



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

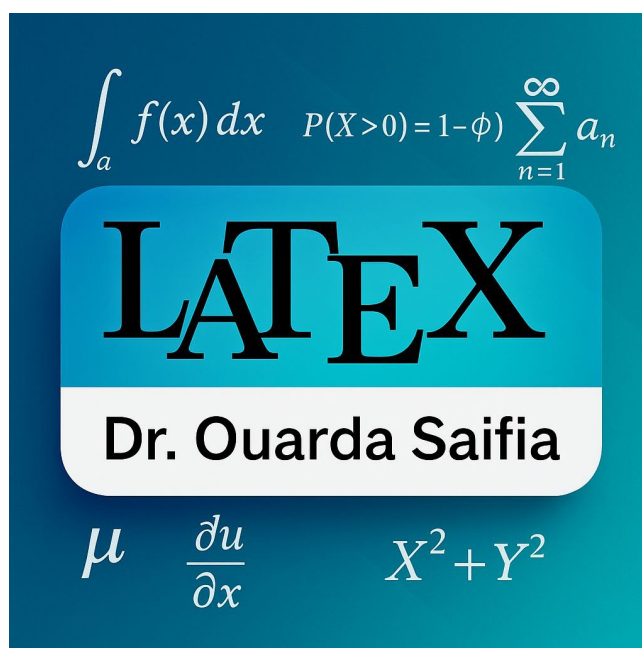
UNIVERSITÉ CHADLI BENDJEDID - EL TAREF



FACULTÉ DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE

DÉPARTEMENT DE MATHÉMATIQUES

Cours :



Année universitaire : 2025 / 2026

Chapitre 1 Guide d'installation de $\text{\LaTeX}$ sur Windows

1.1	TÉLÉCHARGEMENT DE $\text{\LaTeX}$	8
1.2	INSTALLATION DE $\text{\LaTeX}$	8
1.3	USEPACKAGE DANS LE PRÉAMBULE	9

Chapitre 2 Les maths avec $\text{\LaTeX}$

2.1	LIMITES, INTÉGRALES, DÉRIVÉES, SOMMES ET PRODUIT	12
2.2	VECTEURS, NORMES	13
2.3	LES NOMBRES COMPLEXES	13
2.4	PARALLÈLES ET PERPENDICULAIRES :	14
2.5	LES OPÉRATIONS SUR LES ENSEMBLES	14
2.6	LES ENSEMBLES :	14
2.7	SYMBOLES MATHÉMATIQUES	15
2.8	LES FLÈCHES	15
2.9	LES LETTRES GRECQUES	17

Chapitre 3 Gestion du texte et mise en forme

3.1	UN PEU DE MISE EN FORME	18
-----	-------------------------	----

3.2 ORGANISER UN DOCUMENT	20
3.3 STYLES DE NUMÉROTATION	20
3.4 TITRE SANS NUMÉROTATION	21
3.5 GESTION DU SOMMAIRE	21
3.6 LES LISTES	21
3.7 UNE PETITE TOUCHE DE COULEUR	22

Chapitre 4 Alignements verticaux

4.1 ARRAY	23
4.2 EQNARRAY	24

Chapitre 5 IMAGES+TABLES :

5.1 INSERTION D'UNE IMAGE	26
5.2 POUR CONVERTIR UNE IMAGE	28
5.3 LÉGENDE	29
5.4 INSERTION D'UN TABLEAU :	29

Chapitre 6 Présentation L^AT_EX

6.1 PRÉSENTATION L ^A T _E X :	31
--	----

Public cible et prérequis

Ce document s'adresse principalement aux étudiants de **Master 1 Mathématiques**. Il peut également être utile aux étudiants de Licence 3 ou de Master 2, ainsi qu'aux enseignants, chercheurs et académiciens de toutes disciplines souhaitant se familiariser avec $\text{\LaTeX}$.

Bien que ce polycopié soit spécialement conçu pour les étudiants en mathématiques, il reste accessible à toute personne désireuse d'apprendre $\text{\LaTeX}$ pour la rédaction de documents scientifiques.

Prérequis recommandés :

- Connaissances de base en informatique (utilisation d'un éditeur de texte, gestion de fichiers).
- Aucune connaissance préalable de $\text{\LaTeX}$ n'est requise.
- Des notions élémentaires en mathématiques (calcul, algèbre linéaire) sont utiles pour suivre les exemples, mais non obligatoires.

Objectifs pédagogiques :

1. Installer et configurer un environnement $\text{\LaTeX}$ fonctionnel.
2. Rédiger des documents scientifiques structurés (articles, mémoires, thèses).
3. Maîtriser l'écriture des formules mathématiques complexes.
4. Insérer des images, des tableaux et des références.
5. Créer des présentations professionnelles avec Beamer.

Introduction générale

L^AT_EX est un système de préparation de documents largement utilisé dans les milieux scientifiques et académiques. Contrairement aux traitements de texte classiques (comme Microsoft Word), L^AT_EX repose sur le principe du "WYSIWYM" (What You See Is What You Mean) : l'utilisateur se concentre sur le contenu, et le système gère automatiquement la mise en forme.

Dans le monde exigeant de la recherche et des études supérieures, L^AT_EX se distingue comme la solution idéale pour une rédaction précise et professionnelle. Bien plus qu'un simple logiciel, c'est un système complet qui transforme vos idées en documents structurés et élégants.

Ce polycopié a été conçu pour répondre aux besoins spécifiques des étudiants en mathématiques. Il peut également être utile aux enseignants, chercheurs et académiciens de toutes disciplines souhaitant se familiariser avec L^AT_EX. Il couvre non seulement les aspects fondamentaux de L^AT_EX, mais aussi des fonctionnalités avancées telles que la gestion des références bibliographiques, l'insertion d'images et la création de présentations avec Beamer.

Pourquoi choisir L^AT_EX ?

- **Pour une qualité typographique inégalée** : L^AT_EX produit des documents au rendu professionnel, dignes des plus grandes publications.
- **Pour les mathématiques** : Écriture aisée de formules complexes :

$$\int_a^b f(x) dx = F(b) - F(a)$$

- **Pour la gestion de longs documents** : Thèses, mémoires et livres avec table des matières automatique.

Structure du document :

- Le premier chapitre présente l'installation de L^AT_EX sur Windows, ainsi que la configuration des éditeurs (TeXmaker, TeXstudio).
- Le deuxième chapitre est consacré à l'écriture mathématique : limites, intégrales, dérivées, vecteurs, nombres complexes, ensembles, symboles et flèches.
- Le troisième chapitre aborde la gestion du texte et la mise en forme : espacement, tailles de police, listes, couleurs, titres et sommaire.
- Le quatrième chapitre traite des alignements verticaux, des matrices (array) et des systèmes d'équations (eqnarray).
- Le cinquième chapitre explique l'insertion d'images et de tableaux, ainsi que l'utilisation des commandes `\graphicspath` et `\includegraphics`.

- Le sixième chapitre est dédié à la création de présentations avec Beamer : structure d'une frame, titres, listes, blocs, animations et références.
- Enfin, des travaux pratiques (TP) et un examen corrigé permettent de mettre en pratique les connaissances acquises.

À qui s'adresse ce guide ?

Étudiants Préparant mémoires ou thèses, spécialement en mathématiques.

Chercheurs Rédigeant articles scientifiques.

Enseignants Créant supports de cours.

Académiciens Toute personne souhaitant produire des documents de qualité professionnelle.

Comment utiliser ce document ?

Il est recommandé de suivre les chapitres dans l'ordre, car chaque section s'appuie sur les notions introduites précédemment. Les exemples de code peuvent être copiés-collés et compilés par l'étudiant. Les figures et captures d'écran illustrent les résultats attendus.

Pour approfondir vos connaissances au-delà de ce polycopié, plusieurs ressources de référence sont disponibles. Le guide *LaTeX Beginner's Guide* de Stefan Kottwitz [1] constitue une excellente introduction pratique, tandis que *Learning LaTeX* de Griffiths et Higham [2] offre une approche concise idéale pour débiter rapidement. Pour les novices complets, l'ouvrage électronique gratuit *LaTeX for Complete Novices* de Nicola Talbot [3] propose une introduction très progressive.

Pour les utilisateurs plus avancés, *Guide to LaTeX* de Kopka et Daly [4] sert de référence intermédiaire précieuse. L'ouvrage de référence absolu reste *The LaTeX Companion* de Mittelbach et Fischer [5], considéré comme la « bible » de $\text{\LaTeX}$ et indispensable pour maîtriser les fonctionnalités avancées et les extensions.

Parmi les ressources gratuites en ligne, *The Not So Short Introduction to $\text{\LaTeX}$ 2_ε* d'Oetiker et al. [6] est un classique incontournable, complété par le guide interactif *Learn LaTeX in 30 minutes* de la plateforme Overleaf [7]. Cette dernière propose également une vaste bibliothèque de modèles prêts à l'emploi [8]. Enfin, pour toute question technique, la communauté TeX - LaTeX Stack Exchange [9] constitue une ressource inestimable où experts et passionnés partagent leurs solutions.

Avantage clé : Avec $\text{\LaTeX}$, concentrez-vous sur le contenu pendant que le système gère la mise en forme professionnelle.

Bonne lecture et bon apprentissage de $\text{\LaTeX}$!

Première partie

COURS

Guide d'installation de $\text{\LaTeX}$ sur Windows

1.1 Téléchargement de $\text{\LaTeX}$

- Installer MikTeX
Site officiel de MikTeX : <https://miktex.org/download>
- Installer TeXmaker
Site officiel de TeXmaker : <https://www.xmlmath.net/texmaker/>
- Installer TeXstudio
Site officiel de TeXstudio : <https://texstudio.sourceforge.net/>

Remarque 1. *Il vous faut les deux, car MikTeX est une version du programme $\text{\LaTeX}$, tandis que TeXmaker est simplement un éditeur contenant plein de fonctions utiles.*

1.2 Installation de $\text{\LaTeX}$

L'installation sera faite comme suit :

Installer MikTeX

1. Ouvrez le fichier d'installation téléchargé (par exemple : `miktexsetup-x64.exe`)
2. Suivez les instructions de l'installateur :
 - Choisissez **Install MikTeX for all users** (recommandé) ou **Install MikTeX only for me**
 - Sélectionnez le répertoire d'installation (par défaut : `C:\Program Files\MikTeX`)
 - Choisissez les options d'installation (par exemple : installer les packages manquants à la volée)
3. Cliquez sur **Next** et attendez la fin de l'installation

Configurer MiKTeX

1. Ouvrez **MiKTeX Console** (accessible via le menu Démarrer)
2. Dans MiKTeX Console, allez dans l'onglet **Updates**, et vérifiez si des mises à jour sont disponibles. Si oui, mettez à jour MiKTeX.
3. Dans l'onglet **Packages**, vous pouvez installer des packages supplémentaires si nécessaire.

Installer un éditeur L^AT_EX (TeXmaker)

1. Téléchargez TeXmaker depuis <http://www.xm1math.net/texmaker/>
2. Ouvrez le fichier d'installation téléchargé (par exemple : texmaker-win32-install.exe)
3. Suivez les instructions de l'installateur :
 - Acceptez les termes de la licence
 - Choisissez le répertoire d'installation (par défaut : C:\Program Files (x86)\Texmaker)
 - Cliquez sur **Install** pour terminer l'installation.

Étape 6 : Tester l'installation

- (a) Ouvrez TeXmaker
- (b) Créez un nouveau fichier L^AT_EXet collez le code suivant :

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

- (c) Enregistrez le fichier avec l'extension .tex (par exemple test.tex)
- (d) Compilez le document en cliquant sur **Fichier > Quick Build**
- (e) Si tout est correctement configuré, un fichier PDF sera généré avec le texte "Hello, L^AT_EX!".

1.3 Usepackage dans le préambule

`\documentclass[a4paper, 11pt]{article}` Définit le type de document (ici, un article) avec des options spécifiques :

- **a4paper** : Format de papier A4.

- **11pt** : Taille de police de 11 points.

`\usepackage[latin1]{inputenc}`

Spécifie l'encodage des caractères du fichier source.

- **latin1** : Permet de gérer les caractères accentués et spéciaux pour les langues européennes (comme le français).

Remarque 1. *Aujourd'hui, il est recommandé d'utiliser utf8 à la place de latin1 pour une meilleure compatibilité.*

`\usepackage[T1]{fontenc}`

- Définit l'encodage des polices de caractères.
- **T1** : Améliore la gestion des polices pour les langues européennes, notamment les accents et les caractères spéciaux.

`\usepackage{lmodern}`

- Charge la police Latin Modern, une version modernisée des polices standard de LaTeX. Elle offre une meilleure lisibilité et une apparence plus professionnelle.

`\usepackage{amsmath}`

- Fournit des outils avancés pour écrire des formules mathématiques, comme les environnements align, gather, multiline,... etc.

`\usepackage{amsfonts}`

- Ajoute des polices mathématiques supplémentaires, comme `\mathbb` pour les ensembles (par exemple, $\mathbb{R}$ pour les nombres réels).

`\usepackage{amssymb}`

- Ajoute des symboles mathématiques supplémentaires, comme `\leq`, `\geq`, `\subset`, `\in`, etc.

`\usepackage{amsthm}`

- Facilite la création d'environnements pour les théorèmes, définitions, preuves,... etc.

Exemple 1. `\newtheorem{thm}{Théorème}`

`\begin{theorem}`

Ceci est un théorème.

`\end{theorem}`

`\usepackage{graphicx}`

- Permet d'insérer des images dans votre document avec la commande `\includegraphics`.

Exemple 2. `\includegraphics[width=0.5 \textwidth]{image.png}`

`\usepackage{fancyhdr}`

- Permet de personnaliser les en-têtes et pieds de page du document.

Exemple 3. `\pagestyle{fancy}`

`\fancyhead[L]{Mon en-tête gauche}`

`\fancyhead[R]{Mon en-tête droit }`

`\usepackage{color}`

- Active l'utilisation de couleurs dans le document.

Exemple 4. *Ce texte est en rouge.*

```
\theoremstyle{plain}
```

La commande `\theoremstyle{plain}` définit un style prédéfini pour ces environnements. Ce style est généralement utilisé pour les théorèmes, lemmes et propositions, et il a les caractéristiques suivantes :

- Le texte est en **italique**.
- Le titre (par exemple, "Théorème") est en **gras**.
- Une **ponctuation** est ajoutée après le numéro du théorème.

```
\newtheorem{re}{Remarque}
```

```
\newtheorem{thm}{Théorème}
```

```
\newtheorem{pro}{Proposition}
```

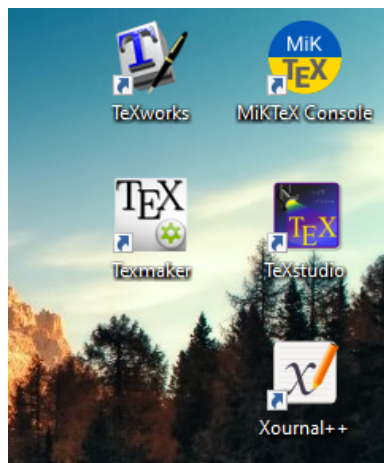
```
\newtheorem{lem}{Lemme}
```

Remarque 2. *Après avoir exécuté `\newtheorem` dans le préambule de votre document, vous pouvez utiliser la commande suivante :*

```
\begin{nom}[texte]
```

Ceci est mon premier théorème.

```
\end{nom}
```



Chapitre 2

Les maths avec L^AT_EX

Les formules mathématiques en L^AT_EX

1. Toute formule mathématique doit être écrite entre deux $\dots$.
2. Pour centrer une formule mathématique on écrit $\dots$ où bien $\left[\dots\right]$.

2.1 Limites, Intégrales, Dérivées, Sommes et Produit

Symboles et utilisation

- **Limite** : $\lim$
- **Intégrale** : $\int$
- **Dérivée** : $\prime$, ∂
- **Somme** : $\sum$
- **Produit** : $\prod$

Exemples

Code source

```
 $\lim_{x \rightarrow 0} f(x)$   
 $\int_0^1 f(t) dt$   
 $f'$ ,  $\partial f$   
 $\sum_{k=1}^n k^2$   
 $\prod_{k=1}^n f(k)$ 
```

PDF

$\lim_{x \rightarrow 0} f(x)$
 $\int_0^1 f(t) dt$
 f' , ∂f
 $\sum_{k=1}^n k^2$
 $\prod_{k=1}^n f(k)$

Où bien, on peut écrire

Exemples

Code source

- `\displaystyle\[\lim_{x\rightarrow 0}f(x)\]`
- `\displaystyle\[\int_0^1f(t)dt\]`
- `\displaystyle\{f^{\prime},`
• `\partial f\]`
- `\displaystyle\[\sum_{k=1}^nk^2\]`
- `\displaystyle\[\prod_{k=1}^nf(k)\]`

PDF

- $\lim_{x \rightarrow 0} f(x)$
- $\int_0^1 f(t) dt$
- $f', \partial f$
- $\sum_{k=1}^n k^2$
- $\prod_{k=1}^n f(k)$

2.2 Vecteurs, Normes

- **Vecteur** : `\vec{vecteur}`
- **Norme** : `\| . \|`

Exemples

Code source

- `\vec{u}`
- `\|u\|`

PDF

- $\vec{u}$
- $\|u\|$

2.3 Les nombres complexes

Opération	Syntaxe	Compilation
Partie réelle	<code>\Re(z)</code>	$\Re(z)$
Partie imaginaire	<code>\Im(z)</code>	$\Im(z)$
Conjugué	<code>\overline{z}</code>	$\bar{z}$
Module	<code>\left z \right </code>	$ z $

2.4 Parallèles et perpendiculaires :

Exemples	
Code source • $D \perp D'$ • $D \parallel D'$	PDF • $D \perp D'$ • $D \parallel D'$

2.5 Les opérations sur les ensembles

Exemples	
Code source • $A \cup B$ • $A \cap B = \emptyset$ • $A \setminus B$	PDF $A \cup B$ $A \cap B = \emptyset$ $A \setminus B$

2.6 Les ensembles :

L'ensemble	La syntaxe	Compilation
Les nombres réels	$\mathbb{R}$	$\mathbb{R}$
Les entiers naturels	$\mathbb{N}$	$\mathbb{N}$
Les nombres complexes	$\mathbb{C}$	$\mathbb{C}$

2.7 Symboles mathématiques

Exemples	
Code source	PDF
• <code>\$ \leq \$</code> • <code>\$ \geq \$</code> • <code>\$ \approx \$</code> • <code>\$ \equiv \$</code> • <code>\$ \neq \$</code> • <code>\$ \subset \$</code> • <code>\$ \in \$</code> • <code>\$ \notin \$</code> • <code>\$ \pm \$</code> • <code>\$ \times \$</code> • <code>\$ \infty \$</code> • <code>\$ \forall \$</code> • <code>\$ \exists \$</code>	• $\leq$ • $\geq$ • $\approx$ • $\equiv$ • $\neq$ • $\subset$ • $\in$ • $\notin$ • $\pm$ • $\times$ • ∞ • $\forall$ • $\exists$

2.8 Les flèches

Exemples	
Code source	PDF
• <code>\$ \rightarrow \$</code> • <code>\$ \leftarrow \$</code> • <code>\$ \iff \$</code> • <code>\$ \implies \$</code> • <code>\$ \mapsto \$</code>	• $\rightarrow$ • $\leftarrow$ • $\iff$ • $\implies$ • $\mapsto$

Principes des commandes générant des flèches

- ❖ Toutes les commandes se terminent par le suffixe **arrow**.
- ❖ Toutes les commandes commencent par des préfixes qui indiquent la direction : **left**(gauche), **right**(droite), **up** (haut), **down** (bas).
- ❖ Le préfixe facultatif **long** donne une flèche longue.
- ❖ La première lettre mise en majuscule donne une flèche double.

Exemples de flèches directionnelles

Commande	Résultat	Signification
<code>\$\leftarrow\$</code>	$\leftarrow$	flèche vers la gauche
<code>\$\rightarrow\$</code>	$\rightarrow$	flèche vers la droite
<code>\$\uparrow\$</code>	$\uparrow$	flèche vers le haut
<code>\$\downarrow\$</code>	$\downarrow$	flèche vers le bas

Flèches doubles (avec majuscule)

Commande	Résultat	Signification
<code>\$\Leftarrow\$</code>	$\Leftarrow$	double flèche vers la gauche
<code>\$\Rightarrow\$</code>	$\Rightarrow$	double flèche vers la droite
<code>\$\Leftrightarrow\$</code>	$\Leftrightarrow$	double flèche dans les deux sens

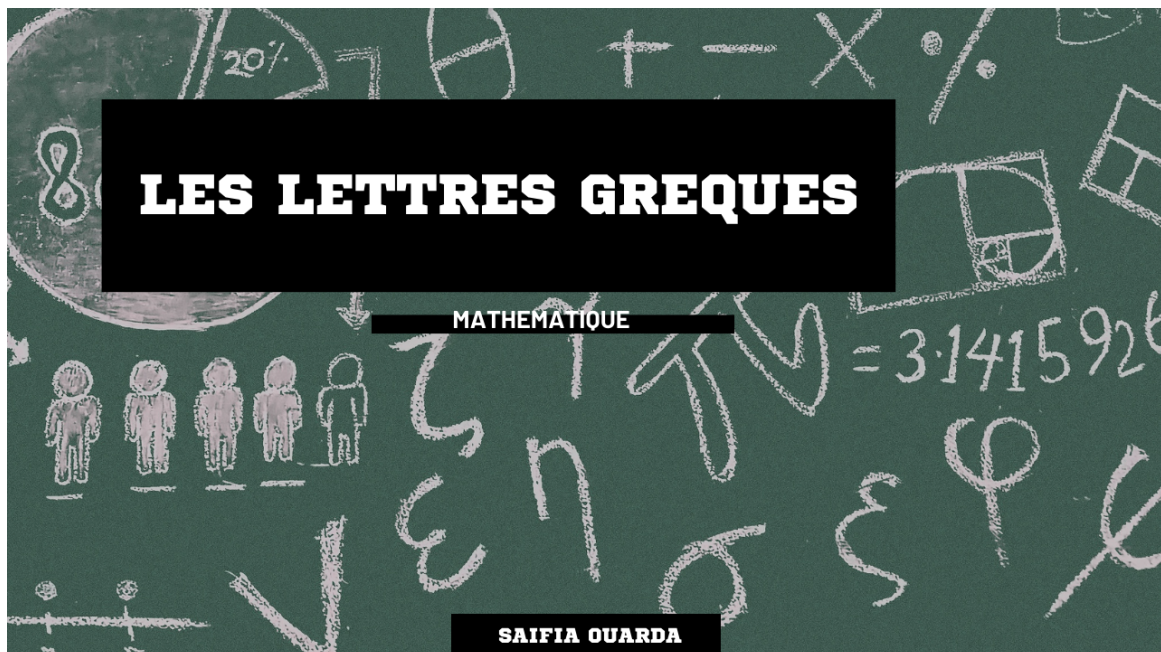
Flèches longues

Commande	Résultat	Signification
<code>\$\longleftarrow\$</code>	$\longleftarrow$	longue flèche vers la gauche
<code>\$\longrightarrow\$</code>	$\longrightarrow$	longue flèche vers la droite
<code>\$\Longleftarrow\$</code>	$\Longleftarrow$	longue double flèche gauche
<code>\$\Longrightarrow\$</code>	$\Longrightarrow$	longue double flèche droite

2.9 Les lettres grecques

Les lettres grecques s'obtiennent par une commande commençant par `\` suivie du nom de la lettre en anglais :

Commande	Minuscule	Majuscule	Commande	Minuscule	Majuscule
<code>\alpha</code>	α	A	<code>\mu</code>	μ	M
<code>\beta</code>	β	B	<code>\nu</code>	ν	N
<code>\gamma</code>	γ	Γ	<code>\xi</code>	ξ	Ξ
<code>\delta</code>	δ	Δ	<code>\pi</code>	π	Π
<code>\epsilon</code>	ϵ	E	<code>\rho</code>	ρ	P
<code>\zeta</code>	ζ	Z	<code>\sigma</code>	σ	Σ
<code>\eta</code>	η	H	<code>\tau</code>	τ	T
<code>\theta</code>	θ	Θ	<code>\upsilon</code>	υ	Υ
<code>\iota</code>	ι	I	<code>\phi</code>	ϕ	Φ
<code>\kappa</code>	κ	K	<code>\chi</code>	χ	X
<code>\lambda</code>	λ	Λ	<code>\psi</code>	ψ	Ψ
			<code>\omega</code>	ω	Ω



Gestion du texte et mise en forme

3.1 Un peu de mise en forme

Si tu veux mettre un texte en **gras** ou en *italique*, il faut donc l'indiquer à $\text{\LaTeX}$ par le biais de commandes bien spécifiques :

Gérer l'espacement	
Code $\text{\LaTeX}$	PDF
• J'aime toujours écrire en $\text{\LaTeX}$. $\text{\vspace{1cm}}$ • Surtout $\text{\hspace{8mm}}$ quand je laisse du blanc ! • Il est possible de sauter plusieurs $\text{\hspace{1cm}}$ sauts de ligne • $\text{\textbf{texte en gras}}$ • $\text{\textit{texte en italique}}$	• J'aime toujours écrire en $\text{\LaTeX}$. • Surtout quand je laisse du blanc ! • Il est possible de sauter plusieurs lignes • texte en gras • <i>texte en italique</i>

Voyons maintenant sur un exemple comment augmenter ou réduire la taille de la police, ainsi que les notes de bas de page :

Taille de police et note de bas de page

Code LaTeX

```
\tiny \scriptsize \footnotesize \small  
\normalsize \large \Large \LARGE  
\huge \Huge
```

Note de bas de page\footnote{La note en question.}.

PDF

tiny scriptsize footnotesize small normalsize

large Large LARGe huge
Huge

Note de bas de page^a.

a. La note en question.

L^AT_EX ne saura pas interpréter le changement de paragraphe. Dans ce cas, il faut passer par un environnement.

Mise en forme et taille – Environnement

Code LaTeX

- `\begin{Large}`
Paragraphe 1.
`\end{Large}`
- `\begin{bfseries}`
Paragraphe 2.
`\end{bfseries}`

PDF

- Paragraphe 1.
- Paragraphe 2.

L^AT_EX propose aussi un moyen très simple pour accentuer les majuscules. Il suffit d'utiliser un backslash, suivi de l'accent désiré. Puis, tu écris ton mot normalement, avec une majuscule.

Accentuation

Code LaTeX

- `\'E, \'E, \^E` et `\c{C}`
- `\OEil`, `c\œur`

PDF

- É, È, Ê et Ç
- Œil, cœur

3.2 Organiser un document

Taper du texte brut, c'est bien. Mais mettre des titres, c'est mieux. Là encore, rien à gérer. $\text{\LaTeX}$ met en forme le titre selon son importance et s'occupe de la numérotation.

Par ordre d'importance, nous pouvons avoir :

- `\part{titre};`
- `\chapter{titre};`
- `\section{titre};`
- `\subsection{titre};`
- `\subsubsection{titre};`
- `\paragraph{titre};`
- `\subparagraph{titre};`

Note importante

La commande `\part` n'est disponible que pour un document de classe **report** (cf. 4.3 **La base d'un document $\text{\LaTeX}$** p. 32).

De même, la commande `\chapter` n'est valable que pour les classes **book** et **report**.

Si tu veux sauter une page, la commande `\newpage` est là .

3.3 Styles de numérotation

Il existe plusieurs possibilités pour numéroter les différents titres de ton document. La liste complète des commandes utilisables est la suivante :

- ❖ `\arabic` : pour avoir des chiffres arabes soit 1, 2, 3. . . ;
- ❖ `\roman` : pour avoir des chiffres romains minuscules soit i, ii, iii. . . ;
- ❖ `\Roman` : pour avoir des chiffres romains majuscules soit I, II, III. . . ;
- ❖ `\alph` : pour avoir des lettres minuscules soit a, b, c. . . ;
- ❖ `\Alph` : pour avoir des lettres majuscules soit A, B, C. . . ;

Commande	Résultat
<code>\arabic</code>	1, 2, 3, ...
<code>\roman</code>	i, ii, iii, ...
<code>\Roman</code>	I, II, III, ...
<code>\alph</code>	a, b, c, ...
<code>\Alph</code>	A, B, C, ...

TABLE 3.1 – Styles de numérotation disponibles sous $\text{\LaTeX}$

3.4 Titre sans numérotation

Enfin, dans le cas où tu veux juste écrire un titre sans numéro, il suffit d'ajouter une `*` à la commande du titre : `\part*{titre}`, etc.

3.5 Gestion du sommaire

Pour une fois, nouvelle option, pas de nouveau package. Pour le sommaire, tout est déjà inclus de base dans $\text{\LaTeX}$. Pour l'afficher, il faut juste renseigner dans le code la commande `\tableofcontents`, à l'endroit où tu désires placer le sommaire.

Taille de police et note de bas de page	
Code LaTeX <code>\tableofcontents</code>	PDF Contents 1. Introduction 2 2. Chapitre 1 5 3. Conclusion 10

3.6 Les listes

Les listes (à puces ou numérotées) sont très pratiques quand il s'agit d'énumérer des éléments, faire un inventaire ou décrire des étapes.

Les listes peuvent donc être soit non numérotées (listes dites « à puces » : tiret, rond, autres symboles), avec l'environnement `itemize`; soit numérotées (numéro ou lettre), grâce à l'environnement `enumerate`.

Pour définir une puce ou un numéro, il faut utiliser la commande `\item`.

Voyons plutôt le résultat avec un exemple :

Une liste de puces et une liste numérotée	
Code LaTeX Liste non numérotée : <code>\begin{itemize}</code> <code>\item Premier élément</code> <code>\item Deuxième élément</code> <code>\item Troisième élément</code> <code>\end{itemize}</code> Liste numérotée : <code>\begin{enumerate}</code> <code>\item Première étape</code> <code>\item Deuxième étape</code> <code>\item Troisième étape</code> <code>\end{enumerate}</code>	PDF Liste non numérotée : • Premier élément • Deuxième élément • Troisième élément Liste numérotée : 1. Première étape 2. Deuxième étape 3. Troisième étape

3.7 Une petite touche de couleur

Pour mettre un peu de couleur, il faut d'abord charger le package `xcolor` dans le préambule :

```
\usepackage{xcolor}
```

Ensuite, on utilise la commande :

```
\textcolor{nom_couleur}{texte}
```

Les couleurs de base disponibles pour `nom_couleur` sont alors les suivantes :

- `red` (rouge)
- `green` (vert)
- `blue` (bleu)
- `yellow` (jaune)
- `cyan` (cyan)
- `magenta` (magenta)
- `black` (noir)
-
- `gray` (gris)

Alignements verticaux

4.1 Array

Pour imprimer des matrices, utilisez l'environnement `array`. Il fonctionne de manière similaire à l'environnement `tabular`. La commande `\\` est utilisée pour séparer les lignes.

Exemple

Code LaTeX

```
\begin{displaymath}
\mathbf{X} =
\left( \begin{array}{ccc}
x_{11} & x_{12} & \ldots \\
x_{21} & x_{22} & \ldots \\
\vdots & \vdots & \ddots
\end{array} \right)
\end{displaymath}
```

PDF

$$\mathbf{X} = \begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots \\ x_{21} & x_{22} & \dots \\ \vdots & \vdots & \ddots \end{pmatrix}$$

L'environnement `array` peut également être utilisé pour imprimer des expressions qui ont un délimiteur invisible obtenu par la commande `\right.`.

Exemple

Code LaTeX

```
\begin{displaymath}
y = \left\{ \begin{array}{ll}
a & \text{si } d > c \\
b+x & \text{le matin} \\
l & \text{la journée}
\end{array} \right.
\end{displaymath}
```

PDF

$$y = \begin{cases} a & \text{si } d > c \\ b+x & \text{le matin} \\ l & \text{la journée} \end{cases}$$

4.2 eqnarray

Les environnements `eqnarray` et `eqnarray*` se comportent comme un tableau à trois colonnes de type `{rcl}`, où :

- la première colonne (r) est alignée à droite,
- la colonne centrale (c) est centrée (et sert généralement à placer un signe égal ou tout autre opérateur relationnel),
- la dernière colonne (l) est alignée à gauche.

Chaque ligne de l'environnement est séparée par la commande `\\`.

Exemple

Code LaTeX

```
\begin{eqnarray}
f(x) &= & \cos x \\
f'(x) &= & -\sin x \\
\int_0^x f(y) \, dy &= & \sin x
\end{eqnarray}
```

PDF

$$f(x) = \cos x \quad (4.1)$$

$$f'(x) = -\sin x \quad (4.2)$$

$$\int_0^x f(y) dy = \sin x \quad (4.3)$$

Les équations longues ne sont pas découpées automatiquement en morceaux harmonieux. L'auteur doit indiquer où les couper et comment indenter la suite.

Exemple 1

Code LaTeX

```
\begin{eqnarray}
\sin x &= & x - \frac{x^3}{3!} \\
&+ & \frac{x^5}{5!} - \frac{x^7}{7!} + \cdots
\end{eqnarray}
```

PDF

$$\sin x = x - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} - \frac{x^7}{7!} + \cdots$$

La commande `\nonumber` empêche **L^AT_EX** de numéroté cette équation.

Remarque sur eqnarray

L'environnement `eqnarray` est considéré comme obsolète dans les versions récentes de $\text{\LaTeX}$. Il est recommandé d'utiliser plutôt les environnements `align` ou `align*` de la package `amsmath`.

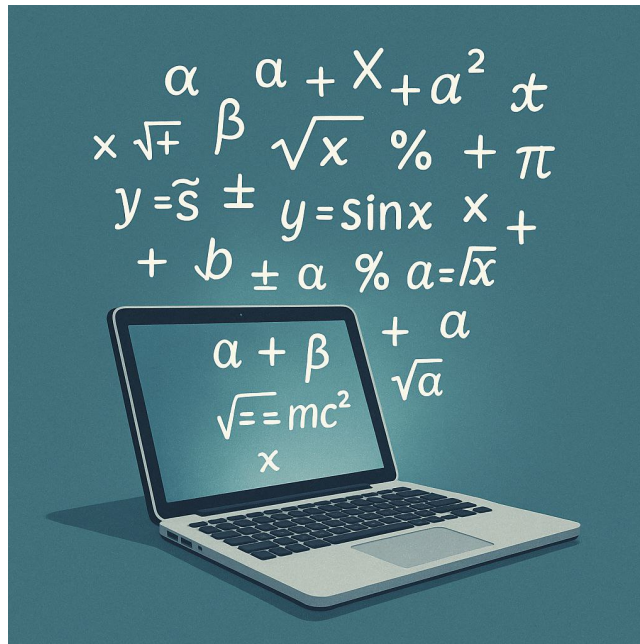
Exemple avec align

Code LaTeX

```
\begin{align*}
\sin x &= x - \frac{x^3}{3!} \\
&\quad + \frac{x^5}{5!} - \frac{x^7}{7!} + \cdots
\end{align*}
```

PDF

$$\sin x = x - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} - \frac{x^7}{7!} + \cdots$$



IMAGES+TABLES :

5.1 Insertion d'une image

Pdflatex ou latex?

Il existe deux modes de compilation d'un fichier **.tex** : $\text{\LaTeX}$. et $\text{Pdf\LaTeX}$.

$\text{\LaTeX}$ permet d'insérer des images dont le seul format accepté est le PostScript (ps ou eps); $\text{Pdf\LaTeX}$ permet d'insérer des images de tous les autres formats : gif, jpeg, pdf et png.

Il faut donc faire un choix dès le départ et convertir, le cas échéant, toutes les images dans le format compatible avec la compilation. La dernière section du chapitre donne une adresse de site qui permet, le cas échéant, de faire cette conversion.

Mise en place

Dans le préambule, on demande l'extension nécessaire, `\usepackage{graphicx}`.
Pour inclure une image, on utilise l'instruction

```
\includegraphics[options]{nomdelimage}
```

Le chemin pour appeler l'image doit être correctement spécifié. Il est conseillé de placer l'image dans le même dossier que le fichier **.tex** qui l'appelle.

La commande `\graphicspath`

Cette commande permet de spécifier le ou les dossiers où se trouvent les images.

```
\graphicspath{{dossier1/}{dossier2/}{../dossier3/}}
```

Exemple réel :

```
\graphicspath{{images/}{../figures/}{../photos/}}
```

La commande `\DeclareGraphicsExtensions`

Elle indique au compilateur quels formats d'image chercher et dans quel ordre.

```
\DeclareGraphicsExtensions{.png,.jpg,.pdf}
```

Exemple complet et réel avec logo

Supposons que nous ayons une image `logo_universite.png` dans le dossier `images/`.

```
\documentclass{article}
\usepackage{graphicx}

\graphicspath{{images/}}
\DeclareGraphicsExtensions{.png,.jpg}

\begin{document}

\includegraphics[width=5cm]{logo_universite}
\end{document}
```



Récapitulatif des commandes importantes

Commande	Rôle
<code>\includegraphics[options]{fichier}</code>	Insère l'image
<code>\graphicspath{{dossier/}}</code>	Définit le dossier des images
<code>\DeclareGraphicsExtensions{.png,.jpg}</code>	Définit les extensions cherchées

Commande `\graphicspath`

On peut préciser le(s) répertoire(s) où chercher l'image avec la macro :

```
\graphicspath{{images/}}{/home/img/}}
```

On peut aussi déclarer les extensions à chercher :

```
\DeclareGraphicsExtensions{.png,.jpg}
```

Exemple complet :

```
\graphicspath{{images/}}{/home/img/}}
\DeclareGraphicsExtensions{.png,.jpg}
\includegraphics{filename}
```

Le compilateur cherchera d'abord le fichier **filename.png** puis **filename.jpg**.

Découpage

Avec les options **clip** et **trim**, on peut insérer une partie d'une image dans un document. Avec **trim**, on indique les longueurs sur lesquelles on rogne l'image. Pour que cette option ait de l'effet, il faut ajouter **clip=true**. La syntaxe est la suivante : **trim=g b d h**. Si **g**, **b**, **d** et **h** sont des longueurs, on coupe l'image importée de **g** à partir de la gauche, **b** à partir du bas, **d** à partir de la droite, et **h** à partir du haut.



et voilà le code source :

```
\begin{center}
\includegraphics[width=7cm,height=3.5cm]{Robotintervention2}
\hfill
\includegraphics[%
width=7cm,height=3.5cm,trim=0mm 35mm 10mm 1.5mm,clip=true]{Robotintervention2}
\end{center}
```

Bounding box

Si l'on essaie de compiler un source comportant `\includegraphics{image.png}`, une erreur de compilation va apparaître : il vous manque apparemment un fichier **.bb**. En effet, pour pouvoir insérer une image PNG dans un document $\text{\LaTeX}$, celui-ci doit connaître les dimensions de l'image, « Bounding Box » de l'image.

Une technique pour spécifier la bounding box d'une image consiste à utiliser l'option **bb** de la commande `\includegraphics` et lui préciser la dimension de l'image, sous la forme : `\includegraphics [bb=xi yi xs ys]{image.png}`

L'option **xi yi** identifie les coordonnées du coin gauche inférieur et l'option **xs ys** identifie les coordonnées du coin droit supérieur de la boîte qui entoure l'image (Bounding Box).

On saisira donc, par exemple, `\includegraphics [bb=0 0 181 56]{image.png}`

5.2 Pour convertir une image

Pour convertir une image, on peut le faire :

- en ligne, via le site <http://image.online-convert.com/convert-to-eps>, par exemple
- en utilisant un logiciel comme ImageMagick ou Gimp



FIGURE 5.1 – Robot militaire

5.3 Légende

Une image peut avoir une légende, à laquelle on peut se référer :

```
\begin{figure}[h]
\centering
\includegraphics[width=7cm,height=3.5cm]{Robot militaire 1}
\caption{Robot militaire}
\label{Robotmilitaire}
\end{figure}
```

5.4 Insertion d'un tableau :

Environnement table

On crée un tableau grâce à l'environnement tabular et le rend flottant à l'aide de l'environnement table.

Environnement tabular

Pour comprendre à créer un tableau, analysons les quelques exemples suivants

Exemple1

Code Latex

```
\begin{tabular}{cc}
Lundi 8h--9h30 & Edp \\
Mardi 8h--9h30 & Latex \\
Jeudi 8h--9h30 & Eds \\
\end{tabular}
```

PDF

Lundi 8h–9h30	Edp
Mardi 8h–9h30	Latex
Jeudi 8h–9h30	Eds

Exemple2

Code Latex

```
\begin{tabular}{cc}  
\hline  
Lundi 8h--9h30 & Edp \\  
\hline  
Mardi 8h--9h30 & Latex \\  
\hline  
Jeudi 8h--9h30 & Eds \\  
\hline  
\end{tabular}
```

PDF

Lundi 8h–9h30	Edp
Mardi 8h–9h30	Latex
Jeudi 8h–9h30	Eds

Exemple3

Code Latex

```
\begin{tabular}{|c|c|}  
\hline  
Lundi 8h--9h30 & Edp \\  
\hline  
Mardi 8h--9h30 & Latex \\  
\hline  
Jeudi 8h--9h30 & Eds \\  
\hline  
\end{tabular}
```

PDF

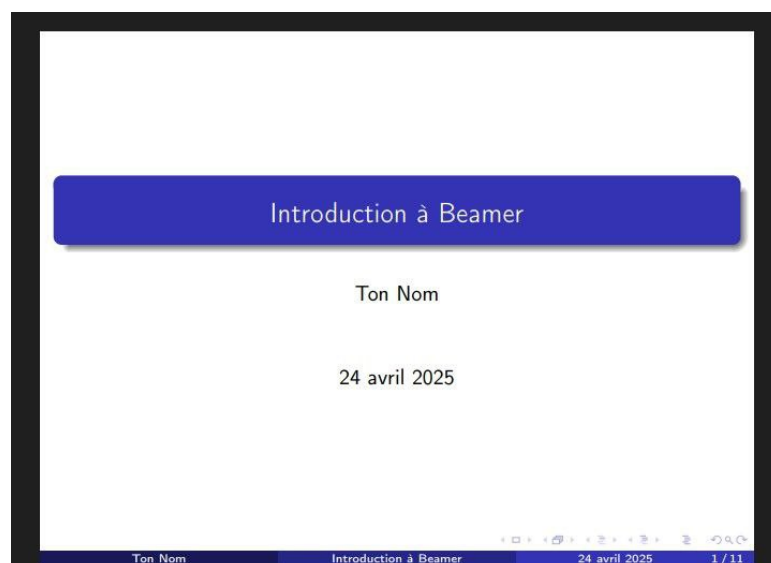
Lundi 8h–9h30	Edp
Mardi 8h–9h30	Latex
Jeudi 8h–9h30	Eds

Présentation L^AT_EX

6.1 présentation L^AT_EX :

Préambule de Beamer

```
\documentclass{beamer}
\usetheme{Madrid}
\usepackage[utf8]{inputenc}
\usepackage[T1]{fontenc}
\usepackage[french]{babel}
\usepackage{amsmath}
\usepackage{graphicx}
\usepackage{setspace}
\setstretch{1.3}
\title{Introduction à beamer}
\author{Ton Nom}
\date{24 avril 2025}
\begin{document}
\maketitle
```

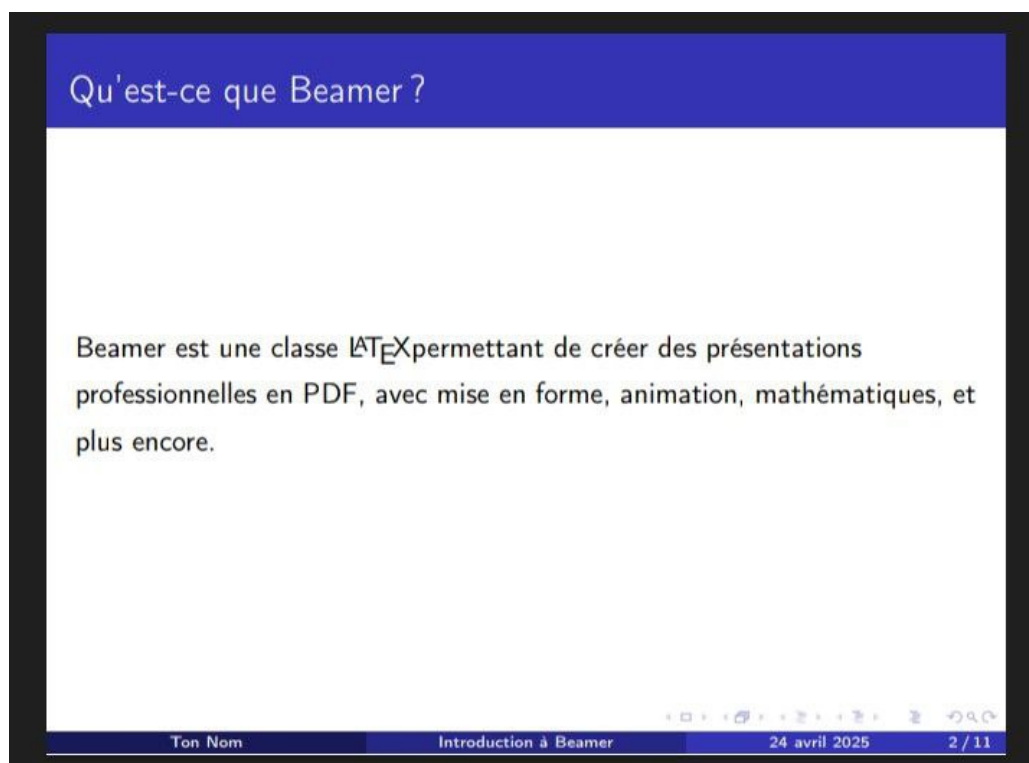


Diapositive suivante

```
\begin { frame}  
\frametitle{Plan de la présentation }  
\tableofcontents  
\end {frame}  
ou bien  
\begin{frame}  
\frametitle{Plan de la présentation avec animation }  
\begin{itemize}  
\item Introduction  
\pause  
\item Méthodologie  
\pause  
\item Résultats  
\pause  
\item Conclusion  
\end{itemize}
```

Présentation de Beamer

```
\begin{frame} \frametitle {Qu'est-ce que Beamer?}  
Beamer est une classe  $\LaTeX$  permettant de créer des présentations professionnelles en  
PDF, avec mise en forme, animation, mathématiques, et plus encore.  
\end {frame}
```



```
\begin { frame}
```

```
\frametitle Texte simple}
```

Vous pouvez écrire du texte comme dans un document classique :\\

Ce cours présente les éléments de base de $\text{\LaTeX}$ pour les présentations avec la classe Beamer. \end {frame}

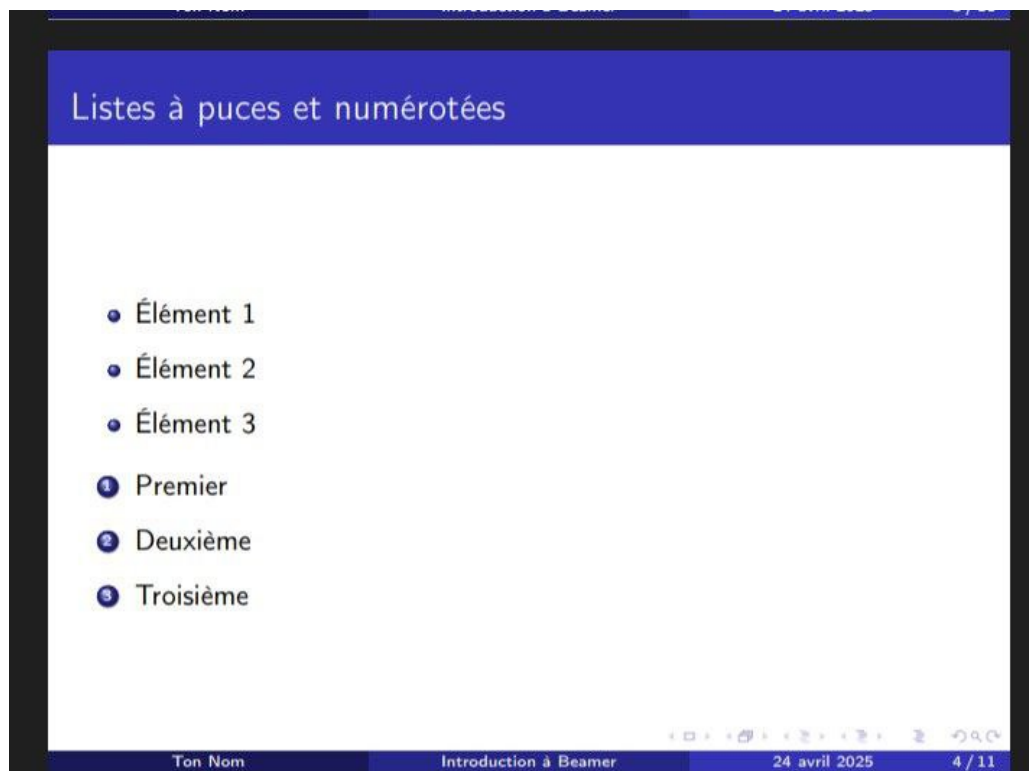
Texte simple

Vous pouvez écrire du texte comme dans un document classique :

Ce cours présente les éléments de base de $\text{\LaTeX}$ pour les présentations avec la classe beamer.

Liste à puces

```
\begin{frame}  
{Listes à puces et numérotées}  
\begin{itemize}  
\item Élément 1  
\item Élément 2  
\item Élément 3  
\end{itemize}  
\bigskip  
\begin{enumerate}  
\item Premier  
\item Deuxième  
\item Troisième  
\end{enumerate}  
\end{frame}
```



Formules mathématiques

```
\begin { frame } \frametitle { Formules mathématiques }
```

Formule centrée :

```
\[ E = mc^2 \]
```

Formule dans le texte : la fonction $f(x) = \int_0^x e^{-t^2} dt$ est continue.

```
\end { frame }
```

Formules mathématiques

Formule centrée :

$$E = mc^2$$

Formule dans le texte : la fonction $f(x) = \int_0^x e^{-t^2} dt$ est continue.

Blocs

```
\begin { frame}  
\frametitle {Blocs structurés}  
\begin {block}{Définition}  
Une fonction est continue si elle ne présente pas de "sauts" sur son domaine.  
\end{block}  
\begin {alertblock}{Alerte}  
Attention à bien vérifier les conditions aux bords!  
\end{alertblock}
```

Exemple

```
\begin {exampleblock}{Exemple}  
Soit  $f(x) = x^2$ , cette fonction est continue sur  $\mathbb{R}$ .  
\end {exampleblock }  
\end { frame }
```

Blocs structurés

Définition
Une fonction est continue si elle ne présente pas de "sauts" sur son domaine.

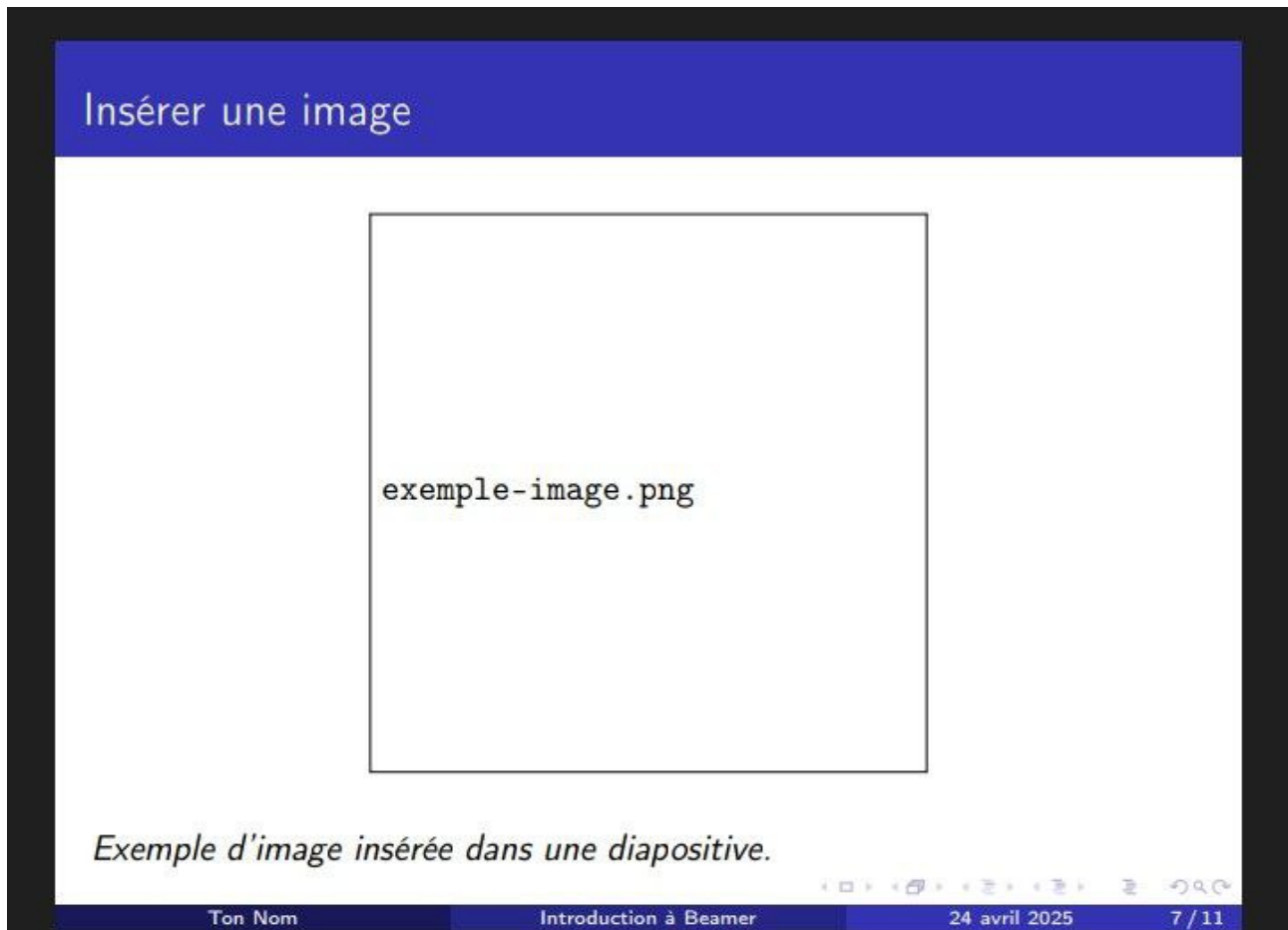
Alerte
Attention à bien vérifier les conditions aux bords !

Exemple
Soit $f(x) = x^2$, cette fonction est continue sur $\mathbb{R}$.

Ton Nom Introduction à Beamer 24 avril 2025 6 / 11

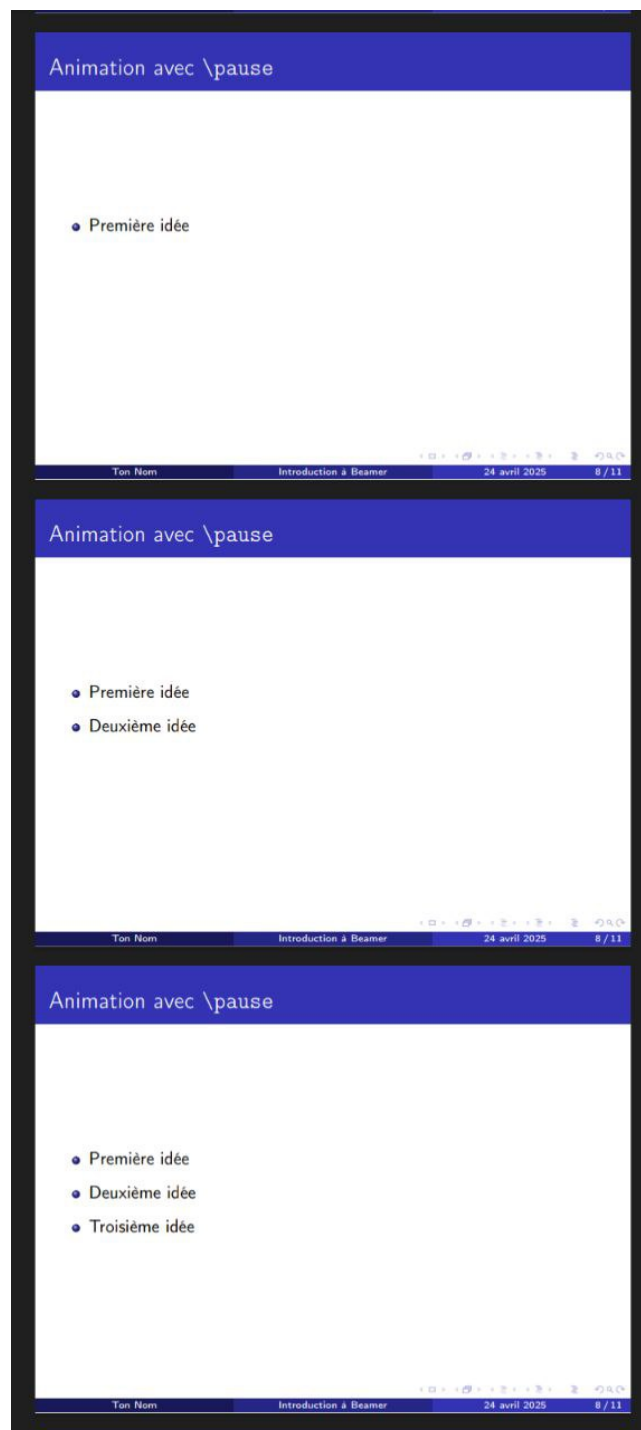
Images

```
\begin {frame } { Images}  
\frametitle{Insérer une image}  
\begin{center}  
\includegraphics[width=0.6]{exemple-image.png}  
\end {center}  
\textit {Exemple d'image insérée dans une diapositive.}  
\end {frame }
```



Animation avec pause

```
\begin{frame } \frametitle {Animation avec \texttt{\pause}}
\begin{itemize}
\item Première idée \pause
\item Deuxième idée \pause
\item Troisième idée
\end{itemize}
\end{frame }
```



Fin

```
\begin{frame } \frametitle{Merci!}  
\begin{center}  
Des questions?  
\end{center}  
\end {frame }
```



Références

```
\begin{thebibliography}{9}  
\bibitem[Ahmed1] B. Ahmad, S. Hamdan, A. Alsaedi and S. Ntouyas,  
\emph{On a nonlinear mixed-order coupled fractional differential system with new integral  
boundary conditions }, AIMS Mathematics, {\bf 6 }(2022), 5801-5816.  
\bibitem[Benchohra] M. Benchohra, S. Hamani and S.K. Ntouyas,  
\emph{Boundary value problem for differential equations with fractional order }, Surveys  
in Mathematics and its Applications {\bf 3} (2008), 1-12.  
\end{thebibliography}
```

Références

 B. Ahmad, S. Hamdan, A. Alsaedi and S. Ntouyas, *On a nonlinear mixed-order coupled fractional differential system with new integral boundary conditions* , AIMS Mathematics, **6** (2022), 5801-5816.

 M. Benchohra, S. Hamani and S.K. Ntouyas, *Boundary value problem for differential equations with fractional order* , Surveys in Mathematics and its Applications **3** (2008), 1-12.

Ton Nom

Introduction à beamer

24 avril 2025

14 / 15

Citation

\cite{Ahmed1} B. Ahmad, S. Hamdan, A. Alsaedi and S. Ntouyas, On a nonlinear mixed-order coupled fractional differential system with new integral boundary conditions , AIMS Mathematics, **6** (2022), 5801-5816.

\cite{Benchohra} M. Benchohra, S. Hamani and S.K. Ntouyas, Boundary value problem for differential equations with fractional order , Surveys in Mathematics and its Applications **3** (2008), 1-12.

citation

[1] B. Ahmad, S. Hamdan, A. Alsaedi and S. Ntouyas, On a nonlinear mixed-order coupled fractional differential system with new integral boundary conditions , AIMS Mathematics, **6** (2022), 5801-5816.

[2] M. Benchohra, S. Hamani and S.K. Ntouyas, Boundary value problem for differential equations with fractional order , Surveys in Mathematics and its Applications **3** (2008), 1-12.

Ton Nom Introduction à beamer 24 avril 2025 15 / 15

Deuxième partie

TP+EXAMEN

TP 1: Formules mathématiques, tableaux

Rédiger en $\LaTeX$

Exercice 1.

Soient a et b deux réels fixés ; on considère une suite $(u_n)_n$ vérifiant

$$\forall n \in \mathbb{N}, u_{n+1} = au_n + b.$$

Trouver $l \in \mathbb{R}$ pour que $(u_n - l)_n$ soit une suite géométrique. Pour quelle(s) valeur(s) de a et b la suite $(u_n)_n$ est-elle convergente?

Exercice 2.

La fonction $\Gamma : \mathbb{R}_+^* \rightarrow \mathbb{R}$, définie par

$$\Gamma(x) = \int_0^{+\infty} t^{x-1} e^{-t} dt$$

la formule (1) est appelée fonction Gamma (d'Euler), généralise la factorielle. En effet, $\forall n \in \mathbb{N}^*, \Gamma(n+1) = n!$.

Exercice 3.

Soient E un espace vectoriel et $\varphi, \varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_n : E \rightarrow \mathbb{R}$ fonctionnels linéaires tels que pour tout $x \in E$ on a

$$\forall i \in \{1, \dots, n\}, \varphi_i(x) = 0 \Rightarrow \varphi(x) = 0.$$

Soit $F : E \rightarrow \mathbb{R}^{n+1}$, $x \mapsto (\varphi(x), \varphi_1(x), \varphi_2(x), \dots, \varphi_n(x))$,

- i) montrer que $\text{Im} F$ est fermé dans $\mathbb{R}^{n+1}$.
- ii) Séparer $(1, 0, 0, \dots, 0)$ et $\text{Im} F$ par un hyper plan fermé.
- iii) En déduire que $\varphi = \sum_{i=1}^n \lambda_i \varphi_i$.

Exercice 4.

Code source

```
\renewcommand{1}{3}
\begin{tabular}{|c|c|}
\hline  $\int_1^e \frac{1}{x} dx$  & hauteur fixe 3 cm \\
\hline  $[\ln x]_1^e$  & hauteur fixe 3 cm \\
\hline \end{tabular}
```

PDF

$\int_1^e \frac{1}{x} dx$	hauteur fixe 3 cm
$[\ln x]_1^e$	hauteur fixe 3 cm

Correction de tp1

1ère Année Master

```
\documentclass{article}
\usepackage{amsmath}
\usepackage{array}
\usepackage{amssymb}
\begin{document}

\textbf{Module: (TP: \LaTeX)\hspace{2cm} 2025}
\textbf{ Master 1, Analyse fonctionnelle et calcul stochastique }
\begin{center}
\textbf{ TP 1: Formules mathématiques, tableaux}
\end{center}
\textbf{ Rédiger en \LaTeX}

\subsection*{Exercice 1.}
Soient  $a$  et  $b$  deux réels fixés ; on considère une suite  $(u_n)_n$  vérifiant

$$\forall n \in \mathbb{N}, \quad u_{n+1} = a u_n + b.$$

Trouver  $\lambda \in \mathbb{R}$  pour que  $(u_n - \lambda)_n$  soit une suite géométrique.
Pour quelle(s) valeur(s) de  $a$  et  $b$  la suite  $(u_n)_n$  est-elle convergente?

\subsection*{Exercice 2.}
La fonction  $\Gamma: \mathbb{R}_+^* \rightarrow \mathbb{R}$ , définie par

$$\Gamma(x) = \int_0^{+\infty} t^{x-1} e^{-t} dt$$

la formule (1) est appelée fonction Gamma (d'Euler), généralise la factorielle.
En effet,  $\forall n \in \mathbb{N}^*, \Gamma(n+1) = n!$ .

\subsection*{Exercice 3.}
Soient  $E$  un espace vectoriel et

$$\varphi, \varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_n : E \rightarrow \mathbb{R}$$

fonctionnels linéaires tels que pour tout  $x \in E$  on a

$$\forall i \in \{1, \dots, n\}, \quad \varphi_i(x) = 0 \iff \varphi(x) = 0.$$

Soit

$$F: E \rightarrow \mathbb{R}^{n+1},$$


$$x \mapsto (\varphi(x), \varphi_1(x), \varphi_2(x), \dots, \varphi_n(x)).$$

\begin{enumerate}
\item[i)] montrer que  $\text{Im } F$  est fermé dans  $\mathbb{R}^{n+1}$ .
\item[ii)] Séparer  $(1, 0, 0, \dots, 0)$  et  $\text{Im } F$  par un hyper plan fermé.
\item[iii)] En déduire que

$$\varphi = \sum_{i=1}^n \lambda_i \varphi_i.$$

\end{enumerate}

\subsection*{Exercice 4.}
```

```

\begin{minipage}[t]{0.6\linewidth}
Code source \\
\textbackslash renewcommand\{3\} \\
\textbackslash begintabular$\left|\left| c | c \right|\right| \$\\
\textbackslash hline$\int_{1}^e \frac{1}{x} dx$ hauteur fixe 3 cm\\
\textbackslash hline$[\ln x]_{1}^e$ hauteur fixe 3 cm \\
\textbackslash hline
\textbackslash end{tabular}
\end{minipage}
\hfill
\fbbox{\begin{minipage}[t]{0.5\linewidth}
\textbf{PDF}\\

\begin{tabular}{||c|c||}
\hline

$\int_{1}^e \frac{1}{x} dx$ & hauteur fixe 3 cm \\
\hline

$[\ln x]_{1}^e$ & hauteur fixe 3 cm \\
\hline
\end{tabular}
\end{minipage}}

\end{document}

```

TP2 : Réécrivez le contenu donné en utilisant code $\text{\LaTeX}$:

Les Opérateurs Linéaires Continus

Analyse Fonctionnelle

Votre Nom

21 avril 2025

◀ ◻ ▶ ◀ ◻ ▶ ◀ ≡ ▶ ◀ ≡ ▶ ≡ ↺ 🔍 ↻

Votre Nom

Les Opérateurs Linéaires Continus

21 avril 2025

1 / 8

Opérateur linéaire

Définition : Un opérateur $T : E \rightarrow F$ entre espaces vectoriels normés est **linéaire** si :

$$T(\lambda x + y) = \lambda T(x) + T(y) \quad \forall x, y \in E, \lambda \in \mathbb{K}$$

Exemples

- Dérivation : $T(f) = f'$ sur $C^1([a, b])$
- Intégration : $T(f) = \int_a^b f(t)dt$ sur $C([a, b])$

◀ ◻ ▶ ◀ ◻ ▶ ◀ ≡ ▶ ◀ ≡ ▶ ≡ 🔍 ↺

Votre Nom

Les Opérateurs Linéaires Continus

21 avril 2025

2 / 8

Continuité (Bornitude)

Définition : T est **continu** s'il existe $C \geq 0$ tel que :

$$\|T(x)\|_F \leq C\|x\|_E \quad \forall x \in E$$

Contre-exemple en dimension infinie

Sur $C^\infty([0, 1])$, l'opérateur $T(f) = f'(0)$ n'est pas continu pour $\|f\|_\infty$.

◀ ◻ ▶ ◀ ◻ ▶ ◀ ≡ ▶ ◀ ≡ ▶ ≡ 🔍 ↺

Votre Nom

Les Opérateurs Linéaires Continus

21 avril 2025

3 / 8

Théorème de Banach-Steinhaus

Theorem (Uniforme bornitude)

Si $\{T_n\}$ est une famille d'opérateurs linéaires continus de E dans F avec :

$$\sup_n \|T_n(x)\| < \infty \quad \forall x \in E$$

alors $\sup_n \|T_n\| < \infty$.

Application

Si $T_n \rightarrow T$ ponctuellement et E est complet, alors T est continu.

Votre Nom
Les Opérateurs Linéaires Continus
21 avril 2025
4 / 8

Opérateur de shift

Définition : Sur ℓ^2 ,

$$T(x_1, x_2, \dots) = (0, x_1, x_2, \dots)$$

Propriétés

- Linéaire
- Continu : $\|T(x)\|_2 = \|x\|_2$ (isométrie)
- Injectif mais non surjectif

Votre Nom
Les Opérateurs Linéaires Continus
21 avril 2025
5 / 8

Résumé

- Opérateurs linéaires + continuité = bornitude
- Théorème clé : Banach-Steinhaus.
- Exemples : shift, intégral, dérivation (non continu)

Merci pour votre attention !

Correction de TP2

1ère Année Master

```
\documentclass{beamer}
\usepackage[french]{babel}
\usepackage{amsmath}
\usepackage{amssymb}
\usepackage{mathrsfs}
\usetheme{Madrid}
\usecolortheme{default}
\title{Les Opérateurs Linéaires Continus}
\subtitle{Analyse Fonctionnelle}
\author{Ton Nom}
\date{June 21, 2025}
\begin{document}
\end{document}

```

page 1

```
\begin{frame}
\titlepage
\end{frame}

```

page 2

```
\begin{frame}\frametitle{Opérateur linéaire}
\textbf{Definition:}
Un opérateur  $(T : E \rightarrow F)$  entre espaces vectoriels normés est linéaire
si :
\begin{aligned}
&T(\lambda x + y) = \lambda T(x) + T(y) \quad \text{for all } x, y \in E, \lambda \in \mathbb{K}
\end{aligned}
\begin{exampleblock}{Exemple}
\begin{itemize}
\item Dérivation :
\begin{aligned}
&T(f) = f' \quad \text{sur } C^1([a, b])
\end{aligned}
\end{itemize}
\item Intégration :
\begin{aligned}
&T(f) = \int_a^b f(x) dx
\end{aligned}
\end{itemize}
\end{exampleblock}

```

$T(f) = \int_a^b f(t) dt$ \text{\{ sur \} $C([a, b])$ }
 $\backslash$
 $\backslash\end{itemize}$
 $\backslash\end{exampleblock}$
 $\backslash\end{frame}$

page 3

 $\backslash\begin{frame}$ \frametitle {Continuité (Bornitude)}
 $\backslash\textbf{Definition:}$
 $\backslash(T)$ est \textcolor{red}{continu} s'il existe $\backslash(C \geq 0)$ tel que :
 $\backslash[$

$\backslash|T(x)| \leq C|x| \quad \text{forall } x \in E$
 $\backslash$
 $\backslash\begin{alertblock}$ { Contre-exemple en dimension infinie}
 Sur $\backslash(C^\infty([0,1]))$, l'opérateur $\backslash(T(f) = f'(0))$ n'est pas
 continu pour $\backslash($
 $\backslash\|f\|_\infty$
 $\backslash$.
 $\backslash\end{alertblock}$
 $\backslash\end{frame}$

page 4

 $\backslash\begin{frame}$ \frametitle {Théorème de Banach-Steinhaus}
 $\backslash\begin{theorem}$ [Uniforme bornitude]
 Si $\backslash(\{T_n\})$ est une famille d'opérateurs linéaires continus de $\backslash(E)$
 dans $\backslash(F)$ avec :
 $\backslash[$

$\backslash \sup_n \|T_n(x)\| < \infty \quad \text{forall } x \in E$
 $\backslash$
 alors $\backslash($
 $\backslash \sup_n \|T_n\| < \infty$

$\backslash$).
 $\backslash$ end{theorem}
 $\backslash$ begin{exampleblock}{Application}
 Si $\backslash(T_n \backslash T)$ ponctuellement et $\backslash(E)$ est complet, alors $\backslash(T)$ est continu.
 $\backslash$ end{exampleblock}
 $\backslash$ end{frame}

page 5

$\backslash$ begin{frame}\frametitle {Opérateur de shift}
 $\backslash$ textbf{Definition:}
 Sur $\backslash(\ell^2)$;
 $\backslash$ [
 $T(x_1, x_2, \dots) = (0, x_1, x_2, \dots)$
 $\backslash$]
 $\backslash$ begin{block} {propriétés}
 $\backslash$ begin{itemize}
 $\backslash$ item Linéaire
 $\backslash$ item Continu :
 $\backslash$ (

$$\|T(x)\|_2 = \|x\|_2$$
 $\backslash$) (isométrie)
 $\backslash$ item Injectif mais non surjectif
 $\backslash$ end{itemize}
 $\backslash$ end{block}
 $\backslash$ end{frame}

page 6

$\backslash$ begin{frame}\frametitle {Opérateur intégral}
 $\backslash$ textbf{Definition:}
 Sur $\backslash(L^2([0, 1]))$:
 $\backslash$ [
 $T(f)(t) = \int_0^t f(s)ds$
 $\backslash$]
 $\backslash$ begin{block}{continuité}
 Par Cauchy-Schwarz :
 $\backslash$ [

$$\|T(f)\|_2^2 \leq \int_0^1 \left(\int_0^t |f(s)| \right)$$

$ds \, \text{right})^2 \, dt \, \leq \, \|f\|_2^2$

$\backslash$
 $\backslash\text{end}\{\text{block}\}$
 $\backslash\text{end}\{\text{frame}\}$

page 7

$\backslash\text{begin}\{\text{frame}\}\backslash\text{frametitle}\{\text{Exercice}\}$

$\backslash\text{begin}\{\text{block}\}\{\text{Problème}\}$

Montrer que l'opérateur $(T : \ell^1 \rightarrow \ell^1)$ défini par :

$T(x)_n = \frac{x_n}{n}$

$\backslash$

est continu et calculer sa norme.

$\backslash\text{end}\{\text{block}\}$

$\backslash\text{begin}\{\text{block}\}\{\text{Solution}\}$

$\backslash\text{textcolorred}\{\text{Réponse }\}$:

$(\|T\| = 1)$ Preuve par majoration et atteinte avec la suite $((1, 0, \dots$

$\backslash\text{end}\{\text{block}\}$
 $\backslash\text{end}\{\text{frame}\}$

page 8

$\backslash\text{begin}\{\text{frame}\}\backslash\text{frametitle}\{\text{Résumé}\}$

$\backslash\text{begin}\{\text{itemize}\}$

$\backslash\text{item}$ Opérateurs linéaires + continuité = bornitude

$\backslash\text{item}$ Théorème clé : Banach-Steinhaus

$\backslash\text{item}$ Exemples : Shift ; Intégral; Dérivation (non continu)

$\backslash\text{end}\{\text{itemize}\}$

$\backslash\text{begin}\{\text{center}\}$

$\backslash\text{textbf}\{\backslash\text{textcolor}\{\text{red}\}\{\text{Merci pour votre attention !}\}$

$\backslash\text{end}\{\text{center}\}$

$\backslash\text{end}\{\text{frame}\}$

Instructions :

- Aucun document n'est autorisé.
 - Les téléphones portables sont strictement interdits.
-

Exercice 1 : (6pt) Trouver Le code latex de ceci;

(A) On considère le système suivant :

$$\begin{cases} x + y = 3 \\ x - y = 1 \end{cases}$$

On en déduit :

$$x = 2$$

$$y = 1$$

(B)

A	B
1	2
3	4

(C)

(a) Première étape.

(b) Deuxième étape.

Exercice 2 : (14pt) répondez aux questions ci-dessous

```
\documentclass[12pt]{article}
\usepackage[utf8]{inputenc}
\usepackage{amsmath}
\usepackage{graphicx}
\usepackage{french}
\usepackage{babel}
```

```
\title{Étude d'une fonction}
\author{Julie Martin}
\date{Mai 2025}
```

```
\begin{document}
```

```
\section{introduction}
```

On s'intéresse à la fonction suivante :

$$\backslash [f(x) = x^2 - 2x + 1 \backslash]$$

`\subsection*{Forme factorisée}`

On factorise : $\backslash [f(x) = (x - 1)^2 \backslash]$

`\section*{Conclusion}`

La fonction f est toujours positive et s'annule uniquement en $x = 1$.

`\end{document}`

1. Quelles sont les commandes utilisées dans ce document et à quoi servent-elles ?
2. À quoi sert la commande `\maketitle` ? Est-elle dispensable ?
3. Citez trois autres classes de documents possibles en LaTeX et précisez leur usage?
4. Que fait la commande `\titlepage` dans une présentation Beamer ?
5. Que fait `\frametitle` dans Beamer ? Est-elle indispensable dans une frame ?
6. Réécrivez le contenu donné en utilisant trois frames distincts dans une présentation Beamer.
7. Réécrivez le contenu donné en pdf.

Correction de l'examen Latex

1ère Année Master

Dr. Ouarda Saifia

Exercice 1 : (6pt)

Trouver Le code latex de ceci;

(A) On considère le système suivant :

```
\[
\left \{
\begin{array }{l}
```

```
x + y = 3 \\
x - y = 1
\end{array }
\right.
```

On en déduit :

```
\[
\begin{array} {l }
x = 2 \\
y = 1
\end{array }
\]
```

(B)

```
\begin{center}
\begin {tabular }{|c|c|}
\hline
\{A\} & \textbf{B}
\hline
1 & 2 \\
\hline
3 & 4 \\
\hline
\end {tabular}
\end {center }
```

(C)

```
\begin{enumerate }
\item Première étape.
\item Deuxième étape.
\end {enumerate}
```

Exercice 2 :(14pt)

1. Quelles sont les commandes utilisées dans ce document et à quoi servent-elles ?

- `\documentclass[12pt]{article}` : définit le type de document (ici un article) et la taille de police.
- `\usepackage` : ajoute des extensions :
 - `inputenc` permet d'écrire en UTF-8.
 - `amsmath` permet de bien écrire les formules mathématiques.
 - `graphicx` permet d'insérer des images.
 - `babel` adapte les conventions à la langue choisie (ici le français).
- `\title`, `\author`, `\date` : définissent le titre, l'auteur et la date du document.
- `\maketitle` : génère la page de titre.
- `\section`, `\subsection*` : créent les titres de sections (sans numéro pour l'astérisque).
- `\[ ... \]` : environnement mathématique centré.
- `\( ... \)` : formule mathématique en ligne.

2. À quoi sert la commande `\maketitle` ? Est-elle dispensable ?

Elle affiche automatiquement le titre, l'auteur et la date définis par `\title`, `\author` et `\date`. Elle est optionnelle, mais indispensable si on veut que ces informations apparaissent dans le document.

3. Citez trois autres classes de documents possibles en LaTeX et précisez leur usage.

- `report` : pour des documents longs comme des mémoires ou des rapports.
- `book` : pour l'écriture de livres.
- `beamer` : pour créer des présentations type PowerPoint.

4. Que fait la commande `\titlepage` dans une présentation Beamer ?

Dans Beamer, `\titlepage` affiche la diapositive de titre (généralement utilisée en première frame) en utilisant les informations données par `\title`, `\author`, etc.

5. Que fait `\frametitle{...}` dans Beamer ? Est-elle indispensable dans une frame ?

`\frametitle` définit le titre d'une diapositive dans une frame. Elle est recommandée mais pas indispensable : une frame sans titre est valide, mais moins claire.

6. Réécrivez le contenu donné en utilisant trois frames distinctes dans une présentation Beamer.

```
\documentclass{beamer}
\usepackage[french]{babel}
\usepackage{amsmath }

\title{Étude d'une fonction}
\author{Julie Martin}
\date{Mai 2025}

\begin{document}
```

```
\begin{frame}
\titlepage
\end{frame}
```

```
\begin{frame} \frametitle{Introduction}
```

On s'intéresse à la fonction suivante :

```
\[ f(x) = x^2 - 2x + 1 \]
```

```
\textbf{Forme factorisée :}
```

```
\[ f(x) = (x - 1)^2 \]
```

```
\end{frame}
```

```
\begin{frame} \frametitle{Conclusion}
```

La fonction f est toujours positive et s'annule uniquement en $x = 1$

```
\end{frame}
```

```
\end{document}
```

7. Réécrivez le contenu donné en PDF.

(Voir la version Beamer ci-dessus ou compiler le code initial dans un éditeur LaTeX pour générer le *PDF*.)

Conclusion générale

Au terme de ce parcours d'initiation à $\text{\LaTeX}$, l'étudiant est désormais capable de :

- Installer et configurer un environnement $\text{\LaTeX}$ complet (MikTeX + éditeur).
- Rédiger des documents scientifiques structurés comportant des chapitres, sections, sous-sections et un sommaire automatique.
- Écrire des formules mathématiques complexes (limites, intégrales, dérivées, sommes, produits, vecteurs, normes, nombres complexes, symboles, flèches, lettres grecques).
- Mettre en forme le texte (gras, italique, espacement, tailles de police, notes de bas de page, listes, couleurs).
- Créer des matrices et des systèmes d'équations avec les environnements `array` et `eqnarray`.
- Insérer des images, des tableaux et gérer les légendes et références.
- Maîtriser les bases de Beamer pour réaliser des présentations professionnelles (frames, blocs, animations, citations).

Perspectives :

Ce document constitue une base solide pour aller plus loin. L'étudiant pourra approfondir ses connaissances en explorant :

- La gestion avancée des références bibliographiques avec BibTeX.
- La création de graphiques et de dessins avec TikZ.
- La rédaction de thèses et mémoires longs avec les classes `report` ou `book`.
- La personnalisation des présentations Beamer (thèmes, couleurs, logos).

Remerciements :

L'auteur tient à remercier tous les enseignants et étudiants qui ont contribué, par leurs retours et suggestions, à l'amélioration de ce support pédagogique.

Fait à El Tarf, le 14 avril 2026

Références bibliographiques

- [1] Stefan Kottwitz. *LaTeX Beginner's Guide*. Packt Publishing, 2^e édition, 2021.
- [2] David F. Griffiths et Desmond J. Higham. *Learning LaTeX*. SIAM, 2^e édition, 2016.
- [3] Nicola L. C. Talbot. *LaTeX for Complete Novices*. Dickimaw Books, 2012. (Ouvrage électronique gratuit).
- [4] Helmut Kopka et Patrick W. Daly. *Guide to LaTeX*. Addison-Wesley Professional, 4^e édition, 2003.
- [5] Frank Mittelbach et Ulrike Fischer. *The LaTeX Companion*. Addison-Wesley Professional, 3^e édition, 2023. (La référence exhaustive).
- [6] Tobias Oetiker, Hubert Partl, Irene Hyna et Elisabeth Schlegl. *The Not So Short Introduction to L^AT_EX 2_ε*. Version 6.4, 2023.
<https://tobi.oetiker.ch/lshort/>
- [7] Overleaf. *Learn LaTeX in 30 minutes*. Guide interactif en ligne.
<https://www.overleaf.com/learn>
- [8] Overleaf. *Templates – Journals, CVs, Presentations, Reports and more*. Bibliothèque de modèles.
<https://www.overleaf.com/latex/templates>
- [9] TeX – LaTeX Stack Exchange. Communauté de questions-réponses.
<https://tex.stackexchange.com/>