

Chapitre 3

Formules Mathématiques

Vous êtes prêts ! Dans ce chapitre nous allons aborder l'atout majeur de T_EX : la composition de formules mathématiques. Mais attention, ce chapitre ne fait que décrire les commandes de base. Bien que ce qui est expliqué ici soit suffisant pour la majorité des utilisateurs, ne désespérez pas si vous n'y trouvez pas la solution à votre problème de mise en forme d'une équation mathématique. Il y a de fortes chances pour que la solution se trouve dans l'extension `amsmath` de `AMS-LATEX`¹.

3.1 Généralités

L^AT_EX dispose d'un mode spécial pour la mise en page de formules mathématiques. Des maths à l'intérieur d'un paragraphe sont saisies entre `\(` et `\)`, entre `$` et `$` ou entre `\begin{math}` et `\end{math}`.

Ajoutez `a` au carré
et `b` au carré pour obtenir
`c` au carré. Ou, en
utilisant une approche plus
matheuse : `$c^{2}=a^{2}+b^{2}$`

Ajoutez a au carré et b au carré pour obtenir
 c au carré. Ou, en utilisant une approche plus
matheuse : $c^2 = a^2 + b^2$

`100~m3 d'eau\ [6pt]`
`J' \heartsuit \LaTeX{}`

100 m³ d'eau
J'♥ L^AT_EX

Il vaut mieux composer les équations ou les formules plus importantes « *hors-texte* », c'est-à-dire sur des lignes à part. Pour cela, on les inclut entre `\[` et `\]` ou entre `\begin{displaymath}` et `\end{displaymath}`. On obtient

¹*American Mathematical Society* = Société Américaine de Mathématiques.

ainsi des formules qui ne sont pas numérotées. Si vous voulez qu'elles soient numérotées par L^AT_EX, utilisez l'environnement `equation`.

Ajoutez `a` au carré
et `b` au carré pour obtenir
`c` au carré. Ou, en
utilisant une approche plus
matheuse :

```
\[ c^{2}=a^{2}+b^{2} \]
```

Le mot de la fin.

Ajoutez a au carré et b au carré pour obtenir c au carré. Ou, en utilisant une approche plus matheuse :

$$c^2 = a^2 + b^2$$

Le mot de la fin.

Avec `\label` et `\ref`, vous pouvez faire référence à une équation.

```
\begin{equation} \label{eq}
\epsilon > 0
\end{equation}
L'équation (\ref{eq})
nous donne\dots
```

$$\epsilon > 0 \quad (3.1)$$

L'équation (3.1) nous donne...

Remarquez que les expressions mathématiques sont formatées différemment selon qu'elles sont composées « en ligne » ou « hors texte ». Comparez :

```
$$\lim_{n \to \infty}
\sum_{k=1}^n \frac{1}{k^2}
= \frac{\pi^2}{6}$$
```

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{k=1}^n \frac{1}{k^2} = \frac{\pi^2}{6}$$

```
\begin{displaymath}
\lim_{n \to \infty}
\sum_{k=1}^n \frac{1}{k^2}
= \frac{\pi^2}{6}
\end{displaymath}
```

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{k=1}^n \frac{1}{k^2} = \frac{\pi^2}{6}$$

Il y a des différences entre le mode *mathématique* et le mode *texte*. Par exemple, en mode *mathématique* :

1. la plupart des espaces et des retours à la ligne n'ont aucune signification. Les espaces sont déduites de la logique de la formule ou indiquées à l'aide de commandes spécifiques telles que `\,`, `\quad` ou `\qquad` ;
2. les lignes vides ne sont pas autorisées. Un seul paragraphe par formule ;
3. chaque lettre est considérée comme étant le nom d'une variable et sera imprimée comme tel. Pour insérer du texte normal (police et espacement standard) dans une formule, il faut utiliser la commande `\text{rm}{...}`.

```
\begin{equation}
\forall x \in \mathbf{R}:
\quad x^2 \geq 0
\end{equation}
```

$$\forall x \in \mathbf{R} : \quad x^2 \geq 0 \quad (3.2)$$

```
\begin{equation}
x^2 \geq 0 \quad \text{pour tout }
\text{\texttrm{pour tout }}
\quad x \in \mathbf{R}
\end{equation}
```

$$x^2 \geq 0 \quad \text{pour tout } x \in \mathbf{R} \quad (3.3)$$

Une mode récente et contestable pousse à utiliser la police « blackboard bold » (Gras Tableau Noir, ainsi appelée car c'est par le doublement des verticales des lettres que l'on simule le gras typographique lorsqu'on ne peut faire autrement) qui est obtenue par la commande `\mathbb` de l'extension `amsfonts` ou `amssymb` pour désigner les ensembles de nombres entiers, réels, etc. L'exemple précédent devient :

```
\begin{displaymath}
x^2 \geq 0 \quad \text{pour tout } x \in \mathbb{R}
\end{displaymath}
```

$$x^2 \geq 0 \quad \text{pour tout } x \in \mathbb{R}$$

3.2 Groupements en mode mathématique

La plupart des commandes du mode mathématique ne s'applique qu'à un caractère suivant. Pour qu'une commande s'applique à un ensemble de caractères, il faut les grouper en utilisant des accolades : `{...}`.

```
\begin{equation}
a^{x+y} \neq a^{x+y}
\end{equation}
```

$$a^x + y \neq a^{x+y} \quad (3.4)$$

3.3 Éléments d'une formule mathématique

Dans cette section nous allons voir les commandes les plus importantes du mode mathématique. Pour une liste de tous les symboles disponibles, voyez la section 3.11, page 53.

Les lettres **grecques minuscules** sont saisies de la manière suivante : `\alpha`, `\beta`, `\gamma`, etc. Les lettres **grecques majuscules**² sont saisies ainsi : `\Gamma`, `\Delta`, etc.

²Il n'y a pas de Alpha majuscule dans L^AT_EX 2_ε parce que c'est le même caractère que le A romain. Lorsque le nouveau codage mathématique sera terminé, cela changera.

`\lambda, \xi, \pi, \mu, \Phi, \Omega`

$\lambda, \xi, \pi, \mu, \Phi, \Omega$

Les **indices et exposants** sont positionnés en utilisant les caractères `_` et `^`.

`a_{1} \quad x^{2} \quad $e^{-\alpha t}$ \quad a_{ij}^3
$e^{x^2} \neq (e^x)^2$`

$a_1 \quad x^2 \quad e^{-\alpha t} \quad a_{ij}^3$
 $e^{x^2} \neq (e^x)^2$

La **racine carrée** est saisie ainsi : `\sqrt`, la racine $n^{\text{ième}}$ est produite par la commande `\sqrt[n]`. La taille du symbole racine est calculée par L^AT_EX. Pour obtenir le symbole seul, utilisez `\surd`.

`\sqrt{x}` \quad `\sqrt{x^2+\sqrt{y}}`
`\sqrt[3]{2}` \quad `\surd[x^2 + y^2]`

$\sqrt{x} \quad \sqrt{x^2 + \sqrt{y}} \quad \sqrt[3]{2}$
 $\sqrt{x^2 + y^2}$

Les commandes `\overline` et `\underline` créent un **trait horizontal** au-dessus ou au-dessous d'une expression.

`\overline{m+n}`

$\overline{m+n}$

Les commandes `\overbrace` et `\underbrace` créent une grande **accolade horizontale** au-dessus ou au-dessous d'une expression.

`\underbrace{ a+b+\cdots+z }_{26}`

$\underbrace{a + b + \cdots + z}_{26}$

Pour ajouter des accents mathématiques tels que des flèches ou des tildes, vous pouvez utiliser les commandes du tableau 3.1 p. 53. Les chapeaux et les tildes larges, couvrant plusieurs caractères, sont produits par les commandes `\widetilde` et `\widehat`. La commande `'` produit un prime.

`\begin{displaymath}`
`y=x^2 \quad y'=2x \quad y''=2`
`\end{displaymath}`

$y = x^2 \quad y' = 2x \quad y'' = 2$

Les **vecteurs** sont en général marqués en ajoutant une flèche au-dessus du nom de la variable. Ceci est obtenu par la commande `\vec`. Pour coder

le vecteur de A à B , les commandes `\overrightarrow` et `\overleftarrow` sont bien utiles.

```
\begin{displaymath}
\vec a\quad\overrightarrow{AB}
\end{displaymath}
```

$$\vec{a} \quad \overrightarrow{AB}$$

En général, les points indiquant une opération de multiplication ne sont pas imprimés. Cependant, il arrive qu'il soit nécessaire de les faire apparaître pour aider la lecture. Utilisez alors `\cdot`.

```
\[ v = \sigma{}_1 \cdot \sigma{}_2
\tau{}_1 \cdot \tau{}_2 \]
```

$$v = \sigma_1 \cdot \sigma_2 \tau_1 \cdot \tau_2$$

Les noms des fonctions telles que sinus doivent être imprimés à l'aide d'une police droite et non en italique comme les variables. \LaTeX fournit donc les commandes suivantes pour les fonctions les plus utilisées :

```
\arccos \cos \csc \exp \ker \limsup \min \sinh
\arcsin \cosh \deg \gcd \lg \ln \Pr \sup
\arctan \cot \det \hom \lim \log \sec \tan
\arg \coth \dim \inf \liminf \max \sin \tanh
```

```
\[\lim_{x \rightarrow 0}
\frac{\sin x}{x}=1\]
```

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{x} = 1$$

Pour la fonction modulo, il y a deux commandes possibles : `\bmod` pour l'opérateur binaire et `\pmod` pour l'opérateur unaire :

```
$a\bmod b$\
$x\equiv a \pmod{b}$
```

$$a \bmod b \\ x \equiv a \pmod{b}$$

Un trait de **fraction** est produit par la commande :

```
\frac{numérateur}{dénominateur}
```

La forme utilisant un *slash* ($1/2$) est souvent préférable pour des petits éléments.

```
$1\frac{1}{2}$~hours
\begin{displaymath}
\frac{x^2}{k+1}\qquad
x^{\frac{2}{k+1}}\qquad
x^{1/2}
\end{displaymath}
```

$$1\frac{1}{2} \text{ hours} \\ \frac{x^2}{k+1} \quad x^{\frac{2}{k+1}} \quad x^{1/2}$$

Pour imprimer des coefficients binomiaux (à l'américaine) ou d'autres structures semblables, on peut utiliser la commande `\binom` de l'extension `amsmath` :

```
\begin{displaymath}
\binom{n}{k}\qquad \mathrm{C}_n^k
\end{displaymath}
```

$$\binom{n}{k} \quad C_n^k$$

Il est parfois utile de pouvoir superposer des symboles, la commande `\stackrel` place son premier argument en taille réduite au dessus du second :

```
\begin{displaymath}
X \stackrel{!}{=} 1
\end{displaymath}
```

$$X \stackrel{!}{=} 1$$

Les **intégrales** sont produites par la commande `\int`, les **sommes** par la commande `\sum`, les produits par la commande `\prod`. Les limites inférieures et supérieures sont indiquées avec `_` et `^` comme pour les indices et les exposants.

```
\begin{displaymath}
\sum_{i=1}^n \quad \int_0^{\frac{\pi}{2}} \quad \prod_{\epsilon}
\prod_{\epsilon}
\end{displaymath}
```

$$\sum_{i=1}^n \quad \int_0^{\frac{\pi}{2}} \quad \prod_{\epsilon}$$

Pour superposer des indices, l'extension `amsmath` propose la commande `\substack` et l'environnement `subarray` qui permet d'aligner les indices à gauche au lieu de les centrer.

```
\begin{displaymath}
\sum_{\substack{0 < i < n \\ 1 < j < m}}
P(i, j) =
\sum_{\begin{subarray}{l} i \in I \\ 1 < j < m \end{subarray}}
Q(i, j)
\end{displaymath}
```

$$\sum_{\substack{0 < i < n \\ 1 < j < m}} P(i, j) = \sum_{\substack{i \in I \\ 1 < j < m}} Q(i, j)$$

Pour les **crochets et les autres délimiteurs**, il existe toutes sortes de symboles en $\text{T}_\text{E}_\text{X}$ (par exemple $[\langle \| \downarrow]$). Les parenthèses et les crochets sont obtenus avec les caractères correspondants, les accolades avec `\{`, et tous les autres délimiteurs sont obtenus par des commandes spéciales (par exemple `\updownarrow`). Pour une liste de tous les délimiteurs disponibles, reportez-vous au tableau 3.8, page 55.

```
\begin{displaymath}
\{a,b,c\}\neq\{a,b,c\}
\end{displaymath}
```

$$a, b, c \neq \{a, b, c\}$$

Si vous ajoutez la commande `\left` avant un délimiteur ouvrant ou `\right` avant un délimiteur fermant, T_EX détermine automatiquement la taille appropriée pour ce caractère. Remarquez qu'il est nécessaire de fermer chaque délimiteur ouvrant (`\left`) avec un délimiteur fermant (`\right`). Si vous ne voulez pas de délimiteur fermant, utilisez le délimiteur invisible `\right.!`

```
\begin{displaymath}
1 + \left( \frac{1}{1-x^2} \right)^3
\end{displaymath}
```

$$1 + \left(\frac{1}{1-x^2} \right)^3$$

Dans certains cas, il est nécessaire d'indiquer la taille exacte des délimiteurs mathématiques à la main. Vous pouvez alors utiliser les commandes `\big`, `\Big`, `\bigg` et `\Bigg` comme préfixes des commandes qui impriment les délimiteurs³.

```
$$\Big( (x+1) (x-1) \Big)^2$$\
$\big(\Big(\bigg(\Bigg(\quad
\big)\Big)\bigg)\Bigg)\quad
\big|\Big|\bigg|\Bigg|$$
```

$$\left((x+1)(x-1) \right)^2$$

$$\left(\left(\left(\left(\right) \right) \right) \right) \quad \Big| \Big| \Big| \Big| \Big| \Big|$$

Pour saisir des **points de suspension** dans une formule, vous pouvez utiliser plusieurs commandes. `\ldots` imprime les points sur la base de la ligne, `\cdots` les imprime au milieu. En plus il y a les commandes `\vdots` pour les imprimer verticalement et `\ddots` pour les imprimer en diagonale. Vous trouverez un autre exemple dans la section 3.5.

```
\begin{displaymath}
x_1, \ldots, x_n \quad \qquad x_1 + \cdots + x_n
\end{displaymath}
```

$$x_1, \dots, x_n \quad x_1 + \cdots + x_n$$

³Ces commandes ne fonctionnent pas correctement après une commande de changement de taille ou si les options 11pt ou 12pt sont utilisées. Les extensions `exscale` ou `amsmath` permettent d'avoir le comportement attendu.

3.4 Espacement en mode mathématique

Si l'espacement choisi par T_EX dans une formule n'est pas satisfaisant, il peut être ajusté en insérant des commandes d'espacement. Les plus importantes sont : `\`, pour une espace fine (`\!`), `_` pour une espace de taille moyenne (`_` représente le caractère « espace »), `\quad` (`_`) et `\qquad` (`_`) pour des espaces plus larges. La largeur d'un `\quad` correspond à la largeur du caractère « M » dans la police courante. La commande `\!` produit une espace fine négative (`\!`).

```
\newcommand{\ud}{\mathrm{d}}
\begin{displaymath}
\int\!\!\!\!\!\int_{D} g(x,y)
  \, \, \ud x\, \, \ud y
\end{displaymath}
plutôt que
\begin{displaymath}
\int\int_{D} g(x,y)\ud x \ud y
\end{displaymath}
```

$$\iint_D g(x,y) dx dy$$

plutôt que

$$\int \int_D g(x,y) dx dy$$

Remarquez que le 'd' de l'élément différentiel est traditionnellement imprimé en caractères romains par la commande `\ud`.

$\mathcal{A}\mathcal{M}\mathcal{S}\text{-}\mathcal{L}\mathcal{A}\mathcal{T}\mathcal{E}\mathcal{X}$ propose un ensemble de commandes pour ajuster finement l'espace entre les signes intégrale : `\iint`, `\iiint`, `\iiiiint` et `\idotsint`. Avec l'extension `amsmath`, l'exemple précédent peut se coder de cette manière :

```
\newcommand{\ud}{\mathrm{d}}
\begin{displaymath}
\iint_{D} \, \, \ud x \, \, \ud y
\end{displaymath}
```

$$\iint_D dx dy$$

Reportez-vous au document `testmath.tex` distribué avec $\mathcal{A}\mathcal{M}\mathcal{S}\text{-}\mathcal{L}\mathcal{A}\mathcal{T}\mathcal{E}\mathcal{X}$ ou au chapitre 9 de *L^AT_EX, Apprentissage, guide et référence* [4] pour plus de détails.

3.5 Alignements verticaux

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.


```

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

```

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

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

```

\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}

```

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

L'environnement `array` permet, comme l'environnement `tabular`, d'insérer des lignes horizontales ou verticales :

```

\begin{displaymath}
\left( \begin{array}{c|c}
1 & 2 \\ \hline
3 & 4
\end{array} \right)
\end{displaymath}

```

$$\left(\begin{array}{c|c} 1 & 2 \\ \hline 3 & 4 \end{array} \right)$$

Pour les formules qui prennent plusieurs lignes ou pour des systèmes d'équations, utilisez les environnements `eqnarray` et `eqnarray*` plutôt que `equation`. Avec `eqnarray` chaque ligne est numérotée, alors que la variante `eqnarray*` ne produit aucun numéro.

Les environnements `eqnarray` et `eqnarray*` se comportent comme un tableau à trois colonnes de la forme `{rcl}`, où la colonne centrale peut être utilisée pour le signe égal, ou tout autre opérateur relationnel de votre choix. La commande `\` sépare les lignes.

```

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

```

$$f(x) = \cos x \quad (3.5)$$

$$f'(x) = -\sin x \quad (3.6)$$

$$\int_0^x f(y) dy = \sin x \quad (3.7)$$

On peut considérer qu'il y a trop d'espace de part et d'autre de la colonne centrale, autour des signes égal. Il peut être réduit par la commande `\setlength\arraycolsep{2pt}` comme dans l'exemple suivant.

Les **équations longues** ne sont pas découpées automatiquement en morceaux harmonieux. L'auteur doit indiquer où les couper et comment indenter la suite. Les deux méthodes ci-dessous sont les plus courantes pour obtenir le résultat attendu.

```
{\setlength\arraycolsep{2pt}
\begin{eqnarray}
\sin x & = & x - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} \nonumber \\
& & - \frac{x^7}{7!} + \dots
\end{eqnarray}}
```

$$\sin x = x - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} - \frac{x^7}{7!} + \dots \quad (3.8)$$

```
\begin{eqnarray}
\lefteqn{ \cos x = 1
- \frac{x^2}{2!} } \nonumber \\
& & + \frac{x^4}{4!} - \frac{x^6}{6!} + \dots
\end{eqnarray}}
```

$$\cos x = 1 - \frac{x^2}{2!} + \frac{x^4}{4!} - \frac{x^6}{6!} + \dots \quad (3.9)$$

La commande `\nonumber` empêche \LaTeX de produire un numéro pour cette équation.

Il est parfois difficile d'obtenir des équations alignées verticalement correctement avec cette méthode. L'extension `amsmath` offre d'autres possibilités plus puissantes : voir notamment les environnements `multline`, `split` et `align` décrits dans [11], [3] et [4].

3.6 Fantômes...

Les fantômes sont invisibles mais permettent des ajustements intéressants en \LaTeX .

Il arrive que \LaTeX en fasse un peu trop dans des alignements verticaux d'indices ou d'exposants. La commande `\phantom` permet de réserver de l'espace pour des caractères invisibles, ce qui peut être utile comme le montrent les exemples suivants :

```
\begin{displaymath}
{}^{\phantom{1}}_6C \quad \text{à comparer à} \quad {}^1_6C
\end{displaymath}
```

$${}^{}_6C \quad \text{à comparer à} \quad {}^1_6C$$

```
\begin{displaymath}
\Gamma_{ij}^{\phantom{ij}k}
\quad \text{\texttrm{à comparer à}} \quad
\Gamma_{ij}^k
\end{displaymath}
```

$$\Gamma_{ij}^{k} \quad \text{\texttrm{à comparer à}} \quad \Gamma_{ij}^k$$

3.7 Taille des polices mathématiques

En mode mathématique \TeX choisit la taille de la police en fonction du contexte. Les exposants, par exemple, sont imprimés avec une police plus petite.

Malgré tout, il peut être nécessaire d'indiquer à \LaTeX la taille exacte. En mode mathématique, la taille de la police est déterminée par les quatre commandes :

```
\displaystyle (123), \textstyle (123), \scriptstyle (123) et
\scriptscriptstyle (123).
```

Changer de style modifie également la façon dont les limites sont affichées.

```
\begin{displaymath}
\mathop{\mathrm{corr}}(X,Y)=
\frac{\displaystyle
\sum_{i=1}^n(x_i-\overline{x})
(y_i-\overline{y})}
{\displaystyle\biggl[
\sum_{i=1}^n(x_i-\overline{x})^2
\sum_{i=1}^n(y_i-\overline{y})^2
\biggr]^{1/2}}
\end{displaymath}
```

$$\text{corr}(X, Y) = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\left[\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 \right]^{1/2}}$$

Cet exemple est un cas où on a besoin de crochets plus petits que ceux qui seraient produits par les commandes standards \left[\right] .

3.8 Insertion de texte en mode mathématique

La commande \mathrm permet d'insérer du texte normal (en caractères romains) dans une formule. La taille du texte est ajustée automatiquement, mais on est limité à un mot et les accents sont interdits. La commande \texttrm qui fait passer en mode *texte* permet l'utilisation des lettres accentuées et respecte les espaces. L'extension \amsmath fournit une commande \text également très pratique pour insérer du texte dans une équation.

```

\begin{eqnarray*}
2^{\text{ième}} \\
&&\text{\text{pour tout } x} \\
2^{\text{nd}} \\
&&\text{\text{pour tout } x} \\
2^{\text{ième}} \\
&&\text{\text{pour tout } x}
\end{eqnarray*}

```

$2^{\text{ième}}$	pour tout x
2^{nd}	pour tout x
$2^{\text{ième}}$	pour tout x

3.9 Théorèmes, propositions, etc.

En rédigeant des documents mathématiques, on a besoin d'un moyen de présenter des lemmes, des définitions, des axiomes et d'autres structures similaires. \LaTeX prend cela en charge avec la commande :

```
\newtheorem{nom}[compteur]{texte}[section]
```

L'argument *nom* est un mot-clef utilisé pour identifier le théorème. L'argument *texte* définit le nom réel du théorème tel qu'il sera imprimé.

Les arguments entre crochets sont optionnels. Ils servent à indiquer la numérotation à utiliser sur le théorème. Avec *compteur* vous indiquez le *nom* d'un théorème déjà déclaré. Le nouveau théorème sera alors numéroté dans la même séquence. Avec *section* vous indiquez dans quel niveau de sectionnement vous voulez numéroter votre théorème.

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}

```

Voilà pour la théorie. Les exemples qui suivent devraient montrer clairement que l'environnement `\newtheorem` est facile à utiliser.

```
% définitions dans le préambule
\newtheorem{loi}{Loi}
\newtheorem{decret}[loi]{Décret}
%dans le document
\begin{loi} \label{chef}
Le chef a raison.
\end{loi}
\begin{decret}[Important]
Le chef a toujours raison.
\end{decret}
\begin{loi}
Si le chef a tort, voir
la loi~\ref{chef}.
\end{loi}
```

Loi 1 *Le chef a raison.*

Décret 2 (Important) *Le chef a toujours raison.*

Loi 3 *Si le chef a tort, voir la loi 1.*

Le théorème « decret » utilise le même compteur que le théorème « loi ». C'est pourquoi il a un numéro dans la même séquence que les autres « lois ». L'argument entre crochets permet de spécifier un titre ou quelque chose de ce genre pour le théorème.

```
\newtheorem{mur}{Murphy}[section]
\begin{mur} Tout ce qui peut
aller mal ira mal.\end{mur}
```

Murphy 3.9.1 *Tout ce qui peut aller mal ira mal.*

Le théorème « Murphy » est numéroté à l'intérieur de la section en cours. On aurait pu utiliser un autre niveau tel que `chapter` ou `subsection`.

3.10 Symboles gras

Il est relativement difficile d'obtenir des symboles gras avec \LaTeX ; cela est sans doute fait exprès car les typographes amateurs ont tendance à en abuser. La commande `\mathbf` permet d'obtenir des caractères gras, mais ce sont des caractères romains (droits), alors que les caractères mathématiques sont normalement en italique.

Les commandes `\mathversion{bold}` et `\mathversion{normal}`, utilisables *en mode texte uniquement* permettent de changer le style par défaut utilisé par le mode mathématique.

```

\mathversion{bold}
\begin{displaymath}
\mu, M
\end{displaymath}
\mathversion{normal}
\begin{displaymath}
\mu, M \quad \mu, \mathbf{M}
\end{displaymath}

```

$$\mu, M$$

$$\mu, M \quad \mu, \mathbf{M}$$

L'extension `amsmath` permet d'utiliser le gras pour un élément seulement dans une formule. Elle fournit la commande `\boldsymbol`.

```

\begin{displaymath}
\mu, M \quad \mu, \mathbf{M}
\end{displaymath}

```

$$\mu, M \quad \mu, \mathbf{M}$$

3.11 Liste des symboles mathématiques

Dans les tableaux suivants, vous trouverez tous les symboles accessibles en mode *mathématique*.

Pour utiliser des symboles présents dans les tables 3.12 à 3.16⁴, l'extension `amssymb` doit être chargée dans le préambule du document et les polices mathématiques de l'AMS doivent être installées sur votre système. Si les extensions et les polices de l'AMS ne sont pas installées sur votre système, vous pouvez les récupérer sur

CTAN:/macros/latex/packages/amslatex

TAB. 3.1 – Accents en mode mathématique

\hat{a}	<code>\hat{a}</code>	\check{a}	<code>\check{a}</code>	\tilde{a}	<code>\tilde{a}</code>	\acute{a}	<code>\acute{a}</code>
\grave{a}	<code>\grave{a}</code>	\dot{a}	<code>\dot{a}</code>	\ddot{a}	<code>\ddot{a}</code>	\breve{a}	<code>\breve{a}</code>
\bar{a}	<code>\bar{a}</code>	\vec{a}	<code>\vec{a}</code>	\widehat{A}	<code>\widehat{A}</code>	\widetilde{A}	<code>\widetilde{A}</code>

TAB. 3.2 – Alphabet grec minuscule

α	<code>\alpha</code>	θ	<code>\theta</code>	o	<code>o</code>	v	<code>\upsilon</code>
β	<code>\beta</code>	ϑ	<code>\vartheta</code>	π	<code>\pi</code>	ϕ	<code>\phi</code>
γ	<code>\gamma</code>	ι	<code>\iota</code>	ϖ	<code>\varpi</code>	φ	<code>\varphi</code>
δ	<code>\delta</code>	κ	<code>\kappa</code>	ρ	<code>\rho</code>	χ	<code>\chi</code>
ϵ	<code>\epsilon</code>	λ	<code>\lambda</code>	ϱ	<code>\varrho</code>	ψ	<code>\psi</code>
ε	<code>\varepsilon</code>	μ	<code>\mu</code>	σ	<code>\sigma</code>	ω	<code>\omega</code>
ζ	<code>\zeta</code>	ν	<code>\nu</code>	ς	<code>\varsigma</code>		
η	<code>\eta</code>	ξ	<code>\xi</code>	τ	<code>\tau</code>		

TAB. 3.3 – Alphabet grec majuscule

Γ	<code>\Gamma</code>	Λ	<code>\Lambda</code>	Σ	<code>\Sigma</code>	Ψ	<code>\Psi</code>
Δ	<code>\Delta</code>	Ξ	<code>\Xi</code>	Υ	<code>\Upsilon</code>	Ω	<code>\Omega</code>
Θ	<code>\Theta</code>	Π	<code>\Pi</code>	Φ	<code>\Phi</code>		

⁴Ces tables sont dérivées du fichier `symbols.tex` de David Carlisle et modifiées selon les suggestions de Josef Tkadlec

TAB. 3.4 – Relations binaires

Vous pouvez produire la négation de ces relations en préfixant ces commandes par `\not`.

$<$	<code><</code>	$>$	<code>></code>	$=$	<code>=</code>
\leq	<code>\leq</code> ou <code>\le</code>	\geq	<code>\geq</code> ou <code>\ge</code>	\equiv	<code>\equiv</code>
\ll	<code>\ll</code>	\gg	<code>\gg</code>	\doteq	<code>\doteq</code>
\prec	<code>\prec</code>	\succ	<code>\succ</code>	\sim	<code>\sim</code>
\preceq	<code>\preceq</code>	\succeq	<code>\succeq</code>	\simeq	<code>\simeq</code>
\subset	<code>\subset</code>	\supset	<code>\supset</code>	\approx	<code>\approx</code>
\subseteq	<code>\subseteq</code>	\supseteq	<code>\supseteq</code>	\cong	<code>\cong</code>
\sqsubset^a	<code>\sqsubset^a</code>	\sqsupset^a	<code>\sqsupset^a</code>	\bowtie	<code>\bowtie</code>
\sqsubseteq	<code>\sqsubseteq</code>	\sqsupseteq	<code>\sqsupseteq</code>	\propto	<code>\propto</code>
\in	<code>\in</code>	\ni	<code>\ni</code> , <code>\owns</code>	\models	<code>\models</code>
\vdash	<code>\vdash</code>	\dashv	<code>\dashv</code>	\perp	<code>\perp</code>
$ $	<code>\mid</code>	\parallel	<code>\parallel</code>	\asymp	<code>\asymp</code>
\smile	<code>\smile</code>	\frown	<code>\frown</code>	\neq	<code>\neq</code> ou <code>\ne</code>
$:$	<code>:</code>	\notin	<code>\notin</code>		

TAB. 3.5 – Opérateurs binaires

$+$	<code>+</code>	$-$	<code>-</code>	\triangleleft	<code>\triangleleft</code>
\pm	<code>\pm</code>	\mp	<code>\mp</code>	\triangleangleright	<code>\triangleangleright</code>
\cdot	<code>\cdot</code>	\div	<code>\div</code>	\star	<code>\star</code>
\times	<code>\times</code>	\setminus	<code>\setminus</code>	\ast	<code>\ast</code>
\cup	<code>\cup</code>	\cap	<code>\cap</code>	\circ	<code>\circ</code>
\sqcup	<code>\sqcup</code>	\sqcap	<code>\sqcap</code>	\bullet	<code>\bullet</code>
\vee	<code>\vee</code> , <code>\lou</code>	\wedge	<code>\wedge</code> , <code>\land</code>	\diamond	<code>\diamond</code>
\oplus	<code>\oplus</code>	\ominus	<code>\ominus</code>	\uplus	<code>\uplus</code>
\odot	<code>\odot</code>	\oslash	<code>\oslash</code>	\amalg	<code>\amalg</code>
\otimes	<code>\otimes</code>	\bigcirc	<code>\bigcirc</code>	\dagger	<code>\dagger</code>
\triangleup	<code>\bigtriangleup</code>	\triangledown	<code>\bigtriangledown</code>	\ddagger	<code>\ddagger</code>
\triangleleft	<code>\lhd^a</code>	\triangleright	<code>\rhd^a</code>	\wr	<code>\wr</code>
\triangleleft	<code>\unlhd^a</code>	\triangleright	<code>\unrhd^a</code>		

^aUtilisez l'extension `latexsym` pour avoir accès à ces symboles

TAB. 3.6 – Opérateurs n-aires

\sum	<code>\sum</code>	\bigcup	<code>\bigcup</code>	\bigvee	<code>\bigvee</code>	\bigoplus	<code>\bigoplus</code>
\prod	<code>\prod</code>	\bigcap	<code>\bigcap</code>	\bigwedge	<code>\bigwedge</code>	\bigotimes	<code>\bigotimes</code>
\coprod	<code>\coprod</code>	\bigsqcup	<code>\bigsqcup</code>			\bigodot	<code>\bigodot</code>
\int	<code>\int</code>	\oint	<code>\oint</code>			\biguplus	<code>\biguplus</code>

TAB. 3.7 – Flèches

\leftarrow	<code>\leftarrow</code> ou <code>\gets</code>	\longleftarrow	<code>\longleftarrow</code>	\uparrow	<code>\uparrow</code>
\rightarrow	<code>\rightarrow</code> ou <code>\to</code>	\longrightarrow	<code>\longrightarrow</code>	\downarrow	<code>\downarrow</code>
\leftrightarrow	<code>\leftrightarrow</code>	\longleftrightarrow	<code>\longleftrightarrow</code>	\updownarrow	<code>\updownarrow</code>
\Leftarrow	<code>\Leftarrow</code>	\Lleftarrow	<code>\Lleftarrow</code>	\Uparrow	<code>\Uparrow</code>
\Rightarrow	<code>\Rightarrow</code>	\Rrightarrow	<code>\Rrightarrow</code>	\Downarrow	<code>\Downarrow</code>
\Leftrightarrow	<code>\Leftrightarrow</code>	\Llongleftrightarrow	<code>\Llongleftrightarrow</code>	\Updownarrow	<code>\Updownarrow</code>
\mapsto	<code>\mapsto</code>	\longmapsto	<code>\longmapsto</code>	\nearrow	<code>\nearrow</code>
\hookrightarrow	<code>\hookrightarrow</code>	\hookrightarrow	<code>\hookrightarrow</code>	\searrow	<code>\searrow</code>
\leftharpoonup	<code>\leftharpoonup</code>	\rightharpoonup	<code>\rightharpoonup</code>	\swarrow	<code>\swarrow</code>
\leftharpoondown	<code>\leftharpoondown</code>	\rightharpoondown	<code>\rightharpoondown</code>	\nwarrow	<code>\nwarrow</code>
\rightleftharpoons	<code>\rightleftharpoons</code>	\iff (plus d'espace)	<code>\iff</code> (plus d'espace)	\leadsto	<code>\leadsto</code> ^a

^aUtilisez l'extension `latexsym` pour obtenir ces symboles

TAB. 3.8 – Délimiteurs

$($	<code>(</code>	$)$	<code>)</code>	\uparrow	<code>\uparrow</code>	\Uparrow	<code>\Uparrow</code>
$[$	<code>[</code> ou <code>\lbrack</code>	$]$	<code>] ou \rbrack</code>	\downarrow	<code>\downarrow</code>	\Downarrow	<code>\Downarrow</code>
$\{$	<code>\{</code> ou <code>\lbrace</code>	$\}$	<code>\} ou \rbrace</code>	\updownarrow	<code>\updownarrow</code>	\Updownarrow	<code>\Updownarrow</code>
\langle	<code>\langle</code>	\rangle	<code>\rangle</code>	$ $	<code> </code> ou <code>\vert</code>	$\ $	<code>\ </code> ou <code>\Vert</code>
\lfloor	<code>\lfloor</code>	\rfloor	<code>\rfloor</code>	\lceil	<code>\lceil</code>	\rceil	<code>\rceil</code>
$/$	<code>/</code>	\backslash	<code>\backslash</code>				

TAB. 3.9 – Grands délimiteurs

$\left($	<code>\lgroup</code>	$\right)$	<code>\rgroup</code>	$\left[$	<code>\lmoustache</code>	$\right]$	<code>\rmoustache</code>
$\left $	<code>\arrowvert</code>	$\right $	<code>\Arrowvert</code>	$\left\{$	<code>\bracevert</code>	$\right\}$	

TAB. 3.10 – Symboles divers

...	<code>\dots</code>	...	<code>\cdots</code>	:	<code>\vdots</code>	⋯	<code>\ddots</code>
\hbar	<code>\hbar</code>	\imath	<code>\imath</code>	\jmath	<code>\jmath</code>	ℓ	<code>\ell</code>
\Re	<code>\Re</code>	\Im	<code>\Im</code>	\aleph	<code>\aleph</code>	\wp	<code>\wp</code>
\forall	<code>\forall</code>	\exists	<code>\exists</code>	\mho	<code>\mho</code> ^a	∂	<code>\partial</code>
'	<code>'</code>	'	<code>\prime</code>	\emptyset	<code>\emptyset</code>	∞	<code>\infty</code>
∇	<code>\nabla</code>	\triangle	<code>\triangle</code>	\square	<code>\Box</code> ^a	\diamond	<code>\Diamond</code> ^a
\perp	<code>\bot</code>	\top	<code>\top</code>	\angle	<code>\angle</code>	\surd	<code>\surd</code>
\diamondsuit	<code>\diamondsuit</code>	\heartsuit	<code>\heartsuit</code>	\clubsuit	<code>\clubsuit</code>	\spadesuit	<code>\spadesuit</code>
\neg	<code>\neg</code> ou <code>\lnot</code>	\flat	<code>\flat</code>	\natural	<code>\natural</code>	\sharp	<code>\sharp</code>

^aUtilisez l'extension `latexsym` pour obtenir ces symboles

TAB. 3.11 – Symboles non-mathématiques

Ces symboles peuvent également être utilisés en mode *texte*.

†	<code>\dag</code>	§	<code>\S</code>	©	<code>\copyright</code>
‡	<code>\ddag</code>	¶	<code>\P</code>	£	<code>\pounds</code>

TAB. 3.12 – Délimiteurs de l'AMS

⌈	<code>\ulcorner</code>	⌊	<code>\urcorner</code>	⌌	<code>\llcorner</code>	⌋	<code>\lrcorner</code>
---	------------------------	---	------------------------	---	------------------------	---	------------------------

TAB. 3.13 – Caractères grecs et hébreux de l'AMS

\digamma	<code>\digamma</code>	\varkappa	<code>\varkappa</code>	\beth	<code>\beth</code>	\daleth	<code>\daleth</code>	\gimel	<code>\gimel</code>
------------	-----------------------	-------------	------------------------	---------	--------------------	-----------	----------------------	----------	---------------------

TAB. 3.14 – Relations binaires de l'AMS

\lessdot	<code>\lessdot</code>	\gtrdot	<code>\gtrdot</code>	\doteqdot ou \Doteq	<code>\doteqdot</code> ou <code>\Doteq</code>
\leqslant	<code>\leqslant</code>	\geqslant	<code>\geqslant</code>	\risingdotseq	<code>\risingdotseq</code>
\eqslantless	<code>\eqslantless</code>	\eqslantgtr	<code>\eqslantgtr</code>	\fallingdotseq	<code>\fallingdotseq</code>
\leqq	<code>\leqq</code>	\geqq	<code>\geqq</code>	\eqcirc	<code>\eqcirc</code>
\lll ou \llless	<code>\lll</code> ou <code>\llless</code>	\ggg ou \gggtr	<code>\ggg</code> ou <code>\gggtr</code>	\circeq	<code>\circeq</code>
\lesssim	<code>\lesssim</code>	\gtrsim	<code>\gtrsim</code>	\triangleq	<code>\triangleq</code>
\lessapprox	<code>\lessapprox</code>	\gtrapprox	<code>\gtrapprox</code>	\bumpeq	<code>\bumpeq</code>
\lessgtr	<code>\lessgtr</code>	\gtrless	<code>\gtrless</code>	\Bumpeq	<code>\Bumpeq</code>
\lesseqgtr	<code>\lesseqgtr</code>	\gtreqless	<code>\gtreqless</code>	\thicksim	<code>\thicksim</code>
\lesseqqgtr	<code>\lesseqqgtr</code>	\gtreqqless	<code>\gtreqqless</code>	\thickapprox	<code>\thickapprox</code>
\preccurlyeq	<code>\preccurlyeq</code>	\succcurlyeq	<code>\succcurlyeq</code>	\approxeq	<code>\approxeq</code>
\curlyeqprec	<code>\curlyeqprec</code>	\curlyeqsucc	<code>\curlyeqsucc</code>	\backsim	<code>\backsim</code>
\precsim	<code>\precsim</code>	\succsim	<code>\succsim</code>	\backsimeq	<code>\backsimeq</code>
\precapprox	<code>\precapprox</code>	\succapprox	<code>\succapprox</code>	\vDash	<code>\vDash</code>
\subseteqq	<code>\subseteqq</code>	\supseteqq	<code>\supseteqq</code>	\Vdash	<code>\Vdash</code>
\Subset	<code>\Subset</code>	\Supset	<code>\Supset</code>	\Vvdash	<code>\Vvdash</code>
\sqsubset	<code>\sqsubset</code>	\sqsupset	<code>\sqsupset</code>	\backepsilon	<code>\backepsilon</code>
\therefore	<code>\therefore</code>	\because	<code>\because</code>	\varpropto	<code>\varpropto</code>
\shortmid	<code>\shortmid</code>	\shortparallel	<code>\shortparallel</code>	\between	<code>\between</code>
\smallsmile	<code>\smallsmile</code>	\smallfrown	<code>\smallfrown</code>	\pitchfork	<code>\pitchfork</code>
\vartriangleleft	<code>\vartriangleleft</code>	\vartriangleright	<code>\vartriangleright</code>	\blacktriangleleft	<code>\blacktriangleleft</code>
\trianglelefteq	<code>\trianglelefteq</code>	\trianglerighteq	<code>\trianglerighteq</code>	\blacktriangleright	<code>\blacktriangleright</code>

TAB. 3.15 – Flèches de l'AMS

\dashleftarrow	<code>\dashleftarrow</code>	\dashrightarrow	<code>\dashrightarrow</code>	\multimap	<code>\multimap</code>
\leftrightsquigarrow	<code>\leftrightsquigarrow</code>	\rightleftarrows	<code>\rightleftarrows</code>	\Uparrow	<code>\Uparrow</code>
\leftrightsquigarrow	<code>\leftrightsquigarrow</code>	\leftrightarrows	<code>\leftrightarrows</code>	\Downarrow	<code>\Downarrow</code>
\Lleftarrow	<code>\Lleftarrow</code>	\Rrightarrow	<code>\Rrightarrow</code>	\Uparpoonleft	<code>\Uparpoonleft</code>
\twoheadleftarrow	<code>\twoheadleftarrow</code>	\twoheadrightarrow	<code>\twoheadrightarrow</code>	\Uparpoonright	<code>\Uparpoonright</code>
\leftarrowtail	<code>\leftarrowtail</code>	\rightarrowtail	<code>\rightarrowtail</code>	\Downharpoonleft	<code>\Downharpoonleft</code>
\leftrightharpoons	<code>\leftrightharpoons</code>	\rightleftharpoons	<code>\rightleftharpoons</code>	\Downharpoonright	<code>\Downharpoonright</code>
\Lsh	<code>\Lsh</code>	\Rsh	<code>\Rsh</code>	\rightsquigarrow	<code>\rightsquigarrow</code>
\looparrowleft	<code>\looparrowleft</code>	\looparrowright	<code>\looparrowright</code>	\leftrightsquigarrow	<code>\leftrightsquigarrow</code>
\curvearrowleft	<code>\curvearrowleft</code>	\curvearrowright	<code>\curvearrowright</code>		
\circlearrowleft	<code>\circlearrowleft</code>	\circlearrowright	<code>\circlearrowright</code>		

TAB. 3.16 – Négations des relations binaires et des flèches de l'AMS

\nless	\ngtr	\varsubsetneqq
\lneq	\gneq	\varsupsetneqq
\nleq	\ngeq	\nsubseteqeq
\nleqslant	\ngeqslant	\nsupseteqeq
\lneqq	\gneqq	\nmid
\lvertneqq	\gvertneqq	\nparallel
\nleqq	\ngeqq	\nshortmid
\lnsim	\gnsim	\nshortparallel
\lnapprox	\gnapprox	\nsim
\nprec	\nsucc	\ncong
\npreceq	\nsucceq	\nvdash
\nprecneqq	\nsuccneqq	\nvDash
\nprecnsim	\succnsim	\nVDash
\nprecnapprox	\succnapprox	\nVDash
\subsetneq	\supsetneq	\ntriangleleft
\varsubsetneq	\varsupsetneq	\ntriangleright
\nsubseteq	\nsupseteq	\ntrianglelefteq
\subsetneqq	\supsetneqq	\ntrianglerighteq
\nleftarrow	\rightarrow	\nleftrightarrow
\nLeftarrow	\nrightarrow	\nLeftrightarrow

TAB. 3.17 – Opérateurs binaires de l'AMS

$\dot{+}$	\cdot	\intercal
\ltimes	\rtimes	\divideontimes
\Cup ou \doublecup	\Cap ou \doublecap	\smallsetminus
\veebar	$\bar{\wedge}$	\doublebarwedge
\boxplus	\boxminus	\circleddash
\boxtimes	\boxdot	\circledcirc
\leftthreetimes	\rightthreetimes	\circledast
\curlyvee	\curlywedge	

TAB. 3.18 – Symboles divers de l'AMS

\hbar	<code>\hbar</code>	\hbar	<code>\hslash</code>	\mathbb{k}	<code>\Bbbk</code>
\square	<code>\square</code>	\blacksquare	<code>\blacksquare</code>	\textcircled{S}	<code>\circledS</code>
\triangle	<code>\vartriangle</code>	\blacktriangle	<code>\blacktriangle</code>	\complement	<code>\complement</code>
∇	<code>\triangledown</code>	\blacktriangledown	<code>\blacktriangledown</code>	\Game	<code>\Game</code>
\diamond	<code>\lozenge</code>	\blacklozenge	<code>\blacklozenge</code>	\bigstar	<code>\bigstar</code>
\sphericalangle	<code>\angle</code>	\sphericalangle	<code>\measuredangle</code>	\sphericalangle	<code>\sphericalangle</code>
\diagup	<code>\diagup</code>	\diagdown	<code>\diagdown</code>	\backprime	<code>\backprime</code>
\nexists	<code>\nexists</code>	\Finv	<code>\Finv</code>	\varnothing	<code>\varnothing</code>
\eth	<code>\eth</code>	\mho	<code>\mho</code>		

TAB. 3.19 – Polices mathématiques

Exemple	Commande	Extension à utiliser
$ABCdef$	<code>\mathrm{ABCdef}</code>	
$ABCdef$	<code>\mathit{ABCdef}</code>	
$ABCdef$	<code>\mathnormal{ABCdef}</code>	
ABC	<code>\mathcal{ABC}</code>	
ABC	<code>\mathcal{ABC}</code>	eucal avec l'option : <code>mathcal</code> ou
	<code>\mathscr{ABC}</code>	eucal avec l'option : <code>mathscr</code>
\mathfrak{ABCdef}	<code>\mathfrak{ABCdef}</code>	eufrak
\mathbb{ABC}	<code>\mathbb{ABC}</code>	amsfonts ou amssymb

