

L^AT_EX

Un guide L^AT_EX Comment s'en servir

Auteur

LEJEUNE Ivan

15 mai 2025

Table des matières

1	Introduction	2
1.1	Pourquoi Latex ?	2
1.2	Ce que vous trouverez dans ce guide	2
1.3	Public visé	2
1.4	Comment utiliser ce guide	2
2	Installation et premiers pas	3
2.1	Quelle plateforme utiliser ?	3
2.1.1	Éditeurs en ligne	3
2.1.2	Éditeurs de texte locaux	3
2.2	Installation de LaTeX	4
2.3	Tester son installation	4
2.4	Informations importantes	5
2.4.1	Les fichiers auxiliaires	5
2.4.2	Les packages	5
2.4.3	Compilateurs	5
2.4.4	Les erreurs de compilation	5
2.4.5	Les ressources en ligne	6
3	Structure	7
3.1	Le squelette	7
3.2	Les différentes parties d'un document	7
3.3	Les environnements	8
3.4	Les commandes	8
3.5	Les éléments de mise en forme	8
3.6	Ce que vous devez retenir	9
4	Les Mathématiques	10
4.1	Les mathématiques en LaTeX	10
4.2	Les 2 modes d'écriture	10
4.3	Les symboles mathématiques	10
4.4	Les choses à savoir	11
4.5	Les environnements spécialisés	12
4.6	Le référencement	12
5	Les Figures et les Tableaux	13
5.1	Les figures	13

1 Introduction

Dans cette section vous trouverez les motivations principales derrière la rédaction de ce guide.

1.1 Pourquoi Latex ?

Dans le monde académique et scientifique où le partage de connaissances est primordial, la rédaction de documents clairs, précis et bien formatés est essentielle. LaTeX est un système de composition de documents qui répond à ces besoins en offrant :

- Une mise en forme professionnelle et cohérente.
- Un support avancé pour les mathématiques et les symboles scientifiques.
- Une gestion efficace des références bibliographiques et des citations.
- La possibilité de créer des documents complexes tels que des thèses, des articles scientifiques, et des présentations.
- Une large communauté et de nombreux packages pour étendre ses fonctionnalités.

Un utilisateur avancé de LaTeX peut produire des documents d'une qualité incomparable à celle des logiciels de traitement de texte classiques comme Word, LibreOffice ou Google Docs.

1.2 Ce que vous trouverez dans ce guide

Ce guide est conçu pour vous aider à naviguer dans l'univers de LaTeX, il vous offre l'intégralité des outils nécessaires pour rédiger vos documents scientifiques.

Il est rempli de conseils pratiques, d'exemples concrets et de pièges à éviter.

Pour faire une recherche spécifique il suffit de consulter la table des matières.

1.3 Public visé

Ce guide s'adresse principalement aux personnes qui utilisent régulièrement des mathématiques et aimeraient pouvoir les rédiger de manière professionnelle. Il est particulièrement utile pour les étudiants, les chercheurs et les enseignants en mathématiques.

Si vous n'êtes pas familier avec LaTeX, ne vous inquiétez pas, ce guide est conçu pour tous les niveaux.

1.4 Comment utiliser ce guide

Ce guide est structuré de manière à vous permettre de le consulter à la carte. Vous pouvez choisir de lire les sections qui vous intéressent le plus, ou de suivre un parcours complet pour maîtriser LaTeX. Chaque section est autonome et contient des exemples pratiques que vous pouvez tester directement.

2 Installation et premiers pas

Dans cette section nous allons voir comment préparer votre environnement de travail pour écrire des documents LaTeX.

2.1 Quelle plateforme utiliser ?

Il existe plusieurs plateformes pour rédiger des documents LaTeX, je vais vous en présenter quelques-unes ci-dessous. Dans la suite du document, le symbole ***** sera utilisé pour indiquer mes recommandations et le symbole ****** pour ce que j'utilise personnellement.

2.1.1 Éditeurs en ligne

Il existe plusieurs éditeurs en ligne qui vous permettent de rédiger vos documents LaTeX sans avoir à installer quoi que ce soit sur votre machine. Ces éditeurs sont particulièrement utiles dans les scénarios suivants :

- Si vous souhaitez commencer rapidement sans vous soucier de l'installation,
- Si vous travaillez en collaboration avec d'autres personnes,
- Si vous souhaitez accéder à vos documents depuis n'importe quelle machine.

Les éditeurs en ligne les plus populaires sont :

- **Overleaf*** : C'est l'éditeur en ligne le plus populaire. Il offre une interface conviviale et de nombreuses fonctionnalités, y compris la collaboration en temps réel.
- **ShareLaTeX** : Un autre éditeur en ligne qui offre des fonctionnalités similaires à Overleaf.
- **Authorea** : Un éditeur en ligne qui se concentre sur la rédaction scientifique et la collaboration.

Ces éditeurs en ligne sont gratuits, mais ils offrent également des options payantes pour des fonctionnalités avancées.

Personnellement je n'utilise pas d'éditeur en ligne mais c'est avec ça que j'ai commencé et je trouve important de les mentionner.

2.1.2 Éditeurs de texte locaux

Si vous préférez travailler sur votre machine locale, il existe de nombreux éditeurs de texte que vous pouvez utiliser pour rédiger vos documents LaTeX. Ces éditeurs sont particulièrement utiles dans les scénarios suivants :

- Si vous souhaitez avoir un contrôle total sur votre environnement de travail,
- Si vous travaillez sur des projets plus complexes qui nécessitent une configuration spécifique,
- Si vous préférez travailler hors ligne.

Les éditeurs de texte les plus populaires pour LaTeX sont :

- **TeXworks** : Un éditeur de texte simple et léger, spécialement conçu pour LaTeX.
- **TeXstudio*** : Un éditeur de texte plus avancé avec de nombreuses fonctionnalités, y compris la complétion automatique, la gestion des références bibliographiques et l'utilisation de macros.
- **VSCode**** : Un éditeur de texte polyvalent qui prend en charge LaTeX via des extensions.

J'ai commencé par Overleaf, puis j'ai utilisé TeXstudio pendant un certain temps avant de passer à VSCode.

2.2 Installation de LaTeX

Pour rédiger des documents LaTeX, vous devez installer une distribution LaTeX. Il existe plusieurs distributions LaTeX disponibles selon votre système d'exploitation.

- **TeX Live** : C'est la distribution LaTeX la plus populaire et elle est disponible pour Windows, macOS et Linux.
- **MiKTeX** : Une autre distribution LaTeX populaire, principalement pour Windows.
- **MacTeX** : Une distribution LaTeX spécialement conçue pour macOS.

J'utilise personnellement **TeX Live** sur Windows mais j'ai commencé avec **MiKTeX**.

Pour installer la distribution LaTeX, suivez les étapes ci-dessous :

1. Téléchargez la distribution LaTeX de votre choix :
 - Pour TeX Live, rendez-vous sur <https://www.tug.org/texlive/>.
 - Pour MiKTeX, rendez-vous sur <https://miktex.org/download>.
 - Pour MacTeX, rendez-vous sur <https://tug.org/mactex/>.
2. Suivez les instructions d'installation pour votre système d'exploitation.
3. Une fois l'installation terminée, assurez-vous que le chemin vers les exécutables LaTeX est ajouté à votre variable d'environnement PATH. Cela permet à votre système de trouver les commandes LaTeX lorsque vous les exécutez depuis la ligne de commande ou votre éditeur de texte.

2.3 Tester son installation

Pour tester votre installation, vous pouvez créer un document LaTeX simple et le compiler :

1. Créez un nouveau fichier `test.tex` dans votre éditeur de texte préféré.
2. Copiez le code suivant dans votre fichier :

```
\documentclass{article}
\usepackage{amsmath}
\begin{document}
Hello, \LaTeX{}!
\end{document}
```

Code 1: Contenu du fichier `test.tex`

3. Enregistrez le fichier.
4. Compilez le fichier :
 - Si vous utilisez un éditeur en ligne comme Overleaf, il suffit de cliquer sur le bouton de compilation.
 - Si vous utilisez un éditeur de texte local, ouvrez une ligne de commande et naviguez jusqu'au répertoire contenant votre fichier `test.tex`. Ensuite, exécutez la commande suivante :

```
pdflatex test.tex
```

Code 2: Script de compilation pour le fichier `test.tex`

Si tout fonctionne correctement, vous devriez obtenir un fichier PDF nommé `test.pdf` contenant le texte « Hello, \LaTeX ! ».

Vous obtiendrez également plein d'autres fichiers, ne paniquez pas, c'est normal. LaTeX génère plusieurs fichiers auxiliaires lors de la compilation, on verra comment les utiliser ou les cacher plus loin.

2.4 Informations importantes

Avant de commencer à rédiger des documents LaTeX, il est important de connaître quelques informations clés sur LaTeX et son fonctionnement.

2.4.1 Les fichiers auxiliaires

Lorsque vous compilez un document LaTeX, plusieurs fichiers auxiliaires sont générés. Ces fichiers sont utilisés pour stocker des informations sur la mise en page, les références croisées, les bibliographies, etc. Par exemple, si vous compilez un fichier `test.tex`, vous obtiendrez les fichiers suivants :

- `test.aux` : Fichier auxiliaire contenant des informations sur les références croisées,
- `test.log` : Fichier journal contenant des informations sur la compilation,
- `test.out` : Fichier de sortie contenant des informations sur les références croisées,
- `test.pdf` : Le fichier PDF généré.

Pour plus d'informations je vous conseille de lire la réponse *Understanding all output files when compiling a LaTeX document* sur TeX Stack Exchange.

2.4.2 Les packages

La première étape importante pour écrire des documents avancés est de gérer ses packages. LaTeX utilise des packages pour ajouter des fonctionnalités supplémentaires à votre document. Vous pouvez installer des packages supplémentaires en utilisant le gestionnaire de packages de votre distribution LaTeX ou en les téléchargeant manuellement. J'utilise quasiment toujours les packages suivants dans mes documents :

- `amsmath` : Pour les mathématiques avancées,
- `graphicx` : Pour inclure des images,
- `hyperref` : Pour créer des liens hypertextes dans le document,
- `geometry` : Pour personnaliser la mise en page du document,

2.4.3 Compilateurs

LaTeX prend en charge plusieurs compilateurs, chacun ayant ses propres avantages et inconvénients. Les plus courants sont :

- **pdfLaTeX** : Le compilateur le plus simple à utiliser, qui génère des fichiers PDF à partir de documents LaTeX,
- **XeLaTeX** : Un compilateur qui prend en charge les polices OpenType et TrueType, ainsi que les langues non latines,
- **LuaLaTeX** : Un compilateur qui utilise le moteur Lua pour la programmation et la personnalisation avancée,
- **Latexmk** : Un outil de compilation qui automatise le processus de compilation en exécutant plusieurs passes pour résoudre les références croisées, les bibliographies, etc.

Dans la majorité des cas, vous pouvez utiliser **pdfLaTeX** pour compiler vos documents LaTeX. Si vous voulez automatiser le processus de compilation (par exemple pour compiler plusieurs fois pour résoudre les références croisées), vous pouvez utiliser **Latexmk**.

2.4.4 Les erreurs de compilation

Lorsque vous compilez un document LaTeX, il est possible que vous rencontriez des erreurs de compilation. Ces erreurs peuvent être dues à des fautes de frappe, des erreurs de syntaxe ou des problèmes de configuration.

Il est impératif de lire attentivement les messages d'erreur dans le fichier `*.log` pour comprendre la cause de l'erreur.

Il contient souvent toutes les informations nécessaires pour résoudre le problème.

2.4.5 Les ressources en ligne

Il existe de nombreuses ressources en ligne pour vous aider à apprendre LaTeX et à résoudre les problèmes que vous pourriez rencontrer. En voici quelques-unes :

- **LaTeX Wikibook** : Un livre en ligne complet sur LaTeX, couvrant tous les aspects de LaTeX.
- **TeX Stack Exchange** : Un site de questions-réponses où vous pouvez poser des questions et obtenir de l'aide de la part de la communauté LaTeX.
- **CTAN (Comprehensive TeX Archive Network)** : Le dépôt officiel des packages LaTeX, où vous pouvez trouver des packages supplémentaires et leur documentation.
- **Overleaf Documentation** : La documentation officielle d'Overleaf, qui couvre beaucoup de sujets simples.
- **Mon guide LaTeX**¹ : Un guide que j'ai écrit pour aider tout le monde à apprendre LaTeX.

1. Disponible sur https://github.com/Ivan23BG/Latex_Guide

3 Structure

Pour ceux qui veulent du concret sans se perdre dans les details, la section suivante présente la structure de base d'un document LaTeX.

3.1 Le squelette

```
\documentclass{article} % Classe du document (article, report, book, etc.)
\usepackage[utf8]{inputenc} % Encodage des caracteres (obligatoire pour les
→ accents)
\usepackage[T1]{fontenc} % Meilleure gestion des fontes (cesures, accents
→ copiables)

% Packages utiles (ajoutez selon vos besoins)
\usepackage{amsmath} % Pour les mathematiques
\usepackage{graphicx} % Pour les images

% Debut du document
\begin{document}

\title{Titre de l'Article}
\author{Votre Nom}
\date{\today} % Date automatique
\maketitle % Affiche le titre

\section{Introduction}
Voici un paragraphe. LaTeX gere automatiquement les marges, l'interligne et la
→ justification.

\subsection{Une sous-section}
Les sous-sections sont numerotees automatiquement.

\section{Mathematiques}
Les equations en ligne s'ecrivent avec  $(E=mc^2)$ , et les equations hors ligne
→ avec :
\[
\int_0^1 x^2 \, dx, \quad \mathrm{d}x = \frac{1}{3}.
\]

\end{document}
```

Code 3: Squelette d'un document LaTeX

3.2 Les différentes parties d'un document

Un document LaTeX s'écrit en plusieurs parties :

- **Préambule** : C'est la première partie du document, où vous définissez le type de document, les packages à utiliser et d'autres paramètres globaux.
Dans le code 3, le préambule est constitué des lignes 1 à 7. On commence par définir le type de document, ici un article (ce sera souvent le cas) et puis on charge les packages nécessaires.
- **Corps du document** : C'est la partie principale du document, où vous écrivez le contenu de votre document, y compris les sections, les sous-sections, les figures, les tableaux, etc.
Dans le code 3, le corps du document est constitué des lignes 10 à 29.

Le préambule commence souvent avec les mêmes packages mais n'hésitez pas à ajouter des packages plus tard si vous en avez besoin.

3.3 Les environnements

Un environnement est une partie du document qui a un comportement particulier. Il est délimité par des commandes `\begin{...}` et `\end{...}`.

Il existe de nombreux environnements prédéfinis dans LaTeX, chacun ayant une fonction spécifique. Il est même possible de créer ses propres environnements.

Les plus utiles sont :

- **document** : C'est l'environnement principal qui contient le corps du document.
- **itemize** : C'est un environnement pour créer des listes à puces.
- **enumerate** : C'est un environnement pour créer des listes numérotées.
- **figure** : C'est un environnement pour insérer des figures.
- **equation** : C'est un environnement pour écrire des équations mathématiques.
- **table** : C'est un environnement pour créer des tableaux.

Mais il en existe beaucoup d'autres et vous verrez plus tard comment les utiliser.

3.4 Les commandes

Une commande est une instruction qui dit à LaTeX de faire quelque chose. Elle commence généralement par un backslash (`\`) et peut avoir des arguments entre accolades `{ }` ou entre crochets `[]`. Les arguments entre accolades sont obligatoires, tandis que ceux entre crochets sont optionnels. Par exemple, la commande `\section{Titre}` crée une section avec le titre « Titre ». La commande `\textbf{Texte}` met le mot « Texte » en gras. Il existe de nombreuses commandes prédéfinies dans LaTeX. Vous pouvez également créer vos propres commandes.

D'ailleurs, les commandes custom sont souvent très utiles pour éviter de répéter du code. Vous pouvez les définir dans le préambule de votre document.

3.5 Les éléments de mise en forme

LaTeX propose de nombreux éléments de mise en forme pour personnaliser l'apparence de votre document. Voici quelques-uns des plus courants :

- `\textbf{ }` : Met le texte en gras.
- `\textit{ }` : Met le texte en italique.
- `\underline{ }` : Souligne le texte.
- `\textcolor{couleur}{ }` : Change la couleur du texte.

Pour ce qui est des éléments de mise en forme du document, il y a :

- `\title{ }` : Définit le titre du document.
- `\author{ }` : Définit l'auteur du document.
- `\date{ }` : Définit la date du document.
- `\maketitle` : Génère la page de titre du document.
- `\tableofcontents` : Génère la table des matières du document.
- `\section{ }` : Crée une nouvelle section dans le document.
- `\subsection{ }` : Crée une nouvelle sous-section dans le document.

3.6 Ce que vous devez retenir

Si vous avez bien regardé tous les exemples ci-dessus, vous avez dû remarquer que la plupart des commandes et environnements sont en anglais. Plus fort que ça, si vous avez besoin d'un certain type d'élément ou d'effectuer une certaine action, il est fort probable que cette commande existe déjà et qu'il suffit de trouver son nom (en anglais).

Il est donc important de bien se familiariser avec la documentation de LaTeX et de ses packages. Au début vous passerez beaucoup de temps à chercher de nouvelles commandes. Mais avec la pratique votre rédaction sera plus fluide et automatique.

4 Les Mathématiques

Un des intérêts principaux de LaTeX est sa gestion formidable des mathématiques. Il est donc important de savoir comment écrire des formules mathématiques. C'est l'objet de cette section.

4.1 Les mathématiques en LaTeX

LaTeX est particulièrement adapté pour écrire des formules mathématiques. Qu'elles soient simples comme

$$a + b = c \quad (1)$$

ou bien plus farfelues comme

$$\frac{\partial^2 \Psi}{\partial t^2} = c^2 \nabla^2 \Psi + \underbrace{\sum_{k=1}^n \left(\frac{\hbar^2}{2m_k} \int_{\Omega} |\nabla \psi_k|^2 d^3 \mathbf{r} \right)}_{\text{Quantum Potential Terms}} - \overbrace{\bigotimes_{j=1}^m \begin{pmatrix} \alpha_j & -\beta_j^* \\ \beta_j & \alpha_j^* \end{pmatrix}}^{\text{Unitary Operators}} + \left[\prod_{i=1}^{\infty} \frac{p_i^{s_i}}{1 - p_i^{-s_i}} \right] \quad (2)$$

ou bien encore

$$\iiint_{\mathcal{V}} \left(\frac{\rho \mathbf{v} \cdot \mathbf{v}}{2} + \rho e \right) dV = \oint_{\partial \mathcal{V}} \mathbf{T} \cdot \mathbf{v} dA + \underbrace{\int_{\mathcal{V}} \rho \mathbf{f} \cdot \mathbf{v} dV + \dot{Q}}_{\text{External Work and Heat}} - \frac{d}{dt} \left(\frac{1}{2} \sum_{\substack{i,j=1 \\ i \neq j}}^N \frac{G m_i m_j}{|\mathbf{r}_i - \mathbf{r}_j|} \right) \quad (3)$$

LaTeX permet d'écrire des formules mathématiques de manière très élégante. Ne vous inquiétez pas, vous n'aurez pas besoin de savoir écrire des formules aussi compliquées mais il est utile d'en connaître certains éléments.

4.2 Les 2 modes d'écriture

Il existe deux manières principales d'écrire des formules mathématiques en LaTeX :

- **Inline math mode** : C'est le mode par défaut pour écrire des formules mathématiques dans le texte. Il ressemble à ceci : $a + b = c$ et s'écrit entre des signes `\(\cdot \)`
- **Display math mode** : C'est le mode pour écrire des formules mathématiques plus grandes et plus complexes. Il ressemble à ceci :

$$\int_0^1 x^2 dx = \frac{1}{3} \quad (4)$$

et s'écrit entre des signes `\[\cdot \]` ou dans un environnement mathématique comme `equation`.

Il est important de savoir qu'il vaut mieux éviter d'utiliser le mode inline pour écrire des formules mathématiques trop longues ou trop complexes. Comme l'indique son nom, le mode inline est fait pour écrire des formules mathématiques courtes et simples dans le texte.

Il est une bonne pratique d'utiliser le mode display pour écrire des grosses formules mathématiques ou des formules qui prennent plusieurs lignes.

4.3 Les symboles mathématiques

Il existe de très nombreux symboles mathématiques en LaTeX. Il vaut mieux utiliser le site Detexify pour trouver le symbole que vous cherchez à partir d'un dessin ou alors se référer à la documentation de LaTeX (le site est vraiment très fort). Je vous en donne quand même quelques uns ici :

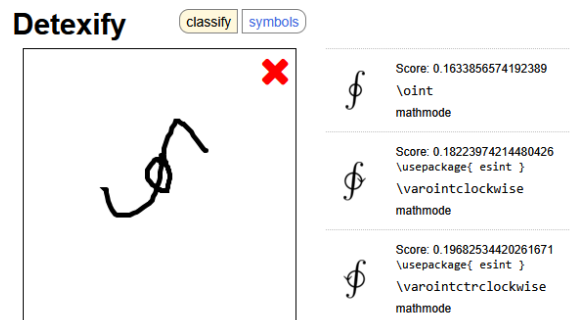


FIGURE 1 – Le site Detexify

- **Les symboles de base :**
 - `\geq` pour \geq
 - `\infty` pour ∞
 - `\exists` pour \exists
 - `\int` pour \int
 - `\sum` pour \sum
 - Encore une fois, il est facile de deviner le nom de la commande
- **Les symboles de logique :**
 - `\land` pour \wedge
 - `\lor` pour \vee
 - Remarquez que c'est simplement le nom anglais précédée de `\`
- **Les environnements mathématiques :**
 - `\begin{equation}` et `\end{equation}` pour écrire une équation
 - `\begin{align}` et `\end{align}` pour écrire une équation alignée
 - Si vous ne voulez pas d'équation numérotée, rajoutez un `*` à la fin de l'environnement
 - Par exemple, `\begin{equation*}` et `\end{equation*}`

4.4 Les choses à savoir

Vous avez sûrement remarqué que dans les équations (2) et (3), il y a des éléments qui ne ressemblent pas à des simples symboles. En effet, on peut faire plus que simplement écrire des symboles mathématiques en LaTeX. Il est possible de faire des choses comme :

- **Mettre une boîte autour d'une formule avec `\boxed{\dots}` :**

$$\boxed{a + b = c} \quad (5)$$

- **Mettre une barre autour d'une formule avec `\overline{\dots}` :**

$$\overline{a + b = c} \quad (6)$$

- **Mettre une parenthèse autour d'une formule avec `\left(\dots \right)` :**

$$(a + b = c) \quad (7)$$

- **Ecrire en dessous d'une formule avec `\underbrace{\dots}_{\dots}` :**

$$\underbrace{a + b = c}_{\text{C'est une équation}} \quad (8)$$

- **Indicer à plusieurs niveaux avec `\substack{\dots}` :**

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=2}^i i + j \quad (9)$$

Bien plus est encore possible mais cela vient en recherchant dans la documentation et avec le temps. Un conseil est de ne pas hésiter à regarder le code source d'un document LaTeX pour le comprendre ou y piocher des éléments cools.

4.5 Les environnements spécialisés

Latex propose en plus des environnements mathématiques précédents des environnements supplémentaires permettant la définition d'environnement comme les théorèmes, les exemples etc. Je vous conseille d'aller voir directement la documentation du package `amsthm` car il est très complet et je ne vais pas le détailler ici.

4.6 Le référencement

Si vous avez été curieux, vous avez essayé de cliquer sur les références (2) et (3) et avez été émerveillé de voir que cela vous a amené directement à l'équation en question. C'est cela qu'on appelle le référencement.

On peut référencer des équations, des sections, des figures, des tableaux, des théorèmes, des définitions, etc. On peut référencer tout ce qu'on veut en LaTeX. Il suffit de faire ceci :

1. Rajouter une `\label{...}` à l'endroit où vous voulez référencer l'élément. Il lui faut un nom unique.
2. Utiliser la commande `\ref{...}` pour référencer l'élément.
3. Si vous voulez référencer une équation, utilisez `\eqref{...}`.

Attention, ce référencement est différent de celui qu'on utilise dans les bibliographies. Il ne faut pas confondre les deux.

5 Les Figures et les Tableaux

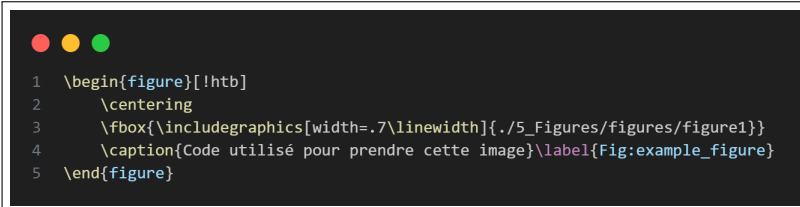
Cette section présente les figures principales du document et comment les utiliser. Il est important de savoir que les figures sont des éléments flottants. Cela signifie qu'elles peuvent être placées à un endroit différent de celui où elles sont déclarées dans le code, c'est un point important à garder en tête.

5.1 Les figures

Les figures sont des éléments flottants qui peuvent être placés par rapport à une position donnée dans le document. Il est possible de les placer à des endroits différents en utilisant des options de placement comme `h` (ici), `t` (en haut de la page), `b` (en bas de la page).

Le code suivant insère la figure 2 qui le suit :

```
1 \begin{figure}[!htb]
2   \centering
3   \fbox{\includegraphics[width=.7\linewidth]{./5_Figures/figures/figure1}}
4   \caption{Code utilisé pour prendre cette image}\label{fig:example_figure}
5 \end{figure}
```



```
1 \begin{figure}[!htb]
2   \centering
3   \fbox{\includegraphics[width=.7\linewidth]{./5_Figures/figures/figure1}}
4   \caption{Code utilisé pour prendre cette image}\label{fig:example_figure}
5 \end{figure}
```

FIGURE 2 – Code utilisé pour prendre cette image