

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

## École doctorale ÉGEE

François LEGENDRE  
à partir de Manuel PÉGOURIÉ-GONNARD  
F.Legendre@univ-paris12.fr

ÉRUDITE et Université PARIS-EST

Lundis 30 novembre et 7 décembre 2009

Paris-Est L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X

FL

Fondements

Structuration

Texte

Mathématiques

Tableaux

Bibliographie

Graphiques

Flottants

Au-delà

2009

1/58

- 1 Les fondements de  $\text{\LaTeX}$
- 2 La structuration du document
- 3 Le mode texte
- 4 Les modes mathématiques
- 5 Les tableaux
- 6 La bibliographie sans ou avec  $\text{\BibTeX}$
- 7 Les graphiques
- 8 Notion de flottants
- 9 Pour aller plus loin

- 1 Les fondements de  $\text{\LaTeX}$
- 2 La structuration du document
- 3 Le mode texte
- 4 Les modes mathématiques
- 5 Les tableaux
- 6 La bibliographie sans ou avec  $\text{\BibTeX}$
- 7 Les graphiques
- 8 Notion de flottants
- 9 Pour aller plus loin

# L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X, système de préparation de documents

L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X est basé sur le concept suivant : *i*) l'auteur édite (à l'aide d'un éditeur de texte) un «fichier source» ; *ii*) un moteur T<sub>E</sub>X transforme ce fichier en un document PDF. Différent d'un traitement de texte, L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X possède les avantages suivants :

Paris-Est L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X

FL

Fondements

Structuration

Texte

Mathématiques

Tableaux

Bibliographie

Graphiques

Flottants

Au-delà

2009

4/58

# L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X, système de préparation de documents

L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X est basé sur le concept suivant : *i)* l'auteur édite (à l'aide d'un éditeur de texte) un «fichier source» ; *ii)* un moteur T<sub>E</sub>X transforme ce fichier en un document PDF. Différent d'un traitement de texte, L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X possède les avantages suivants :

**beauté** les différents moteurs T<sub>E</sub>X produisent des documents de grande beauté ;

# L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X, système de préparation de documents

L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X est basé sur le concept suivant : *i*) l'auteur édite (à l'aide d'un éditeur de texte) un «fichier source» ; *ii*) un moteur T<sub>E</sub>X transforme ce fichier en un document PDF. Différent d'un traitement de texte, L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X possède les avantages suivants :

**beauté** les différents moteurs T<sub>E</sub>X produisent des documents de grande beauté ;

**capacité** la capacité de L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X à gérer des gros documents est avérée ;

Paris-Est L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X

FL

Fondements

Structuration

Texte

Mathématiques

Tableaux

Bibliographie

Graphiques

Flottants

Au-delà

2009

4/58

# L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X, système de préparation de documents

L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X est basé sur le concept suivant : *i)* l'auteur édite (à l'aide d'un éditeur de texte) un «fichier source» ; *ii)* un moteur T<sub>E</sub>X transforme ce fichier en un document PDF. Différent d'un traitement de texte, L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X possède les avantages suivants :

**beauté** les différents moteurs T<sub>E</sub>X produisent des documents de grande beauté ;

**capacité** la capacité de L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X à gérer des gros documents est avérée ;

**séparabilité** L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X oblige l'auteur à séparer le fond de la forme ;

# $\text{\LaTeX}$ , système de préparation de documents

$\text{\LaTeX}$  est basé sur le concept suivant : *i)* l'auteur édite (à l'aide d'un éditeur de texte) un «fichier source» ; *ii)* un moteur  $\text{\TeX}$  transforme ce fichier en un document PDF. Différent d'un traitement de texte,  $\text{\LaTeX}$  possède les avantages suivants :

**beauté** les différents moteurs  $\text{\TeX}$  produisent des documents de grande beauté ;

**capacité** la capacité de  $\text{\LaTeX}$  à gérer des gros documents est avérée ;

**séparabilité**  $\text{\LaTeX}$  oblige l'auteur à séparer le fond de la forme ;

**flexibilité**  $\text{\LaTeX}$  est programmable (flexibilité  $\equiv$  complexité ?) ;



# L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X, système de préparation de documents

L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X est basé sur le concept suivant : *i*) l'auteur édite (à l'aide d'un éditeur de texte) un «fichier source» ; *ii*) un moteur T<sub>E</sub>X transforme ce fichier en un document PDF. Différent d'un traitement de texte, L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X possède les avantages suivants :

**beauté** les différents moteurs T<sub>E</sub>X produisent des documents de grande beauté ;

**capacité** la capacité de L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X à gérer des gros documents est avérée ;

**séparabilité** L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X oblige l'auteur à séparer le fond de la forme ;

**flexibilité** L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X est programmable (flexibilité  $\equiv$  complexité ?) ;

**portabilité** logiciel libre, L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X est disponible sur de nombreux systèmes d'exploitation.

# Un fichier source minimal

## Source

```
\documentclass{article}  
\begin{document}  
Bonjour, les amis!  
\end{document}
```

## Résultat

Bonjour, les amis!

## Source

```
\documentclass{article}  
\begin{document}  
Bonjour, les amis!  
\end{document}
```

## Résultat

Bonjour, les amis!

## Un fichier source minimal

Pour commencer, on donne à L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X des indications générales sur le type de document (ici, [article](#)) à produire.

On peut ensuite insérer un *préambule* (ici, vide) avec des indications supplémentaires.

Enfin, le texte est inséré dans un environnement délimité par `\begin{...}` et `\end{...}` (ici, l'environnement [document](#))

## Remarque

Le caractère «`\`» signale le début d'une commande et les caractères «`{`» et «`}`» délimitent son argument.

```
% coding: utf-8; engine: xelatex
\documentclass[11pt]{article}
\usepackage[T1]{fontenc}
\usepackage{xunicode}
\usepackage{amsmath}
\usepackage[a4paper, margin=5.75cm]{geometry}
\usepackage[frenchb]{babel}
\frenchbsetup{og=«, fg=»}
```

```
\begin{document}
```

Les amis, coucou! Le mot «coucou» est entre guillemets.

Ceci est la première phrase du deuxième paragraphe. Maintenant, la deuxième phrase avec une équation  $a + b = 2$ . Soit la relation de préférence représentée par la fonction d'utilité suivante:

```
\[
U(x, y) = x^2 y^3 \quad \text{avec} \quad x, y \geq 0
\]
```

Quand je veux insister sur un terme, j'utilise la commande `\verb|\emph{...}|` comme cela: `\emph{l'ensemble de budget}` du consommateur est l'ensemble des paniers que le consommateur peut acheter, en fonction du prix des différents biens et de son revenu.

```
\end{document}
```

## Résultat

Les amis, concen ! Le mot « concen » est entre guillemets.

Ceci est la première phrase du deuxième paragraphe. Maintenant, la deuxième phrase avec une équation  $a+b=2$ . Soit la relation de préférence représentée par la fonction d'utilité suivante :

$$U(x, y) = x^2 y^3 \quad \text{avec} \quad x, y \geq 0$$

Quand je veux insérer sur un terme, j'utilise la commande `\amph( . . . )` comme cela : l'ensemble de budget du consommateur est l'ensemble des paniers que le consommateur peut acheter, en fonction du prix des différents biens et de son revenu.

## Résultat

Les amis, coucou ! Le mot « coucou » est entre guillemets.

Ceci est la première phrase du deuxième paragraphe. Maintenant, la deuxième phrase avec une équation  $a+b=2$ . Soit la relation de préférence représentée par la fonction d'utilité suivante :

$$U(x, y) = x^2 y^3 \quad \text{avec } x, y \geq 0$$

Quand je veux insister sur un terme, j'utilise la commande `\emph{...}` comme cela : *l'ensemble de budget* du consommateur est l'ensemble des paniers que le consommateur peut acheter, en fonction du prix des différents biens et de son revenu.

Le code...

```
% coding: utf-8; engine: xelatex
```

Paris-Est L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X

FL

Fondements

Structuration

Texte

Mathématiques

Tableaux

Bibliographie

Graphiques

Flottants

Au-delà

2009

8/58

... expliqué.

Ce qui suit, jusqu'à la fin de la ligne, le caractère « % » est un commentaire. Par convention, il est bon de préciser sur la première ligne l'encodage du texte et le moteur T<sub>E</sub>X utilisés.

Le code...

```
% coding: utf-8; engine: xelatex  
\documentclass[<options>]{<classe>}
```

... expliqué.

*<options>* = 10pt/11pt/12pt, draft/final, etc. — Options globales passées aux autres *packages*.



Le code...

```
% coding: utf-8; engine: xelatex  
\documentclass[<options>]{<classe>}
```

... expliqué.

*<classe>* — Les classes de base sont **article**, **report** et **book**. Il en existe d'autres développées par de généreux passionnés.

Le code...

```
% coding: utf-8; engine: xelatex  
\documentclass[options]{classe}  
\usepackage[encodage de fonte]{fontenc}
```

... expliqué.

La notion d'encodage de fonte est particulièrement complexe. Retenez qu'on utilise T1 pour le français.

Le code...

```
% coding: utf-8; engine: xelatex  
\documentclass[options]{classe}  
  
\usepackage[encodage de fonte]{fontenc}  
\usepackage{xunicode}
```

... expliqué.

Le *package* **xunicode** précise à T<sub>E</sub>X la façon d'utiliser certains caractères supplémentaires du jeu Unicode.

Le code...

```
% coding: utf-8; engine: xelatex  
\documentclass[<options>]{<classe>}  
  
\usepackage[<encodage de fonte>]{fontenc}  
\usepackage{xunicode}  
\usepackage{amsmath}
```

... expliqué.

Le *package* **amsmath** est indispensable : il apporte, en mode mathématique, des fonctionnalités très utiles.

# Zoom sur le préambule

Le code...

```
% coding: utf-8; engine: xelatex
\documentclass[<options>]{<classe>}

\usepackage[<encodage de fonte>]{fontenc}
\usepackage{xunicode}
\usepackage{amsmath}
\usepackage[<paramètres du package geometry>]{geometry}
```

... expliqué.

Avec **geometry**, vous pouvez adapter finement la mise en page, soit par une option globale comme **a4paper**, soit en spécifiant les marges, globalement ou une à une.

Le code...

```
% coding: utf-8; engine: xelatex
\documentclass[<options>]{<classe>}

\usepackage[<encodage de fonte>]{fontenc}
\usepackage{xunicode}
\usepackage{amsmath}
\usepackage[<paramètres du package geometry>]{geometry}

% vos autres packages ici...
```

... expliqué.

Spécifiez ici les autres *packages* que vous utilisez.

## Le code...

```
% coding: utf-8; engine: xelatex
\documentclass[<options>]{<classe>}

\usepackage[<encodage de fonte>]{fontenc}
\usepackage{xunicode}
\usepackage{amsmath}
\usepackage[<paramètres du package geometry>]{geometry}

% vos autres packages ici...
% vos commandes et environnements personnels ici...
```

## ... expliqué.

Spécifiez là vos commandes personnelles définies par `\newcommand`. C'est une des grandes forces de L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X, à utiliser avec tact et mesure.

## Le code...

```
% coding: utf-8; engine: xelatex
\documentclass[options]{classe}

\usepackage[encodage de fonte]{fontenc}
\usepackage{xunicode}
\usepackage{amsmath}
\usepackage[paramètres du package geometry]{geometry}

% vos autres packages ici...
% vos commandes et environnements personnels ici...

\usepackage[languages]{babel}
```

## ... expliqué.

*languages* est une liste séparée par des virgules. La langue par défaut vient en dernier. Il est prudent de charger **babel** en dernier.



## Le code...

```
% coding: utf-8; engine: xelatex
\documentclass[options]{classe}

\usepackage[encodage de fonte]{fontenc}
\usepackage{xunicode}
\usepackage{amsmath}
\usepackage[paramètres du package geometry]{geometry}

% vos autres packages ici...
% vos commandes et environnements personnels ici...

\usepackage[languages]{babel}
\frenchbsetup{paramètres de l'option frenchb du package babel}

\begin{document}
```

## ... expliqué.

La commande `\...setup{...}`, par convention, permet de configurer une option d'un *package*. Ici, il s'agit de l'option **frenchb** du *package* **babel**.

Les commandes commencent par un caractère «`\`». Elles sont de deux types :

**caractère** le «`\`» est suivi d'un unique «caractère qui n'est pas une lettre» ;

**mot** le «`\`» est suivi d'une suite de lettres ; la commande s'arrête au «premier caractère qui n'est pas une lettre».

La notion de «*premier caractère qui n'est pas une lettre*» dépend du moteur utilisé. Avec Xe $\text{\LaTeX}$ , `\françois` et `\françoise` sont deux commandes valides.

Les commandes commencent par un caractère «`\`». Elles sont de deux types :

**caractère** le «`\`» est suivi d'un unique «caractère qui n'est pas une lettre» ;

**mot** le «`\`» est suivi d'une suite de lettres ; la commande s'arrête au «premier caractère qui n'est pas une lettre».

La notion de «*premier caractère qui n'est pas une lettre*» dépend du moteur utilisé. Avec Xe $\text{\LaTeX}$ , `\françois` et `\françoise` sont deux commandes valides.

Après une commande-mot, les espaces sont ignorés :

Dupont `\& Fils`    Dupont & Fils

Lire le `\TeX` book    Lire le  $\text{\TeX}$ book

`\LaTeX`{ } est facile     $\text{\LaTeX}$  est facile

# Un peu plus de syntaxe

Une commande peut prendre aucun ou plusieurs arguments obligatoires délimités par «{» et «}» et aucun ou plusieurs arguments optionels délimité par «[» et «]».

Paris-Est L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X

FL

Fondements

Structuration

Texte

Mathématiques

Tableaux

Bibliographie

Graphiques

Flottants

Au-delà

2009

10/58

Une commande peut prendre aucun ou plusieurs arguments obligatoires délimités par «{» et «}» et aucun ou plusieurs arguments optionels délimité par «[» et «]».

On résume la syntaxe d'une commande comme suit :

- $\backslash \text{LaTeX}$ ,  $\backslash \text{TeX}$  (Usage :  $\backslash \text{LaTeX}\{\}$ )
- $\backslash \text{emph}\{\langle \text{texte} \rangle\}$
- $\backslash \text{frac}\{\langle \text{numérateur} \rangle\}\{\langle \text{dénominateur} \rangle\}$
- $\backslash \text{usepackage}[\langle \text{options} \rangle]\{\langle \text{package} \rangle\}$

Une commande peut prendre aucun ou plusieurs arguments obligatoires délimités par «{» et «}» et aucun ou plusieurs arguments optionels délimité par «[» et «]».

On résume la syntaxe d'une commande comme suit :

- $\backslash$ LaTeX,  $\backslash$ TeX (Usage :  $\backslash$ LaTeX{ })
- $\backslash$ emph{*texte*}
- $\backslash$ frac{*numérateur*}{*dénominateur*}
- $\backslash$ usepackage[*options*]{*package*}

Outre les commandes, L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X reconnaît aussi des environnements, comme **document** :

$\backslash$ begin{*environnement*}[*arg. opt.*]{*arg. obl.*}  
    *contenu*  
 $\backslash$ end{*environnement*}

En L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X, 10 caractères réservés ont un rôle spécial et ne doivent pas être utilisés imprudemment. Il s'agit de

$\backslash \{ \} \$ \& \# ^ \_ \% \sim$

Si on veut les utiliser dans le texte, on doit utiliser des commandes spéciales, comme  $\backslash\text{textbackslash}$ ,  $\backslash\text{textbraceleft}$ ,  $\backslash\text{textbraceright}$ ,  $\backslash\$$ ,  $\backslash\&$ ,  $\backslash\#$ ,  $\backslash\_$ ,  $\backslash\%$ . On dispose aussi de  $\backslash\text{backslash}$ ,  $\backslash\{$ ,  $\backslash\}$  et  $\backslash\text{sim}$  en mode mathématique.

## Encore plus de syntaxe (suite et fin)

On a vu que les caractères «{» et «}» sont particuliers et qu'ils servent, par exemple, à délimiter les arguments. Ils ont un autre rôle qui est de créer des *groupes*. Ces groupes servent à limiter la portée de certaines commandes comme, par exemple, `\Large` : `{\Large Le gros}` de la troupe ....

Paris-Est L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X

FL

Fondements

Structuration

Texte

Mathématiques

Tableaux

Bibliographie

Graphiques

Flottants

Au-delà

2009

12/58



## Encore plus de syntaxe (suite et fin)

On a vu que les caractères « $\{$ » et « $\}$ » sont particuliers et qu'ils servent, par exemple, à délimiter les arguments. Ils ont un autre rôle qui est de créer des *groupes*. Ces groupes servent à limiter la portée de certaines commandes comme, par exemple, `\Large` : `\Large Le gros` de la troupe ....

Par ailleurs, la lecture d'un fichier source par T<sub>E</sub>X obéit aux règles suivantes :

- les espaces qui suivent les commandes-mot sont ignorés ;
- les espaces successifs sont ignorés ;
- une fin de ligne équivaut à un espace ;
- deux fins de ligne séparent les paragraphes ;
- tout ce qui suit « $\%$ » est ignoré jusqu'à la fin de la ligne.

## Encore plus de syntaxe (suite et fin)

On a vu que les caractères « $\{$ » et « $\}$ » sont particuliers et qu'ils servent, par exemple, à délimiter les arguments. Ils ont un autre rôle qui est de créer des *groupes*. Ces groupes servent à limiter la portée de certaines commandes comme, par exemple, `\Large` : `\Large Le gros` de la troupe .... Par ailleurs, la lecture d'un fichier source par T<sub>E</sub>X obéit aux règles suivantes :

- les espaces qui suivent les commandes-mot sont ignorés ;
- les espaces successifs sont ignorés ;
- une fin de ligne équivaut à un espace ;
- deux fins de ligne séparent les paragraphes ;
- tout ce qui suit « $\%$ » est ignoré jusqu'à la fin de la ligne.

Enfin, il est possible et souhaitable de partager les documents importants en plusieurs fichiers source à l'aide des commandes `\input{<fichier>}` et `\include{<fichier>}`.

# Définition de commandes : les rudiments

La technique

simple `\newcommand \LW {Léon \textsc{Walras}}`

Paris-Est L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X

FL

Fondements

Structuration

Texte

Mathématiques

Tableaux

Bibliographie

Graphiques

Flottants

Au-delà

2009

13/58

# Définition de commandes : les rudiments

## La technique

simple `\newcommand \LW {Léon \textsc{Walras}}`  
arguments `\newcommand \fichier [1] {\texttt{#1}}`

Paris-Est L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X

FL

Fondements

Structuration

Texte

Mathématiques

Tableaux

Bibliographie

Graphiques

Flottants

Au-delà

2009

13/58

# Définition de commandes : les rudiments

## La technique

simple `\newcommand \LW {Léon \textsc{Walras}}`

arguments `\newcommand \fichier [1] {\texttt{#1}}`

redéfinition `\renewcommand \thepage {(\arabic{page})}`

# Définition de commandes : les rudiments

## La technique

simple `\newcommand \LW {Léon \textsc{Walras}}`  
arguments `\newcommand \fichier [1] {\texttt{#1}}`  
redéfinition `\renewcommand \thepage {(\arabic{page})}`

## Les principes

- 1 utilisez des commandes *sémantiques* : seul le fond compte, la forme suit ;

# Définition de commandes : les rudiments

## La technique

simple `\newcommand \LW {Léon \textsc{Walras}}`  
arguments `\newcommand \fichier [1] {\texttt{#1}}`  
redéfinition `\renewcommand \thepage {(\arabic{page})}`

## Les principes

- 1 utilisez des commandes *sémantiques* : seul le fond compte, la forme suit ;
- 2 utilisez des commandes **sémantiques** : il ne faudrait jamais coder «en dur» la mise en forme du document ;

# Définition de commandes : les rudiments

## La technique

simple `\newcommand \LW {Léon \textsc{Walras}}`  
arguments `\newcommand \fichier [1] {\texttt{#1}}`  
redéfinition `\renewcommand \thepage {(\arabic{page})}`

## Les principes

- 1 utilisez des commandes *sémantiques* : seul le fond compte, la forme suit ;
- 2 utilisez des commandes **sémantiques** : il ne faudrait jamais coder «en dur» la mise en forme du document ;
- 3 donnez des noms explicites à vos commandes ;



# Définition de commandes : les rudiments

## La technique

simple `\newcommand \LW {Léon \textsc{Walras}}`  
arguments `\newcommand \fichier [1] {\texttt{#1}}`  
redéfinition `\renewcommand \thepage {(\arabic{page})}`

## Les principes

- 1 utilisez des commandes *sémantiques* : seul le fond compte, la forme suit ;
- 2 utilisez des commandes **sémantiques** : il ne faudrait jamais coder «en dur» la mise en forme du document ;
- 3 donnez des noms explicites à vos commandes ;
- 4 pour uniformiser vos notations, définissez une commande.

# Principes d'apprentissage de L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X

L'apprentissage de L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X est un processus lent et continu : la richesse de cet outil vous amènera à toujours plus d'exigences. Pour en tirer le meilleur parti, vous devriez

**vous documenter** Les (bons) livres, les tutoriels, la FAQ anglaise **http:**

**//www.tex.ac.uk/cgi-bin/texfaq2html** et «google est votre ami». Mais aussi la documentation spécifique fournie avec chaque *package*. Sachez la trouver consultez-la !

FL

Fondements

Structuration

Texte

Mathématiques

Tableaux

Bibliographie

Graphiques

Flottants

Au-delà

2009

14/58

L'apprentissage de L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X est un processus lent et continu : la richesse de cet outil vous amènera à toujours plus d'exigences. Pour en tirer le meilleur parti, vous devriez

**vous documenter** Les (bons) livres, les tutoriels, la FAQ anglaise **http:**

**//www.tex.ac.uk/cgi-bin/texfaq2html** et «google est votre ami». Mais aussi la documentation spécifique fournie avec chaque *package*. Sachez la trouver consultez-la !

**expérimenter** Face à un message d'erreur cryptique, simplifiez. Cherchez à produire un exemple complet minimal, vous résoudrez beaucoup de problèmes ainsi.

de modifier directement les dimensions  $\text{\LaTeX}$  rend publics tous les paramètres qui commandent la mise en page : par exemple, `\oddsidemargin` ou `\hoffset` ; utilisez les *packages* adéquats.

de modifier directement les dimensions  $\text{\LaTeX}$  rend publics tous les paramètres qui commandent la mise en page : par exemple,  $\text{\textbackslash oddsidemargin}$  ou  $\text{\textbackslash hoffset}$  ; utilisez les *packages* adéquats.

d'utiliser les primitives  $\text{\TeX}$  évitez  $\text{\$}\text{\$}\dots\text{\$}\text{\$}$  et utilisez  $\text{\textbackslash}[ \dots \text{\backslash}]$  ; évitez  $\{ \dots \text{\textbackslash over} \dots \}$  et utilisez  $\text{\textbackslash frac}\{ \dots \}\{ \dots \}$  ; évitez  $\text{\textbackslash def} \text{\textbackslash} \dots \{ \dots \}$  et utilisez  $\text{\textbackslash newcommand} \text{\textbackslash} \dots \{ \dots \}$  ;

de modifier directement les dimensions L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X rend publics tous les paramètres qui commandent la mise en page : par exemple, `\oddsidemargin` ou `\hoffset` ; utilisez les *packages* adéquats.

d'utiliser les primitives T<sub>E</sub>X évitez `$$... $$` et utilisez `[ ... ]` ; évitez `{ ... \over ... }` et utilisez `\frac{...}{...}` ; évitez `\def \dots {...}` et utilisez `\newcommand \dots {...}` ;

de produire des documents laids évitez `\sloppy` et recherchez les causes des «`Overfull \hbox`» et «`Underfull \hbox`» ;

de modifier directement les dimensions L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X rend publics tous les paramètres qui commandent la mise en page : par exemple, `\oddsidemargin` ou `\hoffset` ; utilisez les *packages* adéquats.

d'utiliser les primitives T<sub>E</sub>X évitez `$$... $$` et utilisez `[ ... ]` ; évitez `{ ... \over ... }` et utilisez `\frac{...}{...}` ; évitez `\def \dots {...}` et utilisez `\newcommand \dots {...}` ;

de produire des documents laids évitez `\sloppy` et recherchez les causes des «`Overfull \hbox`» et «`Underfull \hbox`» ;

de centrer improprement utilisez l'environnement `center` pour le texte en pleine page et le commutateur `\centering` pour les autres matériaux (par exemple, dans un environnement `table`).

# Utiliser L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X sur son micro-ordinateur

Vous avez trois choix à faire

Paris-Est L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X

FL

Fondements

Structuration

Texte

Mathématiques

Tableaux

Bibliographie

Graphiques

Flottants

Au-delà

2009

16/58



# Utiliser $\text{\LaTeX}$ sur son micro-ordinateur

Vous avez trois choix à faire

une distribution  $\text{\TeX}$  Sous Windows de Microsoft, la  
distribution « $\text{\MikTeX}$ » s'impose.

Paris-Est  $\text{\LaTeX}$

FL

Fondements

Structuration

Texte

Mathématiques

Tableaux

Bibliographie

Graphiques

Flottants

Au-delà

2009

16/58

Vous avez trois choix à faire

une distribution  $\text{\TeX}$  Sous Windows de Microsoft, la distribution « $\text{\MikTeX}$ » s'impose.

un éditeur de texte Je vous conseille « $\text{\TeXworks}$ », facile d'utilisation et fortement intégré.

Vous avez trois choix à faire

une distribution  $\text{\TeX}$  Sous Windows de Microsoft, la distribution « $\text{\MikTeX}$ » s'impose.

un éditeur de texte Je vous conseille « $\text{\TeXworks}$ », facile d'utilisation et fortement intégré.

un moteur  $\text{\LaTeX}$  je vous conseille « $\text{\XeLaTeX}$ » qui, d'une part, accepte en entrée les caractères du jeu Unicode et, d'autre part, permet d'utiliser les polices de caractères *OpenType*.

<http://miktex.org/>

n DVD-R

ort

tation  
ooting  
ures

ode  
.8 SDK

- [MiKTeX 2.5 packages to be removed soon](#) (*Thu, 02 Oct 2008 10:00:00*)
- [MiKTeX 2.8 Beta 1 for GNU/Linux](#) (*Sat, 13 Sep 2008 10:00:00*)
- [More...](#)

### MiKTeX Releases [[compare](#)]

- 2.9 [[status](#)]  
xetex 0.9995.1, pdftex 1.40.10, LuaTeX(?),  
mpost 1.005
- 2.8 [[status](#)] [[download](#)] [[issues](#)]  
xetex 0.9995.1, pdftex 1.40.10,  
mpost 1.005
- 2.7 [[status](#)] [[issues](#)]  
xetex 0.999.6, pdftex 1.40.9, mpost 1.005
- 2.6 [[status](#)] [[download](#)] [[issues](#)]  
pdftex 1.40.4, mpost 1.000

### MiKTeX Package

Version: 3576

Date: 2009-10-01

Packages: [1760](#)

Recent [change](#)

Updates: [combe](#)

[feyn m](#)

[epigraf](#)

[bin-2.8](#)

...

<http://miktex.org/2.8/setup>

### Installing a basic MiKTeX system

To install a basic MiKTeX system, download and run the "Basic MiKTeX" installer. MiKTeX has the ability to install missing packages automatically, i.e., this installer is suitable for computers connected to the Internet.

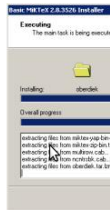
"Basic MiKTeX 2.8" Installer  
Size: 90.93 MB

Download

mirror.ctan.org ↕

When you have installed MiKTeX 2.8, it is recommended that you run the update wizard in order to get the latest updates.

### Installing the complete MiKTeX system



"Basic MiKTeX"

$\text{\LaTeX}$  est un système en déclin ; mais

Paris-Est  $\text{\LaTeX}$

FL

Fondements

Structuration

Texte

Mathématiques

Tableaux

Bibliographie

Graphiques

Flottants

Au-delà

2009

19/58

$\text{\LaTeX}$  est un système en déclin ; mais

- ❶ le déclin de l'empire romain a duré quatre siècles ;

Paris-Est  $\text{\LaTeX}$

FL

Fondements

Structuration

Texte

Mathématiques

Tableaux

Bibliographie

Graphiques

Flottants

Au-delà

2009

19/58

$\text{\LaTeX}$  est un système en déclin ; mais

- 1 le déclin de l'empire romain a duré quatre siècles ;
- 2  $\text{\TeX}$  a su faire preuve d'une vitalité étonnante : engendrer du PDF ou de l'HTML, admettre en entrée les caractères du jeu Unicode, utiliser les polices *OpenType*, permettre de faire de très belles présentations, etc.



$\text{\LaTeX}$  est un système en déclin ; mais

- ❶ le déclin de l'empire romain a duré quatre siècles ;
- ❷  $\text{\TeX}$  a su faire preuve d'une vitalité étonnante : engendrer du PDF ou de l'HTML, admettre en entrée les caractères du jeu Unicode, utiliser les polices *OpenType*, permettre de faire de très belles présentations, etc.
- ❸ des passerelles vers le reste du monde existent ;

$\text{\LaTeX}$  est un système en déclin ; mais

- ❶ le déclin de l'empire romain a duré quatre siècles ;
- ❷  $\text{\TeX}$  a su faire preuve d'une vitalité étonnante : engendrer du PDF ou de l'HTML, admettre en entrée les caractères du jeu Unicode, utiliser les polices *OpenType*, permettre de faire de très belles présentations, etc.
- ❸ des passerelles vers le reste du monde existent ;
- ❹  $\text{\TeX}$  est un système spécialisé ; il s'utilise conjointement avec d'autres logiciels – par exemple, un gestionnaire de version et de mise à jour collaboratif comme `svn` – *subversion* ;

$\text{\LaTeX}$  est un système en déclin ; mais

- ❶ le déclin de l'empire romain a duré quatre siècles ;
- ❷  $\text{\TeX}$  a su faire preuve d'une vitalité étonnante : engendrer du PDF ou de l'HTML, admettre en entrée les caractères du jeu Unicode, utiliser les polices *OpenType*, permettre de faire de très belles présentations, etc.
- ❸ des passerelles vers le reste du monde existent ;
- ❹  $\text{\TeX}$  est un système spécialisé ; il s'utilise conjointement avec d'autres logiciels – par exemple, un gestionnaire de version et de mise à jour collaboratif comme `svn` – *subversion* ;
- ❺ les alternatives peinent à s'imposer.

- 1 Les fondements de L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X
- 2 La structuration du document
- 3 Le mode texte
- 4 Les modes mathématiques
- 5 Les tableaux
- 6 La bibliographie sans ou avec B<sub>I</sub>B<sub>T</sub>E<sub>X</sub>
- 7 Les graphiques
- 8 Notion de flottants
- 9 Pour aller plus loin

# Structure globale — article

`\part{<titre de partie>}`

Cette partie a pour objet...

`\section{<titre de section>}`

`\subsection{<titre de sous-section>}`

`\subsubsection{<titre de sous-sous-section>}`

`\paragraph{<titre de paragraphe>}`

`\subparagraph{<titre de sous-paragraphe>}`

`\appendix`

`\section{<titre de section>}`

# Structure globale — article

`\part{<titre de partie>}`

Cette partie a pour objet...

`\section{<titre de section>}`

`\subsection{<titre de sous-section>}`

`\subsubsection{<titre de sous-sous-section>}`

`\paragraph{<titre de paragraphe>}`

`\subparagraph{<titre de sous-paragraphe>}`

`\appendix`

`\section{<titre de section>}`

## Remarques

- les parties, sections, etc. sont numérotées ;
- les variantes étoilées suppriment la numérotation ; par exemple : `\section*{Conclusion}` ;
- toutes ces commandes acceptent un argument optionnel utilisé, par exemple, pour les en-têtes de page.

# Structure globale — report

```
\part{<titre de partie>}  
\chapter{<titre de chapitre>}  
\section{<titre de section>}  
\subsection{<titre de sous-section>}  
\subsubsection{<titre de sous-sous-section>}  
\paragraph{<titre de paragraphe>}  
\subparagraph{<titre de sous-paragraphe>}  
  
\appendix  
\chapter{<titre d'annexe>}
```

# Structure globale — report

```
\part{<titre de partie>}  
\chapter{<titre de chapitre>}  
\section{<titre de section>}  
\subsection{<titre de sous-section>}  
\subsubsection{<titre de sous-sous-section>}  
\paragraph{<titre de paragraphe>}  
\subparagraph{<titre de sous-paragraphe>}  
  
\appendix  
\chapter{<titre d'annexe>}
```

## Remarques (suite)

- `\appendix` est un *commutateur* : il y a un avant et un après, et il ne peut apparaître qu'une fois ;
- seule la commande `\chapter` est nouvelle.



`\frontmatter` % pages numérotées en chiffres romains italiques

`\chapter{<titre>}` % chapitres non numérotés

`\chapter{<titre>}`

`\mainmatter` % pages numérotées en chiffres arabes

`\part{<titre de partie>}` % parties numérotées en romains majuscules

`\chapter{<titre de chapitre>}` % chapitres en chiffres arabes

`\section{<titre de section>}`

`\subsection{<titre de sous-section>}`

`\subsubsection{<titre de sous-sous-section>}`

`\paragraph{<titre de paragraphe>}`

`\subparagraph{<titre de sous-paragraphe>}`

`\appendix`

`\chapter{<titre d'annexe>}` % annexes indexées en lettres majuscules

`\chapter{<titre d'annexe>}`

`\backmatter`

`\chapter{<titre>}` % chapitres non numérotés

`\chapter{<titre>}`

## Table des matières

- la commande `\tableofcontents` crée et insère la table des matières ;
- l'intitulé de la table des matières peut être personnalisé par la commande `\renewcommand \contentsname {<intitulé>}` mais il est préférable d'utiliser les intitulés par défaut de `babel` ;
- le niveau de détails de la table des matières est fixé par la commande `\setcounter {tocdepth}{<n>}` ;
- Une liste des figures (resp. des tables) hors-texte est obtenue par la commande `\listoffigures` (resp. `\listoftables`).

# Contenu automatique - II

## Index

La production d'un index est plus compliquée :

## Index

La production d'un index est plus compliquée :

- on crée une entrée par « $\langle mot \rangle \backslash \text{index} \{ \langle mot \rangle \}$ » ;
- on indique  $\backslash \text{usepackage} \{ \text{makeidx} \} \backslash \text{makeindex}$  en préambule et  $\backslash \text{printindex}$  à l'endroit adéquat ;
- trois exécutions successives du moteur T<sub>E</sub>X sont nécessaires dont une avec l'outil `makeindex`.

## Références simples

- on définit des labels par la commande `\label{⟨nom⟩}` ;
- on s'y réfère par `\ref{⟨nom⟩}` et `\pageref{⟨nom⟩}` ;
- on utilisera de préférence `\eqref{⟨nom⟩}` pour les références aux équations ;
- deux exécutions successives permettent d'obtenir des références à jour.

## Références simples

- on définit des labels par la commande `\label{\langle nom \rangle}` ;
- on s'y réfère par `\ref{\langle nom \rangle}` et `\pageref{\langle nom \rangle}` ;
- on utilisera de préférence `\eqref{\langle nom \rangle}` pour les références aux équations ;
- deux exécutions successives permettent d'obtenir des références à jour.

## Améliorations

- le package `varioref` fournit des références «en langue naturelle» avec `\vref` et `\vpageref` ;
- le package `hyperref`, couplé à un moteur qui engendre du PDF, transforme les références en liens cliquables.

...de bas de page

- directement dans le texte : `blabla\footnote{\textit{note}}` ;
- dans le titre, utiliser `\thanks` et non `\footnote` ;
- dans les titres de section, faire précéder de `\protect`.

... de bas de page

- directement dans le texte : `blabla\footnote{\langle note \rangle}` ;
- dans le titre, utiliser `\thanks` et non `\footnote` ;
- dans les titres de section, faire précéder de `\protect`.

... dans les marges

- obtenues par `\marginpar[\langle variante gauche \rangle]{\langle note extérieure \rangle}` ;
- le package `mparhack` améliore sensiblement cette commande.



L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X fournit trois environnements de liste par défaut :

- ① `enumerate` pour des listes numérotées,
- ② `itemize` pour des listes non numérotées,
- ③ `description` pour des listes descriptives.

`\LaTeX{}` fournit trois environnements de liste par défaut:

`\begin{enumerate}`

`\item` `enumerate` pour des listes numérotées,

`\item` `itemize` pour des listes non numérotées,

`\item` `description` pour des listes descriptives.

`\end{enumerate}`

L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X fournit trois environnements de liste par défaut :

- enumerate pour des listes numérotées,
- itemize pour des listes non numérotées,
- description pour des listes descriptives.

\LaTeX{} fournit trois environnements de liste par défaut:

\begin{itemize}

\item enumerate pour des listes numérotées,

\item itemize pour des listes non numérotées,

\item description pour des listes descriptives.

\end{itemize}

L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X fournit trois environnements de liste par défaut :

- `enumerate` pour des listes numérotées,
- `itemize` pour des listes non numérotées,
- `description` pour des listes descriptives.

`\LaTeX{}` fournit trois environnements de liste par défaut:

- `\begin{description}`
- `\item[enumerate]` pour des listes numérotées,
- `\item[itemize]` pour des listes non numérotées,
- `\item[description]` pour des listes descriptives.
- `\end{description}`

En-têtes et pieds de page : **fancyhdr**

```
\usepackage{fancyhdr} \pagestyle{fancy}  
\lhead{\langle contenu \rangle} \chead{\langle contenu \rangle} \rhead{\langle contenu \rangle}  
\lfoot{\langle contenu \rangle} \cfoot{\langle contenu \rangle} \rfoot{\langle contenu \rangle}  
\renewcommand\headrulewidth{\langle longueur \rangle}  
\renewcommand\footrulewidth{\langle longueur \rangle}
```

En-têtes et pieds de page : `fancyhdr`

```
\usepackage{fancyhdr} \pagestyle{fancy}  
\lhead{\langle contenu \rangle} \chead{\langle contenu \rangle} \rhead{\langle contenu \rangle}  
\lfoot{\langle contenu \rangle} \cfoot{\langle contenu \rangle} \rfoot{\langle contenu \rangle}  
\renewcommand\headrulewidth{\langle longueur \rangle}  
\renewcommand\footrulewidth{\langle longueur \rangle}
```

- des variantes existent pour différencier les pages paires et impaires (documents recto-verso) ;
- le numéro de page courant est donné par `\thepage` ;
- le package `lastpage` permet d'insérer le dernier numéro de page par `\pageref{LastPage}` ;
- `\sectionmark` contient le titre de la section courante.

En-têtes et pieds de page : **fancyhdr**

```
\usepackage{fancyhdr} \pagestyle{fancy}  
\lhead{\langle contenu \rangle} \chead{\langle contenu \rangle} \rhead{\langle contenu \rangle}  
\lfoot{\langle contenu \rangle} \cfoot{\langle contenu \rangle} \rfoot{\langle contenu \rangle}  
\renewcommand\headrulewidth{\langle longueur \rangle}  
\renewcommand\footrulewidth{\langle longueur \rangle}
```

- des variantes existent pour différencier les pages paires et impaires (documents recto-verso) ;
- le numéro de page courant est donné par `\thepage` ;
- le package **lastpage** permet d'insérer le dernier numéro de page par `\pageref{LastPage}` ;
- `\sectionmark` contient le titre de la section courante.

## Mise en forme des titres

Par exemple au moyen des packages **titlesec** et **titletoc**.

- 1 Les fondements de  $\text{\LaTeX}$
- 2 La structuration du document
- 3 Le mode texte**
- 4 Les modes mathématiques
- 5 Les tableaux
- 6 La bibliographie sans ou avec  $\text{\BibTeX}$
- 7 Les graphiques
- 8 Notion de flottants
- 9 Pour aller plus loin

Une police, en  $\text{\LaTeX}$ , est déterminée par 4 attributs indépendants :

- famille** avec ou sans empattements, à chasse fixe ;
- forme** droite, penchée, italique, petites capitales ;
- graisse** normale, grasse, semi-grasse, étendue ;
- taille** mesurée en points ou de façon relative.



Une police, en  $\text{\LaTeX}$ , est déterminée par 4 attributs indépendants :

- famille** avec ou sans empattements, à chasse fixe ;
- forme** droite, penchée, italique, petites capitales ;
- graisse** normale, grasse, semi-grasse, étendue ;
- taille** mesurée en points ou de façon relative.

Les commandes de changement de fonte apparaissent sous deux formes :

- avec argument `\texttt{\textit{texte court}}` ;
- déclarative `\ttfamily\textit{texte très très étendu}`.

Les commandes déclaratives agissent jusqu'à la fin de l'environnement ou du groupe (délimité par `{` et `}`) où elles se trouvent. Elles sont appropriées pour des changements à grande échelle, mais il faut les utiliser avec prudence.

Attention : formes déclaratives uniquement...

<code>\tiny</code>	toute petite taille
<code>\scriptsize</code>	taille des indices et des exposants
<code>\footnotesize</code>	taille des notes de bas de page
<code>\small</code>	petite taille
<code>\normalsize</code>	taille normale
<code>\large</code>	grande taille
<code>\Large</code>	très grande taille
<code>\LARGE</code>	très très grande taille
<code>\huge</code>	taille immense
<code>\Huge</code>	taille énorme

## Polices de caractères — le reste

<code>\textrm{⟨<i>texte court</i>⟩}</code>	<code>\rmfamily</code>	romain
<code>\textsf{⟨<i>texte court</i>⟩}</code>	<code>\sffamily</code>	sans empattements
<code>\texttt{⟨<i>texte court</i>⟩}</code>	<code>\ttfamily</code>	chasse fixe

Paris-Est L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X

FL

Fondements

Structuration

Texte

Mathématiques

Tableaux

Bibliographie

Graphiques

Flottants

Au-delà

2009

33/58

## Polices de caractères — le reste

<code>\textrm{⟨<i>texte court</i>⟩}</code>	<code>\rmfamily</code>	romain
<code>\textsf{⟨<i>texte court</i>⟩}</code>	<code>\sffamily</code>	sans empattements
<code>\texttt{⟨<i>texte court</i>⟩}</code>	<code>\ttfamily</code>	chasse fixe
<code>\textmd{⟨<i>texte court</i>⟩}</code>	<code>\mdseries</code>	graisse normale
<code>\textbf{⟨<i>texte court</i>⟩}</code>	<code>\bfseries</code>	<b>gras</b>

Paris-Est L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X

FL

Fondements

Structuration

Texte

Mathématiques

Tableaux

Bibliographie

Graphiques

Flottants

Au-delà

2009

33/58

<code>\textrm{⟨<i>texte court</i>⟩}</code>	<code>\rmfamily</code>	romain
<code>\textsf{⟨<i>texte court</i>⟩}</code>	<code>\sffamily</code>	sans empattements
<code>\texttt{⟨<i>texte court</i>⟩}</code>	<code>\ttfamily</code>	chasse fixe
<code>\textmd{⟨<i>texte court</i>⟩}</code>	<code>\mdseries</code>	graisse normale
<code>\textbf{⟨<i>texte court</i>⟩}</code>	<code>\bfseries</code>	<b>gras</b>
<code>\textup{⟨<i>texte court</i>⟩}</code>	<code>\upshape</code>	droit
<code>\textit{⟨<i>texte court</i>⟩}</code>	<code>\itshape</code>	<i>italique</i>
<code>\textsl{⟨<i>texte court</i>⟩}</code>	<code>\slshape</code>	<i>penché</i>
<code>\textsc{⟨<i>texte court</i>⟩}</code>	<code>\scshape</code>	PETITES CAPITALES

<code>\textrm{⟨texte court⟩}</code>	<code>\rmfamily</code>	romain
<code>\textsf{⟨texte court⟩}</code>	<code>\sffamily</code>	sans empattements
<code>\texttt{⟨texte court⟩}</code>	<code>\ttfamily</code>	chasse fixe
<code>\textmd{⟨texte court⟩}</code>	<code>\mdseries</code>	graisse normale
<code>\textbf{⟨texte court⟩}</code>	<code>\bfseries</code>	<b>gras</b>
<code>\textup{⟨texte court⟩}</code>	<code>\upshape</code>	droit
<code>\textit{⟨texte court⟩}</code>	<code>\itshape</code>	<i>italique</i>
<code>\textsl{⟨texte court⟩}</code>	<code>\slshape</code>	<i>penché</i>
<code>\textsc{⟨texte court⟩}</code>	<code>\scshape</code>	PETITES CAPITALES
<code>\emph{⟨texte court⟩}</code>	<code>\em</code>	<i>mis en relief</i>

- les commandes ci-dessus peuvent se combiner :  
 $\backslash\text{textbf}\{\backslash\text{textit}\{\text{gras italique}\}\} \rightarrow \textit{gras italique};$

- les commandes ci-dessus peuvent se combiner :  
 $\backslash\text{textbf}\{\backslash\text{textit}\{\text{gras italique}\}\} \rightarrow \textit{gras italique}$  ;
- certaines commandes admettent une forme déclarative et une forme à argument, d'autres non ;

FL

Fondements

Structuration

Texte

Mathématiques

Tableaux

Bibliographie

Graphiques

Flottants

Au-delà

2009

34/58



- les commandes ci-dessus peuvent se combiner :  
`\textbf{\textit{gras italique}}` → ***gras italique*** ;
- certaines commandes admettent une forme déclarative et une forme à argument, d'autres non ;
- la commande `\emph{...}` a un comportement particulier : elle bascule du romain à l'italique et vice-versa ; elle devrait presque toujours remplacer `\textit{...}` ;

- les commandes ci-dessus peuvent se combiner :  
`\textbf{\textit{gras italique}}` → ***gras italique*** ;
- certaines commandes admettent une forme déclarative et une forme à argument, d'autres non ;
- la commande `\emph{...}` a un comportement particulier : elle bascule du romain à l'italique et vice-versa ; elle devrait presque toujours remplacer `\textit{...}` ;
- les commandes de changement de police ne devraient pas apparaître dans le corps : remplacez-les par des commandes sémantiques.

- les commandes ci-dessus peuvent se combiner :  
`\textbf{\textit{gras italique}}` → ***gras italique*** ;
- certaines commandes admettent une forme déclarative et une forme à argument, d'autres non ;
- la commande `\emph{...}` a un comportement particulier : elle bascule du romain à l'italique et vice-versa ; elle devrait presque toujours remplacer `\textit{...}` ;
- les commandes de changement de police ne devraient pas apparaître dans le corps : remplacez-les par des commandes sémantiques.

Français avec **babel** $M\backslash\text{up}\{me\}, D\backslash\text{up}\{r\}$  $1\backslash\text{ier}\{\}, 1\backslash\text{iere}\{\}, 1\backslash\text{ieres}\{\}$  $2\backslash\text{ieme}\{\} 4\backslash\text{iemes}\{\}$  $\backslash\text{No } 1, \backslash\text{no } 2$  $20\sim\backslash\text{degres } C, 45\backslash\text{degres}$  $\backslash\text{bsc}\{M. Durand\}$  $\backslash\text{np}\{1234,567\}$  $M^{\text{me}}, D^{\text{r}}$  $1^{\text{er}}, 1^{\text{re}}, 1^{\text{res}}$  $2^{\text{e}} 4^{\text{es}}$  $N^{\circ} 1, n^{\circ} 2$  $20\text{ }^{\circ}C, 45^{\circ}$  $M. DURAND$  $1\ 234,567$

Français avec **babel**

<code>M\up{me}, D\up{r}</code>	<code>M<sup>me</sup>, D<sup>r</sup></code>
<code>1\ier{}, 1\iere{}, 1\ieres{}</code>	<code>1<sup>er</sup>, 1<sup>re</sup>, 1<sup>res</sup></code>
<code>2\ieme{} 4\iemes{}</code>	<code>2<sup>e</sup> 4<sup>es</sup></code>
<code>\No 1, \no 2</code>	<code>N<sup>o</sup> 1, n<sup>o</sup> 2</code>
<code>20~\degres C, 45\degres</code>	<code>20 °C, 45°</code>
<code>\bsc{M. Durand}</code>	<code>M. DURAND</code>
<code>\np{1234,567}</code>	<code>1 234,567</code>

Le caractère ~ produit une espace insécable. On l'utilise pour éviter les sauts de lignes mal placés :

`lemme~\ref{l-technik} p.~\pageref{l-technik}`.

Pour éviter les coupures à l'intérieur d'un mot, on l'enferme dans une `\mbox` : `P\up{r}~\mbox{Donald} \bsc{Knuth}`.

## Alignement du texte

justifié par défaut ;

centré environnement `center` ou commande  
déclarative `\centering` ;

au fer à gauche `flushleft` ou `\raggedright` ;

au fer à droite `flushright` ou `\raggedleft`.

## Alignement du texte

justifié par défaut ;

centré environnement `center` ou commande  
déclarative `\centering` ;

au fer à gauche `flushleft` ou `\raggedright` ;

au fer à droite `flushright` ou `\raggedleft`.

- on change de paragraphe par un double saut de ligne ;
- `\noindent` supprime le retrait en début de paragraphe ;
- La commande `\newline` ou `\\` est à utiliser avec parcimonie ;
- `\pagebreak[⟨n⟩]` et `\linebreak[⟨n⟩]` encouragent un saut de page (resp. de ligne).

## Espaces fixes

- `\hspace{⟨longueur⟩}` et `\vspace{⟨longueur⟩}` insèrent un espace horizontal ou vertical ;
- `⟨longueur⟩` est un nombre suivi d'une unité : `1cm`, `-12pt`, `1.5ex`, `.3em`, etc.
- utiliser de préférence les unités `em` et `ex` relatives à la fonte courante ;
- espaces verticaux prédéfinis : `\smallskip`, `\medskip`, `\bigskip` ;
- espaces horizontaux prédéfinis : `\negthinspace`, `\thinspace`, `\enspace`, `\quad`, `\qquad`.



## Espaces élastiques

- on peut utiliser `\stretch{⟨n⟩}` comme argument de `\hspace` et `\vspace`,
- `\hfil` et `\vfil` s'étirent de façon à occuper tout la place disponible ;
- `\hfill` et `\vfill` s'étirent de même, avec une élasticité incommensurablement plus grande ;
- D'autres objets étirables s'obtiennent par des commandes similaires : `\hrulefill`, `\dotfill`, `\dingfill{⟨n⟩}` (du package `pifont`).

## Automatique

- utiliser les commandes `\title`, `\author`, `\date` pour renseigner les champs correspondants ;
- `\today` insère la date d'exécution du moteur  $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$  ; c'est la valeur par défaut de `\date` ;
- `\maketitle` insère le titre, dans le texte ou sur une page séparée selon la classe du document et l'option `titlepage/notitlepage`.

## Automatique

- utiliser les commandes `\title`, `\author`, `\date` pour renseigner les champs correspondants ;
- `\today` insère la date d'exécution du moteur T<sub>E</sub>X ; c'est la valeur par défaut de `\date` ;
- `\maketitle` insère le titre, dans le texte ou sur une page séparée selon la classe du document et l'option `titlepage/notitlepage`.

## Personnalisée

- on peut bien sûr insérer quelques commandes de mise en forme dans les arguments de `\title`, `\author` et `\date` ;
- pour une personnalisation complète, utiliser l'environnement `titlepage`.

## Exemple de page de titre

Université PARIS-EST

—  
Année 2009-2010

Élisabeth MARTIN

---

**Le retour périodique des crises  
financières**

Une approche analytique

---

Encadré par M. le professeur Burp

Version du 18 octobre 2009

- 1 Les fondements de  $\text{L}^{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$
- 2 La structuration du document
- 3 Le mode texte
- 4 Les modes mathématiques**
- 5 Les tableaux
- 6 La bibliographie sans ou avec  $\text{BIB}_{\text{E}}\text{X}$
- 7 Les graphiques
- 8 Notion de flottants
- 9 Pour aller plus loin

# Les modes mathématiques I

$\text{\LaTeX}$  possède deux modes mathématiques :

**en ligne** pour les formules courtes, délimitées par « $\$$ »  
et « $\$$ » ;

**hors texte** pour celles plus importantes, délimitées par  
« $\backslash[$ » et « $\backslash]$ ».

Paris-Est  $\text{\LaTeX}$

FL

Fondements

Structuration

Texte

**Mathématiques**

Tableaux

Bibliographie

Graphiques

Flottants

Au-delà

2009

42/58

$\text{\LaTeX}$  possède deux modes mathématiques :

**en ligne** pour les formules courtes, délimitées par « $\$$ »  
et « $\$$ » ;

**hors texte** pour celles plus importantes, délimitées par  
« $\backslash[$ » et « $\backslash]$ ».

Si  $f$  est de classe  $C^2$  en plusieurs variables, on a :

$$\begin{aligned} & \backslash \\ & \backslash \frac{\partial^2 f}{\partial x \partial y} = \\ & \backslash \frac{\partial^2 f}{\partial y \partial x} \end{aligned}$$

Paris-Est  $\text{\LaTeX}$ 

FL

Fondements

Structuration

Texte

Mathématiques

Tableaux

Bibliographie

Graphiques

Flottants

Au-delà

2009

42/58

$\text{\LaTeX}$  possède deux modes mathématiques :

**en ligne** pour les formules courtes, délimitées par « $\$$ »  
et « $\$$ » ;

**hors texte** pour celles plus importantes, délimitées par  
« $\backslash[$ » et « $\backslash]$ ».

Si  $f$  est de classe  $C^2$  en plusieurs variables, on a :

$$\backslash[ \backslash \frac{\partial^2 f}{\partial x \partial y} = \frac{\partial^2 f}{\partial y \partial x} \backslash]$$

Si  $f$  est de classe  $C^2$  en plusieurs variables, on a :

$$\frac{\partial^2 f}{\partial x \partial y} = \frac{\partial^2 f}{\partial y \partial x}$$



## Remarques

- les deux modes diffèrent essentiellement par la présentation ;
- certaines commandes sont spécifiques au mode hors-texte (numérotation) ;
- $\text{\LaTeX}$  ignore les espaces dans les deux modes mathématiques ;
- chargez toujours les deux *packages* **amsmath** et **amssymb**.

## Remarques

- les deux modes diffèrent essentiellement par la présentation ;
- certaines commandes sont spécifiques au mode hors-texte (numérotation) ;
- L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X ignore les espaces dans les deux modes mathématiques ;
- chargez toujours les deux *packages* **amsmath** et **amssymb**.

## Le mode hors-texte

- il peut aussi être produit par l'environnement **equation** pour des formules numérotées ;
- pour faire référence à des formules numérotées, placez-y un **\label{...}** puis utilisez **\eqref{...}** ;
- n'utilisez *jamais*  $$$...$$$  avec L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X !

## Indices et exposants

$$x^n + y^n = z^n$$

$$u_n = n r + u_0$$

$$u_n + 1 - v_{n+1} < q^{n+1}$$

$$\hat{x^n} + \hat{y^n} = \hat{z^n}$$

$$u_n = n \setminus, r + u_0$$

$$u_{n+1} - v_{\{n+1\}} < q^{\{n+1\}}$$

Paris-Est L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X

FL

Fondements

Structuration

Texte

Mathématiques

Tableaux

Bibliographie

Graphiques

Flottants

Au-delà

2009

44/58

## Indices et exposants

$$x^n + y^n = z^n$$

$$\hat{x}^n + \hat{y}^n = \hat{z}^n$$

$$u_n = n r + u_0$$

$$u_n = n \setminus r + u_0$$

$$u_n + 1 - v_{n+1} < q^{n+1}$$

$$u_{n+1} - v_{\{n+1\}} < q^{\{n+1\}}$$

Paris-Est L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X

FL

Fondements

Structuration

Texte

Mathématiques

Tableaux

Bibliographie

Graphiques

Flottants

Au-delà

2009

44/58

## Sommes et produits

$$\sum_{i=1}^n f(i) \quad \$\backslash sum_{\{i=1\}}^n f(i)$$$

$$\sum_{i=1}^n f(i) \quad \backslash[\backslash sum_{\{i=1\}}^n f(i) \backslash]$$

$$\prod_{i=1}^n f(i) \quad \$\backslash prod \backslash limits_{\{i=1\}}^n f(i)$$$

$$\sum_{i=1}^n f(i) \quad \backslash[\backslash sum \backslash nlimits_{\{i=1\}}^n f(i) \backslash]$$

## Intégrales

`\newcommand \diff {\mathrm{d}}`

$$\int_a^b f(t)dt \quad \$\textcolor{violet}{\backslash int\_a^b f(t)} \textcolor{violet}{\backslash diff t}$$$

$$\int \int f(x, y)dx dy \quad \$\textcolor{violet}{\backslash int}\textcolor{violet}{\backslash int} f(x, y) \textcolor{violet}{\backslash diff x} \textcolor{violet}{\backslash diff y}$ (\textcolor{red}{mal})$$

$$\int \int f(x, y)dx dy \quad \$\textcolor{violet}{\backslash iint} f(x, y) \textcolor{violet}{\backslash diff x} \textcolor{violet}{\backslash diff y}$ (\textcolor{red}{bien})$$

$$\oint l(s)ds \quad \$\textcolor{violet}{\backslash oint} l(s) \textcolor{violet}{\backslash diff s}$$$

## Intégrales

`\newcommand \diff {\mathrm{d}}`

$$\int_a^b f(t) dt \quad \$\textcolor{violet}{\backslash int}_a^b f(t) \textcolor{violet}{\backslash diff} t\$$$

$$\iint f(x, y) dx dy \quad \$\textcolor{violet}{\backslash int} \textcolor{violet}{\backslash int} f(x, y) \textcolor{violet}{\backslash diff} x \textcolor{violet}{\backslash diff} y\$ \textcolor{red}{(mal)}$$

$$\iint f(x, y) dx dy \quad \$\textcolor{violet}{\backslash iint} f(x, y) \textcolor{violet}{\backslash diff} x \textcolor{violet}{\backslash diff} y\$ \textcolor{red}{(bien)}$$

$$\oint l(s) ds \quad \$\textcolor{violet}{\backslash oint} l(s) \textcolor{violet}{\backslash diff} s\$$$

## Divers

$$\frac{a}{b} \quad \$\textcolor{violet}{\backslash frac}\{a\}\{b\}\$ \quad \frac{a}{b} \quad \$\textcolor{violet}{\backslash [} \textcolor{violet}{\backslash frac}\{a\}\{b\} \textcolor{violet}{\backslash ]}$$

$$\sqrt{2} \quad \$\textcolor{violet}{\backslash sqrt}\{2\}\$ \quad \sqrt[3]{2} \quad \$\textcolor{violet}{\backslash sqrt}[3]\{2\}\$$$

N'utilisez **pas** `\over` pour les fractions sous L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X !

par défaut  $abc$  ( $\$abc\$$ )

romaine  $dx$  ( $\$ \backslash \textit{mathrm}\{d\}x\$$ )

grasse droite  $\mathbf{C} \supset \mathbf{R}$  ( $\$ \backslash \textit{mathbf}\{C\} \backslash \textit{supset} \backslash \textit{mathbf}\{R\} \$$ )

grasse  $k$  ( $\$ \backslash \textit{boldsymbol}\{k\} \$$ )

fraktur  $\mathfrak{P} \mid \mathfrak{p}$  ( $\$ \backslash \textit{mathfrak}\{P\} \backslash \textit{mid} \backslash \textit{mathfrak}\{p\} \$$ )

calligraphique  $\mathcal{A}$  ( $\$ \backslash \textit{mathcal}\{A\} \$$ )

anglaise  $\mathscr{C}$  ( $\$ \backslash \textit{mathscr}\{C\} \$$ ) (package [mathrsfs](#))

ajourée  $\mathbb{N} \subset \mathbb{Z}$  ( $\$ \backslash \textit{mathbb}\{N\} \backslash \textit{subset} \backslash \textit{mathbb}\{Z\} \$$ )

par défaut	$abc$	$(\$abc\$)$
romaine	$dx$	$(\$ \backslash \textit{mathrm}\{d\}x\$)$
grasse droite	$\mathbf{C} \supset \mathbf{R}$	$(\$ \backslash \textit{mathbf}\{C\} \backslash \textit{supset} \backslash \textit{mathbf}\{R\} \$)$
grasse	$\mathbf{k}$	$(\$ \backslash \textit{boldsymbol}\{k\} \$)$
fraktur	$\mathfrak{P} \mid \mathfrak{p}$	$(\$ \backslash \textit{mathfrak}\{P\} \backslash \textit{mid} \backslash \textit{mathfrak}\{p\} \$)$
calligraphique	$\mathcal{A}$	$(\$ \backslash \textit{mathcal}\{A\} \$)$
anglaise	$\mathscr{C}$	$(\$ \backslash \textit{mathscr}\{C\} \$)$ (package <code>mathrsfs</code> )
ajourée	$\mathbb{N} \subset \mathbb{Z}$	$(\$ \backslash \textit{mathbb}\{N\} \backslash \textit{subset} \backslash \textit{mathbb}\{Z\} \$)$

## Remarques

- les trois dernières n'existent qu'en capitales ;
- pour plus de possibilités concernant le gras, voir le package `bm` ;
- pour insérer du texte en mode mathématique, utilisez `\text` uniquement (attention aux espaces).



# Symboles courants

## Opérateurs

- beaucoup d'opérateurs sont prédéfinis : `\sin`, `\cos`, `\lim` ;
- vous pouvez en définir avec `\DeclareMathOperator` ;
- la forme étoilée déclare des opérateurs admettant des `\limits`.

## Opérateurs

- beaucoup d'opérateurs sont prédéfinis : `\sin`, `\cos`, `\lim` ;
- vous pouvez en définir avec `\DeclareMathOperator` ;
- la forme étoilée déclare des opérateurs admettant des `\limits`.

## Divers

- lettres grecques : `\alpha`, `\beta`, ...
- les flèches ont des noms parlants : `\Leftarrow` ( $\Leftarrow$ ).

## Opérateurs

- beaucoup d'opérateurs sont prédéfinis : `\sin`, `\cos`, `\lim` ;
- vous pouvez en définir avec `\DeclareMathOperator` ;
- la forme étoilée déclare des opérateurs admettant des `\limits`.

## Divers

- lettres grecques : `\alpha`, `\beta`, ...
- les flèches ont des noms parlants : `\Leftarrow` ( $\Leftarrow$ ).

## Méthodologie

Ayez toujours à portée de main une liste des symboles courants, comme par exemple la section 3.11 pp. 53–59 de la «Not so short» introduction à  $\text{\LaTeX}$ .

À utiliser avec parcimonie, quand L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X a du mal à s'en sortir tout seul.

Commande	Nom	Exemple
<code>\qquad</code>	double cadratin	$x \equiv y \quad [\pi]$
<code>\quad</code>	cadratin	$x \equiv y \quad [\pi]$
<code>\quad</code>	inter-mot	$x \equiv y \quad [\pi]$
<code>\;</code>	épaisse	$x \equiv y \quad [\pi]$
<code>\:</code>	moyenne	$x \equiv y \quad [\pi]$
<code>\,</code>	fine	$x \equiv y \quad [\pi]$
<code>\quad</code>	par défaut	$x \equiv y[\pi]$
<code>\!</code>	fine négative	$x \equiv y[\pi]$

À utiliser avec parcimonie, quand L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X a du mal à s'en sortir tout seul.

Commande	Nom	Exemple
<code>\quad</code>	double cadratin	$x \equiv y \quad [\pi]$
<code>\quad</code>	cadratin	$x \equiv y \quad [\pi]$
<code>\quad</code>	inter-mot	$x \equiv y \quad [\pi]$
<code>\;</code>	épaisse	$x \equiv y \quad [\pi]$
<code>\:</code>	moyenne	$x \equiv y \quad [\pi]$
<code>\,</code>	fine	$x \equiv y \quad [\pi]$
<code>\quad</code>	par défaut	$x \equiv y[\pi]$
<code>\!</code>	fine négative	$x \equiv y[\pi]$

$$\partial^{\wedge\{i\}(0)}y \quad \partial^{\wedge\{i\}(j)}x \quad \partial^{\wedge\{i\}(0)}\!y \quad \partial^{\wedge\{i\}(j)}\!x$$

$$\partial^{i(0)}y \partial^{i(j)}x_j = \partial^{i(0)}y \partial^{i(j)}x_j$$

## Taille automatique

$$\left(\frac{1}{2}\right)^2 \quad \left.\frac{\partial f}{\partial x}\right|_{x=0} \quad \left\{\frac{a}{b} \mid b = 10^n\right\}$$

```
\[ \left(\frac{1}{2}\right)^2 \quad \quad
\left. \frac{\partial f}{\partial x} \right|_{x=0} \quad \quad
\left\{ \frac{a}{b} \mid b = 10^n \right\} \]
```

## Taille automatique

$$\left(\frac{1}{2}\right)^2 \quad \left.\frac{\partial f}{\partial x}\right|_{x=0} \quad \left\{\frac{a}{b} \mid b = 10^n\right\}$$

```
\[ \left(\frac{1}{2}\right)^2 \quad \quad
\left. \frac{\partial f}{\partial x} \right|_{x=0} \quad \quad
\left\{ \frac{a}{b} \mid b = 10^n \right\} \]
```

## Taille manuelle

Utilisez `\bigl`, `\Bigl`, `\biggl`, `\Biggl` et leurs homologues en r.

```
\[ \Biggl(\biggl(\Bigl(\bigl((x)\bigr)\Bigr)\biggr)\Biggr) \]
```

$$\left(\left(\left(\left(x\right)\right)\right)\right)$$

## Les mathématiques à la française

T<sub>E</sub>X

$$\max_{x \text{ et } y} \quad \Upsilon(x, y) = x^\alpha y^\beta \quad \alpha, \beta > 0$$

sous la contrainte  $p_x x + p_y y \leq R$

à la française

$$\max_{x \text{ et } y} \quad \Upsilon(x, y) = x^\alpha y^\beta \quad \alpha, \beta > 0$$

sous la contrainte  $p_x x + p_y y \leq R$

ISO

$$\max_{x \text{ et } y} \quad \Upsilon(x, y) = x^\alpha y^\beta \quad \alpha, \beta > 0$$

sous la contrainte  $p_x x + p_y y \leq R$

Règles

	T <sub>E</sub> X	Français	ISO
Latin minuscule	<i>italique</i>	<i>italique</i>	<i>italique</i>
Latin majuscule	<i>italique</i>	droit	<i>italique</i>
Grec minuscule	<i>italique</i>	droit	<i>italique</i>
Grec majuscule	droit	droit	<i>italique</i>



$$x \xrightarrow{f} y$$

$$\mathcal{X} \xrightarrow{\text{stackrel{\textit{f}}{\textit{longmapsto}}}} \mathcal{Y}$$

$$X_n \xrightarrow[n \rightarrow \infty]{L_2} X$$

$$X_n \xrightarrow[n \rightarrow \infty]{L_2} X$$

$$\prod_a^b c$$

$$\prod_a^b c$$

$$n <^* n$$

$$n <^* n$$

$$\binom{n}{p}$$

$$\binom{n}{p}$$

$$\sum_{\substack{i \in I \\ j \in J}}$$

$$\sum_{\substack{i \in I \\ j \in J}}$$

$$^t M$$

$$^t M$$

$$\sqrt{x} + \sqrt{X}$$

$$\sqrt{x} + \sqrt{X}$$

$$x^n = \underbrace{x \cdots x}_n$$

$$x^n = \underbrace{x \cdots x}_n$$

$$\begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \quad \left| \begin{array}{cc} a & b \\ c & d \end{array} \right| \quad \begin{matrix} f(e_1) & f(e_2) \\ e_1 \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \\ e_2 \end{matrix}$$
$$(S) \begin{cases} ax + by + cz = 0 \\ ey + fz = 0 \\ gz = 0 \end{cases} \quad \delta_i^j = \begin{cases} 0 & \text{si } i \neq j \\ 1 & \text{si } i = j \end{cases}$$

$$\begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \quad \left| \begin{array}{cc} a & b \\ c & d \end{array} \right| \quad \begin{matrix} f(e_1) & f(e_2) \\ e_1 \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \\ e_2 \end{matrix}$$

$$(S) \begin{cases} ax + by + cz = 0 \\ ey + fz = 0 \\ gz = 0 \end{cases} \quad \delta_i^j = \begin{cases} 0 & \text{si } i \neq j \\ 1 & \text{si } i = j \end{cases}$$

```

\begin{pmatrix}a & b\\ c & d\end{pmatrix} \quad \quad
\begin{vmatrix}a & b\\ c & d\end{vmatrix} \quad \quad
\bordermatrix{ & f(e_1) & f(e_2) \\
e_1 & a & b \\
e_2 & c & d }
(S) \left\{ \begin{aligned} ax + by + cz &= 0 \\ ey + fz &= 0 \\ gz &= 0 \end{aligned} \right. \quad
\delta_i^j = \begin{cases} 0 & \text{si } i \neq j \\ 1 & \text{si } i = j \end{cases}

```

$$x = a + b$$

$$= c$$

$$y = b + c$$

$$= d$$

(\*)

Le résultat (\*) montre que...

```
\begin{align}
x &= a + b & y &= b + c \notag \\
&= c & &= d \tag{$*$} \label{eStar}
\end{align}
```

Le résultat  $\sim$  `\eqref{eStar}` montre que `\ldots`

$$\begin{array}{ll} x = a + b & y = b + c \\ = c & = d \end{array} \quad (*)$$

Le résultat (\*) montre que...

```
\begin{align}
x &= a + b & y &= b + c \notag \\
&= c & &= d \tag{$*$} \label{eStar}
\end{align}
Le résultat ~\eqref{eStar} montre que\ldots
```

Pour aller plus loin...

consultez la documentation d'[amsmath](#) : `amslldoc.pdf`. Voir aussi le document `Mathmode.pdf` et, pour certains raffinements, le package [mathtools](#).

- 1 Les fondements de  $\text{\LaTeX}$
- 2 La structuration du document
- 3 Le mode texte
- 4 Les modes mathématiques
- 5 Les tableaux**
- 6 La bibliographie sans ou avec  $\text{\BibTeX}$
- 7 Les graphiques
- 8 Notion de flottants
- 9 Pour aller plus loin

- 1 Les fondements de L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X
- 2 La structuration du document
- 3 Le mode texte
- 4 Les modes mathématiques
- 5 Les tableaux
- 6 La bibliographie sans ou avec B<sub>I</sub>B<sub>T</sub>E<sub>X</sub>**
- 7 Les graphiques
- 8 Notion de flottants
- 9 Pour aller plus loin

- 1 Les fondements de  $\text{\LaTeX}$
- 2 La structuration du document
- 3 Le mode texte
- 4 Les modes mathématiques
- 5 Les tableaux
- 6 La bibliographie sans ou avec  $\text{\BibTeX}$
- 7 Les graphiques**
- 8 Notion de flottants
- 9 Pour aller plus loin



- 1 Les fondements de  $\text{\LaTeX}$
- 2 La structuration du document
- 3 Le mode texte
- 4 Les modes mathématiques
- 5 Les tableaux
- 6 La bibliographie sans ou avec  $\text{\BibTeX}$
- 7 Les graphiques
- 8 Notion de flottants**
- 9 Pour aller plus loin

- 1 Les fondements de  $\text{\LaTeX}$
- 2 La structuration du document
- 3 Le mode texte
- 4 Les modes mathématiques
- 5 Les tableaux
- 6 La bibliographie sans ou avec  $\text{\BibTeX}$
- 7 Les graphiques
- 8 Notion de flottants
- 9 Pour aller plus loin**