

# Programmation lettrée et R Markdown



# Programmation lettrée et R Markdown

**Vincent Goulet**

Professeur titulaire  
École d'actuariat, Université Laval

Version 2020.02



Vincent Goulet, 2020

© 2020 par Vincent Goulet. « Programmation lettrée et R Markdown » est mis à disposition sous licence **Attribution-Partage dans les mêmes conditions 4.0 International** de Creative Commons. En vertu de cette licence, vous êtes autorisé à :

- **partager** — copier, distribuer et communiquer le matériel par tous moyens et sous tous formats;
- **adapter** — remixer, transformer et créer à partir du matériel pour toute utilisation, y compris commerciale.

L'Offrant ne peut retirer les autorisations concédées par la licence tant que vous appliquez les termes de cette licence.

Selon les conditions suivantes :



**Attribution** — Vous devez créditer l'œuvre, intégrer un lien vers la licence et indiquer si des modifications ont été effectuées à l'œuvre. Vous devez indiquer ces informations par tous les moyens raisonnables, sans toutefois suggérer que l'Offrant vous soutient ou soutient la façon dont vous avez utilisé son œuvre.



**Partage dans les mêmes conditions** — Dans le cas où vous effectuez un remix, que vous transformez, ou créez à partir du matériel composant l'œuvre originale, vous devez diffuser l'œuvre modifiée dans les mêmes conditions, c'est-à-dire avec la même licence avec laquelle l'œuvre originale a été diffusée.

#### Code source

 [Voir sur GitLab](#)

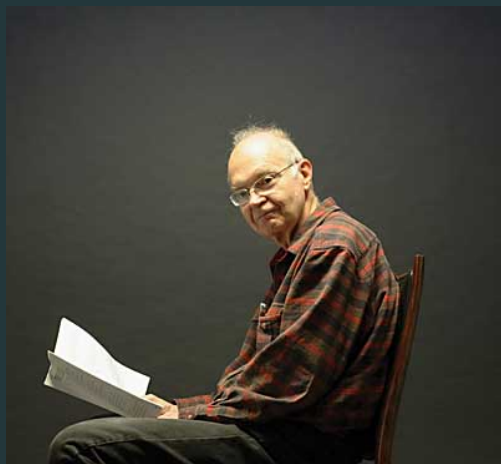
#### Couverture

Lémur catta (*Lemur catta*) dans le parc national de l'Isalo, Madagascar.

Crédit photo : © Bernard Gagnon **CC BY-SA 3.0 non transposé**, via [Wikimedia Commons](#).

*I believe that the time is ripe for significantly better documentation of programs, and that we can best achieve this by considering programs to be works of literature. Hence, my title: Literate Programming.*

— Donald Knuth, 1982



« Finalement, comme plusieurs d'entre-vous n'ont pas beaucoup de temps pour [...] reprendre tout ce que vous venez de produire en R pour en faire un rapport avec de multiple copier/coller/effacer/modifier/jeter/recommencer, il serait peut-être intéressant pour vous de commencer à utiliser R Markdown. »

— **Samuel Cabral Cruz**, analyste en actuariat chez DGAG, promotion 2015

Ce qui a le plus contribué à changer mes méthodes de travail depuis 20 ans

- S-PLUS et R
- Gestion de versions
- Programmation lettrée (avec  $\text{\LaTeX}$  et Sweave)

[Programmation lettrée](#)

[Markdown](#)

[R Markdown](#)

[Mathématiques](#)

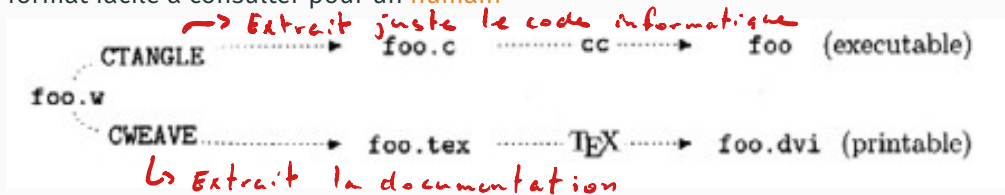
# Programmation lettrée

---



Une (autre) idée de Donald Knuth lorsqu'il a créé T<sub>E</sub>X pour rédiger *The Art of Computer Programming*.

- Combiner un programme et sa documentation dans un même fichier dans un format facile à consulter pour un **humain**



- Plusieurs systèmes au fil du temps : **WEB** [↗](#) (Knuth, 1984), **CWEB** [↗](#) (Knuth et Levy, 1987), **noweb** [↗](#) (Ramsey, 1989), **Sweave** [↗](#) (Leisch, 2002), **knitr** [↗](#) (Xie, 2012)

Orienté vers la création de documents PDF.

## Avantages

- Qualité typographique, en particulier les équations mathématiques
- Simplicité de Sweave
- Universel et stable

## Inconvénients

- Courbe d'apprentissage
- Peu d'intégration avec les outils de partage en ligne

Orienté vers la création de pages web et de documents PDF.

### Avantages

- Prise en main rapide et facile grâce à la syntaxe simplifiée
- Nombreux formats de sortie
- Formidable intégration avec RStudio et GitHub

### Inconvénients

- Nombreuses couches logicielles (Markdown, YAML, knitr, Pandoc,  $\text{\LaTeX}$ , HTML, ...)
- Prise en charge limitée des équations mathématiques
- $\text{\LaTeX}$  requis pour équations complexes ou mises en forme particulières

foo.Rmd

```
L'utilisateur de R interagit avec l'interprète en entrant  
des commandes à l'invite de commande:
```

```
```{r echo=TRUE}
```

```
2 + 3
```

```
```
```

```
La commande `exp(1)` donne `r exp(1)`, la valeur du nombre  $e$ .
```

```
knit("foo.Rmd") → foo.md
```

L'utilisateur de R interagit avec l'interprète en entrant des commandes à l'invite de commande:

```
`>`r
```

```
2 + 3
```

```
`>`
```

```
`>`
```

```
## [1] 5
```

```
`>`
```

La commande ``exp(1)`` donne 2.7182818, la valeur du nombre  $e$ .

# Processus en un coup d'oeil

R Markdown est construit autour de knitr et de **Pandoc** [↗](#).



R Markdown et Shiny sont des technologies très liées à la **compagnie** RStudio.

- Créateur de knitr travaille pour RStudio
- Shiny développé par RStudio
- Documentation officielle dans le site de RStudio
- RStudio (l'éditeur) incite à utiliser ces formats
- « Communauté » très active dans les réseaux sociaux, Stack Overflow, etc.

## Markdown

---



Markdown  vise à simplifier l'édition de pages web.




- Créé par John Gruber en 2004
- Dernière mise à jour en 2004 (!)
- Syntaxe simple à lire et à écrire pour titres, tableaux, liens, images, etc.
- Utilisé par Stack Overflow et Stack Exchange, GitLab, GitHub, BitBucket, blogues, etc.

```
# Syntaxe Markdown
```

```
## Listes
```

```
- Épicerie
  1. Bananes
  2. Hamburger
    * pain
    * viande

- Quincaillerie
```

- Site officiel 
- *Cheatsheet* de la syntaxe 
- Tutoriel interactif de 10 minutes 


Utiliser le fichier `exercice-markdown.md`.

1. Ouvrir le fichier dans RStudio.
2. Copier l'intégralité du texte du fichier et le coller dans [Markdown Live Preview](#) .
3. Comparer l'entrée et la sortie.

## R Markdown

---

Trois composantes principales d'un fichier R Markdown :

1. Entête de configuration **YAML**  (YAML Ain't Markup Language)
2. Texte en format Markdown
3. Code R sous forme de **blocs de code** (*chunks*) ou d'**expressions au fil du texte**

▼ `exercice-introduction.Rmd`

Quelques uns des formats pris en charge par R Markdown ([liste complète](#) ↗).

- Document PDF (`pdf_document`; via  $\text{\LaTeX}$ )
- Document HTML (`html_document`)
- Diapositives avec ioslides (`ioslides_presentation`)
- Diapositives PDF avec Beamer (`beamer_presentation`; via  $\text{\LaTeX}$ )
- Word (`word_document`)



Utiliser le fichier `exercice-introduction.Rmd`.

1. Faire du répertoire dans lequel se trouve le fichier le répertoire de travail de R.
2. Si ce n'est déjà fait, charger le paquetage **rmarkdown** dans la session R.


```
| > library(rmarkdown)
```

3. Compiler le document en format PDF.

```
| > render("exercice-introduction.Rmd", encoding = "UTF-8")
```

4. Répéter l'étape précédente après avoir changé `pdf_document` dans l'entête pour `html_document`.



Dans RStudio, le bouton  lance directement la compilation d'un document.



Différentes options placées dans `{r }` permettent de contrôler le traitement d'un bloc de code.

**echo** affiche le code source si **TRUE** (par défaut)

**eval** exécute le code et affiche la sortie si **TRUE** (par défaut)

**include** affiche le contenu du bloc si **TRUE** (par défaut)



Soyez explicite dans les blocs de code, surtout avec **echo**.

## Utilisation des options

- Afficher une expression sans l'évaluer ni afficher le résultat

```
```{r echo = TRUE, eval = FALSE}  
2 + 3  
```
```

- Afficher un résultat sans montrer l'expression

```
```{r echo = FALSE, eval = TRUE}  
2 + 3  
```
```

- Cacher complètement un calcul (mais effectuer ce calcul)

```
```{r include = FALSE}  
2 + 3  
```
```

Tout passe par l'entête YAML.

```
---  
title: ""  
output:  
  html_document:  
    toc: TRUE  
    toc_float: TRUE  
    number_sections: TRUE  
    theme: flatly  
    highlight: espresso  
---
```



Dans la syntaxe YAML, l'indentation, la position des « : » et les espaces jouent un rôle.

Utiliser le fichier `exercice-configuration.Rmd`.

1. Compiler le fichier tel quel et visualiser la présentation ioslides.
2. Ajouter les options suivantes dans l'entête et visualiser de nouveau la présentation :

```
transition: faster  
widescreen: yes
```

3. Modifier l'entête pour produire plutôt une présentation Beamer standard.
4. Modifier l'entête pour utiliser les options de Beamer suivantes :

```
latex_engine: xelatex  
theme: metropolis  
highlight: espresso
```

# Mathématiques

---

- Décrire des mathématiques requiert un « langage » spécial
- Syntaxe de  $\text{\LaTeX}$
- Toutes les fonctionnalités de  $\text{\LaTeX}$  ne sont pas disponibles, surtout en format HTML

Une équation « en ligne » directement dans le texte comme  $(a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$  est placée entre \$ \$.

Une équation «en ligne» directement dans le texte comme  $(a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$  est placée entre ` \$ \$ `.

## Équations hors paragraphe

Les équations hors paragraphe séparées du texte principal comme

$$\int_0^{\infty} f(x) dx = \frac{1}{n!} \sum_{i=1}^n \alpha_i e^{x_i} f(x_i)$$

sont placées entre `$$` `$$`.

Les équations hors paragraphe séparées du texte principal comme

`$$`

`\int_0^{\infty} f(x) dx =`

`\frac{1}{n!}`

`\sum_{i = 1}^n \alpha_i e^{x_i} f(x_i)`

`$$`

*→ Pour majuscule \Alpha*

sont placées entre ``$$` `$$``.



Consulter le chapitre 7 de [Rédaction avec  \$\text{\LaTeX}\$](#) .

Le document est distribué avec TeX Live et donc déjà installé sur votre poste de travail.

```
$ texdoc formation-latex-ul
```







Reproduire le texte ci-dessous dans les formats PDF et HTML.

La densité conjointe de  $X_1$  et  $X_2$  est simplement le produit des densités marginales :

$$f_{X_1X_2}(x_1, x_2) = \frac{1}{\Gamma(\alpha)} x_2^{\alpha-1} e^{-(x_1+x_2)}, \quad x_1 > 0, x_2 > 0.$$



La commande `\quad` produit un grand espace : | |.

- Page d'accueil du projet R Markdown 
- *Cheatsheet* R Markdown 
- Guide de référence R Markdown 
- Options PDF de R Markdown 
- Guide knitr 
- Options knitr 

Ce document a été produit par le système de mise en page Xe<sub>La</sub>T<sub>E</sub>X avec la classe **beamer** et le thème Metropolis. Les titres et le texte sont composés en Fira Sans, les mathématiques en Arev Math et le code informatique en Fira Mono. Les icônes proviennent de la police Font Awesome.

