

guide-R

Guide pour l'analyse de données d'enquêtes avec R

Joseph Larmarange

2022-09-11T00:00:00+02:00

Table des matières

Préface	3
Remerciements	5
Licence	5
I Rappels	6
1 Vecteurs	7
1.1 Types et classes	7
1.2 Création d'un vecteur	8
1.3 Longueur d'un vecteur	11
1.4 Combiner des vecteurs	11
1.5 Vecteurs nommés	12
1.6 Indexation par position	13
1.7 Indexation par nom	14
1.8 Indexation par condition	15
1.9 Assignment par indexation	19
1.10 En résumé	20
1.11 webin-R	21
2 Listes	22
2.1 Propriétés et création	22
2.2 Indexation	25
2.3 En résumé	29
2.4 webin-R	29
3 Facteurs	30
II Manipulation de données	31
4 Dates avec lubridate	32

Préface

Site en construction

Le présent site est en cours de construction et sera complété dans les prochains mois.

En attendant, nous vous conseillons de consulter le site [analyse-R](https://larmarange.github.io/analyse-R/).

Ce guide porte sur l'analyse de données d'enquêtes avec le logiciel **R**, un logiciel libre de statistiques et de traitement de données. Les exemples présentés ici relèvent principalement du champs des sciences sociales quantitatives et des sciences de santé. Ils peuvent néanmoins s'appliquer à d'autres champs disciplinaires. Cependant, comme tout ouvrage, ce guide ne peut être exhaustif.

Ce guide présente comment réaliser des analyses statistiques et diverses opérations courantes (comme la manipulation de données ou la production de graphiques) avec **R**. Il ne s'agit pas d'un cours de statistiques : les différents chapitres présupposent donc que vous avez déjà une connaissance des différentes techniques présentées. Si vous souhaitez des précisions théoriques / méthodologiques à propos d'un certain type d'analyses, nous vous conseillons d'utiliser votre moteur de recherche préféré. En effet, on trouve sur internet de très nombreux supports de cours (sans compter les nombreux ouvrages spécialisés disponibles en librairie).

De même, il ne s'agit pas d'une introduction ou d'un guide pour les utilisatrices et utilisateurs débutant·es. Si vous découvrez **R**, nous vous conseillons la lecture de l'*Introduction à R et au tidyverse* de Julien Barnier (<https://juba.github.io/tidyverse/>). Vous pouvez également lire les chapitres introductifs d'*analyse-R : Introduction à l'analyse d'enquêtes avec R et RStudio* (<https://larmarange.github.io/analyse-R/>).

Néanmoins, quelques rappels sur les bases du langage sont fournis dans la section *Rappels*. Une bonne compréhension des bases du langage, bien qu'un peu ardue de prime abord, permet de comprendre le sens des commandes qu'on utilise et de pleinement exploiter la puissance que **R** offre en matière de manipulation de données.

R disposent de nombreuses extensions ou packages (plus de 16000) et il existe souvent plusieurs manières de procéder pour arriver au même résultat. En particulier, en matière de manipulation de données, on oppose¹ souvent *base R* qui repose sur les fonctions disponibles en standard dans **R**, la majorité étant fournies dans les packages `{base}`, `{utils}` ou encore `{stats}`, qui sont toujours chargés par défaut, et le `{tidyverse}` qui est une collection de packages comprenant, entre autres, `{dplyr}`, `{tibble}`, `{tidyr}`, `{forcats}` ou encore `{ggplot2}`. Il y a un débat ouvert, parfois passionné, sur le fait de privilégier l'une ou l'autre approche, et les avantages et inconvénients de chacune dépendent de nombreux facteurs, comme la lisibilité du code ou bien les performances en temps de calcul. Dans ce guide, nous avons adopté un point de vue pragmatique et utiliserons, le plus souvent mais pas exclusivement, les fonctions du `{tidyverse}`, de même que nous avons privilégié d'autres packages, comme `{gtsummary}` ou `{questionr}` par exemple pour la statistique descriptive. Cela ne signifie pas, pour chaque point abordé, qu'il s'agit de l'unique manière de procéder. Dans certains cas, il s'agit simplement de préférences personnelles.

¹ Une comparaison des deux syntaxes est illustrée par une [vignette dédiée de dplyr](#).

Bien qu'il en reprenne de nombreux contenus, ce guide ne se substitue pas au site [analyse-R](#). Il s'agit plutôt d'une version complémentaire qui a vocation à être plus structurée et parfois plus sélective dans les contenus présentés.

En complément, on pourra également se référer aux [webin-R](#), une série de vidéos avec partage d'écran, librement accessibles sur Youtube : <https://www.youtube.com/c/webinR>.

Cette version du guide a utilisé *R version 4.1.3 (2022-03-10)*. Ce document est généré avec [quarto](#) et le code source est disponible sur [GitHub](#). Pour toute suggestion ou correction, vous pouvez ouvrir un [ticket GitHub](#). Pour d'autres questions, vous pouvez utiliser les forums de discussion disponibles en bas

de chaque page sur la version web du guide. Ce document est régulièrement mis à jour. La dernière version est consultable sur <https://larmarange.github.io/guide-R/>.

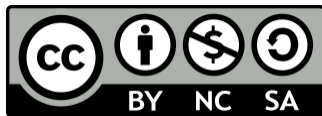
Remerciements

Ce document a bénéficié de différents apports provenant notamment de l'*Introduction à R* et de l'*Introduction à R et au tidyverse* de Julien Barnier et d'*analyse-R : introduction à l'analyse d'enquêtes avec R et RStudio*.

Merci donc à Julien Barnier, Julien Biaudet, François Briatte, Milan Bouchet-Valat, Ewen Gallic, Frédérique Giraud, Joël Gombin, Mayeul Kauffmann, Christophe Lalanne & Nicolas Robette.

Licence

Ce document est mis à disposition selon les termes de la [Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Partage dans les Mêmes Conditions 4.0 International](#).



partie I

Rappels

1 Vecteurs

Les vecteurs sont l'objet de base de **R** et correspondent à une liste de valeurs. Leurs propriétés fondamentales sont :

- les vecteurs sont unidimensionnels (i.e. ce sont des objets à une seule dimension, à la différence d'une matrice par exemple) ;
- toutes les valeurs d'un vecteur sont d'un seul et même type ;
- les vecteurs ont une longueur qui correspond au nombre de valeurs contenues dans le vecteur.

1.1 Types et classes

Dans **R**, il existe plusieurs types fondamentaux de vecteurs et, en particulier, :

- les nombres réels (c'est-à-dire les nombres décimaux²), par exemple `5.23` ;
- les nombres entiers, que l'on saisi en ajoutant le suffixe `L`³, par exemple `4L` ;
- les chaînes de caractères (qui correspondent à du texte), que l'on saisit avec des guillemets doubles (`"`) ou simples (`'`), par exemple `"abc"` ;
- les valeurs logiques ou valeurs booléennes, à savoir vrai ou faux, que l'on représente avec les mots `TRUE` et `FALSE` (en majuscules⁴).

En plus de ces types de base, il existe de nombreux autres types de vecteurs utilisés pour représenter toutes sortes de données, comme les facteurs (voir Chapitre 3) ou les dates (voir Chapitre 4).

² Pour rappel, **R** étant anglophone, le caractère utilisé pour indiquer les chiffres après la virgule est le point (`.`).

³ **R** utilise 32 bits pour représenter des nombres entiers, ce qui correspond en informatique à des entiers longs ou *long integers* en anglais, d'où la lettre `L` utilisée pour indiquer un nombre entier.

⁴ On peut également utiliser les raccourcis `T` et `F`. Cependant, pour une meilleure lisibilité du code, il est préférable d'utiliser les versions longues `TRUE` et `FALSE`.

La fonction `class()` renvoie la nature d'un vecteur tandis que la fonction `typeof()` indique la manière dont un vecteur est stocké de manière interne par **R**.

Table 1.1: Le type et la classe des principaux types de vecteurs

x	class(x)	typeof(x)
3L	integer	integer
5.3	numeric	double
TRUE	logical	logical
"abc"	character	character
factor("a")	factor	integer
as.Date("2020-01-01")	Date	double

Astuce

Pour un vecteur numérique, le type est **"double"** car **R** utilise une double précision pour stocker informatiquement les nombres réels.

En interne, les facteurs sont représentés par un nombre entier auquel est attaché une étiquette, c'est pourquoi `typeof()` renvoie **"integer"**.

Quand aux dates, elles sont stockées en interne sous la forme d'un nombre réel représentant le nombre de jours depuis le 1^{er} janvier 1970, d'où le fait que `typeof()` renvoie **"double"**.

1.2 Création d'un vecteur

Pour créer un vecteur, on utilisera la fonction `c()` en lui passant la liste des valeurs à combiner⁵.

```
taille <- c(1.88, 1.65, 1.92, 1.76, NA, 1.72)
taille
```

```
[1] 1.88 1.65 1.92 1.76 NA 1.72
```

```
sexe <- c("h", "f", "h", "f", "f", "f")
sexe
```

⁵ La lettre **c** est un raccourci du mot anglais *combine*, puisque cette fonction permet de combiner des valeurs individuelles dans un vecteur unique.


```
[1] "h" "f" "h" "f" "f" "f"
```

```
urbain <- c(TRUE, TRUE, FALSE, FALSE, FALSE, TRUE)
urbain
```

```
[1] TRUE TRUE FALSE FALSE FALSE TRUE
```

Nous l'avons vu, toutes les valeurs d'un vecteur doivent obligatoirement être du même type. Dès lors, si on essaie de combiner des valeurs de différents types, **R** essaiera de les convertir au mieux. Par exemple :

```
x <- c(2L, 3.14, "a")
x
```

```
[1] "2"      "3.14" "a"
```

```
class(x)
```

```
[1] "character"
```

Dans le cas présent, toutes les valeurs ont été converties en chaînes de caractères.

Dans certaines situations, on peut avoir besoin de créer un vecteur d'une certaine longueur mais dont toutes les valeurs sont identiques. Cela se réalise facilement avec `rep()` à qui on indiquera la valeur à répéter puis le nombre de répétitions :

```
rep(2, 10)
```

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

On peut aussi lui indiquer plusieurs valeurs qui seront alors répétées en boucle :

```
rep(c("a", "b"), 3)
```

```
[1] "a" "b" "a" "b" "a" "b"
```

Dans d'autres situations, on peut avoir besoin de créer un vecteur contenant une suite de valeurs, ce qui se réalise aisément avec `seq()` à qui on précisera les arguments `from` (point de départ), `to` (point d'arrivée) et `by` (pas). Quelques exemples valent mieux qu'un long discours :

```
seq(1, 10)
```

```
[1] 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
```

```
seq(5, 17, by = 2)
```

```
[1] 5 7 9 11 13 15 17
```

```
seq(10, 0)
```

```
[1] 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0
```

```
seq(100, 10, by = -10)
```

```
[1] 100 90 80 70 60 50 40 30 20 10
```

```
seq(1.23, 5.67, by = 0.33)
```

```
[1] 1.23 1.56 1.89 2.22 2.55 2.88 3.21 3.54 3.87 4.20 4.53 4.86 5.19 5.52
```

L'opérateur `:` est un raccourci de la fonction `seq()` pour créer une suite de nombres entiers. Il s'utilise ainsi :

```
1:5
```

```
[1] 1 2 3 4 5
```

```
24:32
```

```
[1] 24 25 26 27 28 29 30 31 32
```

```
55:43
```

```
[1] 55 54 53 52 51 50 49 48 47 46 45 44 43
```

1.3 Longueur d'un vecteur

La longueur d'un vecteur correspond au nombre de valeurs qui le composent. Elle s'obtient avec `length()` :

```
length(taille)
```

```
[1] 4
```

```
length(c("a", "b"))
```

```
[1] 2
```

La longueur d'un vecteur vide (`NULL`) est zéro.

```
length(NULL)
```

```
[1] 0
```

1.4 Combiner des vecteurs

Pour combiner des vecteurs, rien de plus simple. Il suffit d'utiliser `c()` ! Les valeurs des différents vecteurs seront mises bout à bout pour créer un unique vecteur.

```
x <- c(2, 1, 3, 4)
```

```
length(x)
```

```
[1] 4
```

```
y <- c(9, 1, 2, 6, 3, 0)
```

```
length(y)
```

```
[1] 6
```

```
z <- c(x, y)
```

```
z
```

```
[1] 2 1 3 4 9 1 2 6 3 0
```

```
length(z)
```

```
[1] 10
```

1.5 Vecteurs nommés

Les différentes valeurs d'un vecteur peuvent être nommées. Une première manière de nommer les éléments d'un vecteur est de le faire à sa création :

```
sexe <- c(Michel = "h", Anne = "f", Dominique = NA, Jean = "h", Claude = NA, Marie = "f")
```

Lorsqu'on affiche le vecteur, la présentation change quelque peu.

```
sexe
```

Michel	Anne	Dominique	Jean	Claude	Marie
"h"	"f"	NA	"h"	NA	"f"

La liste des noms s'obtient avec `names()`.

```
names(sexe)
```

```
[1] "Michel"      "Anne"        "Dominique" "Jean"        "Claude"      "Marie"
```

Pour ajouter ou modifier les noms d'un vecteur, on doit attribuer un nouveau vecteur de noms :

```
names(sexe) <- c("Michael", "Anna", "Dom", "John", "Alex", "Mary")
```

```
sexe
```

Michael	Anna	Dom	John	Alex	Mary
"h"	"f"	NA	"h"	NA	"f"

Pour supprimer tous les noms, il y a la fonction `unname()` :

```
anonyme <- unname(sexe)
```

```
anonyme
```

```
[1] "h" "f" NA  "h" NA  "f"
```

1.6 Indexation par position

L'indexation est l'une des fonctionnalités les plus puissantes mais aussi les plus difficiles à maîtriser de **R**. Il s'agit d'opérations permettant de sélectionner des sous-ensembles de valeurs en fonction de différents critères. Il existe trois types d'indexation : (i) l'indexation par position, (ii) l'indexation par nom et (iii) l'indexation par condition. Le principe est toujours le même : on indique entre crochets⁶ (`[]`) ce qu'on souhaite garder ou non.

Commençons par l'indexation par position encore appelée indexation directe. Ce mode le plus simple d'indexation consiste à indiquer la position des éléments à conserver.

Reprenons notre vecteur `taille` :

```
taille
```

```
[1] 1.88 1.65 1.92 1.76 NA 1.72
```

Si on souhaite le premier élément du vecteur, on peut faire :

```
taille[1]
```

```
[1] 1.88
```

Si on souhaite les trois premiers éléments ou les éléments 2, 5 et 6 :

```
taille[1:3]
```

```
[1] 1.88 1.65 1.92
```

```
taille[c(2, 5, 6)]
```

```
[1] 1.65 NA 1.72
```

Si on veut le dernier élément :

```
taille[length(taille)]
```

⁶ Pour rappel, les crochets s'obtiennent sur un clavier français de type PC en appuyant sur la touche Alt Gr et la touche (ou).

```
[1] 1.72
```

Il est tout à fait possible de sélectionner les valeurs dans le désordre :

```
taille[c(5, 1, 4, 3)]
```

```
[1] NA 1.88 1.76 1.92
```

Dans le cadre de l'indexation par position, il est également possible de spécifier des nombres négatifs, auquel cas cela signifiera toutes les valeurs sauf celles-là. Par exemple :

```
taille[c(-1, -5)]
```

```
[1] 1.65 1.92 1.76 1.72
```

À noter, si on indique une position au-delà de la longueur du vecteur, **R** renverra NA. Par exemple :

```
taille[23:25]
```

```
[1] NA NA NA
```

1.7 Indexation par nom

Lorsqu'un vecteur est nommé, il est dès lors possible d'accéder à ses valeurs à partir de leur nom. Il s'agit de l'indexation par nom.

```
sexe["Anna"]
```

```
Anna  
"f"
```

```
sexe[c("Mary", "Michael", "John")]
```

```
 Mary Michael   John  
  "f"      "h"    "h"
```

Par contre il n'est pas possible d'utiliser l'opérateur - comme pour l'indexation directe. Pour exclure un élément en fonction de son nom, on doit utiliser une autre forme d'indexation, l'indexation par condition, expliquée dans la section suivante. On peut ainsi faire...

```
sexe[names(sexe) != "Dom"]
```

... pour sélectionner tous les éléments sauf celui qui s'appelle Dom.

1.8 Indexation par condition

L'indexation par condition consiste à fournir un vecteur logique indiquant si chaque élément doit être inclus (si TRUE) ou exclu (si FALSE). Par exemple :

```
sexe
```

Michael	Anna	Dom	John	Alex	Mary
"h"	"f"	NA	"h"	NA	"f"

```
sexe[c(TRUE, FALSE, FALSE, TRUE, FALSE, FALSE)]
```

Michael	John
"h"	"h"

Écrire manuellement une telle condition n'est pas très pratique à l'usage. Mais supposons que nous ayons également à notre disposition les deux vecteurs suivants, également de longueur 6.

```
urbain <- c(TRUE, TRUE, FALSE, FALSE, FALSE, TRUE)
poids <- c(80, 63, 75, 87, 82, 67)
```

Le vecteur `urbain` est un vecteur logique. On peut directement l'utiliser pour avoir le sexe des enquêtés habitant en milieu urbain :

```
sexe[urbain]
```

Michael	Anna	Mary
"h"	"f"	"f"

Supposons qu'on souhaite maintenant avoir la taille des individus pesant 80 kilogrammes ou plus. Nous pouvons effectuer une comparaison à l'aide des opérateurs de comparaison suivants :

Table 1.2: Opérateurs de comparaison

Opérateur de comparaison	Signification
==	égal à
!=	différent de
>	strictement supérieur à
<	strictement inférieur à
>=	supérieur ou égal à
<=	inférieur ou égal à

Voyons tout de suite un exemple :

```
poids >= 80
```

```
[1] TRUE FALSE FALSE TRUE TRUE FALSE
```

Que s'est-il passé ? Nous avons fourni à **R** une condition et il nous a renvoyé un vecteur logique avec autant d'éléments qu'il y a d'observations et dont la valeur est **TRUE** si la condition est remplie et **FALSE** dans les autres cas. Nous pouvons alors utiliser ce vecteur logique pour obtenir la taille des participants pesant 80 kilogrammes ou plus :

```
taille[poids >= 80]
```

```
[1] 1.88 1.76 NA
```

On peut combiner ou modifier des conditions à l'aide des opérateurs logiques habituels :

Table 1.3: Opérateurs logiques

Opérateur logique	Signification
&	et logique
	ou logique
!	négation logique

Supposons que je veuille identifier les personnes pesant 80 kilogrammes ou plus **et** vivant en milieu urbain :

```
poids >= 80 & urbain
```

```
[1] TRUE FALSE FALSE FALSE FALSE FALSE
```

Les résultats sont différents si je souhaite isoler les personnes pesant 80 kilogrammes ou plus **ou** vivant milieu urbain :

```
poids >= 80 | urbain
```

```
[1] TRUE TRUE FALSE TRUE TRUE TRUE
```

! Comparaison et valeur manquante

Une remarque importante : quand l'un des termes d'une condition comporte une valeur manquante (NA), le résultat de cette condition n'est pas toujours TRUE ou FALSE, il peut aussi être à son tour une valeur manquante.

```
taille
```

```
[1] 1.88 1.65 1.92 1.76 NA 1.72
```

```
taille > 1.8
```

```
[1] TRUE FALSE TRUE FALSE NA FALSE
```

On voit que le test `NA > 1.8` ne renvoie ni vrai ni faux, mais NA.

Une autre conséquence importante de ce comportement est qu'on ne peut pas utiliser l'opérateur l'expression `==`

NA pour tester la présence de valeurs manquantes. On utilisera à la place la fonction *ad hoc* `is.na()` :

```
is.na(taille > 1.8)
```

```
[1] FALSE FALSE FALSE FALSE TRUE FALSE
```

Pour compliquer encore un peu le tout, lorsqu'on utilise une condition pour l'indexation, si la condition renvoie NA, **R** ne sélectionne pas l'élément mais retourne quand même la valeur NA. Ceci a donc des conséquences sur le résultat d'une indexation par comparaison.

Par exemple si je cherche à connaître le poids des personnes mesurant 1,80 mètre ou plus :

```
taille
```

```
[1] 1.88 1.65 1.92 1.76 NA 1.72
```

```
poids
```

```
[1] 80 63 75 87 82 67
```

```
poids[taille > 1.8]
```

```
[1] 80 75 NA
```

Les éléments pour lesquels la taille n'est pas connue ont été transformés en NA, ce qui n'influera pas le calcul d'une moyenne. Par contre, lorsqu'on utilisera assignation et indexation ensemble, cela peut créer des problèmes. Il est donc préférable lorsqu'on a des valeurs manquantes de les exclure ainsi :

```
poids[taille > 1.8 & !is.na(taille)]
```

```
[1] 80 75
```

1.9 Assignment par indexation

L'indexation peut être combinée avec l'assignation (opérateur <-) pour modifier seulement certaines parties d'un vecteur. Ceci fonctionne pour les différents types d'indexation évoqués précédemment.

```
v <- 1:5  
v
```

```
[1] 1 2 3 4 5
```

```
v[1] <- 3  
v
```

```
[1] 3 2 3 4 5
```

```
sexe["Alex"] <- "non-binaire"  
sexe
```

Michael	Anna	Dom	John	Alex
"h"	"f"	NA	"h"	"non-binaire"
Mary				
"f"				

Enfin on peut modifier plusieurs éléments d'un seul coup soit en fournissant un vecteur, soit en profitant du mécanisme de recyclage. Les deux commandes suivantes sont ainsi rigoureusement équivalentes :

```
sexe[c(1,3,4)] <- c("Homme", "Homme", "Homme")  
sexe[c(1,3,4)] <- "Homme"
```

L'assignation par indexation peut aussi être utilisée pour ajouter une ou plusieurs valeurs à un vecteur :

```
length(sexe)
```

```
[1] 6
```

```
sexe[7] <- "f"
sexe
```

```
Michael      Anna      Dom      John      Alex
"Homme"      "f"      "Homme"   "Homme"   "non-binaire"
Mary
"f"          "f"
```

```
length(sexe)
```

```
[1] 7
```

1.10 En résumé

- Un vecteur est un objet unidimensionnel contenant une liste de valeurs qui sont toutes du même type (entières, numériques, textuelles ou logiques).
- La fonction `class()` permet de connaître le type du vecteur et la fonction `length()` sa longueur, c'est-à-dire son nombre d'éléments.
- La fonction `c()` sert à créer et à combiner des vecteurs.
- Les valeurs manquantes sont représentées avec `NA`.
- Un vecteur peut être nommé, c'est-à-dire qu'un nom textuel a été associé à chaque élément. Cela peut se faire lors de sa création ou avec la fonction `names()`.
- L'indexation consiste à extraire certains éléments d'un vecteur. Pour cela, on indique ce qu'on souhaite extraire entre crochets (`[]`) juste après le nom du vecteur. Le type d'indexation dépend du type d'information transmise.
- S'il s'agit de nombres entiers, c'est l'indexation par position : les nombres représentent la position dans le vecteur des éléments qu'on souhaite extraire. Un nombre négatif s'interprète comme tous les éléments sauf celui-là.
- Si on indique des chaînes de caractères, c'est l'indexation par nom : on indique le nom des éléments qu'on souhaite extraire. Cette forme d'indexation ne fonctionne que si le vecteur est nommé.

- Si on transmet des valeurs logiques, le plus souvent sous la forme d'une condition, c'est l'indexation par condition : **TRUE** indique les éléments à extraire et **FALSE** les éléments à exclure. Il faut être vigilant aux valeurs manquantes (**NA**) dans ce cas précis.
- Enfin, il est possible de ne modifier que certains éléments d'un vecteur en ayant recours à la fois à l'indexation (`[]`) et à l'assignation (`<-`).

1.11 webin-R

On pourra également se référer au webin-R #02 (*les bases du langage R*) sur [YouTube](#).

<https://youtu.be/Eh8piunoqQc>

2 Listes

Par nature, les vecteurs ne peuvent contenir que des valeurs de même type (numérique, textuel ou logique). Or, on peut avoir besoin de représenter des objets plus complexes composés d'éléments disparates. C'est ce que permettent les listes.

2.1 Propriétés et création

Une liste se crée tout simplement avec la fonction `list()` :

```
l1 <- list(1:5, "abc")
```

```
l1
```

```
[[1]]
```

```
[1] 1 2 3 4 5
```

```
[[2]]
```

```
[1] "abc"
```

Une liste est un ensemble d'objets, quels qu'ils soient, chaque élément d'une liste pouvant avoir ses propres dimensions. Dans notre exemple précédent, nous avons créé une liste `l1` composée de deux éléments : un vecteur d'entiers de longueur 5 et un vecteur textuel de longueur 1. La longueur d'une liste correspond aux nombres d'éléments qu'elle contient et s'obtient avec `length()` :

```
length(l1)
```

```
[1] 2
```

Comme les vecteurs, une liste peut être nommée et les noms des éléments d'une liste sont accessibles avec `names()` :

```
l2 <- list(
  minuscules = letters,
  majuscules = LETTERS,
  mois = month.name
)
l2

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

$majuscules
[1] "A" "B" "C" "D" "E" "F" "G" "H" "I" "J" "K" "L" "M" "N" "O" "P" "Q" "R" "S"
[20] "T" "U" "V" "W" "X" "Y" "Z"

$mois
[1] "January" "February" "March" "April" "May" "June"
[7] "July" "August" "September" "October" "November" "December"

length(l2)

[1] 3

names(l2)

[1] "minuscules" "majuscules" "mois"
```

Que se passe-t-il maintenant si on effectue la commande suivante ?

```
l1 <- list(l1, l2)
```

À votre avis, quelle est la longueur de cette nouvelle liste `l1` ?
5 ?

```
length(l1)
```

```
[1] 2
```

Eh bien non ! Elle est de longueur 2 car nous avons créé une liste composée de deux éléments qui sont eux-mêmes des listes. Cela est plus lisible si on fait appel à la fonction `str()` qui permet de visualiser la structure d'un objet.

```
str(l)
```

```
List of 2
 $ :List of 2
  ..$ : int [1:5] 1 2 3 4 5
  ..$ : chr "abc"
 $ :List of 3
  ..$ minuscules: chr [1:26] "a" "b" "c" "d" ...
  ..$ majuscules: chr [1:26] "A" "B" "C" "D" ...
  ..$ mois      : chr [1:12] "January" "February" "March" "April" ...
```

Une liste peut contenir tous types d'objets, y compris d'autres listes. Pour combiner les éléments d'une liste, il faut utiliser la fonction `append()` :

```
l <- append(l1, l2)
length(l)
```

```
[1] 5
```

```
str(l)
```

```
List of 5
 $      : int [1:5] 1 2 3 4 5
 $      : chr "abc"
 $ minuscules: chr [1:26] "a" "b" "c" "d" ...
 $ majuscules: chr [1:26] "A" "B" "C" "D" ...
 $ mois      : chr [1:12] "January" "February" "March" "April" ...
```

Note

On peut noter en passant qu'une liste peut tout à fait n'être que partiellement nommée.

2.2 Indexation

Les crochets simples (`[]`) fonctionnent comme pour les vecteurs. On peut utiliser à la fois l'indexation par position, l'indexation par nom et l'indexation par condition.

```
l
```

```
[[1]]  
[1] 1 2 3 4 5
```

```
[[2]]  
[1] "abc"
```

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

```
$majuscules  
[1] "A" "B" "C" "D" "E" "F" "G" "H" "I" "J" "K" "L" "M" "N" "O" "P" "Q" "R" "S"  
[20] "T" "U" "V" "W" "X" "Y" "Z"
```

```
$mois  
[1] "January" "February" "March" "April" "May" "June"  
[7] "July" "August" "September" "October" "November" "December"
```

```
l[c(1,3,4)]
```

```
[[1]]  
[1] 1 2 3 4 5
```

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

```
$majuscules  
[1] "A" "B" "C" "D" "E" "F" "G" "H" "I" "J" "K" "L" "M" "N" "O" "P" "Q" "R" "S"  
[20] "T" "U" "V" "W" "X" "Y" "Z"
```

```
l[c("majuscules", "minuscules")]
```

```
$majuscules
[1] "A" "B" "C" "D" "E" "F" "G" "H" "I" "J" "K" "L" "M" "N" "O" "P" "Q" "R" "S"
[20] "T" "U" "V" "W" "X" "Y" "Z"
```

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

```
l[c(TRUE, TRUE, FALSE, FALSE, TRUE)]
```

```
[[1]]
[1] 1 2 3 4 5
```

```
[[2]]
[1] "abc"
```

```
$mois
[1] "January" "February" "March" "April" "May" "June"
[7] "July" "August" "September" "October" "November" "December"
```

Même si on extrait un seul élément, l'extraction obtenue avec les crochets simples renvoie toujours une liste, ici composée d'un seul élément :

```
str(l[1])
```

```
List of 1
 $ : int [1:5] 1 2 3 4 5
```

Supposons que je souhaite calculer la moyenne des valeurs du premier élément de ma liste. Essayons la commande suivante :

```
mean(l[1])
```

```
Warning in mean.default(l[1]): l'argument n'est ni numérique, ni logique :
renvoi de NA
```

```
[1] NA
```

Nous obtenons un message d'erreur. En effet, **R** ne sait pas calculer une moyenne à partir d'une liste. Ce qu'il lui faut, c'est un vecteur de valeurs numériques. Autrement dit, ce que nous cherchons à obtenir c'est le contenu même du premier élément de notre liste et non une liste à un seul élément.

C'est ici que les doubles crochets (`[[]]`) vont rentrer en jeu. Pour ces derniers, nous pourrions utiliser l'indexation par position ou l'indexation par nom, mais pas l'indexation par condition. De plus, le critère qu'on indiquera doit indiquer **un et un seul** élément de notre liste. Au lieu de renvoyer une liste à un élément, les doubles crochets vont renvoyer l'élément désigné.

```
str(l[1])
```

```
List of 1
 $ : int [1:5] 1 2 3 4 5
```

```
str(l[[1]])
```

```
int [1:5] 1 2 3 4 5
```

Maintenant, nous pouvons calculer notre moyenne :

```
mean(l[[1]])
```

```
[1] 3
```

Nous pouvons aussi utiliser l'indexation par nom.

```
l[["mois"]]
```

```
[1] "January"  "February" "March"    "April"    "May"      "June"
[7] "July"     "August"   "September" "October"  "November" "December"
```

Mais il faut avouer que cette écriture avec doubles crochets et guillemets est un peu lourde. Heureusement, un nouvel acteur entre en scène : le symbole dollar (`$`). C'est un raccourci des doubles crochets pour l'indexation par nom qu'on utilise ainsi :

```
l$mois
```

```
[1] "January" "February" "March" "April" "May" "June"
[7] "July" "August" "September" "October" "November" "December"
```

Les écritures `l$mois` et `l[["mois"]]` sont équivalentes.
Attention ! Cela ne fonctionne que pour l'indexation par nom.

```
l$1
```

```
Error: unexpected numeric constant in "l$1"
```

L'assignation par indexation fonctionne également avec les doubles crochets ou le signe dollar :

```
l[[2]] <- list(c("un", "vecteur", "textuel"))
l$mois <- c("Janvier", "Février", "Mars")
l
```

```
[[1]]
[1] 1 2 3 4 5
```

```
[[2]]
[[2]][[1]]
[1] "un" "vecteur" "textuel"
```

```
$minuscules
```

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

```
$majuscules
```

```
[1] "A" "B" "C" "D" "E" "F" "G" "H" "I" "J" "K" "L" "M" "N" "O" "P" "Q" "R" "S"
[20] "T" "U" "V" "W" "X" "Y" "Z"
```

```
$mois
```

```
[1] "Janvier" "Février" "Mars"
```

2.3 En résumé

- Les listes sont des objets unidimensionnels pouvant contenir tout type d'objet, y compris d'autres listes.
- Elles ont une longueur qu'on obtient avec `length()`.
- On crée une liste avec `list()` et on peut fusionner des listes avec `append()`.
- Tout comme les vecteurs, les listes peuvent être nommées et les noms des éléments s'obtiennent avec `base::names()`.
- Les crochets simples (`[]`) permettent de sélectionner les éléments d'une liste, en utilisant l'indexation par position, l'indexation par nom ou l'indexation par condition. Cela renvoie toujours une autre liste.
- Les doubles crochets (`[[]]`) renvoient directement le contenu d'un élément de la liste qu'on aura sélectionné par position ou par nom.
- Le symbole `$` est un raccourci pour facilement sélectionner un élément par son nom, `liste$nom` étant équivalent à `liste[["nom"]]`.

2.4 webin-R

On pourra également se référer au webin-R #02 (*les bases du langage R*) sur [YouTube](https://www.youtube.com/watch?v=Eh8piunoqQc).

<https://youtu.be/Eh8piunoqQc>

3 Facteurs

partie II

Manipulation de données

4 Dates avec lubridate