : Structured Query Language

Le package DBI

- SQL est un langage commun permettant de commander de nombreuses bases de données.
- Utilisé par les bases de données les plus populaires comme

Base	Package
MySQL	RMySQL
MariaDB	RMariaDB
Postgres	RPostgres
SQLite	RSQLite

- La package DBI (DataBase Interface) offre une interface de communication entre R et différentes bases de données de type SQL à l'aide de pilotes dédiés : <https://dbi.r-dbi.org>

Les bases de données de type SQL utilisent le **paradigme individus/variables** :

- les **bases** contiennent des **tables** (équivalentes aux tibbles) ;
- les **tables** contiennent des **colonnes** (ou champs) qui regroupent des informations de même type ;
- les enregistrements ou entrées d'une table correspondent aux lignes de cette table.

Les tables sont reliées entre elles grâce à des **identifiants** (clés primaires/clés étrangères).

La fonction `dbConnect`

```
> con <- dbConnect(  
+   RPostgres::Postgres(),  
+   dbname = "DATABASE_NAME",  
+   host = "HOST",  
+   port = 5432,  
+   user = "USERNAME",  
+   password = "PASSWORD")
```

Remarques

- La fonction `RPostgres::Postgres()` qui fournit un pilote (ou *driver*) pour la base de données voulue.
- On peut remplacer cette fonction par `RMariaDB::MariaDB()` pour se connecter à une base de données MariaDB.

- Permet de travailler sur des bases de données stockées dans des fichiers, voire directement en mémoire vive. C'est donc très simple à mettre en œuvre.

- Permet de travailler sur des bases de données stockées dans des fichiers, voire directement en mémoire vive. C'est donc très simple à mettre en œuvre.
- Exemple : ouverture d'une connexion vers une base de données SQLite contenue en mémoire vive

```
> library(DBI)
> con <- dbConnect(RSQLite::SQLite(), dbname = ":memory:")
```

- À ce stade aucune table :

```
> dbListTables(con)
character(0)
```

Peupler une base de données

```
> set.seed(1234)
> tbl1 <- tibble(ID=sample(LETTERS),age=sample(1:100,26))
> tbl2 <- tibble(ID=sample(LETTERS),
+               taille=sample(160:180,26,replace = TRUE))
> df <- data.frame(
+   x = runif(25),
+   label = sample(c("A", "B"), size = 25, replace = TRUE)
+ )
> dbWriteTable(con, name = "table1",value = tbl1)
> dbWriteTable(con, name = "table2",value = tbl2)
> dbListTables(con)
[1] "table1" "table2"
```

⇒ création de deux tables dans la base.

Bases de données

Requêtes SQL

SQL en bref !

```
> SELECT j FROM df WHERE i GROUP BY by
```

Remarque

Ce pseudo code rappelle les pseudo-codes suivants :

- **data-table** :

```
> dt[i, j, by]
```

- **dplyr** :

```
> df |> group_by(by) |> filter(i) |> select(j)
```

En effet SQL et la proximité entre BdD et data-frame a inspiré les créateurs des deux packages.

Exemple 1

- `dbSendQuery` : soumettre la requête

```
> req1 <- dbSendQuery(con, "SELECT * FROM table1 WHERE age>85")
> req1
<SQLiteResult>
  SQL  SELECT * FROM table1 WHERE age>85
  ROWS Fetched: 0 [incomplete]
  Changed: 0
```

Exemple 1

- `dbSendQuery` : soumettre la requête

```
> req1 <- dbSendQuery(con, "SELECT * FROM table1 WHERE age>85")
> req1
<SQLiteResult>
  SQL  SELECT * FROM table1 WHERE age>85
  ROWS Fetched: 0 [incomplete]
  Changed: 0
```

- `dbFetch` : collecter (ramener vers **R**) les données

```
> res1 <- dbFetch(req1)
> class(res1)
[1] "data.frame"
> res1
  ID age
1  F  87
2  M  96
```

- La requête est maintenant **complète** :

```
> req1
<SQLiteResult>
  SQL  SELECT * FROM table1 WHERE age>85
  ROWS Fetched: 2 [complete]
  Changed: 0
```

- **dbGetQuery** : soumettre et exécuter directement la requête

```
> dbGetQuery(con, "SELECT * FROM table1 WHERE age>85")
  ID age
1  F  87
2  M  96
```


Exemple 2 : jointure

```
> res <- dbGetQuery(con,"
+           SELECT *
+           FROM table1
+           INNER JOIN table2 ON table1.id = table2.id
+           ORDER BY ID
+           ")
> head(res)
  ID age ID taille
1  A  26  A   180
2  B  32  B   165
3  C  80  C   167
4  D  72  D   165
5  E  47  E   180
6  F  87  F   161
```

Quelques fonctions supplémentaires

- `dbExistsTable(con,name)` \implies vérifier si la table `name` existe pour la connexion `con`.
- `dbRemoveTable(con,name,...)` \implies effacer la table `name` de la connexion `con`.
- `dbGetRowsAffected(req,...)` \implies nombre de lignes affectés (extraction, effacement, modification) par la requête `req`.
- `dbGetRowCount(req,...)` \implies nombre de lignes collectées lors de la requête `req`.

Bases de données

SQL et dplyr

- **dplyr** permet de travailler sur des objets **plus variés** que les data-frames ou tibbles.
- **Compatible** avec les **bases SQL**.
- Nécessite l'installation du package **dbplyr**.
- Documentation : <https://dbplyr.tidyverse.org/index.html>.

- Création d'un objet avec lequel **dplyr** va travailler avec la fonction **con**:

```
> dbListTables(con)
[1] "table1" "table2"
> T1 <- tbl(con, "table1")
> T2 <- tbl(con, "table2")
> class(T1)
[1] "tbl_SQLiteConnection" "tbl_dbi"          "tbl_sql"
[4] "tbl_lazy"             "tbl"
```

- On peut ensuite travailler (ou requêter) sur les tables avec les commandes **dplyr** standards:

```
> req <- T1 |> filter(age<=40)
```

Vrai tibble ou table distante ?

```
> T1
# Source:   table<table1> [?? x 2]
# Database: sqlite 3.43.2 [:memory:]
   ID      age
  <chr> <int>
1 P      5
2 V     66
3 E     47
4 L     40
5 O     84
6 I     48
7 X      3
8 F     87
9 Z     41
10 D     72
# i more rows
```

Attention

- L'objet, de type `tbl_lazy`, ressemble à une table mais son nombre de lignes est `inconnu`

Attention

- L'objet, de type `tbl_lazy`, ressemble à une table mais son nombre de lignes est `inconnu` \Rightarrow la requête est juste `préparée`.
- L'envoi vers la base de données est `retardé le plus possible` afin de minimiser le nombre d'accès à la base.

Attention

- L'objet, de type `tbl_lazy`, ressemble à une table mais son nombre de lignes est **inconnu** \Rightarrow la requête est juste **préparée**.
- L'envoi vers la base de données est **retardé le plus possible** afin de minimiser le nombre d'accès à la base.
- La récupération des données sous **R** se fait avec la fonction `collect`.

```
> dim(req)
[1] NA 2
> T11 <- req |> collect(); class(T11)
[1] "tbl_df"      "tbl"        "data.frame"
> dim(T11)
[1] 9 2
```

- Visualisation de la requête SQL :

```
> show_query(req)
<SQL>
SELECT `table1`.*
FROM `table1`
WHERE (`age` <= 40.0)
```

Autre exemple : jointure

- La requête :

```
> req2 <- inner_join(T1,T2,by=join_by("ID"))
> dim(req2)
[1] NA 3
> show_query(req2)
<SQL>
SELECT `table1`.*, `taille`
FROM `table1`
INNER JOIN `table2`
  ON (`table1`.`ID` = `table2`.`ID`)
```

- Rapatriement des données sous R

```
> T12 <- req2 |> collect()
> dim(T12)
[1] 26 3
```

```
> dbDisconnect(con)
```

Bases de données

JSON : JavaScript Object Notation

Les données ne sont **pas** toujours stockées dans **des formats tabulaires**. Il existe bien d'autres façons de les conserver et d'y accéder :

- Bases de données relationnelles/SQL ;
- Fichiers structurés : XML, YAML ou JSON ;
- Bases de données NoSQL ;
- WEB.

Le format JSON

- Alternative aux bases de données relationnelles.
- **Idée** : encoder les informations dans des **fichiers textes structurés**.

Très utilisé

- **MongoDB** : base de données NoSQL.
- **API WEB** : interface de programmation applicative.
- **Open Data** : format de référence dans les bases de données publiques de l'État et des administrations, voir <https://www.data.gouv.fr/fr/>.

Objectifs

Lisible par des humains et des machines.

Objectifs

Lisible par des humains et des machines.

Syntaxe

Simple avec un petit nombre de types de données :

- Deux types structurés ;
- Plusieurs types simple.

Types structurés - les objets JSON

- Proches des dictionnaires Python ou des listes de R.
- Syntaxe :

```
{  
  "clé1": valeur1,  
  "clé2": valeur2,  
  ...  
}
```

- Principe clé/valeur avec des "" autour des clés.

Types structurés - les tableaux

- Proches des **listes Python** ou des **vecteurs de R**.

```
[  
    valeur1,  
    valeur2,  
    ...  
]
```

- Les listes permettent simplement de structurer des données de **façon ordonnée**.

Types simples (1)

- **Chaîne de caractères** : elle est entre "...":

```
{  
  "prénom": "Jean-Sébastien",  
  "nom": "Bach"  
}
```

- **Nombre** : on l'écrit directement :

```
{  
  "prénom": "Jean-Sébastien",  
  "nom": "Bach",  
  "nombre_enfants": 20  
}
```

Types simples (2)

- **true** ou **false** : il faut noter (surtout quand on utilise **R**) que les valeurs booléennes sont écrites en minuscules :

```
{  
  "prénom": "Jean-Sébastien",  
  "nom": "Bach",  
  "compositeur": true  
}
```

- **null** : si l'on ne souhaite pas donner de valeur à une clé.

```
{  
  "prénom": "Jean-Sébastien",  
  "particule": null,  
  "nom": "Bach"  
}
```

Imbrication

- Pour le type structuré, les différentes valeurs peuvent être de **n'importe quel type**, y compris un **autre type structuré**.
- Pour vérifier la validité d'un fichiers JSON, on peut visiter **ce site**.

```
{
  "prénom": "Jean-Sébastien",
  "nom": "Bach",
  "épouses": [
    {
      "prénom": ["Maria", "Barbara"],
      "nom": "Bach"
    },
    {
      "prénom": ["Anna", "Magdalena"],
      "nom": "Wilcke"
    }
  ]
}
```

Principales fonctions :

- `fromJSON` : import de fichier JSON ;
- `toJSON` : export au format JSON ;
- `stream_in` : import pour du JSON “en lignes” ;
- `stream_out` : export au format JSON “en lignes”.

Import et jeu de données jouet

```
> library(jsonlite)
> df <- tibble(x = c(0, pi), y = cos(x))
> toJSON(df)
[{"x":0,"y":1},{ "x":3.1416,"y":-1}]
```

Remarques

- Le résultat est une chaîne de caractère !
- Il y a un tableau JSON ;
- Paradigme individus/variables respectés.
- Perte de précision...

JSON et data-frame (2)

```
> df |> toJSON() |> fromJSON()
```

```
      x  y  
1 0.0000  1  
2 3.1416 -1
```

⇒ La fonction `toJSON` prend une chaîne de caractère représentant un fichier JSON bien formaté et l'importe *si possible* sous la forme d'un data-frame

Remarques

- Même structure ;
- Confirmation de la perte de précision.

JSON et data-frame (3)

```
> fromJSON(' [{"x":1}, {"y":2}] ')
  x  y
1  1 NA
2 NA  2
```

Remarques

- La situation est plus délicate ;
- On utilise deux quotes différentes...

JSON et data-frame (4)

```
> df1 <- fromJSON(' [{"x": [1, 2, 3]}, {"x": 4}] ')
> class(df1)
[1] "data.frame"
> glimpse(df1)
Rows: 2
Columns: 1
$ x <list> <1, 2, 3>, 4
```

⇒ Un data-frame... inhabituel.

```
> df1
      x
1 1, 2, 3
2      4

> df1$x
[[1]]
[1] 1 2 3

[[2]]
[1] 4
```

JSON et data-frame (5)

- Par défaut, la fonction `fromJSON` tente de **simplifier** les vecteurs.
- On peut forcer le comportement inverse :

```
> fromJSON(' [{"x": [1, 2, 3]}, {"x": 4}] ', simplifyVector = FALSE)
```

```
[[1]]
```

```
[[1]]$x
```

```
[[1]]$x[[1]]
```

```
[1] 1
```

```
[[1]]$x[[2]]
```

```
[1] 2
```

```
[[1]]$x[[3]]
```

```
[1] 3
```

```
[[2]]
```

```
[[2]]$x
```

JSON et data-frame (6)

Lequel choisir ?

```
> fromJSON(' [{"x":{"xa":1, "xb":2}},{ "x":3}] ')
```

```
      x
```

```
1 1, 2
```

```
2    3
```

```
> fromJSON(' [{"x":{"xa":1, "xb":2}},{ "x":3}] ', simplifyDataFrame = FALSE)
```

```
[[1]]
```

```
[[1]]$x
```

```
[[1]]$x$xa
```

```
[1] 1
```

```
[[1]]$x$xb
```

```
[1] 2
```

```
[[2]]
```

```
[[2]]$x
```

Bases de données

API WEB

Interface de programmation applicative

- De nombreux sites proposent d'accéder à leurs données via des requêtes http.
- Elles renvoient des réponses aux formats XML, HTML... et JSON

L'exemple du vélo star

- Site <https://data.rennesmetropole.fr/>
- Table sur l'état des stations velib.

Elle prend une forme spécifique :

- le nom de domaine : `https://data.rennesmetropole.fr/` ;
- le chemin d'accès à l'API : `api/explore/v2.1/catalog/` ;
- l'identifiant du jeu de données :
`datasets/etat-des-stations-le-velo-star-en-temps-reel/` ;
- on peut ajouter des verbes comme dans `dplyr`, par exemple
`select=id%2C%20nom&limit=20`

Comment utiliser ça dans **R** : `jsonlite` !

En avant !

```
> url <- str_c(  
+   "https://data.rennesmetropole.fr/",  
+   "api/explore/v2.1/catalog/",  
+   "datasets/etat-des-stations-le-velo-star-en-temps-reel/",  
+   "records"  
+ )  
> ll <- fromJSON(url)
```


Finalisation

```
> df <- ll$results
> dim(df)
[1] 10  8
> df |> select(nom, coordonnees, nombrevelosdisponibles)
```

	nom	coordonnees.lon	coordonnees.lat	nombrevelosdisponibles
1	Sainte-Anne	-1.680461	48.11421	
2	Saint-Georges Piscine	-1.674417	48.11239	
3	Musée Beaux-Arts	-1.674080	48.10960	
4	Bonnets Rouges	-1.665814	48.10685	
5	Charles de Gaulle	-1.677119	48.10511	
6	Colombier	-1.680594	48.10610	
7	Pont de Nantes	-1.684015	48.10202	
8	Oberthur	-1.661853	48.11355	
9	Auberge de Jeunesse	-1.681876	48.12088	
10	Croix Saint-Hélier	-1.662090	48.10305	

Le tour est joué !

Le format ndjson

- Pour **Newline Delimited JSON** !
- Très souvent les API, ou les requêtes MongoDB, **renvoient des fichiers JSON non valides**. Ces fichiers ont en fait la structure typique suivante :

```
{"x":1,"y":2}  
{"x":3,"y":4}  
...
```

- **Chaque ligne** est un fichier JSON valide qu'on peut lire à l'aide de la fonction `stream_in`.

```
> url <- "http://jeroen.github.io/data/diamonds.json"
> diamonds <- jsonlite::stream_in(url(url))
```

```
> diamonds |> select(1:5) |> head()
  carat      cut color clarity depth
1  0.23    Ideal     E    SI2   61.5
2  0.21  Premium     E    SI1   59.8
3  0.23     Good     E    VS1   56.9
4  0.29  Premium     I    VS2   62.4
5  0.31     Good     J    SI2   63.3
6  0.24 Very Good     J   VVS2   62.8
```

Web scrapping

Web scrapping

Introduction

Beaucoup d'informations disponibles

Les sites web sont une source importante d'information :

- Site interne d'entreprise ;
- Wikipedia ;
- IMDb ;
- etc...

L'information est souvent suffisamment structurée pour qu'on puisse la récupérer de façon semi-automatisée.

Question

Avec quel acteur Louis de Funès a le plus joué dans les années 1950 ?

Exemple fil rouge

Question

Avec quel acteur Louis de Funès a le plus joué dans les années 1950 ?

Ressource

La page dédiée à la **filmographie** de Louis de Funès sur **Wikipédia**
https://fr.wikipedia.org/wiki/Filmographie_de_Louis_de_Funès.

Exemple fil rouge

Question

Avec quel acteur Louis de Funès a le plus joué dans les années 1950 ?

Ressource

La page dédiée à la **filmographie** de Louis de Funès sur **Wikipédia**
https://fr.wikipedia.org/wiki/Filmographie_de_Louis_de_Funès.

Remarques

- Les films sont **classés par décennie** ;

Exemple fil rouge

Question

Avec quel acteur Louis de Funès a le plus joué dans les années 1950 ?

Ressource

La page dédiée à la **filmographie** de Louis de Funès sur **Wikipédia**
https://fr.wikipedia.org/wiki/Filmographie_de_Louis_de_Funès.

Remarques

- Les films sont **classés par décennie** ;
- Chaque titre de film possède un **lien** vers une page dédiée ;

Exemple fil rouge

Question

Avec quel acteur Louis de Funès a le plus joué dans les années 1950 ?

Ressource

La page dédiée à la **filmographie** de Louis de Funès sur **Wikipédia**
https://fr.wikipedia.org/wiki/Filmographie_de_Louis_de_Funès.

Remarques

- Les films sont **classés par décennie** ;
- Chaque titre de film possède un **lien** vers une page dédiée ;
- Cette dernière page contient une **liste d'acteurs**.

Le package **rvest**

- Parfois **difficile à installer** car il requiert la présence de certains outils sur le système d'exploitation : `curl` par exemple.
- Bien **lire les messages d'aide** en cas de problème :

```
> install.packages("rvest")
```

- On peut ensuite l'utiliser

```
> library(rvest)
```

Références

- Livre **R pour la statistique et la science des données**
- Tutoriel ThinkR : <https://thinkr.fr/rvest/>
- <https://rvest.tidyverse.org/index.html>

- Un navigateur web se “contente” de transformer des fichiers textes en pages lisibles et bien présentées. Pour simplifier un peu :
 - les informations structurées sont contenues dans un fichier HTML ;
 - la présentation est codée dans des feuilles de style css.

- Un navigateur web se “contente” de transformer des fichiers textes en pages lisibles et bien présentées. Pour simplifier un peu :
 - les informations structurées sont contenues dans un fichier HTML ;
 - la présentation est codée dans des feuilles de style css.
- C'est donc dans le fichier source HTML que nous allons trouver les renseignements que nous souhaitons.

Des arbres en plein HTML

- En inspectant le **fichier HTML**, nous constatons que la partie du code qui contient les **informations qui nous intéressent** est (à peu près) structurée de la façon suivante :

```
<h3>Longs métrages</h3>
  <h4>Années 40</h4>
  <ul>
    <li>...</li>
  </ul>
```

- Ces données peuvent être représentées de façon **arborescente**.

Des arbres en plein HTML

- En inspectant le **fichier HTML**, nous constatons que la partie du code qui contient les **informations qui nous intéressent** est (à peu près) structurée de la façon suivante :

```
<h3>Longs métrages</h3>  
  <h4>Années 40</h4>  
  <ul>  
    <li>...</li>  
  </ul>
```

- Ces données peuvent être représentées de façon **arborescente**.

interface de programmation DOM

- Document Object Model
- Permet **d'examiner et de modifier cet arbre** et donc le contenu d'une page web.
- C'est de cette façon que les **pages web dynamiques** sont créées.

C'est parti !

Le package `rvest` est capable de parcourir cet arbre et donc de récupérer des informations.

- Création de l'url

```
> url_wikipedia <- "https://fr.wikipedia.org/"  
> url_filmographie <- "wiki/Filmographie_de_Louis_de_Funès"  
> url <- str_c(url_wikipedia, url_filmographie)
```

C'est parti !

Le package `rvest` est capable de parcourir cet arbre et donc de récupérer des informations.

- Création de l'url

```
> url_wikipedia <- "https://fr.wikipedia.org/"
> url_filmographie <- "wiki/Filmographie_de_Louis_de_Funès"
> url <- str_c(url_wikipedia, url_filmographie)
```

- Lecture

```
> film_LDF <- read_html(url)
> film_LDF
{html_document}
<html class="client-nojs vector-feature-language-in-header-enabled vecto
[1] <head>\n<meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset:
[2] <body class="skin-vector skin-vector-search-vue mediawiki ltr sited
```

Les titres de section

- On peut récupérer tous les titres des sections de niveau <h4> en utilisant la fonction `html_nodes` qui permet de retourner une liste de nœuds :

```
> film_LDF |> html_elements("h4") |> head(3)
{xml_nodeset (3)}
[1] <h4>\n<span id="Ann.C3.A9es_1930"></span><span class="mw-headline"
[2] <h4>\n<span id="Ann.C3.A9es_1940"></span><span class="mw-headline"
[3] <h4>\n<span id="Ann.C3.A9es_1950"></span><span class="mw-headline"
```

- et obtenir une version plus lisible avec `html_text`

```
> film_LDF |> html_elements("h4") |> head(3) |> html_text()
[1] "Années 1930[modifier | modifier le code]"
[2] "Années 1940[modifier | modifier le code]"
[3] "Années 1950[modifier | modifier le code]"
```

Web scrapping

Le noeud du problème

Sélectionner les nœuds

Il existe au moins deux méthodes pour cibler des éléments dans des pages `html` ou `xml`.

Sélectionner les nœuds

Il existe au moins deux méthodes pour cibler des éléments dans des pages `html` ou `xml`.

Sélecteurs css

Syntaxe basée sur des noms de balises, des classes, des identifiants, des relations entre les éléments, etc. Par exemple : **`div`**, **`.classe`**, **`#identifiant`**.

Sélectionner les nœuds

Il existe au moins deux méthodes pour cibler des éléments dans des pages **html** ou **xml**.

Sélecteurs css

Syntaxe basée sur des **noms de balises**, des classes, des identifiants, des relations entre les éléments, etc. Par exemple : **div**, **.classe**, **#identifiant**.

Sélecteurs XPath

- Syntaxe basée sur des **chemins** et des **expressions**.
- Plus **flexibles** et permettent de définir des **chemins plus complexes** pour accéder aux éléments.
- Par exemple : **/div[@class='classe']**.

Sélectionner les nœuds

Il existe au moins deux méthodes pour cibler des éléments dans des pages html ou xml.

Sélecteurs css

Syntaxe basée sur des noms de balises, des classes, des identifiants, des relations entre les éléments, etc. Par exemple : **div**, **.classe**, **#identifiant**.

Sélecteurs XPath

- Syntaxe basée sur des chemins et des expressions.
- Plus flexibles et permettent de définir des chemins plus complexes pour accéder aux éléments.
- Par exemple : **/div[@class='classe']**.

Recommandations

- Utilisation occasionnelle => sélecteurs css
- Utilisation fréquente => XPath

Exemple, sélecteurs css (1)

```
> film_LDF |>
+   html_elements('#mw-content-text >
+                 div.mw-content-ltr.mw-parser-output >
+                 ul:nth-child(10) >
+                 li:nth-child(1) >
+                 i:nth-child(2) >
+                 a') |>
+   html_attrs()
[[1]]
                                href                                title
"/wiki/La_Tentation_de_Barbizon"  "La Tentation de Barbizon"
```

Ça devient compliqué

Pour comprendre ce **chemin** il est nécessaire d'aller inspecter le **code html**.

La partie **scrappée** correspond au chemin défini par les **balises** :

- div identifié par **mw-content-text** \Rightarrow **#mw-content-text**

La partie **scrappée** correspond au chemin défini par les **balises** :

- div identifié par **mw-content-text** \Rightarrow **#mw-content-text**
- div de classe **mw-content-ltr.mw-parser-output** \Rightarrow
div.mw-content-ltr.mw-parser-output

La partie **scrappée** correspond au chemin défini par les **balises** :

- div identifié par **mw-content-text** \Rightarrow **#mw-content-text**
- div de classe **mw-content-ltr.mw-parser-output** \Rightarrow
div.mw-content-ltr.mw-parser-output
- élément **ul** qui correspond au 10ème enfant de la balise précédente
 \Rightarrow **ul:nth-child(10)**

La partie **scrappée** correspond au chemin défini par les **balises** :

- div identifié par **mw-content-text** \Rightarrow **#mw-content-text**
- div de classe **mw-content-ltr.mw-parser-output** \Rightarrow
div.mw-content-ltr.mw-parser-output
- élément **ul** qui correspond au 10ème enfant de la balise précédente
 \Rightarrow **ul:nth-child(10)**
- ...

Recherche automatique

- Chemins pas simple à définir.
- Des **extensions** peuvent nous aider : **SelectorGadget** sur **Chrome** par exemple.
- Voir aussi <https://rvest.tidyverse.org/articles/selectorgadget.html>.

- Le chemin peut s'écrire de différentes façons.
- Avec **SelectorGadget** on retrouve la même solution avec :

```
> film_LDF |>
+   html_elements('ul:nth-child(10) li:nth-child(1) i a') |>
+   html_attrs()
[[1]]
                                href                                title
"/wiki/La_Tentation_de_Barbizon"    "La Tentation de Barbizon"
```

Exemple, sélecteurs css (1)

- Pour scraper tous les films des années 1940, on pourra utiliser :

```
> film_LDF |>
+   html_elements('#mw-content-text >
+                 div.mw-content-ltr.mw-parser-output >
+                 ul:nth-of-type(2) > li > i > a') |> #idem nth-child(10)
+   html_attrs() |> head(3)
[[1]]
      href                                     title
"/wiki/La_Tentation_de_Barbizon"      "La Tentation de Barbizon"

[[2]]
      href                                     title
"/wiki/Six_Heures_%C3%A0_perdre"      "Six Heures à perdre"

[[3]]
      href
"/wiki/Le_Ch%C3%A2teau_de_la_derni%C3%A8re_chance"
      title
```


Exemple Xpath

- Autre langage pour définir le chemin :

```
> film_LDF |>
+   html_elements(xpath = '//*[@id="mw-content-text"]
+     /div/ul[
+       preceding::h4[span/@id="Années_1940"]
+       and
+       following::h4[span/@id="Années_1950"]]
+     /li/i/a') |>
+   html_text2() |> head()
[1] "La Tentation de Barbizon"      "Six Heures à perdre"
[3] "Le Château de la dernière chance" "Dernier Refuge"
[5] "Antoine et Antoinette"        "Croisière pour l'inconnu"
```

Commentaires

- Permet de se déplacer librement dans l'arbre
- Plus puissant et utile pour toutes les données de type XML.

- Ici encore on pourra utiliser des extensions comme SelectorGadget pour écrire les chemins :

```
> film_LDF |>
+   html_elements(
+     xpath = '//ul[(((count(preceding-sibling::*) + 1) = 10)
+     and
+     parent::*)]//li[(((count(preceding-sibling::*) + 1) = 1)
+     and
+     parent::*)]//i//a') |>
+   html_text2() |> head()
[1] "La Tentation de Barbizon"
```

Quai de Grenelle

- On souhaite récupérer les **acteurs** du film **Quai de grenelle**
https://fr.wikipedia.org/wiki/Quai_de_Grenelle :

```
> url_film <- "wiki/Quai_de_Grenelle"  
> url <- str_c(url_wikipedia,url_film)  
> grenelle <- read_html(url)
```

- 44 acteurs à scrapper.
- Ici encore il va falloir **inspecter le code html** ou utiliser **SelectorGadget**.

Avec Xpath

```
> grenelle |>
+   html_elements(xpath = '(
+     //ul[preceding::h2[span/@id="Distribution"]]
+     )[1]/li/a[1]') |>
+   html_text() |> head()
[1] "Henri Vidal"          "Maria Mauban"        "Françoise Arnoul"
[4] "Jean Tissier"         "Robert Dalban"        "Micheline Francey"
```

- `//ul[preceding::h2[span/@id="Distribution"]]` sélectionne tous les `` dans le sous-arbre qui suivent une balise `<h2>` contenant une balise `` identifiée par le mot-clé `Distribution` ;

Avec Xpath

```
> grenelle |>
+   html_elements(xpath = '(
+     //ul[preceding::h2[span/@id="Distribution"]]
+     )[1]/li/a[1]') |>
+   html_text() |> head()
[1] "Henri Vidal"          "Maria Mauban"        "Françoise Arnoul"
[4] "Jean Tissier"         "Robert Dalban"        "Micheline Francey"
```

- `//ul[preceding::h2[span/@id="Distribution"]]` sélectionne tous les `` dans le sous-arbre qui suivent une balise `<h2>` contenant une balise `` identifiée par le mot-clé `Distribution` ;
- Sélection de la première liste avec `[1]`

Avec Xpath

```
> grenelle |>
+   html_elements(xpath = '(
+     //ul[preceding::h2[span/@id="Distribution"]]
+     )[1]/li/a[1]') |>
+   html_text() |> head()
[1] "Henri Vidal"          "Maria Mauban"        "Françoise Arnoul"
[4] "Jean Tissier"         "Robert Dalban"        "Micheline Francey"
```

- `//ul[preceding::h2[span/@id="Distribution"]]` sélectionne tous les `` dans le sous-arbre qui suivent une balise `<h2>` contenant une balise `` identifiée par le mot-clé `Distribution` ;
- Sélection de la première liste avec `[1]`
- puis, dans cette liste, toutes les premières balises `<a>` qui suivent une balise `` avec le code `/li/a[1]`

Solution SelectorGadget

```
> grenelle |>
+   html_elements(
+     xpath='//*[contains(concat( " ", @class, " " ),
+       concat( " ", "colonnes", " " ))]//a[(((count(preceding-sibling::*) + 1)
+       and parent::*)]') |>
+     html_text2() |>
+     head()
[1] "Henri Vidal"           "Maria Mauban"         "Françoise Arnoul"
[4] "Jean Tissier"          "Robert Dalban"         "Micheline Francey"
```

Solutions CSS

- En inspectant le **html** :

```
> grenelle |>
+   html_elements('#mw-content-text >
+                 div.mw-content-ltr.mw-parser-output >
+                 div.colonnes >
+                 div:nth-child(1) >
+                 ul:nth-child(1) > li > a') |>
+   html_text2() |> head(3)
[1] "Henri Vidal"      "Maria Mauban"    "Françoise Arnoul"
```

- Avec **SelectorGadget** :

```
> grenelle |>
+   html_elements('.colonnes a:nth-child(1)') |>
+   html_text2() |>
+   head(3)
[1] "Henri Vidal"      "Maria Mauban"    "Françoise Arnoul"
```


Web scrapping

Solution du problème initial

Rappel

Quel **acteur** a le plus joué avec **Louis de Funès** dans les années 1950 ?

1. On commence par récupérer la **liste des films** :

```
> url_wikipedia <- "https://fr.wikipedia.org"
> url_de_funes <- "/wiki/Filmographie_de_Louis_de_Funès"
> url <- str_c(url_wikipedia, url_de_funes)
> films_html <- read_html(url)
> films <- films_html |>
+   html_nodes('#mw-content-text > div >
+             ul:nth-of-type(3) > li > i > a') |>
+   html_attr()
> head(films,1)
[[1]]
                                href                                title
"/wiki/Au_revoir_monsieur_Grock" "Au revoir monsieur Grock"
```

2. Puis la liste des acteurs

```
> liste_acteurs <- tibble()
> for(i in seq_along(films)){
+   titre <- films[[i]][2]
+   url_film <- films[[i]][1]
+   url <- str_c(url_wikipedia, url_film)
+   acteurs_html <- read_html(url)
+   acteurs <- acteurs_html |>
+     html_nodes(xpath = '(
+       //*[@id="mw-content-text"]
+       //ul[preceding::h2[span/@id="Distribution"]])[1]/li/a[1]') |>
+     html_text()
+   liste_acteurs <- bind_rows(liste_acteurs,
+                               tibble(nom = acteurs, titre = titre))
+ }
> head(liste_acteurs, 2)
# A tibble: 2 x 2
  nom      titre
<chr>    <chr>
1 Grock   Au revoir monsieur Grock
2 Suzy Prim Au revoir monsieur Grock
```

3. On répond avec `dplyr`

```
> liste_acteurs |>
+   group_by(nom) |>
+   summarise(n=n()) |>
+   arrange(desc(n)) |>
+   head(4)
# A tibble: 4 x 2
  nom                n
  <chr>             <int>
1 Louis de Funès    82
2 Paul Demange      16
3 Noël Roquevert    14
4 Paul Faivre       14
```

3. On répond avec **dplyr**

```
> liste_acteurs |>
+   group_by(nom) |>
+   summarise(n=n()) |>
+   arrange(desc(n)) |>
+   head(4)
# A tibble: 4 x 2
  nom                n
  <chr>             <int>
1 Louis de Funès     82
2 Paul Demange       16
3 Noël Roquevert    14
4 Paul Faivre        14
```

Réponse

Paul Demange !

Web scrapping

Les tables html

- Plus simple grace à la fonction `html_table` :

```
> federer <- read_html("https://fr.wikipedia.org/wiki/Roger_Federer")
> federer |>
+   html_table(header=TRUE) |>
+   pluck(6) |> head()
# A tibble: 6 x 4
  Année Tournoi      `Adversaire en finale` Score
  <int> <chr>          <chr>          <chr>
1  2003 Wimbledon    Mark Philippoussis 7-65, 6-2, 7-63
2  2004 Open d'Australie Marat Safin        7-63, 6-4, 6-3
3  2004 Wimbledon (2) Andy Roddick        4-6, 7-5, 7-63, 6-4
4  2004 US Open      Lleyton Hewitt      6-0, 7-63, 6-0
5  2005 Wimbledon (3) Andy Roddick        6-2, 7-62, 6-4
6  2005 US Open (2)  Andre Agassi        6-3, 2-6, 7-61, 6-1
```

- CSS :

```
> federer |>
+   html_elements('#mw-content-text >
+                 div.mw-content-ltr.mw-parser-output >
+                 table:nth-child(119)') |>
+   html_table(header=TRUE) |> pluck(1)
```

- xpath :

```
> federer |>
+   html_elements(xpath = '/html/body/div[2]/div/
+                 div[3]/main/div[3]/div[3]/div[1]/
+                 table[4]') |>
+   html_table(header = TRUE) |> pluck(1)
```


Web scrapping

Simuler la navigation

- `rvest` permet également de **simuler la navigation** sur internet.
- La fonction `session` permet de **simuler le comportement d'un navigateur web**.

```
> url_wiki <- "https://fr.wikipedia.org/"
> (wiki <- session(url_wiki))
<session> https://fr.wikipedia.org/wiki/Wikip%C3%A9dia:Accueil_principal
  Status: 200
  Type:   text/html; charset=UTF-8
  Size:   181023
```

Fonctions `session_jump_to` et `session_back`

- `session_jump_to` permet de naviguer vers une URL :

```
> RF <- wiki |> session_jump_to("Roger_Federer")  
> RF |> html_elements("h2") |> html_text() |> head(3)  
[1] "Sommaire"  
[2] "Biographie[modifier | modifier le code]"  
[3] "Carrière[modifier | modifier le code]"
```

Fonctions `session_jump_to` et `session_back`

- `session_jump_to` permet de naviguer vers une URL :

```
> RF <- wiki |> session_jump_to("Roger_Federer")
> RF |> html_elements("h2") |> html_text() |> head(3)
[1] "Sommaire"
[2] "Biographie[modifier | modifier le code]"
[3] "Carrière[modifier | modifier le code]"
```

- `session_back` simule un click sur le bouton page précédente :

```
> RF |> session_back()
<session> https://fr.wikipedia.org/wiki/Wikip%C3%A9dia:Accueil_principal
Status: 200
Type: text/html; charset=UTF-8
Size: 181023
```

Fonction `session_follow_link`

Pour **suivre un lien** de la page de la session. Le lien peut-être défini par

- un **entier** qui correspond à l'index du lien dans la session :

```
> RF1 <- RF |> pluck("url") |> session()
> RF1 |> session_follow_link(360)
<session> https://fr.wikipedia.org/wiki/Novak_Djokovic
Status: 200
Type: text/html; charset=UTF-8
Size: 1911476
```

Fonction `session_follow_link`

Pour **suivre un lien** de la page de la session. Le lien peut-être défini par

- un **entier** qui correspond à l'index du lien dans la session :

```
> RF1 <- RF |> pluck("url") |> session()
> RF1 |> session_follow_link(360)
<session> https://fr.wikipedia.org/wiki/Novak_Djokovic
  Status: 200
  Type:   text/html; charset=UTF-8
  Size:   1911476
```

- une **chaîne de caractères** qui correspond au texte affiché entre les balises `<a>` et `` :

```
> RF1 |> session_follow_link("Djokovic")
<session> https://fr.wikipedia.org/wiki/Novak_Djokovic
  Status: 200
  Type:   text/html; charset=UTF-8
  Size:   1911476
```

- un sélecteur **css** ou **xpath** :

```
> RF1 |> session_follow_link(css='p:nth-child(7) > a:nth-child(6)')  
<session> https://fr.wikipedia.org/wiki/Novak_Djokovic  
Status: 200  
Type: text/html; charset=UTF-8  
Size: 1911476
```