

Tutoriel Latex sous R-Markdown

Jiayue Liu

16-11-2020

Introduction

LaTeX est un langage informatique permettant de produire des documents scientifiques contenant des équations mathématiques. Ce tutoriel sert à exposer les commandes de bases ainsi que les astuces pour écrire des équations sous R-Markdown. Pour une introduction plus générale sur LaTeX dans d'autres contextes, notamment la création d'un document entier en LaTeX, vous pouvez consulter la page xxx.

L'usage de LaTeX permet de structurer les équations de façon uniforme et lisible, comme par exemple celle-ci :

$$f(x) = x + 1$$

Ou encore celle-là, un peu plus compliquée :

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

Nous allons découvrir la syntaxe qui permet d'écrire et assembler ces symboles mathématiques dans la partie suivante.

Importer le package LaTeX

LaTeX fait partie des packages sous R qu'il faut introduire en tête d'un fichier .Rmd :

```
---
title: "Ceci est le titre d'un document"
output: pdf_document
header-includes:
  - \usepackage{bbm}
---
```

Sachez cependant que sur RStudio Cloud, ce package semblerait déjà importé par défaut. Dans ce cas-là, cette étape n'est plus nécessaire.

1. Les bases

1.1 Quelques notions de syntaxe

- Environnement : un environnement LaTeX est un espace de travail qui permet d'appeler les différents types de commandes, comme par exemple l'environnement `equation`. Nous pouvons ouvrir et fermer un environnement avec les commandes `\begin{}` et `\end{}`. Il est d'ailleurs possible de combiner plusieurs environnements.

- Commande : une commande est une fonction interne à LaTeX qui se trouve à l'intérieur d'un environnement.

N.B. Que ce soit un environnement ou une commande, la syntaxe veut qu'on commence la saisie par un *backslash* (`\`).

- Mode de mise en forme : il existe trois modes d'écriture sous LaTeX qui chacun détermine un style de mise en page dans le résultat de sortie.
 - Text Mode : ne contient que du texte non-mathématique.
 - Ordinary Math Mode : un mélange de texte et de contenu mathématique dans une même ligne.
 - Display Math Mode : est affiché seul le contenu mathématique, séparément du texte.

La différencence entre Ordinary Math Mode et Display Math Mode est illustrée ci-dessous.

1.2 Les différentes mises en forme du contenu mathématique

- Ordinary Math Mode : le contenu mathématique commence par un signe dollar `$` et se termine par un dollar (ou commence par `\(` et finit par `\)`) comme celle-ci :

L'aire S d'un disque de rayon r est égale à : `$S = \pi r^2$`

ce qui donne :

L'aire S d'un disque de rayon r est égale à : $S = \pi r^2$

- Display Math Mode : le contenu mathématique est détaché du reste du texte ; cela commence par 2 signes dollar ou `\[` et se termine par 2 signes dollar ou `\]` comme celle-ci :

L'aire S d'un disque de rayon r est égale à : `\[S = \pi r^2\]`

ce qui donne :

L'aire S d'un disque de rayon r est égale à :

$$S = \pi r^2$$

A noter que, sans préciser aucun **environnement**, une formule dans Display Math Mode est par défaut centrée et tous ses composants s'affichent dans une même ligne.

2. Symboles et caractères

Pour une liste exhaustive des symboles sous LaTeX, vous pouvez consulter ce document qui fait l'objet d'une mise à jour régulière : <http://tug.ctan.org/info/symbols/comprehensive/symbols-a4.pdf>

N.B. Il est omis dans le texte suivant les symboles d'activation `$` ou `$$`.

Les plus souvent utilisés

- Mettre en exposant `a^{bcd}` : a^{bcd}
- Mettre en indice `a_{bcd}` : a_{bcd}
- Relations `=`, `\neq(\neq)`, `<`, `>`, `\leq(\leq)` et `\geq(\geq)`
- Opérateurs binaires `+`, `-`, `*` et `/`
- Fraction `\frac{a}{b}` : $\frac{a}{b}$
- Racine carrée `\sqrt{abcd}` : \sqrt{abcd}
- Racine n -ième `\sqrt[n]{abcd}` : $\sqrt[n]{abcd}$

- Les parenthèses et crochets $()$, $[]$, $\{\}$, $\langle\rangle$ (un peu comme dans « $\langle\dots\rangle$ »), $|\dots|$ (valeur absolue) et $\|\dots\|$ (norme)
- ' pour prime, '' pour seconde, ''' pour tierce

Symboles divers

- `\forall` : \forall
- `\exists` : \exists
- `\infty` : ∞
- `\partial` : ∂

Les dots

- `\cdots` : eg. `a + \cdots + b` donne $a + \dots + b$
- `\ldots` : eg. `a, \ldots, b` donne a, \dots, b
- `\vdots` : \vdots
- `\ddots` : \ddots

Les accents

- `\hat{a}`, `\check{a}`, `\acute{a}`, `\grave{a}` : $\hat{a}, \check{a}, \acute{a}, \grave{a}$
- `\bar{x}`, `\vec{x}`, `\dot{x}`, `\ddot{x}` : $\bar{x}, \vec{x}, \dot{x}, \ddot{x}$
- `\breve{a}`, `\tilde{a}`, `\mathring{a}` : $\breve{a}, \tilde{a}, \mathring{a}$

Lettres grecques Les lettres grecques retranscrites en lettre latine :

<code>\alpha</code>	<code>\beta</code>	<code>\gamma</code>	<code>\delta</code>	<code>\epsilon</code>	<code>\varepsilon</code>	<code>\zeta</code>	<code>\eta</code>	<code>\theta</code>	<code>\iota</code>	<code>\kappa</code>	<code>\lambda</code>	<code>\mu</code>	<code>\nu</code>	<code>\xi</code>	<code>\pi</code>	<code>\varrho</code>	<code>\rho</code>	<code>\sigma</code>	<code>\tau</code>	<code>\upsilon</code>	<code>\phi</code>	<code>\varphi</code>	<code>\chi</code>	<code>\psi</code>	<code>\omega</code>	<code>\Gamma</code>	<code>\Delta</code>	<code>\Theta</code>	<code>\Lambda</code>	<code>\Xi</code>	<code>\Pi</code>	<code>\Upsilon</code>	<code>\Phi</code>	<code>\Psi</code>	<code>\Omega</code>
---------------------	--------------------	---------------------	---------------------	-----------------------	--------------------------	--------------------	-------------------	---------------------	--------------------	---------------------	----------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	----------------------	-------------------	---------------------	-------------------	-----------------------	-------------------	----------------------	-------------------	-------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	----------------------	------------------	------------------	-----------------------	-------------------	-------------------	---------------------

Opérateurs binaires

- `\pm` `\times` `\div` `\cdot` : $\pm \times \div \cdot$
- `\circ` `\bullet` `\oplus` `\otimes` : $\circ \bullet \oplus \otimes$
- `\cap` `\cup` `\vee` `\wedge` : $\cap \cup \vee \wedge$

Grands opérateurs

- `\sum_{0}^{\infty}` : \sum_0^∞
- `\int_0^\infty` : \int_0^∞
- `\prod_0^\infty` : \prod_0^∞
- `\bigcap_0^\infty` : \bigcap_0^∞

- `\bigcup_{0}^{\infty}` : \bigcup_0^∞

Les relations

- `\propto \approx \sim \simeq` : $\propto \approx \sim \simeq$
- `\subseteq \supseteq \in \equiv` : $\subseteq \supseteq \in \equiv$
- `\rightarrow \Rightarrow \leftarrow \Leftarrow` : $\rightarrow \Rightarrow \leftarrow \Leftarrow$
- `\leftrightarrow \Leftrightarrow \longleftrightarrow \Longleftrightarrow` : $\leftrightarrow \Leftrightarrow \longleftrightarrow \Longleftrightarrow$

N.B. La négation d'une relation est démarquée par `\not`, comme `\not \in` ce qui donne \notin .

Les délimiteurs

- `() [] \{\} \langle \rangle`
- `\uparrow \downarrow \updownarrow \Uparrow \Downarrow \Updownarrow` : $\uparrow \downarrow \updownarrow \Uparrow \Downarrow \Updownarrow$

N.B. Pour ajuster la taille des délimiteurs, on peut utiliser `\left` `\right` avec la syntaxe suivante:

`\left<delim1> <formule> \right<delim2>`

Lorsqu'on a besoin d'un seul délimiteur, on utilise “.” juste après `\left` ou `\right`. Exemple :

```
\[
|x| = \left\{
\begin{array}{ll}
+x & \text{si } x \geq 0 \\
-x & \text{sinon}
\end{array}
\right.
```

ce qui donne le résultat :

$$|x| = \begin{cases} +x & \text{si } x \geq 0 \\ -x & \text{sinon} \end{cases}$$

Les fonctions Les fonctions prédéfinies sont: `\sin`, `\cos`, `\tan`, `\arcsin`, `\arccos`, `\arctan`, `\sinh`, `\cosh`, `\tanh`, `\cot`, `\log`, `\ln`, `\lim`, suivies de `(x)`. Pour d'autres fonctions non définies, il faut importer le package `amsmath`.

Espacement

- `\,`, espace fine
- `\;`, espace moyenne
- `\:`, espace large
- `\,`, espace normale (intermot)
- `\quad`, cadratin
- `\qquad`, double cadratin

3. Environnements et commandes

3.1 Quelques environnements de base

L'environnement `equation`

L'environnement `equation` permet d'insérer une seule formule dans le texte. Ici on veut insérer une formule qui calcule l'aire d'un disque S de rayon r :

```
\begin{equation}
  S=\pi r^2
\end{equation}
```

$$S = \pi r^2 \tag{1}$$

Notez bien que la formule est automatiquement numérotée, ce qui n'est pas le cas avec `\[` et `\]` ou `$$`. Pour désactiver la numérotation, on peut utiliser la version “étoilée” (eg. `equation*`).

L'environnement `split`

Parfois on a envie de séparer une longue formule en plusieurs étapes pour que ce soit plus lisible. Pour ce faire, nous allons créer l'environnement `split` dans l'environnement `equation`. Exemple :

```
\begin{equation*}
\begin{split}
  y &= (a+b)^2 \\
  &= a^2 + b^2 + 2ab \\
  &\geq 0
\end{split}
\end{equation*}
```

$$\begin{aligned} y &= (a + b)^2 \\ &= a^2 + b^2 + 2ab \\ &\geq 0. \end{aligned}$$

N.B. L'usage de `&` et de `\\` permet d'indiquer l'alignement et les sauts de lignes.

L'environnement `gather`

Si on veut associer plusieurs formules sous-jacentes, on peut utiliser l'environnement `gather`. Exemple :

```
\begin{gather}
  \sum_i F_i = \frac{d_v}{d_t} = 0 \\
  F = M * a \\
  \sum F_{A,B} = -\sum F_{B,A}
\end{gather}
```

$$\sum_i F_i = \frac{d_v}{d_t} = 0 \quad (2)$$

$$F = Ma \quad (3)$$

$$\sum F_{A,B} = \sum F_{B,A} \quad (4)$$

L'environnement align

Tout comme `split`, cet environnement permet de séparer les équations en plusieurs étapes mais en s'assurant qu'elles soient alignées.

```
\begin{align}
F(z) &= \sum_{n=0}^{\infty} f_n z^n \\
&= z + \sum_{n=2}^{\infty} (f_{n-1} + f_{n-2}) z^n \\
&= z + F(z)/z + F(z)/z^2 \\
\nonumber \\
&= z / (1 - z - z^2)
\end{align}
```

$$F(z) = \sum_{n=0}^{\infty} f_n z^n \quad (5)$$

$$= z + \sum_{n=2}^{\infty} (f_{n-1} + f_{n-2}) z^n \quad (6)$$

$$= z + F(z)/z + F(z)/z^2 \quad (7)$$

$$= z/(1 - z - z^2).$$

N.B. La commande `\nonumber` met en pause la numérotation automatique.

3.2 Quelques commandes de base

3.2.1 Référencement

Nous pouvons très bien donner un nom à des formules avec la commande `\label{}`. Cela permet de mieux référencer les formules quand elles sont nombreuses et dispersées dans un document, avec la commande `\ref{}`.

```
\begin{equation}
\label{aireS}
S = \pi r^2
\end{equation}
```

(...) plus loin dans le texte, on pourra donc citer la formule `\ref{aireS}`. La numérotation sera modifiée automatiquement si l'emplacement de la formule en question est changé.

$$S = \pi r^2 \quad (8)$$

(...) plus loin dans le texte, on pourra donc citer la formule 8. La numérotation sera modifiée automatiquement si l'emplacement de la formule en question est changé.

4. Insertion et manipulation des graphiques

Il existe sous LaTeX des packages ou extensions pour pouvoir travailler sur des éléments graphiques comme des images ou des dessins. Pour ce faire, il faut introduire le package `graphicx`.

4.1 Insertion des images depuis le répertoire

Pour commencer, on utilise la commande `\includegraphics[options]{nom du fichier}`. Il est par ailleurs d'omettre l'extension du fichier (ici `.jpg` en l'occurrence). Dans la partie `[options]`, on a la possibilité d'ajuster la taille de l'image par exemple.

Cependant, la commande `\includegraphics` ne s'accompagne d'aucune mise en page. Par conséquent, nous pouvons utiliser l'environnement `figure` qui assure une bonne représentation de l'image dans le texte.

Ainsi, avec la commande suivante :

```
\begin{figure}
  \centering \includegraphics[width=3cm]{biden.jpg}
  \caption{Joe Biden, 46th Presidente-elect of the United States}
  \label{img-exemple}
\end{figure}
```

On obtient le résultat suivant :

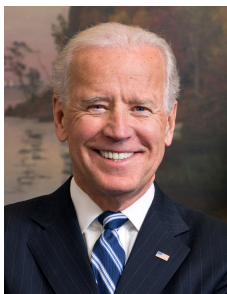


Figure 1: Joe Biden, 46th Presidente-elect of the United States

On voit que la figure est automatiquement numérotée avec la commande `\caption`, comme dans l'exemple des équations montré plus haut.

Il existe trois manières d'agir sur la taille d'un graphique. * `scale=ratio`, où `ratio` est un nombre positif ou négatif, permet de changer la taille globale de la figure ; * `width=dimen` permet d'imposer la largeur du graphique ; * `height=dimen` permet d'imposer la hauteur du graphique.

Avec l'option `angle=ndegree` on peut réaliser également des rotations.

```
\begin{figure}
  \centering \includegraphics[angle=180,scale=0.25]{biden.jpg}
  \label{img-exemple-rotated}
\end{figure}
```

ce qui donne :



Figure 2: Joe Biden, portrait renversé