
XLOP v 0.26

Manuel de l'utilisateur

Jean-Côme Charpentier
7 janvier 2017

Table des matières

1	Présentation	1
2	Instruction xlop	4
2.1	Au début était le nombre	4
2.1.1	Taille	4
2.1.2	Syntaxe	5
2.2	Paramètres de xlop	6
2.2.1	Symboles	6
2.2.2	Présentation générale	6
2.2.3	Dimensions	8
2.2.4	Styles des chiffres	9
3	Opérations arithmétiques	12
3.1	Addition	12
3.2	Soustraction	13
3.3	Multiplication	15
3.4	Division	18
3.4.1	Contrôle de l'arrêt	18
3.4.2	Éléments supplémentaires	20
3.4.3	Nombres non entiers et négatifs	21
4	Autres commandes	23
4.1	Macros étoilées	23
4.2	Entrées-sorties	23
4.3	Chiffres d'un nombre	25
4.4	Comparaisons	26
4.5	Opérations évoluées	27
A	Aide-mémoire	33
A.1	Temps de compilation	33
A.2	Liste des macros	35
A.3	Liste des paramètres	38
B	Trucs et astuces	42
B.1	Comparaison avec calc et fp	42
B.2	Création d'opérations complexes	43
B.3	Accès direct aux nombres	47

C Versions futures	48
D Index	50

Chapitre 1

Présentation

L'extension xlop a été développée pour permettre de réaliser automatiquement des calculs arithmétiques sur des nombres de taille quelconque et d'afficher les résultats sous forme posée ou en ligne. Voici un premier exemple permettant de donner un aperçu de la syntaxe de base :

$$\begin{array}{r} \\ + 5.0 \\ \hline 1 \end{array}$$

`\opadd{45,05}{78,4}` source _____

Ce premier exemple appelle quelques commentaires qui permettront de donner une idée sur la façon de manipuler l'extension.

L'addition est posée « comme à l'école » : il s'agit de la présentation par défaut. On a un alignement sur la virgule des opérandes et du résultat, le symbole opératoire placé à gauche est centrée verticalement entre les deux opérandes et le séparateur décimal est un point malgré le fait d'avoir indiquer les opérandes avec une virgule dans l'appel de la macro. Enfin, on notera la présence d'une retenue au dessus de la première opérande.

Mis à part l'alignement sur la virgule qui est obligatoire pour l'addition posée, toutes les autres caractéristiques décrites ci-dessus sont paramétrables. Certaines macros de l'extension et, en tout cas, toutes les macros affichant les opérations arithmétiques admettent un argument optionnel qui permettra de contrôler la présentation. Pour cela, on utilisera une syntaxe « à la keyval » : on spécifie une suite de modifications de paramètres par une liste d'affectations séparées par des virgules. Une affectation a une des deux syntaxes possibles ci-dessous :

```
<paramètres>=<valeur>  
<paramètre>
```

la seconde possibilité étant en fait un raccourci pour :

```
<paramètre>=true
```

Dans cette liste d'affectation, on peut faire suivre les virgules par un ou plusieurs espaces mais il ne faut pas mettre d'espace de part et d'autre du signe

égal ou avant la virgule : un paramètre ou une valeur pouvant (potentiellement) comporter le caractère espace.

Ainsi, si l'on veut un séparateur décimal qui soit une virgule, un symbole opératoire placé en face de la seconde opérande et en supprimant la présence des retenues, il suffit d'indiquer :

$\begin{array}{r} 45,05 \\ + 78,4 \\ \hline 123,45 \end{array}$	<pre style="margin: 0;">\opadd[decimalsepsymbol={,}, voperator=bottom, carryadd=false]{45.05}{78.4}</pre>
---	---

On notera la petite astuce consistant à mettre la virgule entre accolades dans la définition du symbole du séparateur décimal. En effet, la syntaxe :

<pre style="margin: 0;">\opadd[decimalsepsymbol=, ,voperator=bottom, carryadd=false]{45.05}{78.4}</pre>

est fautive : xlop ne comprenant plus trop bien ce qu'est cette « liste »!

Un autre point important quoique moins visible, est que les chiffres sont disposés à des emplacements très précis. Chaque chiffre est placé dans une boîte de largeur et de hauteur fixes (paramétrables), le séparateur décimal est, par défaut, placé dans une boîte de largeur nulle et toutes les lignes sont régulièrement espacées qu'il y ait ou non un trait horizontal. Cela permet d'obtenir des alignements rigoureux et permet également de placer ce que l'on veut à l'emplacement que l'on veut.

$\begin{array}{r} 1 \longleftarrow \text{retenue} \\ 45.05 \\ + 78.4 \\ \hline 123.45 \end{array}$	<pre style="margin: 0;">\psset{xunit=\opcolumnwidth, yunit=\oplineheight} \opadd{45.05}{78.4} \oplput(1.5,3){retenue} \psline{->}(1,3.15)(-3.25,3.15)</pre>
--	--

Cet exemple a été réalisé en utilisant l'extension pstricks

Nous avons dit précédemment que xlop était capable de manipuler des nombres de taille quelconque. Nous reviendrons plus en détail sur cette possibilité et nous nous contenterons ici de ne donner qu'un exemple de ce que cela peut offrir. Ne regardez pas trop le code, les explications seront données plus loin dans ce manuel, pour l'instant, admirez seulement le résultat!

<pre style="margin: 0;">\opdiv[style=text,period]{1}{49}</pre>
--

$$1 \div 49 = 0.\underline{020408163265306122448979591836734693877551}\dots$$

L'extension xlop offre quelques autres fonctionnalités. Il est ainsi possible de manipuler les nombres par l'intermédiaire de variables, ces variables pouvant être créées par une assignation simple ou bien comme résultat d'un calcul. On peut également manipuler les chiffres de façon individuelle :

Le premier chiffre après la virgule de $45.05 + 78.4$ est un 4.

```

source
\opadd*{45.05}{78.4}{r}%
Le premier chiffre après la virgule de
$45.05+78.4$ est un
\opgetdecimaldigit{r}{1}{d}%
$\opprint{d}$.

```

effectuer des tests :

La somme $45.05 + 78.4$ est strictement supérieure à 100.

```

source
\opadd*{45.05}{78.4}{r}%
La somme $45.05+78.4$ est
\opcmp{r}{100}%
\ifopgt strictement supérieure
\else\ifoplt strictement inférieure
\else égale
\fi\fi
à $100$.

```

avoir accès à quelques opérations ou fonctions :

Le pgcd de 182 et 442 est 26

```

source
Le pgcd de $182$ et $442$ est
\opgcd{182}{442}{d}$\opprint{d}$

```

pouvoir réaliser des calculs complexes sous forme infixé :

$$\frac{2 + 3^2}{\gcd(22,33)} = 1$$

```

source
\opexpr{(2+3^2)/(gcd(22,33))}{r}%
$$\frac{2+3^2}{\gcd(22,33)} =
\opprint{r}$$

```

Chapitre 2

Instruction xlop

À quelques exceptions près qui seront étudiées en temps voulu, les macros de xlop peuvent éventuellement avoir un argument optionnel entre crochets pour modifier localement la valeur des paramètres de fonctionnement, les autres arguments (qui sont obligatoires) étant presque toujours des nombres. Les deux sections de ce chapitre décrivent en détail ce qu'est un nombre pour xlop et comment se servir des paramètres.

2.1 Au début était le nombre

2.1.1 Taille

Avant de voir la syntaxe générale d'un nombre, nous allons nous pencher sur la particularité de xlop qui est de pouvoir manipuler des nombres de taille quelconque.

Pour être tout à fait précis, la taille théorique maximum d'un nombre est de $2^{31} - 1$ chiffres. En pratique, cette limite ne pourra pas être atteinte pour deux raisons essentielles. La première est qu'une multiplication avec deux opérandes ayant 2^{25} chiffres demanderait plus de 7 000 années de calcul sur l'ordinateur de l'auteur! La seconde est beaucoup plus restrictive car elle est liée aux limites de taille des piles de T_EX. Voici un tableau indiquant une compilation sous T_EX avec une multiplication de deux opérandes de même taille sur une machine Linux, pentium II 600 et 256 Mo de RAM :

nombre de chiffres	100	200	300	400	425	450
temps de compilation (s)	2	8	18	32	36	crash

Le « crash » indiqué dans le tableau est dû au débordement de la table de hachage (hash table). Sous L^AT_EX, la limite avant crash sera plus réduite. D'autre part, ces tests ont été effectués sur un fichier minimum : avec un document source classique, cette limite sera un peu plus basse. Une autre limite qui risque d'être atteinte relativement rapidement est la taille du spouleur (spool size). Pour composer ce document qui contient un grand

nombre d'appel aux macros de xlop, l'auteur a augmenté la taille du spouleur de 125 000 à 250 000 en éditant la ligne `pool_size` du fichier `texmf.cnf`. De même, la table de hachage a dû être augmentée en stipulant la valeur 1000 au niveau de la ligne `hash_extra` du fichier `texmf.cnf`.

2.1.2 Syntaxe

Nous allons présenter cette syntaxe avec la grammaire BNF mais des explications plus humaines suivront :

```

<nombre> := {<signe>}<nombre_positif> | <nom>
<signe>  := + | -
<nombre_positif> := <entier> | <sep><entier> |
                   <entier><sep> | <entier><sep><entier>
<sep>    := . | ,
<entier> := <chiffre>{<chiffre>}
<nom>    := <début>{caractère}
<début>  := caractère autre que <signe>, <sep>
           et <chiffre>

```

Le symbole caractère désigne presque n'importe quel caractère accepté par \TeX . Les seules exceptions sont les caractères `%`, et `#` qui sont totalement interdits. En fait, les caractères actifs risquent de poser des problèmes. Par exemple, la définition de `~` sous \TeX empêche ce caractère de pouvoir faire partie d'un nom. D'autre part, le caractère `\` conserve son rôle de caractère d'échappement, c'est-à-dire que le nom sera celui obtenu après développement de la macro introduite. Il n'y a aucune autre contrainte comme le montre le code suivant :

4	<pre> source \newcommand\prefix{a/b} \opadd*{2}{2}{a/b_{^c}!&\$} \opprint{\prefix_{^c}!&\$} </pre>
---	--

On notera que `a/b_{^c}!&$` et `\prefix_{^c}!&$` représentent très exactement le même nom, si `\prefix` a la définition adéquate évidemment. Cette possibilité d'obtenir un nom en utilisant des macros peut sembler inutile mais il n'en est rien. On peut ainsi réaliser des boucles avec des noms tels que `r1`, `r2`, ..., `r<n>` en utilisant le code `r\the\cpt` comme nom où `cpt` est un compteur au sens \TeX . Le mécanisme des compteurs avec \TeX donne un code un peu plus long avec `r\number\value{cpt}` où `cpt` est maintenant un compteur au sens \LaTeX . Nous verrons un exemple d'utilisation de cette forme à la section B.2 page 43.

En pratique, que signifient toutes ces règles? Elles indiquent d'abord qu'un nombre écrit sous forme décimale peut être précédé par n'importe quelle séquence de signes plus et moins. Évidemment, le nombre sera négatif lorsqu'il y aura un nombre impair de signes moins. Ensuite, un nombre ne peut comporter qu'un seul séparateur décimal qui peut être le point ou la virgule, celui-ci pouvant être placé n'importe où dans le nombre. Enfin,

l'écriture d'un nombre s'effectue obligatoirement en base 10. Attention : ces règles signifient également que $-a$ n'est pas valide.

L'extension utilise quelques noms de façon interne et il est plus prudent de ne pas commencer un nom de variable par le caractère @.

2.2 Paramètres de xlop

Les affectations de paramètres restent locales à la macro lorsqu'elles sont indiquées au niveau de son argument optionnel. Pour rendre de telles affectations globales, il faut utiliser la macro `\opset`. Par exemple

```
\opset{decimalsepsymbol={,}} source
```

fera que le symbole du séparateur décimal sera la virgule pour tout le reste du document, ou, du moins, jusqu'à une prochaine redéfinition par la macro `\opset`. Dans ce manuel, ce sera le cas à partir de maintenant.

2.2.1 Symboles

Le paramètre `afterperiodsymbol` indique le symbole qui suit l'écriture d'un quotient en ligne lors d'une division avec recherche de période. Sa valeur par défaut est `\ldots`

Le paramètre `equalsymbol` indique le symbole utilisé pour l'égalité. Sa valeur par défaut est `=$`. En réalité, le paramètre est défini avec :

```
\opset{equalsymbol={=$}} source
```

c'est-à-dire avec des accolades pour protéger le signe égal. Sans les accolades, il y aurait une erreur à la compilation. On doit procéder de cette façon lorsque la valeur comporte le signe égal ou une virgule

Le paramètre `approxsymbol` indique le symbole utilisé pour les approximations. Sa valeur par défaut est `\approx`.

Le paramètre `decimalsepsymbol` indique le symbole utilisé pour le séparateur décimal. Sa valeur par défaut est le point.

Les paramètres `addsymbol`, `subsymbol`, `multsymbol` et `divsymbol` indiquent les symboles utilisés pour les quatre opérations arithmétiques. Les valeurs par défaut sont respectivement `+$`, `-$`, `\times` et `\div`.

2.2.2 Présentation générale

Le paramètre `voperation` indique la façon dont une opération posée sera placée par rapport à la ligne de base. Les valeurs possibles sont `top`, `center` et `bottom` (valeur par défaut).

$$\begin{array}{r}
\text{top} \quad \quad \quad 1 \\
\quad \quad \quad + \quad 4 \ 5 \\
\quad \quad \quad \underline{1 \ 7 \ 2} \\
\quad \quad \quad 2 \ 1 \ 7 \\
\text{center} \quad \quad \quad 1 \\
\quad \quad \quad + \quad 4 \ 5 \\
\quad \quad \quad \underline{1 \ 7 \ 2} \\
\quad \quad \quad 2 \ 1 \ 7 \\
\text{bottom} \quad \quad \quad 1 \\
\quad \quad \quad \quad \quad 4 \ 5 \\
\quad \quad \quad \quad \quad + \ 1 \ 7 \ 2 \\
\quad \quad \quad \quad \quad \underline{\quad \quad \quad} \\
\quad \quad \quad \quad \quad 2 \ 1 \ 7
\end{array}$$

```

source
top\quad
\opadd[voperation=top]{45}{172}\par
center\quad
\opadd[voperation=center]{45}{172}\par
bottom\quad
\opadd[voperation=bottom]{45}{172}

```

Le paramètre `voperator` indique comment sera placé le symbole opératoire par rapport aux opérandes. Les valeurs possibles sont `top`, `center` (valeur par défaut) et `bottom`.

$$\begin{array}{r}
\quad \quad \quad 1 \\
\quad \quad \quad + \quad 4 \ 5 \\
\quad \quad \quad \underline{1 \ 7 \ 2} \\
\text{top} \quad \quad \quad 2 \ 1 \ 7 \\
\quad \quad \quad \quad \quad 1 \\
\quad \quad \quad \quad \quad + \quad 4 \ 5 \\
\quad \quad \quad \quad \quad \underline{\quad \quad \quad} \\
\text{center} \quad \quad \quad 2 \ 1 \ 7 \\
\quad \quad \quad \quad \quad 1 \\
\quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad 4 \ 5 \\
\quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad + \ 1 \ 7 \ 2 \\
\quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \underline{\quad \quad \quad} \\
\text{bottom} \quad \quad \quad 2 \ 1 \ 7
\end{array}$$

```

source
top\quad
\opadd[voperator=top]{45}{172}\par
center\quad
\opadd[voperator=center]{45}{172}\par
bottom\quad
\opadd[voperator=bottom]{45}{172}

```

Le paramètre `delezero` indique si certains nombres d'une opération doivent être affichés avec ou sans les zéros non significatifs. Le rôle exact de ce paramètre varie en fonction de l'opération et nous y reviendrons lors de la présentation des différentes opérations.

Le paramètre `style` indique si l'opération doit être posée (avec la valeur `display` qui est la valeur par défaut) ou bien être affichée en ligne (valeur `text`). On reviendra sur ce paramètre lors de la présentation de la division car les possibilités sont alors un peu plus nombreuses.

$$45 + 172 = 217$$

```

source
\opadd[style=text]{45}{172}

```

Dans les opérations en ligne, `xlop` fait attention à ne pas composer la formule en mode mathématique de façon directe. Cela permet de spécifier ce que l'on veut comme dans l'exemple qui suit et c'est également pour cela qu'il faut indiquer les valeurs classiques des symboles entre délimiteurs mathématiques.

42 plus 172 égal 214

```
source
\opadd[addsymbol=plus,
equalsymbol=\ 'egal,
style=text]{42}{172}
```

Cependant, `xlop` introduit exactement les mêmes pénalités de coupures et exactement les mêmes espacements que pour une formule mathématique.

Le paramètre `parenthesisnegative` indique comment composer les nombres négatifs dans les opérations en ligne. Les valeurs possibles sont :

- `none` qui compose les nombres négatifs sans parenthèse;
- `all` qui compose les nombres négatifs en les plaçant entre parenthèses;
- `last` qui compose les nombres négatifs en les plaçant entre parenthèses s'il ne s'agit pas de la première opérande.

$-12 + -23 = -35$
 $(-12) + (-23) = (-35)$
 $-12 + (-23) = -35$

```
source
\opadd[style=text,
parenthesisnegative=none]
{-12}{-23}\par
\opadd[style=text,
parenthesisnegative=all]
{-12}{-23}\par
\opadd[style=text,
parenthesisnegative=last]
{-12}{-23}
```

2.2.3 Dimensions

Dans les opérations posées, les chiffres sont placés dans des boîtes de dimensions fixées. La largeur est donnée par le paramètre `columnwidth` et la hauteur par le paramètre `lineheight`. La valeur par défaut du paramètre `lineheight` est `\baselineskip` ce qui fait que les lignes des opérations seront espacées, par défaut, comme les lignes d'un paragraphe. La valeur par défaut de `columnwidth` est de `2ex` car la largeur « normale » des chiffres aurait donné des résultats peu lisibles.

$$\begin{array}{r} 11 \\ 4589 \\ + 1275 \\ \hline 17339 \end{array}$$

```
source
\opadd[columnwidth=0.5em]
{45.89}{127.5}
```

Ce piètre résultat est dû en partie au fait que la virgule est placée dans une boîte dont la largeur est contrôlée par le paramètre `decimalsepwidth` dont la valeur par défaut est nulle. Un essai d'amélioration peut être effectué en donnant à ce paramètre la largeur « normale » d'une virgule.

$$\begin{array}{r} 11 \\ 45,89 \\ + 127,5 \\ \hline 173,39 \end{array}$$

```
source
\opadd[columnwidth=0.5em,
decimalsepwidth=0.27778em]
{45.89}{127.5}
```

C'est meilleur mais le fait de donner une largeur non nulle à la boîte contenant le séparateur décimal risque de poser des difficultés si l'on veut placer des éléments externes : cela va à l'encontre de l'idée de placer les chiffres dans une grille fixe. Ceci est donc à éviter en temps normal.

Les deux paramètres `columnwidth` et `lineheight` correspondent aux deux seules dimensions que l'extension rend publiques, à savoir respectivement `\opcolumnwidth` et `\oplineheight`. Il est cependant dangereux de vouloir modifier ces dimensions de façon directe puisque une modification par voie normale n'a pas pour seule conséquence d'obtenir une nouvelle valeur pour ces dimensions. L'extension `xlop` a rendu ces dimensions publiques uniquement pour pouvoir les lire, pas pour les modifier.

Les deux paramètres suivants permettent de spécifier les largeurs des traits horizontaux et verticaux tracés par `xlop`. Il s'agit des deux paramètres `hrulewidth` et `vrulewidth` dont la valeur par défaut est `0.4pt`.

Ces traits sont composés sans perturber la grille, c'est-à-dire sans ajouter d'espace vertical. Ainsi, avec des valeurs importantes pour l'épaisseur, les traits risquent de déborder au niveau des opérandes.

$$\begin{array}{r}
 1 \\
 + \quad 42 \\
 \hline
 172 \\
 \hline
 214
 \end{array}$$

source

`\opadd[hrulewidth=8pt]{42}{172}`

Il existe également un paramètre permettant de contrôler le décalage horizontal du séparateur décimal. Il s'agit de `decimalsepoffset` dont la valeur par défaut est égale à `-0.35`. Cette valeur par défaut indique une longueur en prenant `\opcolumnwidth` comme unité. Un exemple d'utilisation de ce paramètre sera donné à la section 3.4 page 18.

2.2.4 Styles des chiffres

L'extension `xlop` distingue cinq types de nombres et y associe cinq paramètres de style :

- les opérandes avec `operandstyle`;
- le résultat avec `resultstyle`;
- les restes avec `remainderstyle`;
- les résultats intermédiaires avec `intermediarystyle`;
- les retenues avec `carrystyle`.

$$\begin{array}{r}
 11 \\
 + \quad 45,89 \\
 \hline
 127,5 \\
 \hline
 173,39
 \end{array}$$

source

`\opadd[operandstyle=\blue, resultstyle=\red, carrystyle=\scriptsize\green]{45.89}{127.5}`

Rappelons que dans ce manuel, nous utilisons l'extension `pstricks`.

En réalité, la gestion de ces styles est encore plus puissante car on peut distinguer les différents nombres d'une même classe. Dans une même opé-

$$\begin{array}{r}
 1 \\
 4(5) \\
 + 172 \\
 \hline
 217
 \end{array}$$

→ chiffre
→ nombre

```

source
\newcommand\OPoval[3]{%
  \dimen1=#2\opcolumnwidth
  \ovalnode{#1}
  {\kern\dimen1 #3\kern\dimen1}}
\opadd[voperation=top,
operandstyle.1.1=\OPoval{A}{0},
operandstyle.2.2=\OPoval{C}{0.8}]
{45}{172}\quad
\begin{minipage}[t]{2cm}
  \pnode(0,0.2em){B}\ chiffre
  \ncarc{->}{A}{B}\par
  \pnode(0,0.2em){D}\ nombre
  \ncarc{<-}{D}{C}
\end{minipage}

```

Comme les chiffres, le séparateur décimal tient compte du style d'un nombre. Pour accéder au style du séparateur décimal de façon individuelle, il faut employer l'indice d au lieu des indices numériques des chiffres.

$$\begin{array}{r}
 2,46 \\
 \times 35,7 \\
 \hline
 \text{---} \\
 \text{---} \\
 \hline
 \text{---} \\
 \text{---}
 \end{array}$$

```

source
\newcommand\hole[1]{\texttt{\_}}
\opmul[intermediarystyle=\hole,
resultstyle=\hole,
resultstyle.d=\white]{2.46}{35.7}

```

Chapitre 3

Opérations arithmétiques

3.1 Addition

L'addition est gérée par la macro `\opadd`. L'addition, lorsqu'elle est posée, n'affiche que des nombres positifs. Cela va avoir comme conséquence d'afficher une soustraction lorsqu'une des opérands est négative.

$$\begin{array}{r} 245 \\ - 72 \\ \hline 173 \end{array}$$

source `\opadd{-245}{72}`

De façon générale, le principe est de poser l'opération qui permet de retrouver le résultat comme on le ferait à la main. En revanche, l'affichage en ligne donnera toujours une addition puisqu'on peut maintenant écrire des nombres négatifs.

$$-245 + 72 = -173$$

source `\opadd[style=text]{-245}{72}`

Outre les paramètres généraux décrits à la section 2.2, la macro `\opadd` est sensible aux paramètres `carryadd`, `lastcarry` et `deletezero`.

Le paramètre `carryadd` est un paramètre booléen c'est-à-dire n'acceptant que les valeurs `true` et `false`. Comme il d'usage, l'omission du signe égal et de la partie droite de l'affectation équivaut à `=true`. Ce paramètre indique si les retenues doivent être ou non affichées. Sa valeur par défaut est `true`.

Le paramètre `lastcarry` est également un paramètre booléen. Il indique si une retenue sans chiffre correspondant au niveau des deux opérands doit être ou non affichée. Sa valeur par défaut est `false`. On fera attention au rôle exact de ce paramètre. Ainsi, si la seconde opérande dans l'exemple qui suit avait été 15307, la dernière retenue aurait été affichée quelle que soit la valeur du paramètre `lastcarry` puisqu'il y aurait eu un chiffre correspondant au niveau de la seconde opérande.

$$\begin{array}{r}
 1 1 \\
 + 4825 \\
 \hline
 5307 \\
 \hline
 10132
 \end{array}$$

source _____

`\opadd{4825}{5307}`

$$\begin{array}{r}
 + 4825 \\
 + 5307 \\
 \hline
 10132
 \end{array}$$

source _____

`\opadd[carryadd=false]{4825}{5307}`

$$\begin{array}{r}
 1 1 1 \\
 + 4825 \\
 \hline
 5307 \\
 \hline
 10132
 \end{array}$$

source _____

`\opadd[lastcarry]{4825}{5307}`

Le paramètre `deletezero` est également un paramètre booléen et son rôle est d'indiquer si les zéros non significatifs doivent être supprimés ou non. Sa valeur par défaut est `true`. Si ce paramètre vaut `false`, les opérandes et le résultats auront le même nombre de chiffres, `xlop` ajoutant des zéros non significatifs pour y parvenir. Les zéros non significatifs des opérandes ne sont pas supprimés également.

$$\begin{array}{r}
 1 1 1 \\
 + 12,3427 \\
 \hline
 5,2773 \\
 \hline
 17,62 \\
 \\
 1 1 1 \\
 + 012,3427 \\
 \hline
 005,2773 \\
 \hline
 017,6200
 \end{array}$$

source _____

`\opadd{012.3427}{5.2773}\par`
`\opadd[deletezero=false]`
`{012.3427}{5.2773}`

Ce paramètre a exactement le même rôle dans l'affichage en ligne que dans l'affichage posé.

$$\begin{array}{l}
 2,8 + 1,2 = 4 \\
 02,8 + 1,2 = 04,0
 \end{array}$$

source _____

`\opadd[style=text]{02.8}{1.2}\par`
`\opadd[style=text,`
`deletezero=false]{02.8}{1.2}\par`

3.2 Soustraction

La soustraction est gérée par la macro `\opsub`. La soustraction, lorsqu'elle est posée, n'affiche que des nombres positifs. Par conséquent cette macro va afficher une addition lorsqu'une des opérandes est négative.

$$\begin{array}{r} 1 \\ + 245 \\ \hline 72 \\ \hline 317 \end{array}$$

source `\opsub{-245}{72}`

De façon générale, le principe est de poser l'opération qui permet de retrouver le résultat comme on le ferait à la main. En revanche, l'affichage en ligne donnera toujours une soustraction puisqu'on peut maintenant écrire des nombres négatifs.

$$-245 - 72 = -317$$

source `\opsub[style=text]{-245}{72}`

Ce principe s'applique également lorsque la première opérande est inférieure à la seconde (cas positif) où on aura une inversion des opérandes.

$$\begin{array}{r} - 2,45 \\ \hline 1,2 \\ \hline 1,25 \end{array}$$

source `\opsub{1.2}{2.45}`

Bien entendu, l'opération en ligne donnera le résultat exact.

$$1,2 - 2,45 = -1,25$$

source `\opsub[style=text]{1.2}{2.45}`

Outre les paramètres généraux vus à la section 2.2, `\opsub` est sensible à `carrysub`, `lastcarry`, `offsetcarry`, `deletezero` et `behaviorsub`.

Le paramètre `carrysub` est un paramètre booléen qui indique si les retenues doivent être ou non présentes. Sa valeur par défaut est `false` (rappelons que le paramètre `carryadd` avait une valeur par défaut égale à `true`).

$$\begin{array}{r} 1\ 2\ 13\ 14 \\ - 15\ 16\ 7 \\ \hline 6\ 6\ 7 \end{array}$$

source `\opsub[carrysub]{1234}{567}`

Dans l'exemple précédent, nous pouvons voir qu'il manque en fait une retenue au niveau du dernier chiffre de 1234, cette façon de faire étant assez courante. Néanmoins, on peut contrôler l'affichage de cette dernière retenue avec le paramètre `lastcarry`. Ce paramètre n'a pas tout à fait le même rôle que pour l'addition puisque la dernière retenue ne sera pas affichée dans le cas où la seconde opérande n'a pas de chiffre correspondant (alors que pour l'addition, il fallait que les deux opérandes n'aient pas de chiffres correspondant).

$$\begin{array}{r} 1\ 12\ 13\ 14 \\ - 1\ 15\ 16\ 7 \\ \hline 6\ 6\ 7 \end{array}$$

source `\opsub[carrysub,lastcarry]{1234}{567}`

On peut noter dans ce dernier cas qu'il est sans doute préférable de mettre le paramètre `deletezero` à `false` pour obtenir une présentation plus correcte.

$$\begin{array}{r} 1\,2\,3\,4 \\ - 10\,15\,16\,7 \\ \hline 0\,6\,6\,7 \end{array}$$

```
\opsub[carrysub,
      lastcarry,
      deletezero=false]{1234}{567}
```

L'affichage des retenues au niveau des soustractions peut sembler un peu trop compact. On peut élargir la boîte des chiffres avec le paramètre `opcolumnwidth` mais également indiquer le décalage des retenues avec le paramètre `offsetcarry`. La valeur par défaut de ce paramètre est `-0.35`.

$$\begin{array}{r} 1\,2,3\,4 \\ - 10\,15,16\,7 \\ \hline 0\,6,6\,7 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1\,2,3\,4 \\ - 10\,15,16\,7 \\ \hline 0\,6,6\,7 \end{array}$$

```
\opsub[carrysub,
      lastcarry,
      deletezero=false]{12.34}{5.67}

\bigskip
\opsub[carrysub,
      lastcarry,
      columnwidth=2.5ex,
      offsetcarry=-0.4,
      decimalsepoffset=-3pt,
      deletezero=false]{12.34}{5.67}
```

Il peut arriver qu'une soustraction de deux nombres positifs, le premier étant inférieur au second, soit le signe d'une erreur de l'utilisateur. Dans ce cas, et uniquement dans ce cas, le paramètre `behaviorsub` permet d'obtenir un rappel à l'ordre. Les trois valeurs possibles de ce paramètre sont `silent` qui est la valeur par défaut et qui donne le résultat, `warning` qui donne également le résultat mais affiche le message d'avertissement :

```
xlop warning.  Substraction with first operand less than second one
  See documentation for further information.
```

et enfin `error` qui affichera le message d'erreur :

```
xlop error.  See documentation for further information.
      Type H <return> for immediate help.
! Substraction with first operand less than second one.
```

et l'opération ne sera pas effectuée.

3.3 Multiplication

La multiplication est gérée par la macro `\opmul`. Nous présenterons les paramètres `hfactor`, `displayintermediary`, `shiftintermediarysymbol`, `displayshiftintermediary` et finalement `deletezero`, les autres paramètres ayant été vus à la section 2.2.

Le paramètre `shiftintermediarysymbol` indique quel symbole sera utilisé (sa valeur par défaut est `\cdot`) pour visualiser les décalages des nombres intermédiaires. Le paramètre `displayshiftintermediary` peut

Enfin, le paramètre `displayintermediary` admet la valeur `None` qui n'affichera aucun résultat intermédiaire dans tous les cas.

```
\opmul[displayintermediary=None]{453}{1001205}
```

$$\begin{array}{r} 453 \\ \times 1001205 \\ \hline 453545865 \end{array}$$

Le paramètre `hfactor` permet d'indiquer comment doit se faire l'alignement des opérandes. La valeur par défaut `right` donne une composition au fer à droite tandis que la valeur `decimal` donne un alignement au niveau de la virgule.

```
\opmul{3.1416}{12.8}\quad\opmul[hfactor=decimal]{3.1416}{12.8}
```

$\begin{array}{r} 3,1416 \\ \times 12,8 \\ \hline 251328 \\ 62832 \\ \hline 31416 \\ \hline 40,21248 \end{array}$	$\begin{array}{r} 3,1416 \\ \times 12,8 \\ \hline 251328 \\ 62832 \\ \hline 31416 \\ \hline 40,21248 \end{array}$
--	--

Pour la multiplication posée, le paramètre `deletezero` ne concerne que les opérandes, le résultat gardant ses éventuels zéros non significatifs puisque ceux-ci sont nécessaires pour effectuer correctement le décalage de la virgule lorsqu'on travaille « à la main ».

```
\opmul[deletezero=false]{01.44}{25}\quad\opmul{01.44}{25}
```

$\begin{array}{r} 01,44 \\ \times 25 \\ \hline 0720 \\ 0288 \\ \hline 036,00 \end{array}$	$\begin{array}{r} 1,44 \\ \times 25 \\ \hline 720 \\ 288 \\ \hline 36,00 \end{array}$
--	--

En revanche, dans la multiplication en ligne, ce paramètre retrouve son comportement normal.

```
\opmul[deletezero=false,style=text]{01.44}{25}\quad\opmul[style=text]{01.44}{25}
```

$$01,44 \times 25 = 036,00 \quad 1,44 \times 25 = 36$$

3.4 Division

L'extension gère la division « classique » avec la macro `\opdiv` et la division euclidienne avec la macro `\opidiv`. En raison de sa complexité, la division est l'opération qui prend en compte le plus de paramètres.

3.4.1 Contrôle de l'arrêt

Dans ce qui suivra, le terme d'*étape* indique l'ensemble des calculs permettant d'obtenir un chiffre au niveau du quotient. Ce nombre d'étapes est contrôlé en partie par les paramètres `maxdivstep`, `safedivstep` et `period`. En partie seulement car une division classique s'arrêtera automatiquement lors de l'obtention d'un reste nul, quelles que que soient les valeurs de ces trois paramètres et une division euclidienne s'arrêtera sur un quotient entier, sans tenir compte de ces trois paramètres.

2 5	7	
4 0	3,5 7 1 4 2 8 5 7 1	
5 0		
1 0		
3 0		
2 0		<code>\opdiv{25}{7}</code> source
6 0		
4 0		
5 0		
1 0		
3		

2 5	7	
4	3	<code>\opidiv{25}{7}</code> source

Le premier exemple s'arrête en raison de la valeur de `maxdivstep` qui est égale, par défaut, à 10. On prendra garde à ce que le nombre maximum d'étapes peut entraîner des résultats aberrants lorsqu'il est trop faible.

1 2 4 8	3	
0 4	4 1	<code>\opdiv[maxdivstep=2]{1248}{3}</code> source
1		

Le résultat précédent est clairement faux mais xlop a fait ce qu'on lui a demandé, en l'occurrence avoir deux chiffres (maximum) au quotient.

L'affichage en ligne va également différer selon que la division s'est arrêtée avec un reste final nul ou non ou selon qu'il s'agit d'une division classique ou euclidienne.

$3,14 \div 2 = 1,57$
 $3,14 \div 3 \approx 1,046666666$
 $314 = 2 \times 157$
 $314 = 3 \times 104 + 2$

```

source
\opdiv[style=text]{3.14}{2}\par
\opdiv[style=text]{3.14}{3}\par
\opdiv[style=text]{314}{2}\par
\opdiv[style=text]{314}{3}

```

On notera l'emploi de `equalsymbol` ou `approxsymbol` selon le cas ainsi que l'affichage avec une troncature et non un arrondi. Nous verrons comment obtenir un arrondi à la section 4.5

L'affichage en ligne de `\opdiv` tient compte de `maxdivstep`. Cela signifie que l'on peut obtenir des résultats vraiment faux avec des valeurs trop faible de ce paramètre et, contrairement à l'affichage posé, l'affichage en ligne ne permettra pas de comprendre ce qu'il s'est passé.

$1248 \div 3 \approx 41$

```

source
\opdiv[maxdivstep=2,style=text]
{1248}{3}

```

Si en plus, le dernier reste calculé est nul, on atteint un summum :

$1208 \div 3 = 4$

```

source
\opdiv[maxdivstep=1,style=text]
{1208}{3}

```

puisqu'il n'y a même plus d'approximation!

Une division non euclidienne peut également s'arrêter sur la détection de la survenue d'une période. Pour cela, il suffit de donner la valeur `true` au paramètre `period`.

$$\begin{array}{r|l}
 100 & 3 \\
 10 & 33,3 \\
 10 & \\
 1 &
 \end{array}$$

```

source
\opdiv[period]{100}{3}

```

Pour ne pas avoir à effectuer des comparaisons de chaque reste avec tous les restes précédents, `xlop` calcule dès le départ la longueur de la période ce qui permet de n'effectuer qu'une seule comparaison à chaque étape et donc d'accélérer notablement les calculs¹. Malheureusement, ces calculs se font avec des nombres directement accessibles à `TEX` ce qui a pour conséquence de ne pas pouvoir utiliser d'opérandes dont la valeur absolue excède $\lfloor \frac{2^{31}-1}{10} \rfloor = 214748364$.

Pour ne pas entraîner des calculs trop long, `xlop` ne dépassera pas la valeur du paramètre `safedivstep` dans les divisions avec détection de période. Sa valeur par défaut est égale à 50. Cependant, `xlop` signalera le problème. Par exemple si on demande un tel calcul avec le code :

`\opdiv[period]{1}{289}`

on obtiendra le message d'avertissement :

1. Je remercie à cette occasion Olivier Viennet pour ses précisions mathématiques qui ont permis d'implanter correctement ces calculs.

xlop warning. Period of division is too big (272 > safedivstep).
 Division will stop before reach it.
 See documentation for further information.

qui indique que la période de cette division est de 272 et qu'elle ne sera donc pas atteinte à cause de la valeur de safedivstep.

L'affichage en ligne d'une telle division présente quelque particularités.

$150 \div 7 = 21,428571\dots$

source

```
\opdiv[period,style=text]{150}{7}
```

On obtient donc une égalité au lieu d'une approximation, la présence d'un trait sous la période et des points de suspension à la suite de la période. Tous ces éléments peuvent être configurés. Le symbole d'égalité est donné par le paramètre `equalsymbol` (valeur par défaut `{$=$}`), la largeur du trait par le paramètre `hrulewidth` (valeur par défaut `0.4pt`), sa position verticale par le paramètre `vruleperiod` (valeur par défaut `-0.2`) qui indique un décalage vertical en prenant `\oplineheight` comme unité et les points de suspension sont donnés par le paramètre `afterperiodsymbol` (valeur par défaut `\ldots`).

$150 \div 7 \approx 21,428571$

source

```
\opdiv[period,style=text,
  equalsymbol=$\approx$,
  hrulewidth=0.2pt,
  vruleperiod=0.7,
  afterperiodsymbol=]
{150}{7}
```

3.4.2 Éléments supplémentaires

Les divisions posées peuvent comporter les soustractions successives permettant le calcul des restes. Pour `xlop`, les nombres qui sont soustraits sont des nombres intermédiaires donc les différentes façons de représenter les soustractions utiliserons le paramètre `displayintermediary` déjà vu pour la multiplication. La valeur `none` (défaut) n'affichera aucune soustraction ainsi que la valeur `None`, la valeur `all` affichera toutes les soustractions et la valeur `nonzero` affichera les soustractions avec un nombre non nul.

source

```
\opdiv[displayintermediary=none,voperation=top]
{251}{25}\quad
\opdiv[displayintermediary=nonzero,voperation=top]
{251}{25}\quad
\opdiv[displayintermediary=all,voperation=top]
{251}{25}
```

$$\begin{array}{r}
251 \\
0100 \\
0
\end{array}
\left| \begin{array}{r}
25 \\
10,04 \\
\hline
\end{array} \right.
- \begin{array}{r}
251 \\
25 \\
\hline
0100 \\
- \\
100 \\
\hline
0
\end{array}
\left| \begin{array}{r}
25 \\
10,04 \\
\hline
\end{array} \right.
- \begin{array}{r}
251 \\
25 \\
\hline
01 \\
- \\
0 \\
\hline
10 \\
- \\
0 \\
\hline
100 \\
- \\
100 \\
\hline
0
\end{array}
\left| \begin{array}{r}
25 \\
10,04 \\
\hline
\end{array} \right.$$

Lorsqu'on pose une division, on peut dessiner un « pont » au-dessus de la partie du dividende qui sera prise en compte pour la première étape du calcul. L'extension `xlop` permet d'afficher ce symbole grâce au paramètre booléen `dividendbridge` (valeur par défaut `false`).

$$\overline{1254} \left| \begin{array}{r}
30 \\
41,8 \\
\hline
\end{array} \right.$$

source

`\opdiv[dividendbridge]{1254}{30}`

3.4.3 Nombres non entiers et négatifs

La présentation d'opérandes non entières est gérée par le paramètre `shiftdecimalsep`. Sa valeur par défaut est `both` et indique que le séparateur décimal sera décalé pour obtenir un diviseur et un dividende entiers. La valeur `divisor` indique qu'il y aura le décalage nécessaire pour obtenir un diviseur entier et la valeur `none` indique qu'il n'y aura aucun décalage.

source

`\opdiv[shiftdecimalsep=both]{3.456}{25.6}\quad`
`\opdiv[shiftdecimalsep=divisor]{3.456}{25.6}\quad`
`\opdiv[shiftdecimalsep=none]{3.456}{25.6}`

$$\begin{array}{r}
3456 \\
34560 \\
89600 \\
128000 \\
0
\end{array}
\left| \begin{array}{r}
25600 \\
0,135 \\
\hline
\end{array} \right.
\quad
\begin{array}{r}
3456 \\
896 \\
1280 \\
0
\end{array}
\left| \begin{array}{r}
256 \\
0,135 \\
\hline
\end{array} \right.
\quad
\begin{array}{r}
3,456 \\
896 \\
1280 \\
0
\end{array}
\left| \begin{array}{r}
25,6 \\
0,135 \\
\hline
\end{array} \right.$$

Un symbole indiqué par le paramètre `strikedecimalsepsymbol` est réservé pour montrer l'ancien emplacement de la virgule lorsqu'on effectue un décalage. La valeur par défaut de ce paramètre est vide ce qui fait que l'on ne voyait rien sur les exemples précédents.

source

`\opset{strikedecimalsepsymbol={\rlap{,}\rule[-1pt]{3pt}{0.4pt}}}`
`\opdiv[shiftdecimalsep=both]{3.456}{25.6}\quad`
`\opdiv[shiftdecimalsep=divisor]{3.456}{25.6}\quad`
`\opdiv[shiftdecimalsep=none]{3.456}{25.6}`

$$\begin{array}{r|l}
 3,456 & 25,600 \\
 34560 & 0,135 \\
 89600 & \\
 128000 & \\
 0 &
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{r|l}
 3,456 & 25,6 \\
 896 & 0,135 \\
 1280 & \\
 0 &
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{r|l}
 3,456 & 25,6 \\
 896 & 0,135 \\
 1280 & \\
 0 &
 \end{array}$$

La présence d'un symbole non vide pour le séparateur décimal barré peut laisser les zéros non significatifs au niveau des opérands.

$$\begin{array}{r|l}
 0 \times 3,456 & 2,56 \\
 896 & 0,0135 \\
 1280 & \\
 0 &
 \end{array}$$

source

```

\opdiv[shiftdecimalsep=divisor,
  strikedecimalsepsymbol=%
  \hspace{-3pt}\tiny$\times$]
{0.03456}{2.56}

```

Comme nous l'avons déjà vu, la macro `\opdiv` donne un quotient entier, cela même si les opérands sont non entières. Il est un peu bizarre de vouloir réaliser une division euclidienne sur des nombres non entiers et la macro `\opdiv` sera assez stricte sur sa présentation. Les paramètres `maxdivstep`, `safedivstep` et `period` seront sans effet ainsi que le paramètre `shiftdecimalsep`, les deux opérands étant rendues entières.

$$\begin{array}{r|l}
 3457 & 7 \times 00 \\
 657 & 4
 \end{array}$$

source

```

\opdiv[strikedecimalsepsymbol=%
  \hspace{-3pt}\tiny$\times$]
{34.57}{7}

```

Lorsque les opérands sont négatives, l'affichage en ligne de `\opdiv` différera des données obtenues avec l'affichage posée. Le reste sera nécessairement un nombre compris entre zéro (inclus) et la valeur absolue du diviseur (exclu).

$$\begin{array}{l}
 124 \div 7 \approx 17,71428571 \\
 124 = 7 \times 17 + 5 \\
 124 = -7 \times -17 + 5 \\
 -124 = 7 \times -18 + 2 \\
 -124 = -7 \times 18 + 2
 \end{array}$$

source

```

\opdiv[style=text]{124}{7}\par
\opdiv[style=text]{124}{7}\par
\opdiv[style=text]{124}{-7}\par
\opdiv[style=text]{-124}{7}\par
\opdiv[style=text]{-124}{-7}

```

Cette condition sur le reste reste valable même avec un diviseur non entier.

$$\begin{array}{l}
 1,24 = 0,7 \times 1 + 0,54 \\
 1,24 = -0,7 \times -1 + 0,54 \\
 -1,24 = 0,7 \times -2 + 0,16 \\
 -1,24 = -0,7 \times 2 + 0,16
 \end{array}$$

source

```

\opdiv[style=text]{1.24}{0.7}\par
\opdiv[style=text]{1.24}{-0.7}\par
\opdiv[style=text]{-1.24}{0.7}\par
\opdiv[style=text]{-1.24}{-0.7}

```

Chapitre 4

Autres commandes

4.1 Macros étoilées

Les cinq macros vues au chapitre précédent ont une version étoilée. Ces macros étoilées réalisent le calcul mais ne procèdent à aucun affichage, le résultat étant stocké dans une variable donnée en dernier argument.

Comme ces commandes n'affichent rien, les paramètres ne seront pas acceptés pour les macros `\opadd*`, `\opsub*`, `\opmul*` et `\opdiv*`. En revanche, les paramètres `maxdivstep`, `safedivstep` et `period` influencent les calculs et la macro `\opdiv*` acceptera donc un argument optionnel pour pouvoir en tenir compte.

$256 + 1 = 257$

```
source
\opmul*{2}{2}{a}%
\opmul*{a}{a}{a}\opmul*{a}{a}{a}%
\opadd[style=text]{a}{1}
```

Pour les macros `\opdiv` et `\opdiv*`, il y aura deux arguments supplémentaires pour pouvoir recevoir le quotient et le reste final.

$16 \times -5 = -80$
 $-80 + -8 = -88$

```
source
\opdiv*[maxdivstep=1]{-88}{16}{q}{r}%
\opmul*{q}{16}{bq}%
\opmul[style=text]{16}{q}\par
\opadd[style=text]{bq}{r}
```

4.2 Entrées-sorties

La macro `\opcopy` recopie son premier argument dans son deuxième argument. Le premier argument est donc un nombre écrit sous forme décimale ou via une variable alors que le second sera considérée comme un nom de variable.

La macro `\opprint` affiche son argument. L'exemple qui suit utilise le compteur `\time` qui indique le nombre de minutes écoulés depuis minuit.

Il est 23 heures et 0 minutes

```
source
\opdiv*{\the\time}{60}{h}{m}%
Il est \opprint{h}~heures et
\opprint{m}~minutes
```

On verra à la section 4.4 comment améliorer cet affichage avec des tests.

La macro `\opdisplay` affiche également un nombre mais en écrivant chaque chiffre dans une boîte de largeur donnée par `columnwidth` et de hauteur donnée par `lineheight`. Le style est spécifié par le premier argument et cette macro accepte un argument optionnel pour permettre de donner un style particulier aux chiffres individuels.

1 2 9,1 9 2

```
source
\opdisplay[resultstyle.1=\bfseries,
resultstyle.-2=\bfseries]
{resultstyle}{129.192}
```

Les macros `\oplput` et `\oprput` permettent de placer un objet à un emplacement déterminé. La syntaxe de ces commandes ne suit pas celle des autres macros de `xlop` puisque l'emplacement est indiqué sous forme de coordonnées entre parenthèses. Les coordonnées utilisent `\opcolumwidth` et `\oplineheight` comme unités ce qui permet à l'utilisateur de construire lui-même ses propres « opérations ».

```
source
\psset{xunit=\opcolumwidth,
yunit=\oplineheight}%
\psgrid[subgriddiv=1,gridlabels=7pt,
griddots=5](0,1)(10,-2)
\oplput(2,0){Bonjour}
\oprput(8,-1){le monde}
$\bullet$
```

Sur l'exemple ci-dessus, on peut voir que ces deux macros ne modifient pas le point de référence. Elles prennent même la précaution d'inhiber l'espace automatique qui les suit pour qu'il ne soit pas nécessaire de mettre un % en fin de ligne.

Les macros `\ophline` et `\opvline` complète les deux précédentes pour donner à l'utilisateur les outils lui permettant de construire ses propres opérations. La macro `\ophline` permet de placer un trait horizontal dont la longueur est donné par le paramètre qui suit les coordonnées. La macro `\opvline` fait de même avec les traits verticaux. On rappelle que les paramètres `hrulewidth` et `vrulewidth` indiquent les épaisseurs respectives de ces types de traits.

```
source
\par\vspace{2\oplineheight}
\oplput(1,2){0}\oplput(2,2){N}\oplput(3,2){E}
\oplput(0,1.5){$+$}
\oplput(1,1){0}\oplput(2,1){N}\oplput(3,1){E}
\ophline(0,0.8){4}
\oplput(1,0){T}\oplput(2,0){W}\oplput(3,0){0}
```

$$\begin{array}{r} \text{O N E} \\ + \text{O N E} \\ \hline \text{T W O} \end{array}$$

La macro `\opexport` permet d'exporter un nombre dans une macro. Il s'agit d'un ajout de la version 0.23 qui est très utile pour faire dialoguer xlop avec le monde extérieur. Le premier argument est un nombre au sens xlop, c'est-à-dire soit un nombre écrit directement avec des chiffres, soit un nom de variable. Le nombre sera écrit sous une forme directement compréhensible par T_EX dans le deuxième argument qui doit donc être un nom de macro. On notera cependant que le séparateur décimal sera celui désigné par `decimalsepsymbol` débarrassé de ses éventuelles accolades.

<pre>macro:->15,70796327</pre>	<p style="margin: 0;">source</p> <pre>\opmul*{5}{3.141592654}{C} \opexport{C}{\fivepi} \texttt{\meaning\fivepi}</pre>
-----------------------------------	---

On peut se servir de cette macro, par exemple, pour afficher des nombres calculés par xlop dans un tableau avec un alignement décimal ou encore pour initialiser un compteur ou une longueur (ne pas oublier l'unité dans ce dernier cas).

4.3 Chiffres d'un nombre

Les macros `\opwidth`, `\opintegerwidth` et `\opdecimalwidth` indiquent respectivement le nombre de chiffres du nombre dans sa totalité, de sa partie entière et de sa partie décimale. Le premier argument est le nombre sur lequel s'effectue le comptage et le second argument indique la variable où sera stocké le résultat.

<p>123456,1234 s'écrit avec 10 chiffres (6 en partie entière et 4 en partie décimale).</p>	<p style="margin: 0;">source</p> <pre>\opcopy{123456.1234}{a}% \opwidth{a}{na}% \opintegerwidth{a}{ia}% \opdecimalwidth{a}{da}% \opprint{a} s'\ 'ecrit avec \opprint{na} chiffres (\opprint{ia} en partie enti\ 'ere et \opprint{da} en partie d\ 'ecimale).</pre>
--	--

La macro `\opunzero` permet de supprimer les zéros non significatifs du nombre passé en argument.

<p>Avant : 00150,00250 Après : 150,0025</p>	<p style="margin: 0;">source</p> <pre>\opcopy{00150.00250}{a}% Avant : \opprint{a}\par \opunzero{a}% Apr\ 'es : \opprint{a}</pre>
---	---

Les macros `\integer` et `\opdecimal` donnent respectivement la partie entière et la partie décimale d'un nombre. Le premier argument est le nombre à traiter et le second est la variable qui contiendra le résultat.

Partie entière : 37
Partie décimale : 69911

source
<code>\opcopy{-37.69911}{a}%</code>
<code>\opinteger{a}{ia}%</code>
<code>\opdecimal{a}{da}%</code>
Partie enti\`ere : <code>\opprint{ia}\par</code>
Partie d\`ecimale : <code>\opprint{da}</code>

Six macros servent à écrire ou lire un chiffre d'un nombre. On peut lire ou écrire un chiffre selon son rang dans le nombre, dans sa partie entière ou dans sa partie décimale. Les chiffres pour le nombre dans sa totalité ou pour sa partie entière sont numérotés de droite à gauche et, pour sa partie décimale de gauche à droite. Ainsi, avec le nombre 1234,56789, le deuxième chiffre est 8, le deuxième chiffre de sa partie entière est 3 et le deuxième chiffre de sa partie décimale est 6. Il est alors facile de deviner le rôle respectif des six macros :

- `opgetdigit`;
- `opsetdigit`;
- `opgetintegerdigit`;
- `opsetintegerdigit`;
- `opgetdecimaldigit`;
- `opsetdecimaldigit`;

La syntaxe est la même pour ces six macros. Le premier argument est le nombre sur lequel doit porter la lecture ou l'écriture, le deuxième argument est l'index donnant la position du chiffre et le troisième argument est le nom de la variable qui contiendra le chiffre lu ou bien ce qui devra être écrit. Si l'index est en dehors du nombre, les macros de lecture donneront 0 comme résultat et les macros d'écriture étendront le nombre pour pouvoir atteindre cet index en créant des zéros dans les nouvelles positions.

4.4 Comparaisons

Lorsqu'on désire concevoir des macros évoluées, il est très souvent utile de pouvoir réaliser des tests. Pour cela, `xlop` met à disposition la macro `\opcmp` dont les deux arguments sont des nombres et qui mettra à jour les tests `\ifopgt`, `\ifopge`, `\ifople`, `\ifoplt`, `\ifopeq` et `\ifopneq` pour respectivement indiquer que la première opérande est strictement supérieure, supérieure, inférieure, strictement inférieure, égale ou différente de la seconde opérande.

Pour des raisons techniques, `xlop` donne des définitions globales aux six tests précédents. Ceux-ci ne seront donc pas protégés par les groupes. Comme ces tests sont utilisés par un grand nombre de macros de `xlop`, une conséquence pratique est qu'il faut *toujours* réaliser les tests `\ifop` . . . immédiatement après le `\opcmp`, ou, du moins, avant toute autre utilisation de macros de `xlop` sous peine de bogues éventuels difficiles à comprendre!

On va reprendre la macro d'affichage de l'heure donnée à la section 4.2 mais en vérifiant si l'argument est compris entre 0 (inclus) et 1440 (exclu)

puis en réalisant les tests nécessaires pour voir si « heure » doit être ou non au pluriel ainsi que « minute ».

```

source
\newcommand\heure[1]{%
  \opcmp{#1}{0}\ifopge
  \opcmp{#1}{1440}\ifoplt
  \opdiv*{#1}{60}{h}{m}%
  \opprint{h} heure%
  \opcmp{h}{1}\ifopgt
  s%
  \fi
  \opcmp{m}{0}\ifopneq
  \space\opprint{m} minute%
  \opcmp{m}{1}\ifopgt
  s%
  \fi
  \fi
  \fi\fi
}
\heure{60} -- \heure{1080} -- \heure{1081} -- \heure{1082}

```

1 heure – 18 heures – 18 heures 1 minute – 18 heures 2 minutes

4.5 Opérations évoluées

Les macros qui nous restent à voir proviennent soit de commandes utilisées de façon interne et qu'il aurait été dommage de ne pas rendre publiques, soit de demandes d'utilisateurs.

Les macros utilisées de façon interne sont `\opgcd` qui donne le pgcd de deux nombres et `\opdivperiod` qui donne la longueur de la période d'un quotient de deux nombres. Pour des raisons d'efficacité, ces macros n'utilisent pas les nombres de `xlop` mais des nombres directement accessibles à \TeX . Cela a pour conséquence que les nombres passés en paramètres dans les deux premiers arguments ne devront pas dépasser la valeur 2147483647 pour `\opgcd` et 214748364 pour `\opdivperiod`. Un message d'avertissement rappellera à l'ordre en cas de dépassement. Le résultat sera stocké dans la variable indiquée en troisième paramètre.

Il y aura également quelques vérifications sur les deux premiers paramètres. Un pgcd ne peut pas avoir d'argument nul et le calcul de la longueur d'une période ne pourra pas se faire avec un quotient nul. D'autre part, si un nombre non entier est passé en paramètre, seule la partie entière sera prise en compte.

$\text{pgcd}(5376, 2304) = 768$

```

source
\opcopy{5376}{a}%
\opcopy{2304}{b}%
\opgcd{a}{b}{gcd(ab)}%
\newcommand\pgcd{%
  \mathop{\mathrm{pgcd}}}%
$\pgcd(\opprint{a},\opprint{b}) =
  \opprint{gcd(ab)}$

```

Si vous voulez vous amuser à trouver de grandes périodes de divisions, sans entrer dans les détails mathématiques, les carrés de nombres premiers sont de bons candidats. Par exemple, avec $257^2 = 66049$ on trouve :

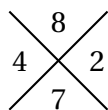
$\frac{1}{66049}$ a une période de longueur 65792.

```

source
\opdivperiod{1}{66049}{p}%
$\frac{1}{66049}$ a une p`eriode
de longueur $\opprint{p}$.

```

Les macros `\opcastingoutnines` et `\opcastingoutelevens` vont permettre de composer des preuves par neuf et par onze. L'extension `xlop` ne propose pas directement ces compositions puisqu'elles nécessitent des traits en diagonal et donc le recours à d'autres extensions. En réalité, la macro `\opcastingoutnines` va faire la somme modulo 9 des chiffres du premier argument et stockera le résultat dans le second argument tandis que la macro `\opcastingoutelevens` fera la somme des chiffres de rangs impairs, la somme des chiffres de rangs pairs puis la différence modulo 11 de ces deux sommes.



```

source
\newcommand\castingoutnines[3]{%
  \opcastingoutnines{#1}{cna}%
  \opcastingoutnines{#2}{cnb}%
  \opmul*{cna}{cnb}{cna*cnb}
  \opcastingoutnines{cna*cnb}{cna*cnb}%
  \opcastingoutnines{#3}{cn(a*b)}%
  \begin{pspicture}(-3.5ex,-3.5ex)%
    (3.5ex,3.5ex)
    \psline(-3.5ex,-3.5ex)(3.5ex,3.5ex)
    \psline(-3.5ex,3.5ex)(3.5ex,-3.5ex)
    \rput(-2.75ex,0){\opprint{cna}}
    \rput(2.75ex,0){\opprint{cnb}}
    \rput(0,2.75ex){\opprint{cna*cnb}}
    \rput(0,-2.75ex){\opprint{cn(a*b)}}
  \end{pspicture}
}
\castingoutnines{157}{317}{49669}

```

Incidentement, cet exemple montre que $157 \times 317 \neq 49669$! La réponse correcte est $157 \times 317 = 49769$.

Les deux macros suivantes sont très simples. Il s'agit de `\opneg` qui calcule l'opposé de son premier argument et le sauvegarde dans la variable indi-

quée par le second argument et de `\opabs` qui réalise la même chose mais avec la valeur absolue.

La macro `\oppower` calcule des puissances entières. Cette macro demande trois paramètres, le troisième paramètre étant la variable recevant le résultat du premier paramètre à la puissance le deuxième paramètre. Le deuxième paramètre doit être un nombre entier. Lorsque le premier argument est nul, si le deuxième paramètre est nul, le résultat sera 1, s'il est strictement positif, le résultat sera nul et s'il est strictement négatif il y aura une erreur et aucun résultat ne sera fourni. Il n'y a aucune limitation sur le premier paramètre ce qui peut entraîner quelques problèmes. Par exemple :

source
<pre>\opcopy{0.8}{a}\opcopy{-17}{n}% \oppower{a}{n}{r}% \$\opprint{a}^{\opprint{n}} = \opprint{r}\$</pre>

$$0,8^{-17} = 44,4089209850062616169452667236328125$$

Avec 0,7 au lieu de 0,8, le problème aurait été encore pire :

source
<pre>\opcopy{0.7}{a}\opcopy{-8}{n}% \oppower{a}{n}{r}% \opdecimalwidth{r}{dr} \$\opprint{a}^{\opprint{n}}\$ a \opprint{dr} chiffres apr\`es la virgule.</pre>

$$0,7^{-8} \text{ a } 72 \text{ chiffres après la virgule.}$$

Cela est dû au fait que lorsque l'exposant est négatif, `xlop` calcule *d'abord* l'inverse du nombre pour *ensuite* calculer la puissance avec l'opposé de l'exposant. Si on avait laissé `-17` au lieu de `-8` dans l'exemple précédent, les capacités de `TEX` auraient été dépassées.

Les trois macros qui suivent permettent de contrôler la précision des nombres manipulés. Elles permettent de construire un nombre en donnant une valeur approchée par défaut, par excès ou un arrondi d'un nombre donné en précisant le rang où devra se faire l'arrondi. Ces macros sont respectivement `\opfloor`, `\opceil` et `\opround`. Elles demandent trois paramètres qui seront dans l'ordre le nombre de départ, le rang de l'arrondi et le nom de la variable qui contiendra le résultat.

Le rang est indiqué par une valeur entière donnant le nombre de chiffres après la virgule qui doivent être présents. Si le rang est négatif, l'arrondi se fera avant la virgule. Si le rang positif indique plus de chiffres que la partie décimale n'en a, des zéros seront ajoutés. Si le rang négatif indique plus de chiffres que la partie entière n'en a, l'arrondi restera bloqué pour donner au moins le premier chiffre du nombre.

Voici un tableau récapitulatif pour mieux comprendre le fonctionnement de ces trois macros.

\op...{3838.3838}{n}{r}			
n	floor	ceil	round
6	3838,383800	3838,383800	3838,383800
4	3838,3838	3838,3838	3838,3838
3	3838,383	3838,384	3838,384
0	3838	3839	3838
-1	3830	3840	3840
-2	3800	3900	3800
-6	3000	4000	4000

\op...{-3838.3838}{n}{r}			
n	floor	ceil	round
6	-3838,383800	-3838,383800	-3838,383800
4	-3838,3838	-3838,3838	-3838,3838
3	-3838,384	-3838,383	-3838,384
0	-3839	-3838	-3838
-1	-3840	-3830	-3840
-2	-3900	-3800	-3800
-6	-4000	-3000	-4000

Avec la version 0.26, xlop propose l'opération de racine carrée `\opsqrt`. Cette macro n'a pas la même syntaxe que les autres macros arithmétiques puisqu'il n'y a pas de forme étoilée. En réalité, il y a bien une façon d'afficher l'opération d'extraction de racine carrée mais elle n'est pas franchement courante. Je suis relativement âgé et mon grand-père me racontait qu'il l'avait vue lorsqu'il était à l'école. Ainsi, il y a une macro `\opgfsqrt` où le « gf » est pour « grandfather » (grand-père).

Voyons la première macro : celle qui calcule la racine carrée et qui stocke le résultat dans une variable xlop :

$\sqrt{2} \approx 1,4142135623$ source
`\opsqrt{2}{sqrt2}`
`$$\sqrt{2}\approx\opprint{sqrt2}$$`

Cette macro partage le paramètre `maxdivstep` avec les macros de division. Par exemple :

$\sqrt{2} \approx 1,414213562373095$ source
`\opsqrt[maxdivstep=15]{2}{sqrt2}`
`$$\sqrt{2}\approx\opprint{sqrt2}$$`

Pour la présentation à la « grand-père », je n'ai vraiment pas le courage d'expliquer tout le processus. Il se base sur l'identité remarquable $(a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$. Merci à Jean-Michel Sarlat d'avoir pris le temps de m'expliquer cette méthode afin que je puisse la coder dans xlop.

Voici un exemple avec le calcul de la racine carrée de 15 :

source

`\opgfsqrt[maxdivstep=5]{15}`

$ \begin{array}{r} 15 \\ - 09 \\ \hline 600 \\ - 544 \\ \hline 5600 \\ - 5369 \\ \hline 23100 \\ - 15484 \\ \hline 761600 \\ - 697041 \\ \hline 6455900 \\ - 6196704 \\ \hline 259196 \end{array} $	$ \begin{array}{r} 3,87298 \\ \hline 3 \times 3 = 9 \\ 68 \times 8 = 544 \\ 767 \times 7 = 5369 \\ 7742 \times 2 = 15484 \\ 77449 \times 9 = 697041 \\ 774588 \times 8 = 6196704 \end{array} $
---	--

Cette méthode est horrible, autant pour un humain que pour l'ordinateur. Par exemple, l'opération réellement effectuée par xlop se fonde sur la méthode de Héron.

La dernière macro qui nous reste à voir est `\opexpr` qui permet de réaliser le calcul d'une expression complexe. Cette macro demande deux paramètres : le premier est l'expression à calculer donnée sous forme infixe (la forme habituelle pour un humain) et le second est le nom de la variable qui contiendra le résultat.

Initialement, la formule devait être donnée sous forme polonaise inverse (la notation des calculatrices HP ou du langage PostScript par exemple) mais un travail commun avec Christophe Jorssen a finalement abouti à la possibilité de donner l'expression sous une forme plus agréable pour l'utilisateur.

Les formules acceptent les opérateurs arithmétiques habituels `+`, `-`, `*` et `/` ainsi que l'opérateur `:` pour la division euclidienne et `^` pour l'exponentiation. L'opérateur `-` a les deux rôles d'opérateur binaire de la soustraction et d'opérateur unaire pour l'opposé. L'opérateur `+` a également les deux rôles d'opérateur binaire de l'addition et d'opérateur unaire ne faisant ... rien! Les opérandes sont écrites sous forme décimale ou par l'intermédiaire de nom de variable cependant, la macro `\opexpr` va introduire une petite restriction sur les noms de variables puisque ceux-ci devront être différents des noms de fonctions reconnus par cette macro. Les fonctions accessibles sont :

- `abs(a)`;
- `ceil(a,i)`;
- `decimal(a)`;
- `floor(a,i)`;
- `gcd(a,b)`;
- `integer(a)`;
- `mod(a,b)` qui donne le résultat de a modulo b;
- `rest(a,b)` qui donne le reste de la division de a par b (la différence entre reste et modulo est la différence qui existe entre division non

euclidienne et division euclidienne);

— `round(a, i)`.

où les fonctions non décrites ci-dessus font appel aux macros correspondantes (la fonction `xxx` faisant appel à la macro `\opxxx`). Pour les fonctions `ceil`, `floor` et `round`, le nombre `i` indique le rang sur lequel doit se faire l'arrondi.

La macro `\opexpr` accepte un argument optionnel car elle peut réaliser des divisions et que ces divisions doivent pouvoir être contrôlées *via* les paramètres `maxdivstep`, `safedivstep` et `period`. Notre premier exemple est assez basique :

```
source
\opexpr{3--gcd(15*17,25*27)*2}{r}%
$3--\gcd(15\times17,25\times27)\times2 = \opprint{r}$
```

$$3 -- \gcd(15 \times 17, 25 \times 27) \times 2 = 33$$

Voici un autre exemple montrant que des données peuvent provenir d'une macro :

```
source
\newcommand\try{2}%
\opexpr{\try+1/
(\try+1/
(\try+1/
(\try+1/
(\try+1/
(\try)))))}{r}
La fraction continue de base $u_n=2$ vaut \opprint{r} au rang~5.
```

La fraction continue de base $u_n = 2$ vaut 2,414285714 au rang 5.

Annexe A

Aide-mémoire

A.1 Temps de compilation

Les temps de compilation ont été mesurés sur une machine à processeur Pentium II 600 MHz ayant 256 Mo de RAM et tournant sous Linux (Debian woody)¹. Le principe a été de faire un fichier TeX minimum dont le schéma général est donné par :

```
\input xlop
\count255=0
\loop
\ifnum\count255<1000
  <opération à tester>
  \advance\count255 by1
\repeat
\bye
```

Le temps de compilation avec <opération à tester> vide a été soustrait des autres tests et seul le temps utilisateur a été pris en compte. Les résultats sont donnés en millisecondes et sont évidemment à prendre avec beaucoup de précautions.

Le tableau suivant donne le temps de compilation des opérations en millisecondes. Les opérandes utilisés l'ont été avec une écriture sous forme de chiffres mais des essais avec des opérandes sous forme de noms de variable ont montré que les différences étaient vraiment minimes.

La première ligne indique le nombre de chiffres des deux opérandes. Ces nombres ont été construits de la façons suivantes :

- A = 1 et B = 9 pour un chiffre ;
- A = 12 et B = 98 pour deux chiffres ;
- A = 123 et B = 987 pour trois chiffres ;
- A = 12345 et B = 98765 pour cinq chiffres ;
- A = 1234567890 et B = 9876543210 pour dix chiffres ;

1. En réalité, ces mesures ont été effectuées en 2004 lors de la sortie de la version 0.2. L'auteur étant fainéant, il n'a pas repris ces tests avec son matériel actuel (bien plus performant)!

— A = 12345678901234567890 et B = 98765432109876543210 pour vingt chiffres;

Voici les résultats, quelques commentaires suivront :

	1	2	3	5	10	20
$\backslash\text{opadd}\{A\}\{B\}\{r\}$	1.1	1.4	1.6	2.1	3.3	5.8
$\backslash\text{opadd}\{B\}\{A\}\{r\}$	1.1	1.4	1.6	2.1	3.3	5.8
$\backslash\text{opsub}\{A\}\{B\}\{r\}$	1.7	2.1	2.4	3.0	4.8	8.3
$\backslash\text{opsub}\{B\}\{A\}\{r\}$	1.5	1.7	2.0	2.6	4.0	7.0
$\backslash\text{opmul}\{A\}\{B\}\{r\}$	4.6	6.3	8.2	12.8	29.9	87.0
$\backslash\text{opmul}\{B\}\{A\}\{r\}$	5.0	6.6	8.5	13.2	30.3	87.8
$\backslash\text{opdiv}\{A\}\{B\}\{q\}\{r\}$	46.4	53.8	53.8	64.3	85.8	124.7
$\backslash\text{opdiv}\{B\}\{A\}\{q\}\{r\}$	12.4	48.9	55.7	58.6	72.8	111.0
$\backslash\text{opdiv}[\text{maxdivstep}=5]\{A\}\{B\}\{q\}\{r\}$	26.8	30.0	32.6	37.6	49.5	73.5
$\backslash\text{opdiv}[\text{maxdivstep}=5]\{B\}\{A\}\{q\}\{r\}$	12.4	29.1	32.6	35.2	43.3	67.9
$\backslash\text{opidiv}\{A\}\{B\}\{q\}\{r\}$	10.8	12.2	13.5	16.0	22.3	35.5
$\backslash\text{opidiv}\{B\}\{A\}\{q\}\{r\}$	11.6	13.0	14.2	16.6	23.0	36.7
$\backslash\text{opidiv}\{A\}\{2\}\{q\}\{r\}$	10.7	12.0	15.3	22.3	42.9	83.0

Il est normal que l'inversion des opérandes n'ait aucune influence pour l'addition. Il peut alors sembler anormal qu'elle en ait une pour la soustraction mais en fait, avoir une seconde opérande supérieure à la première va entraîner quelques instructions supplémentaires (double inversion, gestion plus longue du signe du résultat).

Il est normal que le temps de la division soit supérieur à celui de la multiplication. Il peut alors sembler anormal que la division ait l'air de « rattraper » son retard. En fait, une multiplication voit sa complexité fortement augmenter avec la taille des opérandes mais la division normale est bloquée par le paramètre `maxdivstep`. On le voit bien sur l'exemple où on limite ce maximum à 5 étapes.

Quelques résultats semblent bizarres. Ainsi, $\backslash\text{opdiv}\{9\}\{1\}\{q\}\{r\}$ est anormalement rapide : cela est dû au fait d'avoir un quotient à un seul chiffre. Plus bizarre encore, $\backslash\text{opdiv}\{123\}\{987\}\{q\}\{r\}$ est plutôt rapide. Ici, l'explication est plus subtile : cela est dû à la présence de nombreux zéros au quotient.

Avec des opérandes de taille comparable, la division euclidienne est très rapide par rapport à la division non euclidienne. Cela est dû au fait que le quotient n'aura que peu de chiffres (un seul avec tous les nombres A et B). La dernière ligne du tableau est plus représentative des temps de compilation que l'on peut obtenir avec cette opération.

Toutes ces remarques sont faites pour bien insister sur la difficulté à évaluer un temps de compilation a priori : il dépend de trop de paramètres. Cela dit, le tableau permet d'avoir quand même une idée de ce à quoi il faut s'attendre.

A.2 Liste des macros

Macro	Description
<code>\opabs{n}{N}</code>	N reçoit la valeur absolue de n.
<code>\opadd[P]{n1}{n2}</code>	Affiche le résultat de l'opération $n1+n2$.
<code>\opadd*{n1}{n2}{N}</code>	Calcule $n1+n2$ et place le résultat dans N.
<code>\opcastingoutelevens{n}{N}</code>	Calcule la différence (modulo 11) de la somme des chiffres de rang impair et de la somme des chiffres de rang pair de n et place le résultat dans N.
<code>\opcastingoutnines{n}{N}</code> .	Calcule la somme modulo 9 des chiffres de n et place le résultat dans N.
<code>\opceil{n}{T}{N}</code>	Place dans N la valeur approchée par excès de n au rang T.
<code>\opcmp{n1}{n2}</code>	Compare les nombres n1 et n2 et réalise la mise à jour correspondante des tests <code>\ifopeq</code> , <code>\ifopneq</code> , <code>\ifopgt</code> , <code>\ifopge</code> , <code>\ifople</code> et <code>\ifoplt</code> .
<code>\opcopy{n}{N}</code>	Copie le nombre n dans N.
<code>\opdecimal{n}{N}</code>	Copie la partie décimale (nombre entier positif) de n dans N.
<code>\opdecimalwidth{n}{N}</code>	Le nombre N reçoit la largeur de la partie décimale du nombre n.
<code>\opdisplay[P]{S}{n}</code>	Affiche le nombre n avec le style S en plaçant chaque chiffre dans une boîte de largeur <code>\opcolumnwidth</code> et de hauteur <code>\oplineheight</code> .
<code>\opdiv[P]{n1}{n2}</code>	Affiche le résultat de l'opération $n1/n2$.
<code>\opdiv*[P]{n1}{n2}{N1}{N2}</code>	Calcule $n1/n2$, place le quotient dans N1 et le reste dans N2.
<code>\opdivperiod{T1}{T2}{N}</code>	Calcule la longueur de la période de la division de T1 par T2 et place le résultat dans N.
<code>\opexport[P]{n}\cmd</code>	Copie le nombre n dans la macro <code>\cmd</code> .
<code>\opexpr[P]{F}{N}</code>	Évalue la formule F et place le résultat final dans le nombre N.
... à suivre ...	

Macro	Description
<code>\opfloor{n}{T}{N}</code>	Place dans N la valeur approchée par défaut de n au rang T.
<code>\opgcd{T1}{T2}{N}</code>	Calcule le pgcd de T1 et T2 et place le résultat dans N.
<code>\opgetdecimaldigit{n}{T}{N}</code>	Construit le nombre N avec le seul chiffre situé en Tième position de la partie décimale du nombre n.
<code>\opgetdigit{n}{T}{N}</code>	Construit le nombre N avec le seul chiffre situé en Tième position du nombre n.
<code>\opgetintegerdigit{n}{T}{N}</code>	Construit le nombre N avec le seul chiffre situé en Tième position de la partie entière du nombre n.
<code>\opgfsqrt{n}</code>	Affiche la façon ancienne d'afficher le calcul de la racine carrée de n.
<code>\ophline(T1,T2){T3}</code>	Trace un trait horizontal de longueur T3, d'épaisseur hrulewidth et débutant en (T1, T2) par rapport au point de référence.
<code>\opidiv[P]{n1}{n2}</code>	Affiche le résultat de l'opération $n1/n2$ (division euclidienne, c'est-à-dire avec un quotient entier).
<code>\opidiv*{n1}{n2}{N1}{N2}</code>	Calcule $n1/n2$ (division euclidienne), place le quotient (entier) dans N1 et le reste (compris entre 0 inclus et $ n2 $ exclu) dans N2.
<code>\opinteger{n}{N}</code>	Copie la partie entière (nombre entier positif) de n dans N.
<code>\opintegerwidth{n}{N}</code>	Le nombre N reçoit la longueur de la partie entière du nombre n.
<code>\oplput(T1,T2){<objet>}</code>	Place <objet> à droite du point situé en (T1, T2) par rapport au point de référence.
<code>\opmul[P]{n1}{n2}</code>	Affiche le résultat de l'opération $n1*n2$.
<code>\opmul*{n1}{n2}{N}</code>	Calcule $n1*n2$ et place le résultat dans N.
<code>\opneg{n}{N}</code>	Le nombre N reçoit l'opposé de n.
<code>\oppower{n}{T}{N}</code>	Calcule n à la puissance T et place le résultat dans N.
<code>\opprint{n}</code>	Affiche le nombre n de façon directe.
<code>\opround{n}{T}{N}</code>	Place dans N la valeur arrondie de n au rang T.
... à suivre ...	

Macro	Description
<code>\oprput(T1, T2){<objet>}</code>	Place <objet> à gauche du point situé en (T1, T2) par rapport au point de référence.
<code>\opset{L}</code>	Effectue une affectation globale des paramètres de xlop désignés dans la liste L.
<code>\opsetdecimaldigit{n}{T}{N}</code>	Modifie le Tième chiffre de la partie décimale de N pour qu'il soit égal à n.
<code>\opsetdigit{n}{T}{N}</code>	Modifie le Tième chiffre de N pour qu'il soit égal à n.
<code>\opsetintegerdigit{n}{T}{N}</code>	Modifie le Tième chiffre de la partie entière de N pour qu'il soit égal à n.
<code>\opsqrt{n}{N}</code>	Mémoire la racine carrée de n dans N.
<code>\opsub[P]{n1}{n2}</code>	Affiche le résultat de l'opération n1-n2.
<code>\opsub*{n1}{n2}{N}</code>	Calcule n1-n2 et place le résultat dans N.
<code>\opunzero{N}</code>	Supprime les zéros non significatifs du nombre N.
<code>\opvline(T1, T2){T3}</code>	Trace un trait vertical de longueur T3, d'épaisseur hrulewidth et débutant en (T1, T2) par rapport au point de référence.
<code>\opwidth{n}{N}</code>	Le nombre N reçoit le nombre de chiffres du nombre n.

Dans ce tableau, les paramètres :

- n et ni (où i représente un indice) indiquent que le paramètre doit être un nombre donné sous forme décimale ou sous forme d'un nom de variable;
- N et Ni (où i représente un indice) indiquent que le paramètre doit être un nombre donné sous forme d'un nom de variable;
- [P] indique que la macro accepte un paramètre optionnel permettant de modifier les paramètres de xlop;
- T et Ti (où i représente un indice) indiquent que le paramètre doit être un nombre donné sous forme décimale ou sous forme d'un nom de variable mais ne devant pas excéder la taille des nombres directement acceptables par T_EX ($-2147483648 \leq T \leq 2147483647$ en l'occurrence).

A.3 Liste des paramètres

Paramètre	Défaut	Signification
afterperiodsymbol	$\$ \backslash \text{ldots} \$$	Symbole utilisé à la suite de la période d'une division.
approxsymbol	$\$ \backslash \text{approx} \$$	Symbole utilisé comme relation d'égalité approximative dans les opérations en ligne.
equalsymbol	$\{ \$ = \$ \}$	Symbole utilisé comme relation d'égalité dans les opérations en ligne.
addsymbol	$\$ + \$$	Symbole utilisé comme opérateur d'addition.
subsymbol	$\$ - \$$	Symbole utilisé comme opérateur de soustraction.
multsymbol	$\$ \backslash \text{times} \$$	Symbole utilisé comme opérateur de multiplication.
divsymbol	$\$ \backslash \text{div} \$$	Symbole utilisé comme opérateur de division pour les opérations en ligne.
decimalsepsymbol	.	Symbole utilisé comme séparateur décimal.
strikedecimalsepsymbol		Symbole utilisé pour un séparateur décimal déplacé au niveau du dividende et du diviseur dans les divisions posées.
shiftintermediarysymbol	$\$ \backslash \text{cdot} \$$	Symbole utilisé pour montrer les décalages des nombres intermédiaires dans les multiplications posées.
displayshiftintermediary	shift	Indique que le caractère de décalage dans les multiplications sera affiché uniquement pour le décalage supplémentaire (valeur shift), pour tous les décalages (valeur all) ou jamais (valeur none).
voperation	bottom	Type d'alignement vertical d'une opération posée. La valeur bottom indique que le bas de l'opération sera au niveau de la ligne de base. La valeur top indique que la première ligne de l'opération sera sur la ligne de base. La valeur center indique que l'opération sera centrée verticalement sur la ligne de base.
... à suivre ...		

Paramètre	Défaut	Signification
voperator	center	Positionnement vertical de l'opérateur dans les opérations posées. La valeur top place l'opérateur au niveau de la première opérande. La valeur bottom place l'opérateur au niveau de la seconde opérande. La valeur center place l'opérateur entre les deux opérandes.
hfactor	decimal	Type d'alignement des opérandes dans les multiplications posées. La valeur decimal indique un alignement sur la virgule. La valeur right indique une composition au fer à droite.
vruleperiod	-0.2	Position verticale du trait indiquant la période du quotient dans les divisions en ligne.
dividendbridge	false	Indique si le « pont » au-dessus du dividende est présent ou non.
shiftdecimalsep	both	Indique la façon dont se fait le décalage de virgule au niveau des opérandes d'une division posée. La valeur both indique que le décalage doit rendre le diviseur et le dividende entiers. La valeur divisor indique que le décalage doit rendre le diviseur entier. La valeur none indique qu'il n'y aura aucun décalage.
maxdivstep	10	Nombre d'étapes maximum d'une division.
safedivstep	50	Nombre d'étapes maximum d'une division lors d'un arrêt sur période.
period	false	Indique si la division doit s'arrêter sur une détection de période ou non.
deletezero	true	Indique si on affiche (false) ou on supprime (true) les zéros non significatifs.
carryadd	true	Indique si les retenues doivent être affichées pour les additions posées.
carrysub	false	Indique si les retenues doivent être affichées pour les soustractions posées.
offsetcarry	-0.35	Décalage horizontal pour les retenues dans les soustractions posées.
style	display	Indique si l'opération doit être en ligne (text) ou posée (display).
... à suivre ...		

Paramètre	Défaut	Signification
<code>displayintermediary</code>	<code>nonzero</code>	Indique si les résultats intermédiaires doivent être affichés (<code>all</code>) ou seulement les non nuls (<code>nonzero</code>) ou aucun (valeur <code>none</code>) dans les multiplications et les divisions.
<code>lastcarry</code>	<code>false</code>	Indique si la retenue au niveau d'une absence de chiffre devra être affichée ou non.
<code>parenthesisnegative</code>	<code>none</code>	Comportement à adopter pour l'affichage des nombres négatifs dans les opérations en lignes. La valeur <code>none</code> les affiche sans parenthèse, <code>all</code> les mettra systématiquement les nombres négatifs entre parenthèses et <code>last</code> les mettra entre parenthèses sauf pour la première valeur d'une expression.
<code>columnwidth</code>	<code>2ex</code>	Largeur des boîtes contenant un chiffre.
<code>lineheight</code>	<code>\baselineskip</code>	Hauteur des boîtes contenant un chiffre.
<code>decimalsepwidth</code>	<code>Opt</code>	Largeur de la boîte contenant le séparateur décimal.
<code>decimalsepoffset</code>	<code>Opt</code>	Décalage horizontal du séparateur décimal.
<code>hrulewidth</code>	<code>0.4pt</code>	Épaisseur des lignes horizontales.
<code>vrulewidth</code>	<code>0.4pt</code>	Épaisseur des lignes verticales.
<code>behaviorsub</code>	<code>silent</code>	Comportement de <code>xlop</code> face à une soustraction « impossible », c'est-à-dire une soustraction ayant ses deux opérands positives avec une seconde opérande strictement supérieure à la première. La valeur <code>silent</code> effectuera l'opération en permutant les opérands de façon silencieuse. La valeur <code>warning</code> fera de même mais en émettant un message d'avertissement. Enfin, la valeur <code>error</code> affichera un message d'erreur et l'opération ne sera pas effectuée.
<code>country</code>	<code>french</code>	Indique le comportement des opérations posées en fonction du pays. L'extension prévoit pour l'instant <code>french</code> , <code>american</code> et <code>russian</code> mais les différentes façons de présenter les opérations ne sont pas implantées dans la version 0.2.
... à suivre ...		

Paramètre	Défaut	Signification
operandstyle		Style utilisé pour les opérandes.
resultstyle		Style utilisé pour les résultats.
remainderstyle		Style utilisé pour les restes.
intermediarystyle		Style utilisé pour les résultats intermédiaires (nombres intermédiaires dans une multiplication et nombres à soustraire dans une division où apparaissent les soustractions successives).
carrystyle	<code>\scriptsize</code>	Style utilisé pour les retenues. La valeur par défaut lorsqu'on ne compile pas sous \LaTeX est <code>\sevenrm</code> .

Annexe B

Trucs et astuces

B.1 Comparaison avec calc et fp

On pourrait croire que xlop puisse remplacer avantageusement des extensions telles que calc et fp. En réalité, c'est un peu plus compliqué que cela. Bien sûr, xlop permet des calculs complexes et sur des nombres comportant un nombre arbitraire de chiffres mais, contrairement à calc, il ne permet pas de gérer directement les unités. La comparaison avec fp est un peu plus réaliste mais il ne faut pas perdre de vue que xlop peut devenir gourmand en mémoire et en temps de calcul.

Si vous voulez vraiment réaliser des calculs sur des longueurs, vous pouvez toujours utiliser le fait qu'une affectation d'un registre de longueur à un compteur donnera un nombre correspondant à cette longueur avec l'unité sp.

```
source
\newcommand\getsize[2]{%
  \dimen0=#1\relax
  \count255=\dimen0
  \opcopy{\the\count255}{#2}}
\getsize{1pt}{r}$1\, \mathrm{pt}=\opprint{r}\, \mathrm{sp}$\quad
\getsize{1pc}{r}$1\, \mathrm{pc}=\opprint{r}\, \mathrm{sp}$\quad
\getsize{1in}{r}$1\, \mathrm{in}=\opprint{r}\, \mathrm{sp}$\quad
\getsize{1bp}{r}$1\, \mathrm{bp}=\opprint{r}\, \mathrm{sp}$\quad
\getsize{1cm}{r}$1\, \mathrm{cm}=\opprint{r}\, \mathrm{sp}$\quad
\getsize{1mm}{r}$1\, \mathrm{mm}=\opprint{r}\, \mathrm{sp}$\quad
\getsize{1dd}{r}$1\, \mathrm{dd}=\opprint{r}\, \mathrm{sp}$\quad
\getsize{1cc}{r}$1\, \mathrm{cc}=\opprint{r}\, \mathrm{sp}$\quad
\getsize{1sp}{r}$1\, \mathrm{sp}=\opprint{r}\, \mathrm{sp}$\quad
```

1 pt = 65536 sp 1 pc = 786432 sp 1 in = 4736286 sp 1 bp = 65781 sp
1 cm = 1864679 sp 1 mm = 186467 sp 1 dd = 70124 sp 1 cc = 841489 sp
1 sp = 1 sp

N'oubliez cependant pas que le but principal de xlop est d'*afficher* automatiquement les opérations.

Muni de la macro `\getsize`, il est possible de réaliser des calculs sur des longueurs.

La surface d'empage-
ment est de 308,10 cm²

```

source
\getsize{1cm}{u}%
\getsize{\textwidth}{w}%
\getsize{\textheight}{h}%
\opexpr{w*h/u^2}{S}%
\opround{S}{2}{S}%
La surface d'empagement est de
\opprint{S}\,$\mathrm{cm}^2$

```

B.2 Création d'opérations complexes

L'utilisation des macros de xlop associées au mécanisme de boucle de T_EX permet de créer des opérations à volonté. Nous ne donnerons que deux exemples. Le premier est la décomposition d'un nombre en facteurs premiers, le second est un calcul général de fraction continue.

```

source
\newcount\primeindex
\newcount\tryindex
\newif\ifprime
\newif\ifagain
\newcommand\getprime[1]{%
  \opcopy{2}{P0}%
  \opcopy{3}{P1}%
  \opcopy{5}{try}
  \primeindex=2
  \loop
    \ifnum\primeindex<#1\relax
      \testprimality
      \ifprime
        \opcopy{try}{P\the\primeindex}%
        \advance\primeindex by1
      \fi
      \opadd*{try}{2}{try}%
      \ifnum\primeindex<#1\relax
        \testprimality
        \ifprime
          \opcopy{try}{P\the\primeindex}%
          \advance\primeindex by1
        \fi
        \opadd*{try}{4}{try}%
      \fi
    \repeat
}
\newcommand\testprimality{%
  \begingroup
  \againtrue

```

```

\global\primetrue
\tryindex=0
\loop
  \opidiv*{try}{P\the\tryindex}{q}{r}%
  \opcmp{r}{0}%
  \ifoeq \global\primefalse \againfalse \fi
  \opcmp{q}{P\the\tryindex}%
  \ifoplt \againfalse \fi
  \advance\tryindex by1
\ifagain
\repeat
\endgroup
}

```

Avec ce code, on dispose d'un moyen de créer une liste de nombres premiers (en l'occurrence les 20 premiers).

2, 3, ..., 29, ...71.

```

source
\getprime{20}%
\opprint{P0}, \opprint{P1}, \ldots,
\opprint{P9}, \ldots \opprint{P19}.

```

On notera toutefois que ce code est très mauvais, il est excessivement lent et n'apporte rien par rapport à une approche directe avec des nombres manipulés par les opérations natives de \TeX . Ce n'est qu'un exemple pédagogique. On notera également l'astuce permettant d'emboîter deux boucles avec la macro `\testprimality` entièrement mise dans un groupe : s'il est nécessaire de rendre les affectations `\primetrue` et `\primefalse` globales, les opérations de `xlop` rendent leurs résultats globaux directement.

Une fois que vous avez votre « table » de nombres premiers, vous pouvez vous en servir pour décomposer un nombre en facteurs premiers.

```

source
\newcommand\primedecomp[2][nil]{%
\begingroup
  \opset{#1}%
  \opcopy{#2}{NbtoDecompose}%
  \opabs{NbtoDecompose}{NbtoDecompose}%
  \opinteger{NbtoDecompose}{NbtoDecompose}%
  \opcmp{NbtoDecompose}{0}%
  \ifoeq
    Je refuse de d'ecomposer z'ero.
  \else
    \setbox1=\hbox{\opdisplay{operandstyle.1}%
      {NbtoDecompose}}%
    {\setbox2=\box2{}}%
    \count255=1
    \primeindex=0
    \loop
    \opcmp{NbtoDecompose}{1}\ifopneq

```

```

\opdiv*{NbtoDecompose}{P\the\primeindex}{q}{r}%
\opcmp{0}{r}\ifopeq
\ifvoid2
\setbox2=\hbox{%
\opdisplay{intermediarystyle.\the\count255}%
{P\the\primeindex}}%
\else
\setbox2=\vtop{%
\hbox{\box2}
\hbox{%
\opdisplay{intermediarystyle.\the\count255}%
{P\the\primeindex}}}
\fi
\opcopy{q}{NbtoDecompose}%
\advance\count255 by1
\setbox1=\vtop{%
\hbox{\box1}
\hbox{%
\opdisplay{operandstyle.\the\count255}%
{NbtoDecompose}}}
}%
\else
\advance\primeindex by1
\fi
\repeat
\hbox{\box1
\kern0.5\opcolumnwidth
\opvline(0,0.75){\the\count255.25}
\kern0.5\opcolumnwidth
\box2}%
\fi
\endgroup
}

\getprime{20}%
\primedecomp[operandstyle.2=\red,
intermediarystyle.2=\red]{252}

```

2 5 2	2
1 2 6	2
6 3	3
2 1	3
7	7
1	

Dans ce code, on notera l'emploi d'un groupe entourant l'ensemble de la macro pour protéger les modifications de paramètres de xlop. À ce propos, on notera également qu'un paramètre vide n'est pas accepté. C'est tout à

fait volontaire, l'auteur de l'extension pensant qu'un utilisateur tapant des crochets sans rien mettre à l'intérieur est sans doute en train de commettre une erreur. Pour pallier à cette impossibilité de transmettre un paramètre vide il existe le paramètre particulier `ni1` qui a exactement ce rôle.

On notera enfin l'astuce `{\setbox2=\box2}` qui permet d'obtenir un registre de boîte vide et les manipulations finales permettant de représenter la barre verticale de façon lisible.

Le second exemple permet de calculer une fraction continue du type :

$$a_0 + \frac{1}{a_1 + \frac{1}{a_2 + \frac{1}{a_3 + \dots}}}$$

en donnant la suite $a_0, a_1, a_2, a_3, \dots$ à la macro. L'exemple donne les fractions correspondant au nombre d'or et aux racines carrées de 2 et 3.

```

source
\begingroup
\catcode'\:=12
\long\gdef\continuedfraction#1#2{%
  \let\@mirror\relax
  \@for\op@Nb:=#1\do
  {%
    \ifx\@mirror\relax
      \edef\@mirror{\op@Nb}%
    \else
      \edef\@mirror{\op@Nb,\@mirror}%
    \fi
  }%
  \let\Op@result\relax
  \@for\op@Nb:=\@mirror\do
  {%
    \ifx\Op@result\relax
      \opcopy{\op@Nb}{result}%
    \else
      \opexpr{\op@Nb+1/result}{result}%
    \fi
  }%
  \opcopy{result}{#2}%
}
\endgroup
\continuedfraction{1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1}{r}\opprint{r}\quad
\continuedfraction{1,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2}{r}\opprint{r}\quad
\continuedfraction{1,1,2,1,2,1,2,1,2,1,2,1}{r}\opprint{r}

```

1,618055555 1,414213564 1,732051282

Une fois n'est pas coutume, nous avons fait appel à des commandes \LaTeX pour effectuer une boucle. Ce manuel étant composé en français, le caract

tère « : » est actif ce qui empêche la macro \@for de fonctionner correctement d'où le groupe où ce caractère reçoit un code de catégorie adéquat.

B.3 Accès direct aux nombres

Lorsqu'on récupère un nombre dans une variable, on peut le traiter de multiples façons à l'aide des macros de xlop. Toutefois, dans certaines situations, on peut souhaiter construire ses propres macros ou utiliser des macros externes en passant un tel nombre en paramètre.

Passer directement \opprint{var} est inopérant car cette macro est suffisamment complexe pour induire des effets de bord dans ce genre de situations. Il devient alors nécessaire d'accéder directement à ce nombre. Lorsqu'un nombre est mémorisé dans une variable var, xlop crée une macro \Op@var qui contient ce nombre. On notera le « O » majuscule et le « p » minuscule. L'arobas est là pour rendre cette définition privée c'est-à-dire qu'il faut faire un effort pour y accéder avec l'utilisation des macros \makeatletter et \makeatother de L^AT_EX ou bien en indiquant un code de catégorie égal à 11 (lettre) pour ce caractère lorsqu'on travaille sous T_EX.

1 234 × 56 = 69 104	<pre style="margin: 0;"> source \opcopy{1234}{a}\opcopy{56}{b}% \opmul*{a}{b}{r}% \makeatletter \$\nombre{\Op@a} \times \nombre{\Op@b} = \nombre{\Op@r}\$ \makeatother </pre>
---------------------	---

On notera que cette façon de faire ne fonctionne plus forcément lorsque le séparateur décimal est entre accolade car la macro \opprint{var} contient ces accolades. Dans ce cas, le plus simple est de passer par la macro \opexport décrite à la page 25.

Annexe C

Versions futures

L'extension xlop en est à sa version 0.26 qui n'est qu'une version déboguée de la version 0.2 qui est elle même essentiellement une version corrigée de la version 0.1 (première version publique). La prochaine version sera la 0.3 dont la version « stable » sera alors la version 0.4.

L'ensemble des spécificités de la version 0.3 n'est pas totalement arrêté mais il y a déjà plusieurs points prévus :

- gestion internationale des opérations posées;
- opérations en base 2 à 36;
- ajout de fonctions de haut niveau avec les racines (`\oproot` pour les racines quelconques et `\opsqrt` pour la racine carrée), exponentielle, logarithme, fonctions trigonométriques (directes, inverses, hyperboliques) en passant par l'extension xfp qui est une version déboguée (par l'auteur) de l'extension fp;
- ajout d'une macro permettant de réaliser une écriture formatée, c'est-à-dire une écriture d'un nombre où les longueurs des parties entière et décimale seront indiquées (si ces longueurs ne sont pas celles du nombre, il y aura un débordement ou un remplissage); cette macro existait dans la version 0.1 et permettait essentiellement d'afficher des nombres avec un alignement sur la virgule, au fer à droite ou au fer à gauche;
- ajout d'une macro permettant les additions à plus de deux opérandes;
- ajout d'un paramètre permettant l'écriture scientifique ou ingénieur;
- possibilité d'écrire un nombre sur plusieurs lignes et/ou en utilisant un séparateur des milliers;
- retenues dans les multiplications;
- rendre publics les restes successives d'une division;
- les valeurs négatives de `maxdivstep` et `safedivstep` réaliseront un comptage sur les chiffres décimaux du quotient;
- manuel en anglais.

Pour toute demande ou rapport de bogue, l'auteur vous sera éternellement reconnaissant de le contacter à l'adresse :

Jean-Come.Charpentier@wanadoo.fr

en plaçant le mot « xlop » dans le sujet du message.

Il serait souhaitable d'avoir un manuel du hacker qui expliquerait en détail le code source. Cet outil pourrait être tout à fait bénéfique pour que chacun puisse apporter plus facilement des améliorations au code. Malheureusement, le code actuel fait plus de 4 000 lignes et le travail nécessaire risque d'être trop important. Éventuellement, il pourra y avoir un manuel du hacker expliquant les spécifications générales du code sans entrer dans trop de détails techniques.

Annexe D

Index

- addsymbol, 6
- affectation globale, 44
- afterperiodsymbol, 6, 20
- approxsymbol, 6, 19
- behaviorsub, 15
- BNF, 5
- boucle, 5, 43–46
- calc, 42
- carryadd, 12
- carrystyle, 9
- carrysub, 14
- columnwidth, 8, 9, 24
- compilation (temps de), 33–34
- decimalsepoffset, 9
- decimalsepsymbol, 6, 25
- decimalsepwidth, 8
- décomposition en nombres premiers, 43
- deletezero, 7, 13, 14, 17
- dépassement de capacité, 4
- displayintermediary, 16, 17, 20
- displayshiftintermediary, 15
- dividendbridge, 21
- division
 - période, 6, 19, 27
- divsymbol, 6
- equalsymbol, 6, 19, 20
- expression complexe, 31–32
- extension
 - calc, 42
 - fp, 42
- hash table, 4
- hfactor, 17
- hrulewidth, 9, 20, 24
- \ifopeq, 26
- \ifopge, 26
- \ifopgt, 26
- \ifople, 26
- \ifoplt, 26
- \ifopneq, 26
- \integer, 25
- intermediarystyle, 9
- lastcarry, 12, 14
- lineheight, 8, 9, 24
- longueur, 42
- macros
 - table des, 35–37
- \makeatletter, 47
- \makeatother, 47
- maxdivestep, 23
- maxdivstep, 18, 19, 22, 30, 32, 34, 48
- mulsymbol, 6
- nil, 46
- nom de nombre, 5
- nombre

- limite, 4
- négatifs dans une opération posée, 12
- partie décimale, 25
- partie entière, 25
- premier, 43
- taille, 4
- valide, 5

- offsetcarry, 15
- \opabs, 29
- \opadd, 12
- \opadd*, 23
- \opcastingoutelevens, 28
- \opcastingoutnines, 28
- \opceil, 29
- \opcmp, 26
- \opcolumnwidth, 24
- opcolumnwidth, 15
- \opcolumnwidth, 9
- \opcopy, 23
- \opdecimal, 25
- \opdecimalwidth, 25
- \opdisplay, 24
- \opdiv, 18, 23
- \opdiv*, 23
- \opdivperiod, 27
- operandstyle, 9
- opération
 - à trou, 10
- \opexport, 25, 47
- \opexpr, 31, 32
- \opfloor, 29
- \opgcd, 27
- opgetdecimaldigit, 26
- opgetdigit, 26
- opgetintegerdigit, 26
- \opgfsqrt, 30
- \ophline, 24
- \opidiv, 18, 22, 23
- \opidiv*, 23
- \opintegerwidth, 25
- \oplineheight, 24
- \oplineheight, 9
- \oplput, 24
- \opmul, 15
- \opmul*, 23
- \opneg, 28
- \oppower, 29
- \opprint, 23
- \oproot, 48
- \opround, 29
- \oprput, 24
- \opset, 6
- opsetdecimaldigit, 26
- opsetdigit, 26
- opsetintegerdigit, 26
- \opsqrt, 30, 48
- \opsub, 13
- \opsub*, 23
- \opunzero, 25
- \Op@var, 47
- \opvline, 24
- \opwidth, 25

- paramètre
 - addsymbol, 6
 - afterperiodsymbol, 6, 20
 - approxsymbol, 6, 19
 - behaviorsub, 15
 - carryadd, 12
 - carrystyle, 9
 - carrysub, 14
 - columnwidth, 8, 9, 24
 - decimalsepoffset, 9
 - decimalsepsymbol, 6, 25
 - decimalsepwidth, 8
 - deletezero, 7, 13, 14, 17
 - displayintermediary, 16, 17, 20
 - displayshiftintermediary, 15
 - dividendbridge, 21
 - divsymbol, 6
 - equalsymbol, 6, 19, 20
 - hfactor, 17
 - hrulewidth, 9, 20, 24
 - intermediarystyle, 9
 - lastcarry, 12, 14
 - lineheight, 8, 9, 24
 - maxdivestep, 23
 - maxdivstep, 18, 19, 22, 30, 32, 34, 48
 - mulsymbol, 6

nil, 46
 offsetcarry, 15
 opcolumwidth, 15
 operandstyle, 9
 opgetdecimaldigit, 26
 opgetdigit, 26
 opgetintegerdigit, 26
 opsetdecimaldigit, 26
 opsetdigit, 26
 opsetintegerdigit, 26
 parenthesisnegative, 8
 period, 18, 19, 22, 23, 32
 remainderstyle, 9
 resultstyle, 9
 safedivstep, 18, 19, 22, 23, 32, 48
 shiftdecimalsep, 21, 22
 shiftintermediarysymbol, 15
 strikedecimalsepsymbol, 21
 style, 7
 subsymbol, 6
 voperation, 6
 voperator, 7
 vruleperiod, 20
 vrulewidth, 9, 24
 avec « = » ou « , », 6
 booléen, 12
 indexé, 9–11
 modifications locales, 45
 syntaxe, 6–11
 vide, 46
 paramètres

table des, 38–41
 parenthesisnegative, 8
 partie décimale, 25
 partie entière, 25
 period, 18, 19, 22, 23, 32
 pgcd, 27
 preuve

- par neuf, 28
- par onze, 28

 pstricks, 9
 pstricks, 2
 racine carrée, 30
 remainderstyle, 9
 resultstyle, 9
 safedivstep, 18, 19, 22, 23, 32, 48
 shiftdecimalsep, 21, 22
 shiftintermediarysymbol, 15
 spool size, 4
 strikedecimalsepsymbol, 21
 style, 7
 subsymbol, 6
 syntaxe BNF, 5
 temps de calcul, 33–34
 \time, 23
 voperation, 6
 voperator, 7
 vruleperiod, 20
 vrulewidth, 9, 24
 zéros non significatifs, 25