Écrire des mathématiques avec LaTeX

par David Cobac (david.cobac@free.fr) – *Mars* 2003

Modes

Pour passer en mode mathématique « en texte » :
- `\begin{math} ... \end{math}`
- `$ ... $`
- `\( ... \)`

Pour passer en mode mathématique « hors texte » :
- `\begin{displaymath} ... \end{displaymath}`
- `$$ ... $$`
- `\[ ... \]`

Le mode « hors texte » peut être simulé en mode « en texte » avec la commande `\displaystyle`.
Les espaces ne sont pas pris en compte dans les modes mathématiques. Il faut les générer soi-même.
Une formule « en texte » peut être (comme le texte) coupée en fin de ligne.
Par défaut les variables sont mises en italique mathématique.

Environnements d'équations

LaTeX (sans extension supplémentaire)
- `math` et `displaymath` ;
- `equation` : `displaymath` avec numérotation ;
- `eqnarray` et `eqnarray*` : équations alignées sur plusieurs lignes (numérotées ou non).

AMS (avec l'extension `amsmath`)
- `equation*` : `equation` sans numérotation (équivalent à `displaymath`) ;
- `multline` et `multline*` : équation sur plusieurs lignes (numérotée ou non) ;
- `split` : équation sur plusieurs lignes (non numérotée) ;
- `gather` et `gather*` : équations centrées dans le bloc (numérotées ou non) ;
- `align` : équations avec alignement vertical ;
- `alignat`, `alignat*`, `flalign` et `flalign*` : variantes de `align`.

Options de classe

fleqn permet d'imposer l'alignement à gauche des équations en mode « hors texte » ;

leqno permet d'imposer la numérotation des équations à gauche (par défaut à droite) ;

reqno permet d'imposer la numérotation des équations à droite (c'est l'option par défaut).

Dans le cas d'un alignement à gauche, on peut changer l'alinea éventuel en réglant la valeur de la longueur `\mathindent` ; par exemple `\setlength{\mathindent}{0pt}` supprimera l'indentation.

Espaces

$\vert\,\vert$	`\,` ou avec `amsmath` : `\thinspace`
$\vert\:\vert$	`\:` ou avec `amsmath` : `\medspace`
$\vert\;\vert$	`\;` ou avec `amsmath` : `\thickspace`
$\vert\quad\vert$	`\quad`
$\vert\qquad\vert$	`\qquad`
$\vert\hspace{1cm}\vert$	`\hspace{1cm}`
$A\!B$	`\!` ou avec `amsmath` : `\negthinspace`
$A\negmedspace B$	(`amsmath`) `\negmedspace`
$A\negthickspace B$	(`amsmath`) `\negthickspace`

Polices

Il existe quatre tailles de police en mode mathématique
- `\displaystyle` : $\displaystyle u_{n+1}=\frac{n}{n+1}u_n$;
- `\textstyle` : $\textstyle u_{n+1}=\frac{n}{n+1}u_n$;
- `\scriptstyle` : $\scriptstyle u_{n+1}=\frac{n}{n+1}u_n$;
- `\scriptscriptstyle` : $\scriptscriptstyle u_{n+1}=\frac{n}{n+1}u_n$.

Les changements de polices :

Sans utilisation particulière	
$\Delta=b^2-4ac$	`\Delta=b^2-4ac`
Les familles	
$\mathrm{\Delta=b^2-4ac}$	`\mathrm{\Delta=b^2-4ac}`
$\mathsf{\Delta=b^2-4ac}$	`\mathsf{\Delta=b^2-4ac}`
$\mathtt{\Delta=b^2-4ac}$	`\mathtt{\Delta=b^2-4ac}`
La forme	
$\mathit{\Delta=b^2-4ac}$	`\mathit{\Delta=b^2-4ac}`
La graisse	
$\mathbf{\Delta=b^2-4ac}$	`\mathbf{\Delta=b^2-4ac}`
$\pi\simeq\mathbf{3,14}$	`\mathbf{\alpha\beta\gamma}`
La graisse `amsmath`	
$\boldsymbol{\pi\simeq 3,14}$	`\boldsymbol{\pi\simeq 3,14}`
La police « black board »`amsfonts`	
$\mathbb{RCKDQZ}$	`\mathbb{RCKDQZ}`
La police `mathrsfs`	
$\mathscr{CDEFGHLP}$	`\mathscr{CDEFGHLP}`

Les extensions évoquées dans ce document

`amsmath` `amsfonts` `amssymb` `amsthm` `mathrsfs` `pstricks` `theorem`

1 Premiers exemples

$\sin p + \sin q = 2\sin\left(\frac{p+q}{2}\right)\cos\left(\frac{p-q}{2}\right)$

$$\sin p + \sin q = 2\sin\left(\frac{p+q}{2}\right)\cos\left(\frac{p-q}{2}\right)$$

Source

```
$\sin p +\sin q =
2\sin\left(\frac{p+q}{2}\right)\cos\left(
  \frac{p-q}{2}\right)$
$$\sin p +\sin q =
2\sin\left(\frac{p+q}{2}\right)\cos\left(
  \frac{p-q}{2}\right)$$
```

Commentaire : *l'utilisation des délimiteurs (parenthèses, crochets etc.) proportionnels se révèle indispensable pour les adapter au contenu. L'utilisation d'un* `\left` *nécessite celle d'un* `\right`.

Formule de Leibniz : si $f(x) = u(x)\cdot v(x)$ alors $f^{(n)}(x) = \sum_{k=0}^{n}{n \choose k}u^{(k)}(x)v^{(n-k)}(x)$

$$f^{(n)}(x)=\sum_{k=0}^{n}{n \choose k}\, u^{(k)}(x)\,v^{(n-k)}(x)$$

Source

```
\textbf{Formule de Leibniz} : si $f(x)=u(x)
\cdot v(x)$ alors
$f^{(n)}(x)=\sum_{k=0}^{n}{n \choose k}
u^{(k)}(x)v^{(n-k)}(x)$
$$f^{(n)}(x)=\sum_{k=0}^{n}{n \choose k}\,
u^{(k)}(x)\,v^{(n-k)}(x)$$
```

Commentaire : *le passage en mode hors-texte permet d'obtenir avec le même code une somme plus conforme à notre attente ; on remarquera que LaTeX n'a pas hésité à couper notre équation dans le texte.*

$\int \frac{1}{\sqrt{x^2-a^2}}\,dx = \ln\left(x+\sqrt{x^2-a^2}\,\right)$

$$\int \frac{1}{\sqrt{x^2-a^2}}\,dx = \ln\left(x+\sqrt{x^2-a^2}\,\right)$$

Source

```
$\int \frac{1}{\sqrt{x^2-a^2}}\,dx =
\ln\left(x+\sqrt{x^2-a^2}\,\right)$
$$\int \frac{1}{\sqrt{x^2-a^2}}\,dx =
\ln\left(x+\sqrt{x^2-a^2}\,\right)$$
```

Commentaire : *on remarque les différences entre les deux modes. Dans cet exemple, on peut constater l'emploi de la commande* `\,` *qui insére un petit espace. On pourrait de fait revenir sur les exemples précédents pour y insérer quelques petits espaces.*

Bien sûr, on peut simuler l'environnement `displaymath` en mode « en texte » avec la commande `\displaystyle`; pour faciliter son emploi, je crée une macro simple : `\newcommand{\dps}{\displaystyle}` :

Voici une formule intéressante $\displaystyle\int \frac{1}{\sqrt{x^2-a^2}}\,dx = \ln\left(x+\sqrt{x^2-a^2}\right)$ en ligne ! Mais on ne peut que déconseiller cette pratique pour des raisons évidentes de proportion d'interlignes ... encore que :
$\lim_{x\to+\infty}\frac{1}{x}=0$ et $\lim_{{x\to0}\atop{x>0}}\frac{1}{x}=+\infty$
$\displaystyle\lim_{x\to+\infty}\frac{1}{x}=0$ et $\displaystyle\lim_{{x\to0}\atop{x>0}}\frac{1}{x}=+\infty$

Source

```
Voici une formule intéressante $\dps\int
\frac{1}{\sqrt{x^2-a^2}}\,dx =
\ln\left(x+\sqrt{x^2-a^2}\right)$ en ligne !
Mais on ne peut que déconseiller cette pratique
pour des raisons évidentes de proportion
d'interlignes ...  encore que :\\
$\lim_{x\to+\infty}\frac{1}{x}=0$ et
$\lim_{{x\to0}\atop{x>0}}\frac{1}{x}=+\infty$\\
$\dps\lim_{x\to+\infty}\frac{1}{x}=0$ et
$\dps\lim_{{x\to0}\atop{x>0}}\frac{1}{x}=+\infty$
```

En fait on préférera dans les cas d'introduction de symboles avec des limites inférieres et supérieures utiliser la macro `\limits` :

$\lim\limits_{x\to+\infty}\frac{1}{x}=0$ et $\lim\limits_{{x\to0}\atop{x>0}}\frac{1}{x}=+\infty$

Source

```
$\lim\limits_{x\to+\infty}\frac{1}{x}=0$ et
$\lim\limits_{{x\to0}\atop{x>0}}
\frac{1}{x}=+\infty$\\
```

À l'inverse, si en mode « hors texte » on désire obtenir le placement des limites comme dans le mode « en texte » , on utilisera `\nolimits` après la commande `\sum`, `\int` etc.

2 Environnement array

Voilà un système $(S):\left\{\begin{array}{l} a_1x+b_1y+c_1z=d_1\\ \!\!\!a_2x+b_2y+c_2z=d_2\\ \!\!\!a_3\,x+b_3\,y+c_3\,z=d_3 \end{array}\right.$

Source
```
Voilà un système $(S):\left\{\begin{array}{l}
    a_1x+b_1y+c_1z=d_1\\
    \!\!\!a_2x+b_2y+c_2z=d_2\\
    \!\!\!a_3\,x+b_3\,y+c_3\,z=d_3
  \end{array}\right.$
```

Commentaire : *l'environnement* `array` *est l'environnement de tableau analogue à* `tabular` *en mode texte. On utilise ici la commande* `\right.` *pour conclure notre* `\left\{`.
La commande `\!` *produit un petit espace négatif (retrait) alors que* `\,` *produit un petit espace positif.*

Si $\Delta=\left|\begin{array}{*{3}{c}} a_1 & b_1 & c_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 \\ a_3 & b_3 & c_3 \end{array}\right|\neq0$ alors (S)
admet un unique triplet solution.

Source
```
Si $\Delta=\left|\begin{array}{*{3}{c}}
    a_1 & b_1 & c_1 \\
    a_2 & b_2 & c_2 \\
    a_3 & b_3 & c_3
  \end{array}\right|\neq0$ alors $(S)$\\
admet un unique triplet solution.
```

Commentaire : *la plupart des relations possèdent leur équivalent « négatif », il suffit d'appeler le symbole usuel précédé de* `\not`, *ainsi* `\not\in` *donnera* $\not\in$.
Ici `\neq` *est une commande remplaçant avantageusement* `\not=`.

On pose $\vec{A}=\left(\begin{array}{c} a_1\\a_2\\a_3 \end{array}\right)$

Source
```
On pose $\vec{A}=\left(\begin{array}{c}
    a_1\\a_2\\a_3
  \end{array}\right)$
```

Commentaire : *l'extension* `amsmath` *permet de définir de manière plus simple des environnements matriciels comme nous le verrons.*

puis comme c'est long à taper, j'établis une macro :

Source
```
\newcommand{\vecteur}[1]{$\vec{\uppercase{#1}}=
  \left(\begin{array}{c}
      \lowercase{#1}_1\\\lowercase{#1}_2\\\lowercase{#1}_3
    \end{array}\right)$}
```

Commentaire : *les commandes* `\uppercase` *et* `\lowercase` *permettent d'imposer le mode majuscule ou minuscule.*

puis j'utilise ma macro :

$\vec{B}=\left(\begin{array}{c} b_1\\b_2\\b_3 \end{array}\right)$, $\vec{C}=\left(\begin{array}{c} c_1\\c_2\\c_3 \end{array}\right)$ et finalement $\vec{D}=\left(\begin{array}{c} d_1\\d_2\\d_3 \end{array}\right)$.

Source
```
\vecteur{b}, \vecteur{C} et finalement \vecteur d.
```

Commentaire : *la commande* `\vecteur` *est définie pour ne posséder qu'un seul argument. Si on la fait suivre d'accolades, l'argument sera le contenu des accolades, sinon le premier caractère (significatif) sera pris comme argument, ainsi le point de fin de ligne est bel et bien ignoré par la commande.*

3 De la géométrie

3.1 Logiciels pour les tracés

On privilégiera des solutions qui reprendront les mêmes polices que LaTeX et surtout qui pourront intégrer dans la figure des formules LaTeX.

3.2 Notations usuelles

Le repère $\left(O\,;\,\vec{\imath}\,,\,\vec{\jmath}\right)$.
Le vecteur $\overrightarrow{AB}$ l'angle $\widehat{ABC}$ l'arc $\overset{\frown}{AB}$ l'arc orienté $\overset{\curvearrowright}{AB}$

Source

```
Le repère
$\left( O\;;\,\vec{\imath}\;,\,
  \vec\jmath\,\right)$.\\
Le vecteur $\overrightarrow{AB}$
l'angle $\widehat{ABC}$
l'arc $\arc{AB}$
l'arc orienté $\arcoriente{AB}$
```

Les deux derniers exemples sont issus de macros glanées ça et là. Je vous donne ci-dessous le code sachant qu'il existe une extension appelée `yhmath` qui réalise l'arc (non orienté) très bien mais qui n'est pas installée sur toutes les distributions LaTeX.
La deuxième macro nécessite le chargement de l'extension `pstricks`.

Source

```
\newlength{\longarc}
\newcommand{\arc}[1]{\settowidth{\longarc}{$#1$}%
  \addtolength{\longarc}{-0.5em}%
  \unitlength \longarc%
  \ensuremath{%
    \stackrel{\begin{picture}(1,0.2)
        \qbezier(0,0)(0.5,0.2)(1,0)
      \end{picture}}
    {#1}
  }}
\usepackage{pstricks}
\newcommand{\arcoriente}[1]{\settowidth{\longarc}{$#1$}%
  \addtolength{\longarc}{-0.5em}%
  \ensuremath{%
    \unitlength \longarc%
    \stackrel{\begin{picture}(1,0.1)
        \psset{unit=\longarc}
        \pscurve[linewidth=.5pt]{->}(0,0)(0.5,0.1)(1,0)
      \end{picture}}
    {#1}
  }}
```

L'objectif des deux macros est de placer au-dessus de ce qui lui est passé en argument une courbe qui aura l'allure de la notation des arcs. On utilise pour ce faire la commande `\stackrel`. Ainsi, on définit d'abord la largeur de l'argument (enfin à peu près) comme unité de la figure puis on trace une courbe (fléchée dans le deuxième cas).
On remarquera l'utilisation de la commande `\ensuremath` qui permet d'utiliser la macro en mode texte aussi bien qu'en mode mathématiques :

Mais voyons l'arc $\overset{\frown}{ABCD}$ n'existe pas ainsi que l'arc orienté $\overset{\curvearrowright}{ABCD}$.

Source

```
Mais voyons l'arc \arc{ABCD} n'existe pas
ainsi que l'arc orienté \arcoriente{ABCD}.
```


Denis Bitouzé
David Cobac
Georges Khaznadar

4 Environnements `equation` et `eqnarray`

L'environnement `equation` permet d'utiliser le mode « hors texte » avec numérotation :

$$\mathrm{ch}\, x = \frac{\mathrm{e}^x + \mathrm{e}^{-x}}{2} \tag{1}$$

Je fais référence à l'équation 1 page 5. Ou avec l'extension `varioref`, l'équation 1 de la présente page.

Source

```
\begin{equation}\label{eq:ch}
  \textrm{ch}\,x =
  \frac{\textrm{e}^x+\textrm{e}^{-x}}{2}
\end{equation}
Je fais référence à l'équation~\ref{eq:ch}
page~\pageref{eq:ch}. Ou avec l'extension
\envi{varioref},
l'équation~\vref{eq:ch}~\vpageref{eq:ch}.
```

> Commentaire : *quelques opérateurs ne sont pas définies … ainsi nous utilisons le passage en mode texte pour les simuler. Bien sûr ce peut être aussi l'occasion de créer une macro.*
> *L'extension* `amsmath` *contient plusieurs commandes permettant de définir des opérateurs simples mais aussi des operateurs acceptant des limites inférieures et supérieures.*

L'environnement `eqnarray` permet d'élaborer des équations sur plusieurs lignes :

$$\begin{aligned}
P_n(y) &= \frac{y}{\left(y^2+a^2\right)^n} - (-2n) \cdot \int\frac{y^2}{\left(y^2+a^2\right)^{n+1}}\,dy && (2)\\
&= \frac{y}{\left(y^2+a^2\right)^n} + 2n \cdot \int \frac{y^2+a^2-a^2}{\left(y^2+a^2\right)^{n+1}}\,dy \\
&= \frac{y}{\left(y^2+a^2\right)^n} + 2n \left[\int\frac{1}{\left(y^2+a^2\right)^n}\,dy - a^2\cdot\int\frac{1}{\left(y^2+a^2\right)^{n+1}}\,dy \right] && (3)
\end{aligned}$$

Source

```
\newcommand{\partiefixe}{ \frac{y}{\left(y^2+a^2\right)^n} }
\begin{eqnarray}
  P_n(y) & = & \partiefixe - (-2n) \cdot \int\frac{y^2}{\left(y^2+a^2\right)^{n+1}}\,dy\\
  & = & \partiefixe + 2n \cdot \int \frac{y^2+a^2-a^2}{\left(y^2+a^2\right)^{n+1}}\,dy\nonumber\\
  & = & \partiefixe +2n \left[ \int\frac{1}{\left(y^2+a^2\right)^n}\,dy
    -a^2\cdot\int\frac{1}{\left(y^2+a^2\right)^{n+1}}\,dy \right]
\end{eqnarray}
```

> Commentaire : *on sépare les lignes comme dans un tableau avec* `\\` *et chaque ligne contient trois parties séparées par deux* `&`.
> *On peut ne pas numéroter une des lignes en spécifiant* `\nonumber` *à sa fin.*
> *L'environnement* `eqnarray*` *propose de ne pas numéroter les lignes.*

5 Des encadrements

$\boxed{x=y}$ et $\int x^\alpha\,dx = \frac{\boxed{x^{\alpha+1}}}{\alpha+1} + c$
$\int a^x\,dx = \boxed{\frac{a^x}{\ln a}} + c$

$$\boxed{\int \sin x\,dx = -\cos x + c \qquad (4)}$$

Source

```
\fbox{$x=y$} et $\int\!x^\alpha\,dx=
\frac{\fbox{$x^{\alpha+1}$}}{\alpha+1}+c$\\
\setlength{\fboxsep}{.5pt}%
$\int\!a^x\,dx=\fbox{$\frac{a^x}{\ln a}$}+c$
\begin{center}
  \fbox{\parbox{\linewidth}{%
      \begin{equation}
        \int\!\sin x\,dx=-\cos x +c
      \end{equation}}}
\end{center}
```

6 Quelques exemples supplémentaires

Mouvement uniforme $\left\{\begin{array}{ll} \textrm{rectiligne vitesse : }v=\frac{e}{t}\\ \textrm{circulaire : } \left\{ \begin{array}{ll} \textrm{vitesse linéaire : }v=\frac{2\,\pi\,r\,n}{60}\\ \textrm{vitesse angulaire : }\omega=\frac{2\,\pi\,n}{60} \end{array} \right\}\longrightarrow v=\omega r \end{array}\right.$

Source
```
Mouvement uniforme $\left\{\displaystyle
  \begin{array}{ll}
    \textrm{rectiligne vitesse : }v=\frac{e}{t}\\
    \textrm{circulaire : }
    \left\{
      \begin{array}{ll}
        \textrm{vitesse linéaire : }v=\frac{2\,\pi\,r\,n}{60}\\
        \textrm{vitesse angulaire : }\omega=\frac{2\,\pi\,n}{60}
      \end{array}
    \right\}\longrightarrow v=\omega r
  \end{array}
\right.$
```

LaTeX possède une commande permettant d'élaborer des énoncés comme des environnements automatiquement numérotées :

Théorème 1 Si $F=\frac{A}{B}$, si $\Delta(A,B)=1$ et si B est de la forme $B=(X-\alpha_1)^{k_1}\ldots(X-\alpha_r)^{k_r}$ alors F peut s'écrire de manière unique $\boxed{F=E+\sum\limits_{i=1}^{r} P_{\alpha_i}}$ *avec $E\in\mathbb{C}[X]$ et* $\displaystyle\underbrace{P_{\alpha_i}=\frac{\lambda_{k_i}}{(X-\alpha_i)^{k_i}}+\cdots+\frac{\lambda_2}{(X-\alpha_i)^2}+\frac{\lambda_1}{(X-\alpha_i)^1}}_{\textrm{partie polaire relative à } \alpha_i\ (\lambda_j\in\mathbb{C})}$

Pour obtenir cela, la commande `\newtheorem` est ici utilisée. Elle permet de définir un environnement du nom de `theoR` et qui utilisera la nom de `Théorème` :
`\newtheorem{theoR}{Théorème}`
ainsi que la commande suivante :
`\newcommand{\mafraction}[1]{\frac{\lambda_{#1}}{(X-\alpha_i)^{#1}}}`

Source
```
\begin{theoR}
  Si $F=\frac{A}{B}$, si $\Delta(A,B)=1$ et si $B$ est de la forme $B=(X-\alpha_1)^{k_1}
  \ldots(X-\alpha_r)^{k_r}$ alors $F$ peut s'écrire de manière unique
  \fbox{$F=E+\sum\limits_{i=1}^{r} P_{\alpha_i}$}avec $E\in\mathbb{C}[X]$ et
  $\dps\underbrace{P_{\alpha_i}=\mafraction{k_i}+\cdots+\mafraction{2}+\mafraction{1}}%
  _\textrm{partie polaire relative à $\alpha_i\ (\lambda_j\in\mathbb{C})$}$
\end{theoR}
```

> Commentaire : *l'ensemble des nombres complexes est obtenu avec une commande de `amsfonts` (non chargée par `amsmath`).*

Théorème 2 Si f est C^{n+1} sur $[a\,;b]$ alors

$$f(b)=f(a)+\frac{b-a}{1!}\,f'(a)+\cdots+\frac{(b-a)^n}{n!}\,f^{(n)}(a)+\int_a^b\frac{(b-x)^n}{n!}\,f^{(n+1)}(x)\,dx$$

Je fais alors référence au théorème 2.

Source
```
\begin{theoR}\label{th:tri}
  Si $f$ est $\mathsf{C}^{n+1}$ sur $[a\,;b]$ alors
  $$f(b)=f(a)+\frac{b-a}{1!}\,f'(a)+\cdots
  +\frac{(b-a)^n}{n!}\,f^{(n)}(a)+\int_a^b\frac{(b-x)^n}{n!}\,f^{(n+1)}(x)\,dx$$
\end{theoR}
Je fais alors référence au théorème~\ref{th:tri}.
```

7 L'extension amsmath

7.1 Introduction

On charge l'extension avec la commande `\usepackage{amsmath}` située dans le préambule du document. Cette commande admet les options suivantes (en gras par défaut) :

centertags	:	centrage vertical des numéros d'équations multilignes
`tbtags`	:	placement en dernière/première ligne du numéro d'une équation multiligne
sumlimits	:	oblige le placement haut/bas des limites sur les opérateurs sommes sauf sur les intégrales
`nosumlimits`	:	oblige un placement des limites sur le côté de l'opérateur

De la même manière, on trouvera les options : `intlimits`, **nointlimits**, **namelimits** et `nonamelimits`.

`amsmath` offre des améliorations et des compléments sur le mode mathématique, elle intègre de nombreux nouveaux symboles, des environnements matriciels, des commandes de création de nouveaux opérateurs, de nouveaux environnements d'équations résolvant de nombreux problèmes de placement etc.

Il ne s'agit pas ici d'être exhaustif mais de montrer quelques possiblités.

7.2 De nouvelles commandes

En mode « en texte » $\frac{1}{2}$ et $\dfrac{1}{2}$ puis en mode « hors texte »

$$\frac{1}{2}\ \text{et}\ \tfrac{1}{2} \tag{E}$$

Source
```
En mode \og en texte \fg\ $\frac{1}{2}
\text{ et } \dfrac{1}{2}$
puis en mode \og hors texte \fg
\begin{equation}
  \frac{1}{2}\ \text{et}\ \tfrac{1}{2}\tag{$E$}
\end{equation}
```

> Commentaire : *les commandes permettent de s'affranchir des appels aux commandes* `\displaystyle` *et* `\scriptstyle` *pour obtenir des fractions à la taille voulue.*

$E\xrightarrow{\text{je peux même écrire des choses très longues}}F$
$\overleftrightarrow{AB}\xleftarrow[1\,\mathrm{cm}]{\hspace{1cm}}\underrightarrow{\mathfrak{AB}}$

Source
```
$E\xrightarrow{\text{je peux même écrire
    des choses très longues}}F$\\
$\overleftrightarrow{AB}
\xleftarrow[1\,\mathrm{cm}]{\hspace{1cm}}
\underrightarrow{\mathfrak{AB}}$
```

> Commentaire : *ces commandes complétent* `\overrightarrow` *et* `\overleftarrow` *disponibles initialement.*
> `\mathfrak` *est une commande de l'extension* `amsfonts`.

$$\boldsymbol{\mathcal{A}(B)=\iint_B\,d\sigma(M) = \iint_{C_\Omega}\left\lVert \frac{\partial M}{\partial u}\wedge \frac{\partial M}{\partial v}\right\rVert du\,dv}$$

Source
```
\boldmath$$\mathcal{A}(B)=\iint_B\,d\sigma(M) =
\iint_{C_\Omega}\left\lVert
  \frac{\partial M}{\partial u}\wedge
  \frac{\partial M}{\partial v}\right\rVert
du\,dv$$
```

> Commentaire : *la commande* `\iint` *(ainsi que* `\iiint`, `\iiiint` *et* `\idotsint` *qui tracera des pointillés entre deux symboles d'intégrales) permet de régler le problème des espaces entre les symboles sans leur utilisation* `\int\int` *donnant* $\int\int$.
> *La commande* `\boldmath` *doit être placée avant l'environnement mathématique et n'est pas liée à* `amsmath`.

$$\boxed{E=V\oplus W \iff \left|\begin{array}{l} E=V+W\\ V\cap W=\{0\}\end{array}\right.} \tag{5}$$

Source
```
\begin{equation}
  \boxed{E=V\oplus W \iff
    \left|\begin{array}{l}
        \!\!E=V+W\\ \!\!V\cap W=\{0\}
      \end{array}\right.}
\end{equation}
```

7.3 Environnements matriciels

Environnement	Délimiteurs
`pmatrix`	( )
`Bmatrix`	{ }
`Vmatrix`	‖ ‖

Environnement	Délimiteurs
`bmatrix`	[ ]
`vmatrix`	| |

$$\begin{vmatrix} \frac{\partial f_1}{\partial y_1}(a,b) & \cdots & \frac{\partial f_1}{\partial y_p}(a,b)\\ \vdots & \ddots & \vdots\\ \frac{\partial f_1}{\partial y_p}(a,b) & \cdots & \frac{\partial f_p}{\partial y_p}(a,b) \end{vmatrix}$$

Source

```
\newcommand{\maDerP}[2]{\frac{\partial f_#1}{\partial y_#2}(a,b)}
$$\begin{vmatrix}
  \maDerP{1}{1} & \cdots & \maDerP{1}{p}\\
  \vdots        & \ddots & \vdots\\
  \maDerP{1}{p} & \cdots & \maDerP{p}{p}
\end{vmatrix}$$
```

7.4 De nouveaux opérateurs

Certains opérateurs usuels comme ch, sh, ou encore Arctan n'existent pas aussi nous faut-il les créer. `amsmath` nous offre quelques commandes bien utiles. Les deux commandes `\DeclareMathOperator{\sh}{sh}` et `\DeclareMathOperator{\e}{e}` à écrire dans le préambule du document (ou dans un fichier de style personnel) nous permettent :

$$\operatorname{sh} x = \frac{\mathrm{e}^x - \mathrm{e}^{-x}}{2}$$

Source

```
$$\sh x=\frac{\e^x-\e^{-x}}{2}$$
```

Commentaire : *l'intérêt est le respect total des espaces qui n'est pas assuré avec la simple commande* `\text{sh}`.

La même commande mais étoilée permet des limites inf. et sup. : `\DeclareMathOperator*`.
Par exemple avec une déclaration en préambule telle que :
`\DeclareMathOperator*{\Equiv}{\setlength{\fboxsep}{0pt}\fbox{$\sim$}}`

$\operatorname{sh} x \boxed{\sim}_{+\infty} \frac{\mathrm{e}^x}{2}$ et $\boxed{\text{espacements corrects}}$

$$\operatorname{sh} x \underset{+\infty}{\boxed{\sim}} \frac{\mathrm{e}^x}{2}$$

Source

```
$\sh x\Equiv_{+\infty} \frac{\e^x}{2}$ et
\fbox{espacements corrects}
$$\sh x\Equiv_{+\infty} \frac{\e^x}{2}$$
```

On peut localement utiliser un tel opérateur sans déclaration préalable avec la commande `\operatorname`.

$$\operatorname{th}' x = 1 - \operatorname{th}^2 x$$

Source

```
$$\operatorname{th}' x=1-\operatorname{th}^2 x$$
```

7.5 Quelques exemples supplémentaires

$$\begin{multline} \int\frac{\alpha\,x+\beta}{x^2+p\,x+q}\,dx = \frac{\alpha_1}{2} \cdot \int\frac{1}{y^2+a^2}\,d\left(y^2+a^2\right)\\ +\beta_1 \cdot \int\frac{a}{a^2} \cdot \frac{1}{\left(\left(\frac{y}{a}\right)^2+1\right)}\,d\left(\frac{y}{a}\right) \tag{6} \end{multline}$$

Source

```
\begin{multline}
  \int\frac{\alpha\,x+\beta}{x^2+p\,x+q}\,dx
  = \frac{\alpha_1}{2} \cdot
  \int\frac{1}{y^2+a^2}\,d\left(y^2+a^2\right)\\
  +\beta_1 \cdot \int\frac{a}{a^2} \cdot
  \frac{1}{\left(
      \left(\frac{y}{a}\right)^2+1
    \right)}\,d\left(\frac{y}{a}\right)
\end{multline}
```

$$n! = \begin{cases} 1 & \text{si } n=0 \\ n\times(n-1)! & \text{sinon.} \end{cases}$$

Source
```
$n!=
\begin{cases}
  1              &\text{si } n=0\\
  n\times(n-1)! &\text{sinon.}
\end{cases}$
```

$$\sum_{\substack{n\geqslant1\\ \left(n\in\mathbb{N}^*\right)}}\frac{1}{n^2}=\frac{\pi^2}{6}$$

Source
```
$$\sum_{\substack{n\geqslant1\\
    \left(n\in\mathbb{N^*}\right)}}\frac{1}{n^2}=
\frac{\pi^2}{6}$$
```

Commentaire : *rappelons que* $\geqslant$ `\geqslant` *et* $\leqslant$ `\leqslant` *sont les symboles officiels contrairement à* $\geq$ *et* $\leq$ *obtenus par* `\geq` *et* `\leq`. *Il faut utiliser l'extension* `amssymb`.

7.6 $\mathcal{AMS}$ encore !

$\mathcal{AMS}$ distribue aussi d'autres extensions telles que `amscd` permettant le tracé de diagrammes commutatifs ou encore `amsthm` améliorant la définition d'environnements d'énoncés.

8 Extension `theorem`

L'extension `amsthm` offre à LaTeX plus de souplesse dans la gestion des styles des environnements créés avec la commande `\newtheorem`. Elle offre notamment un environnement personalisable `proof`.
Il existe aussi l'extension `theorem` qui permet de définir simplement le style de l'énoncé.
Par exemple, créons un environnement pour énoncer des définitions, cet environnement aura une numérotation dépendante de celle de la section dans laquelle elle se trouve. Voici ce qu'il faut inscrire dans notre préambule :
`\theorembodyfont{\sffamily}\theoremheaderfont{\large\itshape}`
`\newtheorem{Def}{Définition}[section]`

Définition 8.1 On appelle *équation différentielle linéaire du 2nd ordre* toute équation de la forme

$$a(x)\,y''+b(x)\,y'+c(x)\,y=d(x)$$

où a, b , c et d sont des fonctions continues de $I\subset\mathbb{R}$ à valeurs dans $\mathbb{K}=\mathbb{R}\textrm{ ou }\mathbb{C}$.

Source
```
\begin{Def}
  On appelle \emph{équation différentielle linéaire du 2\textsuperscript{nd} ordre} toute équation
  de la forme $$a(x)\,y''+b(x)\,y'+c(x)\,y=d(x)$$ où $a$, $b$ , $c$ et $d$ sont
  des fonctions continues de $I\subset\mathbb{R}$ à valeurs dans
  $\mathbb{K}=\mathbb{R}\textrm{ ou }\mathbb{C}$.
\end{Def}

```

Définition 8.2 On appelle plan tangent en M_0 à la nappe paramétrée $\left(\Gamma,M\right)$ le plan contenant M_0 et dirigé par $\left(\dfrac{\partial M}{\partial u}(u_0,v_0),\dfrac{\partial M}{\partial v}(u_0,v_0)\right)$

Source
```
\newcommand{\diff}[2]{\dfrac{\partial #1}{\partial #2}(u_0,v_0)}
\begin{Def}
  On appelle plan tangent en $M_0$ à la nappe paramétrée $\left(\Gamma,M\right)$ le plan
  contenant $M_0$ et dirigé par $\left(\diff Mu,\diff Mv\right)$.
\end{Def}
```

Commentaire : *constatons qu'ici la dernière formule a tout simplement été insérée en fin de ligne... Le fichier journal de la compilation indique un dépassement de la ligne :*
`Overfull \hbox (50.33836pt too wide) in paragraph at lines 990--993`
On aura alors recours à une coupure forcée avec `\\` *ou à l'inclusion de l'environnement dans un environnement* `minipage` *ce qui permettra en plus un encadrement facile.*

Définition 8.3 On appelle plan tangent en M_0 à la nappe paramétrée (Γ, M) le plan contenant M_0 et dirigé par $\left(\dfrac{\partial M}{\partial u}(u_0,v_0), \dfrac{\partial M}{\partial v}(u_0,v_0)\right)$.

Source

```
\fbox{%
  \begin{minipage}[t]{.6\linewidth}
    \begin{Def}
      On appelle plan tangent en $M_0$ à la nappe paramétrée $\left(\Gamma,M\right)$ le plan
      contenant $M_0$ et dirigé par $\left(\diff Mu,\diff Mv\right)$.
    \end{Def}
  \end{minipage}%
}
```

9 Quelques « trucs »

9.1 Réajustement des vecteurs [3]

La commande `\overrightarrow` permet de créer des vecteurs comme ceci $\overrightarrow{AB}$ mais la flêche est un peu trop basse et trop à gauche donc on peut modifier la commande ainsi : `\overrightarrow{\kern-2pt AB\kern2pt}` qui produira $\overrightarrow{\kern-2pt AB\kern2pt}$.
On remarque que l'utilisation des vecteurs modifie l'interligne, en utilisant la commande `\smash` on réussit à remettre l'interligne comme à l'initial $\smash{\overrightarrow{\kern-2pt AB\kern2pt}}$ est obtenue avec `$\smash{\overrightarrow{\kern-2pt AB\kern2pt}}$`.
Si on veut monter un peu la flêche, on insère un blanc invisible avec une certaine hauteur (un symbole vide mais définissant une hauteur que la flêche respectera) nommé `\mathstrut` : $\smash{\overrightarrow{\kern-2pt\mathstrut AB\kern2pt}}$ avec
`$\smash{\overrightarrow{\kern-2pt\mathstrut AB\kern2pt}}$`
Pour finir, on peut définir une macro de vecteur dans laquelle nous ne nous occuperons pas de la commande `\smash` :

$\overrightarrow{AB} \quad \overrightarrow{f} \quad \overrightarrow{\sum}$

Source

```
\newcommand{\vect}[1]{%
  \overrightarrow{%
    \kern-2pt\mathstrut #1\kern2pt}}
$\vect{AB} \quad \vect f \quad  \vect \sum$
```

9.2 Indices et exposants

${\scriptstyle 1}{}_2^3\Gamma_4^5{}_6^7{\scriptstyle 8}$ est donné par `${\scriptstyle 1}{}_2^3\Gamma_4^5{}_6^7{\scriptstyle 8}$`
${\scriptstyle 1}{}_2^3\mathop{\Gamma}\limits_4^5{}_6^7{\scriptstyle 8}$ est donné par `${\scriptstyle 1}{}_2^3\mathop{\Gamma}\limits_4^5{}_6^7{\scriptstyle 8}`

Références

[1] B. Desgraupes. *LaTeX Apprentissage, guide et référence*. Éd. Vuibert, Paris,2000.

[2] M. Goosens, F. Mittelbach et A. Samarin. *LaTeX Companion*. Éd. CampusPress France, Paris, 2000.

[3] R. Seroul. *Le petit livre de TeX*. Éd. InterEditions, Paris, 1992.

[4] E. Saudrais. *Le petit typographe rationnel*. `http://perso.wanadoo.fr/eddie.saudrais`

[5] `http://www.grappa.univ-lille3.fr/FAQ-LaTeX/index.php#toc`

[6] `http://cm.bell-labs.com/who/hobby/MetaPost.html`