

# Introduction à L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X

Mickaël Péchaud

Mars 2019

## Table des matières

<b>1</b>	<b>Qu'est-ce-que L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X</b>	<b>3</b>
1.1	Bref historique . . . . .	3
1.2	Un exemple . . . . .	3
1.3	La philosophie de L <sup>A</sup> T <sub>E</sub> X . . . . .	3
1.4	Interface pour L <sup>A</sup> T <sub>E</sub> X . . . . .	5
1.5	Installation . . . . .	5
1.5.1	Linux (ubuntu/debian) . . . . .	5
1.5.2	Mac . . . . .	5
1.5.3	Windows . . . . .	5
1.6	Commandes et environnements . . . . .	6
<b>2</b>	<b>Structure générale du document</b>	<b>6</b>
2.1	Préambule . . . . .	6
2.2	Titre, et un premier paragraphe . . . . .	7
2.3	Paragraphe(s) . . . . .	8
2.4	Ponctuation . . . . .	9
2.5	Majuscules accentuées, cédilles, ligatures . . . . .	10
2.6	Structure du document . . . . .	11
<b>3</b>	<b>Autres fonctionnalités couramment utiles</b>	<b>11</b>
3.1	Commentaire . . . . .	11
3.2	Saut de page . . . . .	11
3.3	Espace vertical . . . . .	11
3.4	Style de caractères . . . . .	12
3.5	Taille des caractères . . . . .	12
3.6	Couleur des caractères . . . . .	13
3.7	Listes . . . . .	13
3.8	Notes de bas de page . . . . .	14
3.9	Tableaux . . . . .	14
3.10	Renvois . . . . .	16
3.11	« ième » . . . . .	16

<b>4</b>	<b>Formules mathématiques</b>	<b>17</b>
4.1	Quelques exemples . . . . .	17
4.2	Environnements mathématiques . . . . .	18
4.3	Écrire des formules . . . . .	19
4.3.1	Espaces . . . . .	19
4.3.2	Lettres grecques . . . . .	20
4.3.3	Ensembles . . . . .	20
4.3.4	Indices et exposants . . . . .	21
4.3.5	Symboles de relation usuels . . . . .	21
4.3.6	Opérateurs logiques, flèches . . . . .	22
4.3.7	Fractions . . . . .	22
4.3.8	Parenthèses, crochets . . . . .	23
4.3.9	Limites . . . . .	24
4.3.10	Intégrales . . . . .	24
4.3.11	Sommes, produits . . . . .	25
4.3.12	Fonctions usuelles . . . . .	25
4.3.13	Coefficients binomiaux . . . . .	26
4.3.14	Définition de fonctions . . . . .	26
4.3.15	Système d'équations . . . . .	27
4.3.16	Texte dans une formule . . . . .	28
4.3.17	Vecteurs, angles . . . . .	29
4.3.18	Complexes . . . . .	29
4.3.19	Accolades horizontales . . . . .	30
4.3.20	Matrices . . . . .	30
4.3.21	Enchaînement d'égalités ou d'équivalences . . . . .	31
4.3.22	Tableaux de variations . . . . .	31
4.3.23	Symboles . . . . .	32
4.4	Exercices . . . . .	32
4.5	Corrections . . . . .	33
<b>5</b>	<b>Figures et graphiques</b>	<b>35</b>
5.1	L'environnement figure, et les images . . . . .	35
5.2	Les graphiques avec PGF/TikZ . . . . .	37
5.2.1	Graphe de ln . . . . .	38
5.2.2	Angles alternés-internes . . . . .	40
<b>6</b>	<b>Lettres</b>	<b>41</b>
<b>7</b>	<b>Diaporama</b>	<b>41</b>
<b>8</b>	<b>Théorèmes, macros, et feuilles de style</b>	<b>41</b>
8.1	Théorèmes . . . . .	41
8.2	Macros . . . . .	42
8.2.1	Raccourcis simples . . . . .	42

8.2.2	Commande avec argument . . . . .	43
8.3	Créer votre paquet . . . . .	44

## Préambule

Ce document est distribué sous licence CC BY-NC-SA 3.0 FR.  
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/fr/>

Vous pourrez retrouver ce poly, son corrigé, ainsi que les sources à l'adresse suivante :  
<http://mpechaud.fr/formationlatex>

Pour toutes remarques, questions, merci de vous adresser par mail à l'auteur de ce poly (prenomnom@protonmail.com)!

## 1 Qu'est-ce-que $\LaTeX$

### 1.1 Bref historique

$\TeX$  est un système libre et gratuit de composition de documents.  $\TeX$  a été créé en 1977 par Donald Knuth<sup>1</sup>, pour pallier à la mauvaise qualité des logiciels d'édition de l'époque. Ce projet, qui devait initialement durer 6 mois, aura finalement occupé Knuth pendant 10 ans.  $\LaTeX$  a été créé en 1983 par Leslie Lamport, comme une surcouche permettant de faciliter l'utilisation de  $\TeX$ .

### 1.2 Un exemple

Vous l'avez sous les yeux : ce poly est à 100% réalisé en  $\LaTeX$ .

### 1.3 La philosophie de $\LaTeX$

L'idée centrale de  $\LaTeX$  est de séparer le fond de la forme<sup>2</sup>. Plus précisément :

- Vous vous concentrez sur le fond – c'est-à-dire l'organisation et le contenu du document.
- $\LaTeX$  s'occupe de la forme – c'est-à-dire de la mise en page, et d'un rendu de qualité professionnelle d'un point de vue typographique.

---

1. Considéré – pour d'autres raisons que pour la création de  $\TeX$  – comme l'un des grands informaticiens du XX<sup>ème</sup> siècle.

2. Une idée que l'on retrouve en *HTML*, le langage dans lequel sont écrites les pages web.

Quelques conséquences :

- $\text{\LaTeX}$  n'est pas un WYSIWYG<sup>3</sup> comme par exemple *Libre Office Writer*. Un fichier  $\text{\LaTeX}$  – matérialisé par l'extension *.tex* – est un fichier texte contenant des *commandes* qui sont des indications de structure pour  $\text{\LaTeX}$ . On l'appelle *fichier source*. Ce fichier doit être *compilé* pour obtenir le document final, sous forme de fichier *pdf*<sup>4</sup>.
- Lorsque l'on débute, on perd la main sur une partie de la mise en page<sup>5</sup>.
- $\text{\LaTeX}$  nécessite un investissement de départ pour être appris. Une fois les bases maîtrisées, il permet de produire des documents beaucoup plus rapidement qu'avec un WYSIWYG, et généralement avec une nettement meilleure qualité d'édition et de typographie.

Autres avantages pour les scientifiques :

- $\text{\LaTeX}$  est également un outil très puissant et parfaitement intégré d'édition de formules mathématiques,
- et peut également être utilisé pour tracer des figures.

$\text{\LaTeX}$  est actuellement utilisé pour l'édition de la quasi-totalité des articles, thèses, etc. d'informatique<sup>6</sup> et de mathématiques.

Il y a une communauté très active d'utilisateurs et de développeurs. Ce qui permet, une fois que l'on a acquis quelques bases :

- de trouver facilement de la documentation et des réponses à des questions que l'on se pose sur internet. Voir par exemple :
  - L'excellente FAQ<sup>7</sup> du grappa :  
<http://www.grappa.univ-lille3.fr/FAQ-latex/>
  - Le site des tuteurs informatiques de l'École Normale Supérieure :  
<http://www.tuteurs.ens.fr/logiciels/latex/manuel.html>
  - Un « wikibook » assez complet :  
<https://fr.wikibooks.org/wiki/LaTeX>
  - Un forum de questions/réponses francophone sur  $\text{\LaTeX}$  :  
<https://texnique.fr/osqa/>

---

3. *What You See Is What You Get* – « ce que vous voyez est ce que vous obtenez ». Les WYSIWYG ont de nombreux inconvénients. Parmi les plus fréquemment mentionnés (tous ne sont pas vrais pour tous les WYSIWYG) : des problèmes de compatibilités récurrents, de nombreux formats propriétaires et des logiciels payants associés, une mauvaise qualité typographique, une mauvaise mise en forme des formules mathématiques, des problèmes de numérotation des différentes parties...  $\text{\LaTeX}$  remédie généralement à ces différents problèmes

4. Pour **portable document format** – un format de fichier qui préserve entièrement la mise en page de votre document, quelle que soit le logiciel ou le système d'exploitation que vous utilisez.

5. En particulier, faire des documents « sapin de Noël » avec beaucoup de couleurs, des changements de tailles de caractères et de fonte, des placements précis de texte, n'est pas pratique :  $\text{\LaTeX}$  n'est pas conçu pour.

6. En informatique, la plupart des éditeurs n'acceptent pas les autres formats.

7. **F**oire **A**ux **Q**uestions.

- de trouver des modules complémentaires (appelés *paquet*) permettant de répondre à la plupart des besoins que vous pourriez avoir. En vrac, on trouve par exemple des paquets pour
  - générer des QR codes ;
  - faire des diagrammes d'échecs, ou afficher des listes de coups et variantes ;
  - taper facilement du Grec Ancien ;
  - créer des schémas de circuits électriques ;
  - saisir des formules chimiques et des molécules ;
  - créer des grilles d'accords pour les musiciens ;
  - et beaucoup d'autres choses...

## 1.4 Interface pour L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X

De nombreuses interfaces permettent de faciliter la prise en main de L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X. Pour cette formation, nous allons utiliser *TexMaker*, qui permet d'éditer facilement un fichier L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X – en proposant notamment des raccourcis cliquables pour les commandes les plus utiles – de le compiler et de visualiser le résultat.

De nombreuses autres interfaces existent, qui sont toutes à peu près équivalentes <sup>8</sup>.

## 1.5 Installation

### 1.5.1 Linux (ubuntu/debian)

L'installation est très simple. Installez les paquets *texlive*, *texlive-math-extra*, *texlive-lang-french* et *texmaker*.

### 1.5.2 Mac

L'installation est très simple également. Téléchargez et installez *MacTex* (<http://www.tug.org/mactex/>). Tout est contenu dedans, y compris l'éditeur *TexShop*, similaire à *TexMaker* (vous pouvez également installer *TexMaker* si vous préférez).

### 1.5.3 Windows

Il faut installer *MikTeX*, puis une interface comme *TexMaker* ou *TexStudio*.

---

8. Une fois familiarisé avec les bases, il est possible d'utiliser n'importe quel bon éditeur de texte – j'utilise pour ma part *emacs* – et la ligne de commande pour faire tout cela, et gagner encore plus de temps dans l'édition de vos documents.

## 1.6 Commandes et environnements

En plus du texte à afficher, un fichier L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X contient des commandes que nous allons détailler dans la suite.

Une commande commence toujours par un antislash <sup>9</sup>. Exemples : `\maketitle`, `\frac`, `\section`, ...

Parmi les commandes, `\begin` et `\end` jouent un rôle particulier. Elle permettent d'ouvrir et de fermer un *environnement*. Par exemple, les instructions `\begin{itemize}` et `\end{itemize}` délimitent un environnement `itemize`, qui comme nous allons le voir un peu plus tard, permet de faire une liste.

## 2 Structure générale du document

☞ Ouvrir *TexMaker*.

☞ Cliquer sur *Fichier* puis *Nouveau* (ou `Ctrl N`) pour ouvrir un nouveau document.

☞ Sauvegardez le en utilisant `Ctrl S` (nommer le fichier avec une extension *.tex*).

Il est conseillé de sauver régulièrement votre document à l'aide de ce raccourci.

### 2.1 Préambule

Nous allons maintenant créer le préambule du fichier. Pour cela

☞ Cliquer sur *Assistant* puis *Assistant nouveau document*.

☞ Sélectionner les options suivantes :

**Classe document** : article

**Taille police** : 11pt

**Format papier** : a4paper

**Encodage** : utf8

**Paquet Babel** : français

**Auteur** : compléter avec votre nom

**Titre** : Stage latex

---

<sup>9</sup>. Ou *barre oblique inversée*, ou encore *backslash*, que l'on obtient sur un clavier AZERTY par la combinaison de touches `AltGr 8`. Ce n'est pas très pratique, mais cela rentre rapidement dans les doigts.

**Paquets AMS** : à cocher

**Graphicx** : à cocher

L'éditeur est alors rempli par des lignes d'entêtes que nous allons commenter, et qui ne doivent pas vous effrayer ! Vous n'aurez en pratique pas à taper vous-même ces lignes, et rarement à les modifier.

- `\documentclass[11pt,a4paper]{article}`  
Définit le type de document – ici *article* (il en existe d'autres, comme *report*, *book* – changer cela va modifier la mise en page générale de votre document). `11pt` est la taille par défaut des caractères. On peut également mettre `10pt` ou `12pt`. `a4paper` est la taille de la page (A4 ici).
- `\usepackage[utf8]{inputenc}`  
Le fichier texte est codé en *UTF-8* – le standard recommandé pour ne pas avoir de problèmes d'accents.
- `\usepackage[francais]{babel}`  
Un paquet (ou *package*) permettant entre autres de gérer automatiquement toutes les spécificités de la typographie du français.
- `\usepackage[T1]{fontenc}`  
Définit la fonte qui sera utilisée dans le fichier pdf. Nécessaire pour que les caractères accentués apparaissent correctement.
- `\usepackage{amsmath}`, `\usepackage{amsfonts}`, `\usepackage{amssymb}`  
Importation de notation et symboles mathématiques de base. Indispensable pour écrire des formules.
- `\usepackage{graphicx}`  
Pour inclure des images dans le fichier.
- `\author{}`  
L'auteur du document.
- `\title{}`  
Le titre du document.
- `\begin{document}` et `\end{document}`  
Ouvrent et ferment l'*environnement document* : c'est entre ces deux instructions que le document va être tapé.

## 2.2 Titre, et un premier paragraphe

☞ Sur la ligne suivant `\begin{document}`, tapez `\maketitle`.

Il s'agit d'une *commande*, qui à ce titre commence par un antislash. Elle va prendre en charge l'affichage du titre, de l'auteur et de la date sur le document.

☞ Écrire ensuite un texte introductif, sur plusieurs lignes (on pourra copier-coller une phrase du type « Ceci est un petit texte introductif. » plusieurs fois pour ne pas perdre de temps).

À noter que **les endroits où vous passez à la ligne dans votre fichier source n'ont aucune incidence sur les passages à la ligne dans le fichier *pdf* produit.**  $\text{\LaTeX}$  se débrouillera pour déterminer des sauts à la ligne optimaux et *justifier* votre texte correctement. Vous pouvez éventuellement utiliser un double antislash ( $\backslash\backslash$ ) pour forcer un passage à la ligne, mais en général, c'est à éviter.

Nous sommes maintenant prêts à *compiler* le fichier. Pour cela :

☞ cliquer sur la flèche à gauche de *Compilation Rapide*, ou mieux, utilisez le raccourci F1.

Deux choses se produisent alors :

- Le fichier  $\text{\LaTeX}$  est compilé, c'est-à-dire transformé en fichier *pdf*.
- Le fichier *pdf* est obtenu et affiché, pour vérification.

Pour revenir à l'éditeur, il suffit de sélectionner la fenêtre correspondante, ou d'utiliser le raccourci **Alt Tab**.

☞ Remplacer  $\backslash\text{maketitle}$  par  $\backslash\text{maketitre}$  (qui n'est pas une commande valide), et compiler.


Une erreur se produit à la compilation, et *TexMaker* vous prévient par un message en rouge sous la fenêtre d'édition. Vous pouvez cliquer sur ce message pour vous rendre à la ligne concernée.

Il est conseillé de compiler très régulièrement votre fichier, pour corriger les erreurs au fur et à mesure qu'elles se produisent.

## 2.3 Paragraphes

Pour passer à un nouveau paragraphe, il suffit de sauter une ligne.



 Code  $\LaTeX$  :

Voici un exemple de texte recopié continuellement, avec un saut de paragraphe au milieu. Voici un exemple de texte recopié continuellement, avec un saut de paragraphe au milieu.

Voici un exemple de texte recopié continuellement, avec un saut de paragraphe au milieu. Voici un exemple de texte recopié continuellement, avec un saut de paragraphe au milieu.


---

Voici un exemple de texte recopié continuellement, avec un saut de paragraphe au milieu. Voici un exemple de texte recopié continuellement, avec un saut de paragraphe au milieu.

Voici un exemple de texte recopié continuellement, avec un saut de paragraphe au milieu. Voici un exemple de texte recopié continuellement, avec un saut de paragraphe au milieu.

## 2.4 Ponctuation

- Le paquet *babel* s'occupe de la gestion des espaces avant les symboles de ponctuation<sup>10</sup>. Dans le fichier *.tex*, on peut tranquillement coller les symboles de ponctuation au caractère précédent, et mettre un espace après.

 Code  $\LaTeX$  :

Voici, pour l'exemple, une phrase comportant divers symboles de ponctuation! Suivie d'une autre phrase.


---

Voici, pour l'exemple, une phrase comportant divers symboles de ponctuation! Suivie d'une autre phrase.

- On peut obtenir des points de suspension à l'aide de la commande `\dots`.
- Pour les parenthèses, on mettra un espace à l'extérieur, mais pas à l'intérieur.

---

10. Ce qui n'est pas trivial : les normes typographiques prescrivent des espaces différentes selon le symbole de ponctuation utilisé.


 Code  $\LaTeX$  :

Voici (pour l'exemple), une phrase comportant des parenthèses et des points de suspension\ldots

---

Voici (pour l'exemple), une phrase comportant des parenthèses et des points de suspension...

- Pour un tiret dans une phrase, on utilise un tiret moyen : --.
- Les guillemets peuvent être obtenues à l'aide des commande `\og` et `\fg` pour « ouvrir les guillemets » et « fermer les guillemets ».
- Pour ceux qui utilisent l'écriture inclusive, le point médian s'obtient à l'aide de la commande `\textperiodcentered` (c'est peu pratique – nous verrons comment simplifier cela vers la fin de ce poly).


 Code  $\LaTeX$  :

Des élèves bavard\textperiodcentered e \textperiodcentered s.

---

Des élèves bavard·e·s.

## 2.5 Majuscules accentuées, cédilles, ligatures

 Code  $\LaTeX$  :

`\og \'`Ecrire sur un `\oe{}`uf\fg, c'est mieux qu'`\og` Ecrire sur un oeuf\fg.  
`\c{C}`a fait plus propre.

---

« `\og` Écrire sur un œuf », c'est mieux qu'« Ecrire sur un oeuf ». Ça fait plus propre.

## 2.6 Structure du document

Pour structurer le document, on utilise les commandes suivantes <sup>11</sup>.

- `\section{nom}`
- `\subsection{nom}`
- `\subsubsection{nom}`

La numérotation est faite de manière automatique.

Si l'on souhaite qu'une section ou sous-section ne soit pas numérotée, on peut le préciser à l'aide d'une étoile : `\section*{nom}`. C'est le cas du préambule dans ce document.

Il est par ailleurs possible d'obtenir de générer une table des matières à l'aide de la commande `\tableofcontents` – qui suit généralement `\maketitle` <sup>12</sup>.

☞ Tester tout cela!

Maintenant que vous avez un document constitué de plusieurs lignes, vous pouvez tester une fonctionnalité de *TexMaker* : sur le fichier *pdf* affiché, vous pouvez maintenir la touche `Ctrl` appuyée et cliquer sur un mot (ou alors utiliser un click droit). Si vous revenez à l'éditeur, vous serez alors placé à l'endroit correspondant dans votre fichier source.

## 3 Autres fonctionnalités couramment utiles

### 3.1 Commentaire

Pour mettre un commentaire dans le source (ou pour faire en sorte qu'une ligne ne soit plus compilée, pour essayer par exemple d'isoler une erreur), il suffit de mettre un symbole `%` (*pour cent*) au début de la ligne.

### 3.2 Saut de page

$\LaTeX$  essaye de gérer « intelligemment » les sauts de page. Si l'on souhaite en forcer un, il suffit de placer la commande `\newpage` à l'emplacement souhaité. On peut également utiliser `\pagebreak`, auquel cas  $\LaTeX$  essaiera de remplir la page précédent le saut de page harmonieusement.

### 3.3 Espace vertical

Si vous souhaitez ajouter un espace vertical entre deux parties, vous pouvez utiliser les commandes `\smallskip`, `\medskip` et `\bigskip`.

---

11. Il existe également des commandes `\paragraph` et `\subparagraph` – qui sont dans la hiérarchie après les `\subsubsection` – et ne doivent pas être confondues avec les simples paragraphes de textes, qui s'obtiennent en sautant une ligne.

12. Il est nécessaire de compiler deux fois pour voir apparaître la table des matières.

### 3.4 Style de caractères

☞ Utiliser `\emph{mon texte emphatique}` pour mettre un mot ou une phrase en évidence (dans la plupart des cas, L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X utilise de l'italique pour faire cela).



Code L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X :

Voici des mots `\emph{mis en évidence}` au milieu d'une phrase.

---

Voici des mots *mis en évidence* au milieu d'une phrase.

☞ Utiliser `\textbf{mon texte gras}` pour mettre un texte en gras (bf pour bold font). C'est théoriquement moins conseillé que l'utilisation de `\emph`, mais tout de même bien pratique.



Code L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X :

Voici des mots `\textbf{mis en gras}` au milieu d'une phrase.

---

Voici des mots **mis en gras** au milieu d'une phrase.

### 3.5 Taille des caractères

Il est possible de modifier la taille des caractères.



Code L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X :

`{\tiny Mon texte en petit.}` :

---

Mon texte en petit.

Outre `\tiny`, il existe d'autres tailles possibles. Une liste non-exhaustive : `\small`, `\large`, `\huge`. Il est déconseillé d'abuser des changements de taille.

### 3.6 Couleur des caractères



Code  $\LaTeX$  :

```
{\color{red} Des mots en rouge.}
```

Des mots en rouge.

Il faut préalablement importer le paquet `xcolor` dans les entêtes pour faire cela. À utiliser avec modération pour ne pas transformer votre document en sapin de Noël.

### 3.7 Listes

Il existe 3 environnements principaux permettant de faire des listes.

**itemize** : pour les listes non-numérotées.

```
\begin{itemize}
\item Un item.
\item Un autre item.
\end{itemize}
```

- Un item.
- Un autre item.

Par défaut, un tiret est utilisé avant les items. Pour obtenir une puce comme dans l'exemple ci-dessus, on peut mettre la commande suivante dans le préambule : `\renewcommand{\labelitemi}{\textbullet}`.

**enumerate** : pour des listes numérotées. À noter que l'on peut utiliser l'argument `resume` pour reprendre une liste interrompue<sup>13</sup>.

```
\begin{enumerate}
\item Un item.
\item Un autre item.
\end{enumerate}
```

Une interruption.

---

13. Il faut pour cela charger le paquet `enumitem`.

```
\begin{enumerate}[resume]
\item Et l'on reprend.
\end{enumerate}
```

1. Un item.
2. Un autre item.

Une interruption.

3. Et l'on reprend.

**description** : pour une liste où chaque item commence par un mot-clef.

```
\begin{description}
\item[Item 1:] contenu.
\item[Item 2:] plus de contenu.
\end{description}
```

**Item 1** : contenu.

**Item 2** : plus de contenu.

### 3.8 Notes de bas de page

On utilise la commande

```
\footnote{Mettre ici le texte de la note de bas de page.}
```

l'endroit où l'on souhaite que le numéro de renvoi apparaisse<sup>14</sup>.  $\text{\LaTeX}$  gère automatiquement la numérotation<sup>15</sup>.

### 3.9 Tableaux

Les tableaux sont générés grâce à l'environnement `tabular`.

*TexMaker* dispose d'un assistant à la création de tableaux, qui peut vous faciliter la tâche dans un premier temps – accessible via *Assistant* → *Assistant tableau*.

Disséquons un exemple simple.

---

14. Voici un exemple de note de bas de page

15. Et en voilà une seconde.



### Code L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X :

```

\begin{tabular}{|l|c|p{5cm}|}
\hline
Entête 1& Entête 2& Entête 3\\
\hline
\hline
Une case& Une autre case& \dots& \\
\hline
& & Un texte un peu plus long qui va
& s'écrire sur plusieurs lignes \\
\hline
& \multicolumn{2}{|c|}{Case double}
& \\
\hline
\end{tabular}

```

---

Entête 1	Entête 2	Entête 3
Une case	Une autre case	...
		Un texte un peu plus long qui va s'écrire sur plusieurs lignes
Case double		

- `|l|c|p{5cm}|` définit le format du tableau. Il s'agit ici d'un tableau à 3 colonnes. Le texte dans la première est aligné à gauche (**l**eft), dans la seconde, il est **c**entré. Pour la dernière colonne, une largeur de 5cm est imposée, et le texte passera à la ligne le cas échéant. Les barres verticales représentent les bordures. Dans la majorité des cas, un simple `|c|c|c|c|` avec le bon nombre de colonnes fera l'affaire.
- `\hline` correspond à une bordure horizontale – entre 2 lignes ou en haut ou en bas du tableau.
- `&` correspond à une séparation entre 2 cases d'une même ligne, et `\\` à une fin de ligne.
- Le `\multicolumn` donne un exemple de fusion de 2 cases horizontales – le `|c|` indiquant le format de la case résultante.

Il existe un très grand nombre de paquets permettant de répondre à tel ou tel besoin sur un tableau. Mais rester simple est souvent une bonne idée.

### 3.10 Renvois

On peut créer des renvois à l'intérieur du document. Pour cela, on crée une étiquette à l'endroit où l'on veut renvoyer, à l'aide de la commande `label`. J'ai par exemple mis la commande `\label{instal}` au moment où j'ai défini la section « Installation » ci-dessus.

On peut maintenant s'y référer en utilisant les commandes `ref` et `pageref`.



Code  $\LaTeX$  :

```
Pour l'installation voir la section~\ref{install},  
page~\pageref{install}.
```

---

Pour l'installation voir la section 1.5, page 5.

(Les tildes correspondent à une *espace insécable* –  $\LaTeX$  évitera de passer à la ligne à cet endroit.)

### 3.11 « ième »

Le paquet *babel* avec l'option *french* fournit les commandes suivantes :



Code  $\LaTeX$  :

```
1\ier 1\iere 1\iers 1\ieres 2\ieme 2\iemes
```

```
\no6
```

```
\No6
```

---

```
1er 1re 1ers 1res 2e 2es
```

```
n° 6
```

```
N° 6
```

Qui sont typographiquement corrects. On peut cependant mettre ce que l'on veut en exposant :





Code  $\LaTeX$  :

```
2\textsuperscript{\ème}
```

---

2ème

## 4 Formules mathématiques

### 4.1 Quelques exemples

$\LaTeX$  est un outil très puissant pour écrire des formules mathématiques d'un niveau de complexité syntaxique arbitraire. Quelques exemples :

$$\frac{1 + \frac{1}{1+x}}{1 + \frac{1}{1+\frac{1}{1+x}}}$$

$$\lim_{n \rightarrow +\infty} u_n = l \Leftrightarrow \forall \epsilon > 0, \exists N \in \mathbb{N}, \forall n \geq N, |u_n - l| \leq \epsilon$$

$$\mathbb{U} = \{z \in \mathbb{C} \mid |z| = 1\}$$

$$\forall a \in I, f'(a) = \lim_{x \rightarrow a} \frac{f(x) - f(a)}{x - a}$$

$$\forall s \in \mathbb{C}, Z(s) = \sum_{k=1}^{+\infty} \frac{1}{n^s} = 1 + \frac{1}{2^s} + \frac{1}{3^s} + \frac{1}{4^s} + \dots$$

$$I_n = \begin{pmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & \ddots & \vdots \\ \vdots & \ddots & \ddots & 0 \\ 0 & \dots & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$\frac{\hat{\mathbf{p}}^2}{2m} |\Psi(t)\rangle + V(\hat{\mathbf{r}}, t) |\Psi(t)\rangle = i\hbar \frac{\partial}{\partial t} |\Psi(t)\rangle$$

$$\begin{aligned} (a+b)^n &= \overbrace{(a+b) \cdots (a+b)}^{n \text{ fois}} \\ &= \sum_{k=0}^n \binom{n}{k} a^k b^{n-k} \end{aligned} \tag{1}$$

$$\mathbf{A} = \begin{pmatrix} \frac{\varphi \cdot X_{n,1}}{\varphi_1 \times \varepsilon_1} & (x + \varepsilon_2)^2 & \cdots & (x + \varepsilon_{n-1})^{n-1} & (x + \varepsilon_n)^n \\ \frac{\varphi \cdot X_{n,1}}{\varphi_2 \times \varepsilon_1} & \frac{\varphi \cdot X_{n,2}}{\varphi_2 \times \varepsilon_2} & \cdots & (x + \varepsilon_{n-1})^{n-1} & (x + \varepsilon_n)^n \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{\varphi \cdot X_{n,1}}{\varphi_n \times \varepsilon_1} & \frac{\varphi \cdot X_{n,2}}{\varphi_n \times \varepsilon_2} & \dots & \frac{\varphi \cdot X_{n,n-1}}{\varphi_n \times \varepsilon_{n-1}} & \frac{\varphi \cdot X_{n,n}}{\varphi_n \times \varepsilon_n} \end{pmatrix} + \mathbf{I}_n$$

## 4.2 Environnements mathématiques

Pour taper une formule au fil du texte, on l'encadre par des symboles *dollar* (\$).



Code  $\LaTeX$  :

Pour tout  $a \in I$ ,  $a+1 < 3$ , d'où l'on déduit  $\dots$

---

Pour tout  $a \in I$ ,  $a + 1 < 3$ , d'où l'on déduit...

Pour mettre une formule sur une ligne à part, et centrée, on peut la délimiter par des doubles dollars (\$\$).



Code  $\LaTeX$  :

D'après la formule du binôme,  $$(a+b)^n = \sum_{k=0}^n \binom{n}{k} a^k b^{n-k}$$  d'où l'on déduit  $\dots$

---

D'après la formule du binôme,

$$(a + b)^n = \sum_{k=0}^n \binom{n}{k} a^k b^{n-k}$$

d'où l'on déduit...

Si l'on veut numéroter une équation pour y faire référence plus tard, on peut utiliser l'environnement *equation*.



Code  $\LaTeX$  :

```
\begin{equation}
  \label{eqdelta}
  \Delta_{i}(f)=\frac{f(x_{i+1})-f(x_i)}{h}
\end{equation}
```

D'après l'équation~\ref{eqdelta}, on obtient\dots

---

$$\Delta_i(f) = \frac{f(x_{i+1}) - f(x_i)}{h} \quad (2)$$

D'après l'équation 2, on obtient...

### 4.3 Écrire des formules

*TexMaker* dispose de menus graphiques sur la gauche permettant de trouver rapidement les symboles mathématiques usuels. Je donne les commandes les plus utiles ci-dessous sous forme d'exemples.

Certaines choses vont vous paraître fastidieuses à taper. Nous verrons dans la dernière section de ce poly comment y remédier.

#### 4.3.1 Espaces

Les espaces et retours à la ligne que vous mettez dans vos formules mathématiques ne seront pas affichés – vous pouvez donc les utiliser pour rendre votre code plus lisible.

Si l'on veut réellement mettre une espace dans une formule (par exemple avant un  $dx$  dans une intégrale), il existe de nombreuses commandes. En voici deux qui suffisent à s'en sortir dans la plupart des cas.

- $\backslash;$  (antislash suivi de point-virgule) : espace moyenne
- $\backslash_$  (antislash suivi d'espace) : espace normale (inter-mot)

### 4.3.2 Lettres grecques



Code  $\LaTeX$  :

```
 $\alpha, \ A, \ \lambda, \ \Lambda, \ \gamma, \ \Gamma, \ \delta, \ \Delta, \ \pi \dots$ 
```

---

$\alpha, A, \lambda, \Lambda, \gamma, \Gamma, \delta, \Delta, \pi \dots$

### 4.3.3 Ensembles



Code  $\LaTeX$  :

```
 $\mathbb{R}, \ \mathbb{C}, \ \mathbb{Z}, \ \mathbb{N}, \ \mathbb{Q}$ .
```

Soit  $x \in \mathbb{R}$ .

```
 $\mathbb{R} \subset \mathbb{C}$ .
```

```
 $\mathbb{R}^+, \ \mathbb{R}^*, \ \mathbb{R}^{++}, \ \mathbb{R}_+^*$ .
```

---

$\mathbb{R}, \mathbb{C}, \mathbb{Z}, \mathbb{N}, \mathbb{Q}$ .

Soit  $x \in \mathbb{R}$ .

$\mathbb{R} \subset \mathbb{C}$ .

$\mathbb{R}^+, \mathbb{R}^*, \mathbb{R}^{++}, \mathbb{R}_+^*$ .



Code  $\LaTeX$  :

Soit  $A = \{(x, y) \in \mathbb{R}^2 \mid y = 2x + 3\}$ .

Soit  $A = \{(x, y) \in \mathbb{R}^2 \mid y = 2x + 3\}$ .

#### 4.3.4 Indices et exposants



Code  $\LaTeX$  :

$x_i^j$ ,  $2^{20}$ ,  $\mathcal{M}_{i,j}$ ,  $e^{i\pi} = -1$ .

$x_i^j$ ,  $2^{20}$ ,  $\mathcal{M}_{i,j}$ ,  $e^{i\pi} = -1$ .

#### 4.3.5 Symboles de relation usuels



Code  $\LaTeX$  :

$1 \leq x + 1 < 2$  donc  $0 \leq x < 1$ , d'où  $x \neq 2$  et  $x \geq -1$ .  
 $3\pi \equiv \pi \pmod{2\pi}$   
 $\pi \approx 3,14$

$1 \leq x + 1 < 2$  donc  $0 \leq x < 1$ , d'où  $x \neq 2$  et  $x \geq -1$ .

$3\pi \equiv \pi \pmod{2\pi}$

$\pi \approx 3,14$

### 4.3.6 Opérateurs logiques, flèches



Code  $\text{\LaTeX}$  :

```
 $\Leftrightarrow$ ,  $\Rightarrow$ ,  $\rightarrow$ ,  $\longrightarrow$ ,  $\Leftarrow$ ,  $\Rrightarrow$ ,  $\rrightarrow$ ,  $\ll$   
 $\longleftarrow$ ,  $\leftarrow$ .
```

---

$\Leftrightarrow$ ,  $\Rightarrow$ ,  $\rightarrow$ ,

$\longrightarrow$ ,  $\leftarrow$ .

### 4.3.7 Fractions



Code  $\text{\LaTeX}$  :

```
Soit  $x$  congru à  $\frac{\pi}{4}$  modulo  $\pi$ .  
 $\text{\text{Soit}} \ y = \frac{x + \frac{1}{x}}{x - \frac{20}{x}}$ .  
 $\frac{dx}{dt} = x^2(t)$ 
```

---

Soit  $x$  congru à  $\frac{\pi}{4}$  modulo  $\pi$ .

$$\text{Soit } y = \frac{x + \frac{1}{x}}{x - \frac{20}{x}}.$$

$$\frac{dx}{dt} = x^2(t)$$

### 4.3.8 Parenthèses, crochets

On peut utiliser les caractères correspondants.



Code  $\LaTeX$  :

```
$(a+b)(a-b)=a^2-b^2$\\  
$[(x+y)+(z-t)](x+y)=\dots$\
```

---

$$(a + b)(a - b) = a^2 - b^2$$
$$[(x + y) + (z - t)](x + y) = \dots$$

Mais si l'expression entre parenthèses contient des fractions, ou des intégrales, les parenthèses vont être trop petites. On utilise alors les commandes `\left(` et `right)` (ou `\left[` et `right]` si l'on veut des crochets), qui vont adapter leur taille. Attention, un `\left` doit toujours être fermé par un `\right`.



Code  $\LaTeX$  :

```
$$\left(x+\frac{1}{x}\right)^2 = x^2+2+\frac{1}{x^2}$$  
$$\int_1^2 \frac{1}{t^2}\;dt = \left[-\frac{1}{t}\right]_1^2$$
```

---

$$\left(x + \frac{1}{x}\right)^2 = x^2 + 2 + \frac{1}{x^2}$$
$$\int_1^2 \frac{1}{t^2} dt = \left[-\frac{1}{t}\right]_1^2$$

### 4.3.9 Limites



Code  $\LaTeX$  :

```
$$\lim_{x\rightarrow +\infty}e^{-x}=0$$  
$$u_n\rightarrow 1/2$$  
$$x\ln(x)\underset{x\rightarrow 0}{\rightarrow} 0$$  
$$\lim_{\substack{x\rightarrow 0 \\ x<0}}\frac{1}{x}=-\infty$$
```

---

$$\lim_{x \rightarrow +\infty} e^{-x} = 0$$

$$u_n \rightarrow 1/2$$

$$x \ln(x) \underset{x \rightarrow 0}{\rightarrow} 0$$

$$\lim_{\substack{x \rightarrow 0 \\ x < 0}} \frac{1}{x} = -\infty$$

### 4.3.10 Intégrales



Code  $\LaTeX$  :

```
$$\int_1^x t^2 dt = \frac{x^3-1}{3}$$
```

---

$$\int_1^x t^2 dt = \frac{x^3 - 1}{3}$$



### 4.3.11 Sommes, produits



Code  $\LaTeX$  :

```
$$\sum_{k=0}^{n+1}k^3=\frac{(n+1)^2(n+2)^2}{4}$$  
$$n!=\prod_{k=1}^nk$$
```

$$\sum_{k=0}^{n+1} k^3 = \frac{(n+1)^2(n+2)^2}{4}$$

$$n! = \prod_{k=1}^n k$$

### 4.3.12 Fonctions usuelles

La plupart des fonctions usuelles ont une commande dédiée. Racine s'obtient à l'aide de  $\sqrt{\dots}$  (pour **square root**)<sup>16</sup>



Code  $\LaTeX$  :

```
$$\sin(\pi/3)=\sqrt{3}/2$$.  
$$\arctan\left(\frac{\pi}{4}\right)= 1$$1  
$$\ln(ab)=\ln(a)+\ln(b)$$\  
$$\exp(x\ln(y))=y^x$$
```

$$\sin(\pi/3) = \sqrt{3}/2.$$

$$\arctan\left(\frac{\pi}{4}\right) = 1$$

$$\ln(ab) = \ln(a) + \ln(b)$$

$$\exp(x \ln(y)) = y^x$$

16. On peut également utiliser des racines  $n^e$  : par exemple  $\sqrt[3]{x}$ .

### 4.3.13 Coefficients binomiaux



Code  $\LaTeX$  :

```
 $\frac{n(n-1)}{2}$ 
```

$$\binom{n}{2} = \frac{n(n-1)}{2}$$

### 4.3.14 Définition de fonctions

Pour une définition sans les ensembles de départ et d'arrivée :




Code  $\LaTeX$  :

```
 $f : x \mapsto x^2 + 1$ 
```

Soit  $f : x \mapsto x^2 + 1$ .

Si l'on veut préciser des ensembles de départ et d'arrivée, c'est plus délicat :

- il faut utiliser `\left\{` pour l'accolade, qui devra être fermée par un `\right`. (qui n'affiche rien, mais est nécessaire) ;
- et utiliser un environnement `\array`, qui correspond à un tableau en mode mathématique, et se manipule comme un `\tabular`.

 Code  $\LaTeX$  :


```
Soit $f:\left\{\right.
\begin{array}{ccc}
\mathbb{R}&&\rightarrow&\mathbb{R}
\\
x&&\mapsto&x^2+1
\end{array}
\right.
$.
```

---

$$\text{Soit } f : \begin{cases} \mathbb{R} & \rightarrow & \mathbb{R} \\ x & \mapsto & x^2 + 1 \end{cases} .$$

#### 4.3.15 Système d'équations

Cf les explications de la section précédente.


 Code  $\LaTeX$  :

```
$(S)\ \ \ \left\{\right.
\begin{array}{l}
2x+y=&1
\\
x-y=&0
\end{array}
\right.
$.
```

---

$$(S) \begin{cases} 2x + y = 1 \\ x - y = 0 \end{cases} .$$

Ou bien, si l'on veut parfaitement tout aligner verticalement :


 Code  $\LaTeX$  :

```
$(S) \left\{ \begin{array}{l} 2x + y + 3z = 1 \\ x - y = 0 \\ x + 2z = 1 \end{array} \right. $
```

---

$$(S) \begin{cases} 2x + y + 3z = 1 \\ x - y = 0 \\ x + 2z = 1 \end{cases}$$

#### 4.3.16 Texte dans une formule

 Code  $\LaTeX$  :

```
 $v_{\text{moy}} = \frac{\text{distance parcourue}}{\text{temps écoulé}}$ 
```

---

$$v_{\text{moy}} = \frac{\text{distance parcourue}}{\text{temps écoulé}}$$

### 4.3.17 Vecteurs, angles



Code  $\LaTeX$  :

```
$$\vec{v}$$  
$$\overrightarrow{AB}$$  
$$\widehat{ABC}$$
```

---

$$\vec{v}$$
$$\overrightarrow{AB}$$
$$\widehat{ABC}$$

### 4.3.18 Complexes



Code  $\LaTeX$  :

```
$$z\bar{z}=|z|^2=\Re(z)^2+\Im(z)^2$$  
$$\overline{z\bar{z}}=|z|^2
```

```
=\operatorname{Re}(z)^2+\operatorname{Im}(z)^2$$
```

---

$$z\bar{z} = |z|^2 = \Re(z)^2 + \Im(z)^2$$

$$\overline{z\bar{z}} = |z|^2 = \Re(z)^2 + \Im(z)^2$$

### 4.3.19 Accolades horizontales



Code L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X :

```
$a^n = \underbrace{a.a\hdots a}_{n\ \text{fois}}$
```

---

$$a^n = \underbrace{a.a \dots a}_{n \text{ fois}}$$

### 4.3.20 Matrices

Les matrices reprennent en la simplifiant la syntaxe des environnements `tabular` ou `array`.



Code L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X :

```
$$AX = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 0 & -1 & 0 \\ -1 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x+z \\ -y \\ -x+z \end{pmatrix}$$
```

---

$$AX = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 0 & -1 & 0 \\ -1 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x+z \\ -y \\ -x+z \end{pmatrix}$$

### 4.3.21 Enchaînement d'égalités ou d'équivalences

On peut simplement utiliser des retours à la ligne :



Code  $\LaTeX$  :

```
$(x+1)^3 = (x+1)^2(x+1)\\  
=(x^2+2x+1)(x+1)\\  
=x^3+3x^2+3x+1\  
$
```

---

$$\begin{aligned}(x+1)^3 &= (x+1)^2(x+1) \\ &= (x^2+2x+1)(x+1) \\ &= x^3+3x^2+3x+1\end{aligned}$$

ou, s'il l'on veut un alignement des signes = :



Code  $\LaTeX$  :

```
\begin{flalign*}  
(x+1)^3 &= (x+1)^2(x+1)&\\  
&=(x^2+2x+1)(x+1)&\\  
&=x^3+3x^2+3x+1&\\  
\end{flalign*}
```

---

$$\begin{aligned}(x+1)^3 &= (x+1)^2(x+1) \\ &= (x^2+2x+1)(x+1) \\ &= x^3+3x^2+3x+1\end{aligned}$$

### 4.3.22 Tableaux de variations

Les paquets *tkz-tab* et *PGF/TikZ* – dont il sera question en section 5.2 – permettent de faire des tableaux de signes et de variations. Un seul exemple tiré de la page très complète suivante :

<https://zestedesavoir.com/tutoriels/439/des-tableaux-de-variations-et-de-signes-avec-latex/>



Code  $\LaTeX$  :

```
\begin{tikzpicture}
\tkzTabInit{ $x$  / 1 ,  $\cos(x)$  / 1,  $\sin(x)$  / 1.5}
{ $0$ ,  $\frac{\pi}{2}$ ,  $\pi$ }
\tkzTabLine{, +, z, -, }
\tkzTabVar{-/  $0$ , +/  $1$ , -/  $0$ }
\end{tikzpicture}
```

$x$	0	$\frac{\pi}{2}$	$\pi$
$\cos(x)$		+    0    -	
$\sin(x)$	0	1	0

### 4.3.23 Symboles

En cas de besoins spécifiques de symboles, il existe un nombre incalculable de paquets qui contiennent certainement ce dont vous avez besoin. Voir par exemple la page suivante pour une liste d'environ 14 000 symboles...

<http://tug.ctan.org/info/symbols/comprehensive/symbols-a4.pdf>

## 4.4 Exercices

Quelques formules à reproduire.

$$\forall x \in \mathbb{R}, \exists n \in \mathbb{N}, n \geq x$$

$$e^{2i\pi/3} = \cos(2\pi/3) + i \sin(2\pi/3) = -\frac{1}{2} + i\frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$e^{\frac{2i\pi}{3}} = \cos\left(\frac{2\pi}{3}\right) + i \sin\left(\frac{2\pi}{3}\right) = -\frac{1}{2} + i\frac{\sqrt{3}}{2}$$



$$ax^2 + bx + c = a \left( x + \frac{b}{2a} \right)^2 - \frac{b^2 - 4ac}{4a^2} \quad (\text{si } a \neq 0)$$

$$\lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{ax + 1}{1 - x} = -a$$

$$\sum_{k=1}^{+\infty} \frac{1}{k^2} = \frac{\pi^2}{6}$$

$$\int_0^1 f'(t)g(t) dt = [f(t)g(t)]_a^b - \int_0^1 f(t)g'(t) dt$$

$$\forall n \in \mathbb{N}, \sum_{k=0}^n \binom{n}{k} = 2^n$$

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

$$x - \ln(x) = x \underbrace{\left( 1 - \underbrace{\frac{\ln(x)}{x}}_{\rightarrow 0} \right)}_{\rightarrow 1} \xrightarrow{x \rightarrow +\infty} +\infty$$

$x$	$-\infty$	$0$	$+\infty$
$2x$		$-$	$+$
$x^2 + 1$	$+\infty$	$1$	$+\infty$

## 4.5 Corrections

$\forall x \in \mathbb{R}, \exists n \in \mathbb{N}, n \geq x$

$$e^{2i\pi/3} = \cos(2\pi/3) + i\sin(2\pi/3) = -\frac{1}{2} + i\frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$e^{\frac{2i\pi}{3}} = \cos\left(\frac{2\pi}{3}\right) + i\sin\left(\frac{2\pi}{3}\right) = -\frac{1}{2} + i\frac{\sqrt{3}}{2}$$

```


$$ax^2+bx+c=a\left(x+\frac{b}{2a}\right)^2-\frac{b^2-4ac}{4a}\quad (\text{si } a \neq 0)$$


$$\lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{ax+1}{1-x} = -a$$


$$\sum_{k=1}^{+\infty} \frac{1}{k^2} = \frac{\pi^2}{6}$$


$$\int_0^1 f'(t)g(t) dt = [f(t)g(t)]_a^b - \int_0^1 f(t)g'(t) dt$$


$$\forall n \in \mathbb{N}, \sum_{k=0}^n \binom{n}{k} = 2^n$$


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


$$x - \ln(x) = x \underbrace{\left(1 - \underbrace{\frac{\ln(x)}{x}}_0\right)}_1$$


$$\underset{x \rightarrow +\infty}{\longrightarrow} +\infty$$

\begin{center}
\begin{tikzpicture}
\tkzTabInit{
 $x / 1$ ,  $2x / 1$ ,  $x^2+1 / 1.5$ 
 $\{-\infty$ ,  $0$ ,  $+\infty$ 
\tkzTabLine{, -, z, +, }
\tkzTabVar{+  $\infty$ , -/ 1, +  $\infty$ }
\end{tikzpicture}
\end{center}

```

## 5 Figures et graphiques

### 5.1 L'environnement figure, et les images

Voici un code permettant d'inclure une image dans le document, à l'intérieur d'un environnement *figure*.



Code  $\LaTeX$  :

```
\begin{figure}[h!]  
  \centering  
  \includegraphics[width=.7\linewidth]{pos.png}  
  \caption{Une jolie image.}  
  \label{imgpendule}  
\end{figure}
```

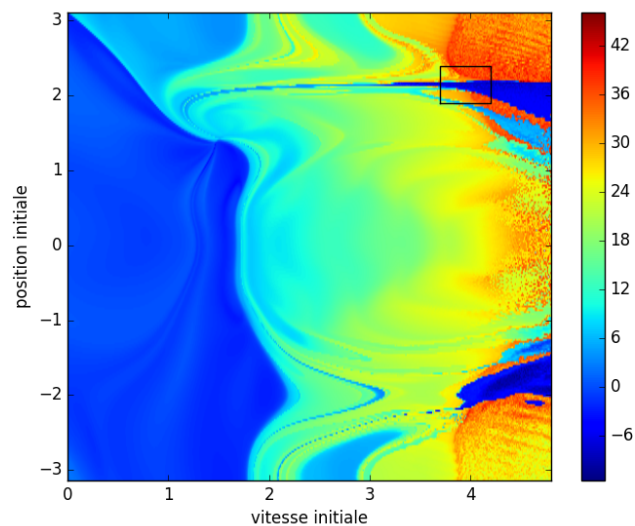


FIGURE 1 – Une jolie image.

- `[h!]` est un paramètre forçant  $\LaTeX$  à mettre la figure *ici* (**h**ere). D'autres options possibles : `[t]` pour mettre la figure en haut de la page (**t**op), `[b]` pour la mettre en bas (**b**ottom), et `[p]` pour la mettre sur une **p**age séparée. Si l'on ne précise rien,  $\LaTeX$  se débrouille pour la placer à l'endroit qui lui paraît le plus favorable en fonction du contexte.
- `\centering` indique que la figure est centrée sur la largeur de la page.

- `\includegraphics` est la commande qui permet d'inclure l'image, ici `pos.png`. On peut préciser divers paramètres, dont la largeur sur laquelle on souhaite faire apparaître l'image, ici 70% de la largeur de la ligne (on pourrait également donner une largeur en *cm*).
- `\caption` correspond à la légende.
- `\label` permettra de se référer à la figure dans le texte, comme ci-dessous.



Code  $\LaTeX$  :

```
La figure~\ref{imgpendule} est une illustration de phénomène  
chaotique, obtenue par des simulations de pendules doubles.
```

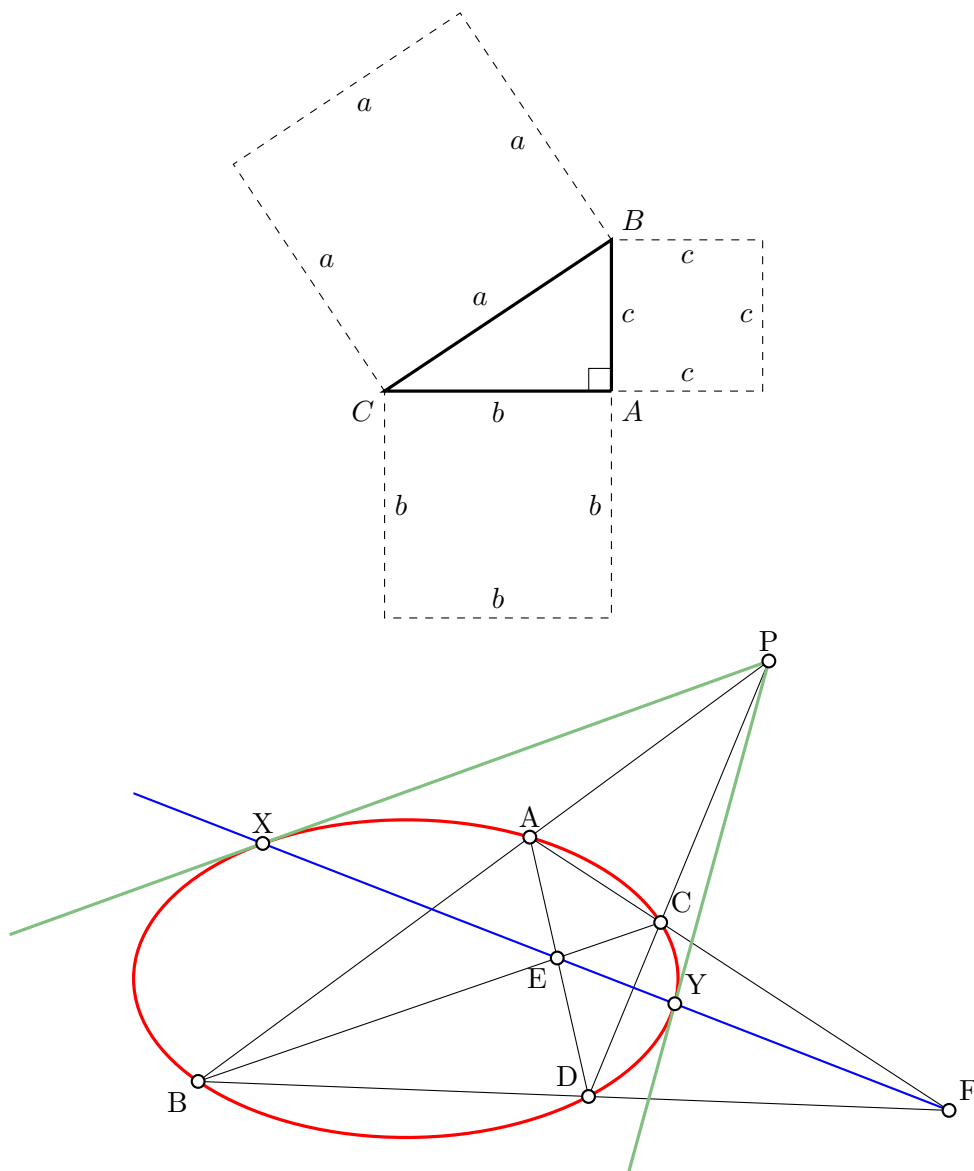
---

La figure 1 est une illustration de phénomène chaotique, obtenue par des  
simulations de pendules doubles.

## 5.2 Les graphiques avec PGF/TikZ

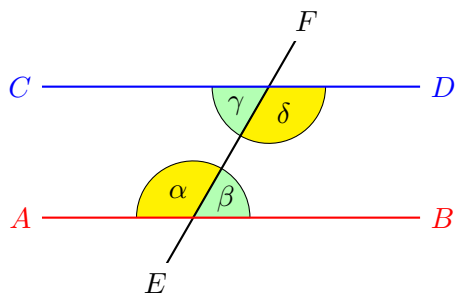
*PGF/TikZ* est un paquet extrêmement puissant permettant de faire des graphiques en  $\text{\LaTeX}$ <sup>17</sup>. À noter que si vous utilisez *GeoGebra*, il est possible d'exporter les graphiques que vous créez en PGF/TikZ, ce qui vous donne un code source à copier/coller dans votre source  $\text{\LaTeX}$ .

Voici quelques graphiques tirés du site d'exemples suivant : <http://www.texample.net/tikz/examples/>.

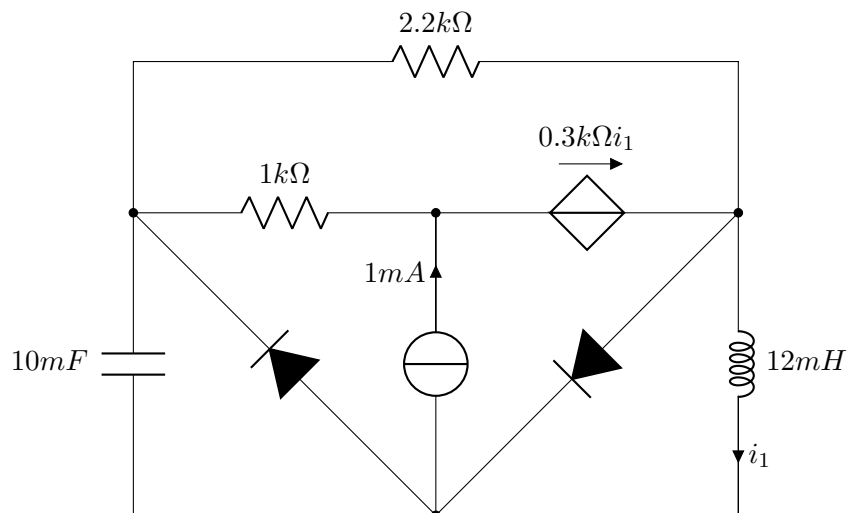
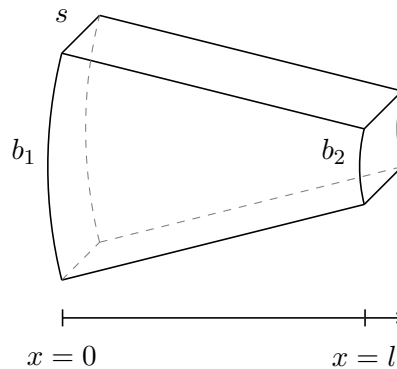


---

17. Il faut préalablement l'importer en plaçant dans le préambule la commande `\usepackage{tikz}`.



Supposons que  $AB$  et  $CD$  sont parallèles, i. e.,  $AB \parallel CD$ , alors  $\alpha = \delta$  et  $\beta = \gamma$ .



Les possibilités de *PGF/TikZ* sont immenses. Afin de réaliser des graphiques, plutôt que d'apprendre à utiliser ce paquet de A à Z, je conseille de récupérer des graphiques similaires qui vous intéressent sur internet et de modifier leur code selon vos besoins.

Je donne ci-dessous 2 exemples de codes commentés pour référence.

### 5.2.1 Graphe de ln

```
\begin{center} % pour centrer la figure
% scale permet d'agrandir ou diminuer la taille de la figure
```

```

\begin{tikzpicture}[domain=0:6,scale=.8]
  % on trace une grille, très fine entre les coordonnées indiquée
  \draw[very thin,color=gray] (-0.1,-2) grid (6.1,2.6);

  % trace une flèche entre les coordonnées indiquées
  % avec une étiquette «x» (axe des abscisses !)
  \draw[->,thick] (-0.2,0) -- (6.2,0) node[right] {$x$};

  % trace une flèche entre les coordonnées indiquées
  % avec une étiquette «y» (axe des ordonnées !)
  \draw[->,thick] (0,-2) -- (0,2.9) node[above] {$y$};

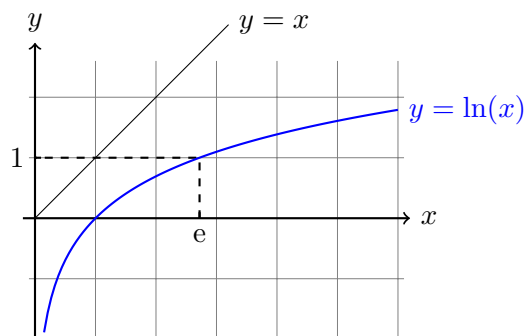
  % tracé de e en absisse et 1 en ordonnées
  \draw[thick] (2.72,0.1) -- (2.72,0) node[below] {e};
  \draw[thick] (0.1,1) -- (0,1) node[left] {1};

  % Tracé des horizontales et verticales correspondantes
  % en pointillés
  \draw[thick,dashed] (2.72,0) -- (2.72,1) -- (0,1);

  % Tracé du graphe de ln, épais, en bleu. «samples» désigne
  % le nombre de points de la courbe - ce qui permet d'obtenir un
  % tracé plus lisse
  \draw[domain=0.15:6,thick,blue,samples=100] plot (\x,{ln(\x)})
    node[right] {$y=\ln(x)$};

  % Tracé de la première bissectrice des axes
  \draw[domain=0:3.2,thin] plot (\x,\x) node[right] {$y=x$};
\end{tikzpicture}
\end{center}

```



## 5.2.2 Angles alternes-internes

```

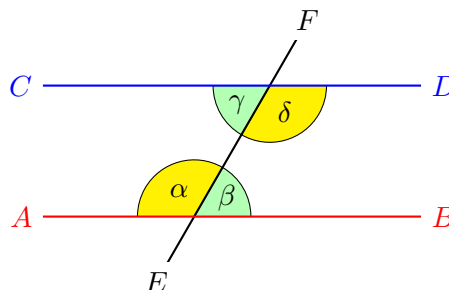
\begin{center}
\begin{tikzpicture}
  % tracé du secteur de disque correspondant à alpha
  % (0, 0) -- (60:.75cm) signifie «tracer un segment de longueur .75cm
  % en partant à 60 degrés à partir du point (0, 0)»
  % arc (60:180:.75cm) signifie «tracer un arc de cercle d'angles entre
  % 60 et 180, et centré sur le point précédent»
  \draw[fill=yellow] (0,0) -- (60:.75cm) arc (60:180:.75cm);
  \draw(120:0.4cm) node {$\alpha$};

  % tracé de l'angle beta
  \draw[fill=green!30] (0,0) -- (right:.75cm) arc (0:60:.75cm);
  \draw(30:0.5cm) node {$\beta$};

  %tracé des autres angles - tout ce qui est dans le «scope» est décalé
  %de 2cm dans la direction «60 degrés».
  \begin{scope}[shift={(60:2cm)}]
    \draw[fill=green!30] (0,0) -- (180:.75cm) arc (180:240:.75cm);
    \draw (30:-0.5cm) node {$\gamma$};
    \draw[fill=yellow] (0,0) -- (240:.75cm) arc (240:360:.75cm); \draw
    (-60:0.4cm) node {$\delta$};
  \end{scope}

  % tracé des droites. Tout ce qui est dans le «scope» sera épais (thick)
  \begin{scope}[thick]
    \draw (60:-1cm) node[fill=white] {$E$}
      -- (60:3cm) node[fill=white] {$F$};
    \draw[red] (-2,0) node[left] {$A$} -- (3,0) node[right] {$B$};
    \draw[blue,shift={(60:2cm)}] (-3,0) node[left] {$C$}
      -- (2,0) node[right] {$D$};
  \end{scope}
\end{tikzpicture}
\end{center}

```





## 6 Lettres

La classe de document `letter` permet d'écrire une lettre.

```
\documentclass[11pt]{letter} % en début de préambule
% dans le préambule
\name{expéditeur}
\address{adresse}
\signature{signature}
\date{date}
% dans le document
\begin{letter}{destinataire}
\opening{Madame, Monsieur...}
Texte de la lettre.
\closing{Veuillez agréer...}
\cc{Autres destinataires.}
\end{letter}
```

## 7 Diaporama

Le paquet *beamer* est dédié à la réalisation de diaporama.

On trouve facilement des tutoriaux sur internet, par exemple

<https://openclassrooms.com/fr/courses/207793-creez-vos-diaporamas-en-latex-avec-beamer>

Dans *TexMaker*, vous pouvez également utiliser l'*Assistant Présentation Beamer* pour obtenir le préambule correspondant.

## 8 Théorèmes, macros, et feuilles de style

### 8.1 Théorèmes

Pour écrire des théorèmes, propositions, définitions, exemples, etc., le plus simple est d'utiliser le paquet *amsthm*. On peut alors écrire dans le préambule des commandes du style

```
\newtheorem{theo}{Théorème}
\newtheorem{defi}{Définition}
```

On peut alors utiliser `defi` et `theo` comme des environnements. La numérotation est gérée par  $\LaTeX$ , et l'on peut aussi se référer à un théorème ou une définition à l'aide du mécanisme `\label/\ref` déjà rencontré ci-dessus.



Code  $\LaTeX$  :

```
\begin{defi}\label{madedf}
  Une définition.
\end{defi}
\begin{theo}\label{montheo}
  Un premier théorème, utilisant la définition~\ref{madedf}.
\end{theo}
\begin{theo}
  Un second théorème.
\end{theo}
\begin{proof}
  Une preuve, faisant appel au théorème~\ref{montheo}.
\end{proof}
```

---

**Définition 1.** *Une définition.*

**Théorème 1.** *Un premier théorème, utilisant la définition 1.*

**Théorème 2.** *Un second théorème.*

*Démonstration.* Une preuve, faisant appel au théorème 1.  $\square$

Il est également possible de faire des environnements entièrement personnalisé – comme celui utilisé dans ce poly pour les exemples.

## 8.2 Macros

Les *macros* sont des commandes définies par l'utilisateur, qui peuvent servir d'abréviation pour du texte ou d'autres commandes dont on a souvent besoin.

On définit une macro à l'aide de la commande `\newcommand`<sup>18</sup>, que l'on place dans le préambule.

### 8.2.1 Raccourcis simples

Quelques exemples.

- `\newcommand{\ra}{\rightarrow}`. Si l'on utilise souvent des flèches vers la droite, il suffira maintenant de taper `\ra` au lieu de `\rightarrow`.

---

18. Si l'on veut *redéfinir* une commande qui existe déjà, il faut utiliser `renewcommand` au lieu de `newcommand`.

- Pour l'écriture inclusive, `\newcommand{\p}{\textperiodcentered}` va faciliter grandement l'écriture du point médian.
- `\newcommand{\R}{\mathbb{R}}` et des raccourcis similaires pour les autres ensembles permettent de gagner beaucoup de temps.
- (Après avoir chargé le paquet *xspace*<sup>19</sup>.)  
`\newcommand{\cad}{c'est-à-dire\xspace}`.



Code  $\LaTeX$  :

```
$f:E\ra F$ est bijective, \cad que tout élément
de $F$ admet un unique antécédent dans $E$
par $f$.
```

---

$f : E \rightarrow F$  est bijective, c'est-à-dire que tout élément de  $F$  admet un unique antécédent dans  $E$  par  $f$ .

### 8.2.2 Commande avec argument

Supposons que vous utilisiez très souvent les flèches pour des limites. Il est fastidieux d'utiliser le code suivant.



Code  $\LaTeX$  :

```
$x\ln(x)\underset{x\rightarrow 0}{\longrightarrow} 0$
```

---

$x \ln(x) \underset{x \rightarrow 0}{\longrightarrow} 0$

On peut créer une commande pour faire cela :

```
\newcommand{\li}[2]{\underset{#1\rightarrow #2}{\longrightarrow}}
```

`\li` est le nom de la nouvelle commande. Le `[2]` indique le nombre d'arguments de cette commande. `#1` et `#2` seront remplacés par ces arguments lors de l'appel de la commande :

---

19. La commande `xspace` permet de ne pas avoir à rajouter un espace après le raccourci. Sans ce paquet, il faudra rajouter un `\_` (antislash suivi d'espace) après la commande, sans quoi le mot suivant sera collé...



Code  $\LaTeX$  :

```

 $x \ln(x) \xrightarrow{x \rightarrow 0} 0$ 
 $e^y/y \xrightarrow{y \rightarrow +\infty} +\infty$ 

```

---


$$x \ln(x) \xrightarrow{x \rightarrow 0} 0$$

$$e^y/y \xrightarrow{y \rightarrow +\infty} +\infty$$

Un autre exemple utile pour définir des fonctions avec ensemble de départ et d'arrivée :

```

\newcommand{\appli}[4]{\left\{
  \begin{array}{ccl}
    #1 & \ra & #2 \\
    #3 & \mapsto & #4
  \end{array}
\right.}

```

On peut ensuite l'utiliser comme suit :



Code  $\LaTeX$  :

```

 $\varphi: \mathbb{R}^* \rightarrow \mathbb{R}, x \mapsto \frac{1}{x^2}$ 

```

---


$$\varphi: \begin{cases} \mathbb{R}^* & \rightarrow \mathbb{R} \\ x & \mapsto \frac{1}{x^2} \end{cases}$$

### 8.3 Créer votre paquet

Si vous utilisez régulièrement certains paquets et certaines macro, il est pénible d'avoir à copier/coller systématiquement votre préambule à chaque fois que vous voulez créer un nouveau fichier  $\LaTeX$ . Pour l'éviter, vous pouvez créer votre propre paquet, qu'il vous suffira d'importer dans tous vos documents. Il faut pour cela créer un fichier texte avec l'extension *.sty* – par exemple *mon\_paquet.sty*.

Voici un exemple de tel fichier.

```
\NeedsTeXFormat{LaTeX2e}
\ProvidesPackage{mon_paquet}

\RequirePackage{amssymb}
\RequirePackage{amsmath}

\newcommand{\ra}{\rightarrow}
\endinput
```

- `\NeedsTeXFormat{LaTeX2e}` – une ligne obligatoire pour préciser la version de  $\text{\LaTeX}$  utilisée.
- `\ProvidesPackage{mon_paquet}` – le nom du paquet.
- `\RequirePackage{amssymb}` – permet d’importer un autre paquet. L’équivalent de `\usepackage` dans le préambule.
- `\newcommand{\ra}{\rightarrow}` – une macro.
- `\endinput` – la fin du paquet.

Pour utiliser ce paquet, il suffit de le copier dans le répertoire où se trouve votre source  $\text{\LaTeX}$ <sup>20</sup>, et d’utiliser `\usepackage{mon_paquet}`.

---

<sup>20</sup>. Il y a d’autres méthodes d’installation permettant d’éviter cette copie, mais qui dépendent de votre système d’exploitation.

## Index

- Accolade, 26, 30
- Angle, 29
- Array, 26
- Auteur, 7
  
- Cédille, 10
- Coefficient binomial, 26
- Commandes, 6
- Commentaires, 11
- Compiler, 8
- Complexes, 20, 29
- Congruence, 21
- Couleur des caractères, 13
- Créer mon paquet, 44
- Crochets, 23
  
- Définition, 41
- Diaporama, 41
- Différent, 21
  
- Encodage, 7
- Ensembles, 20
- Entiers, 20
- Environnement, 6
- Environnements mathématiques, 18
- Équation numérotée, 18
- Équivalence, 22
- Erreurs, 8
- Espace, 19
- Espace vertical, 11
- Exposant, 21
  
- Figures, 35
- Flèche, 22, 29
- Fonction, 26
- Fonctions usuelles, 25
- Formules mathématiques, 7, 17
- Fraction, 22
  
- Graphiques, 35, 37
- Gras, 12
- Grec, 20
  
- Guillemets, 10
  
- Ième, 16
- Images, 7, 35
- Implication, 22
- Indice, 21
- Inférieur, 21
- Installation, 5
- Intégrale, 24
- Interfaces, 5
  
- Légende, 36
- Lettre, 41
- Lettres grecques, 20
- Limite, 24
- Listes, 13
  
- Macros, 42
- Majuscule accentuée, 10
- Matrices, 30
- Mettre en évidence, 12
  
- Notes de bas de page, 14
- Nouvelle page, 11
- Numéro, 16
  
- O E-dans-l'O, 10
  
- Page, 11
- Paquet, 44
- Paragraphes, 8
- Parenthèses, 9, 23
- PGF/TikZ, 37
- Point médian, 10
- Points de suspension, 9
- Ponctuation, 7, 9
- Préambule, 6
- Produit, 25
- Proposition, 41
  
- Raccourcis, 42
- Racine, 25
- Rationnels, 20

Réels, 20  
Renvois, 16, 36

Saut de page, 11  
Sections, 11  
Somme, 25  
Structure du document, 6, 11  
Style de caractères, 12  
Supérieur, 21  
Systèmes, 27

Tableau de signes, 31  
Tableau de variations, 31  
Tableaux, 14, 26  
Taille des caractères, 7, 12  
Texte, 28  
Théorème, 41  
Tiret, 10  
Titre, 7  
Tracé de fonctions, 38  
Tracé géométrique, 40

Variations, 31  
Vecteurs, 29