CmathLuaTeX

https://github.com/cdevalland/cmathluatex
christophe.devalland@ac-rouen.fr
2014-2016

Table des matières

1 Présentation

L'objectif de Cmath (qui existe déjà sous Word et OpenOffice/LibreOffice) est de taper ses formules aussi simplement que sur une calculatrice. La version pour LuaLaTeX est dans le même esprit. Ainsi, en tapant :

```
$\Cmath{x_1=(1-√5)/2}$
```

on obtiendra après compilation :

$$x_1 = \frac{1-\sqrt{5}}{2}$$

Avantage si on utilise TeXworks : le code source sera rendu très lisible en exploitant les caractères disponibles grâce à l'encodage UTF-8. En tapant :

```
int(1,+:in,1/t^:al,t)=1/(:al-1)
```

puis en appuyant sur la touche F9, TeXworks affiche :

```
$\Cmath{∫(1,+∞,1/t^α,t)=1/(α-1)}$
```

et après compilation :

$$\int_1^{+\infty} \frac{1}{t^\alpha}\,\mathrm{d}t = \frac{1}{\alpha-1}$$

En tapant

```
n:ap:N
```

suivi de `F9`, on obtient

```
$\Cmath{n∈ℕ}$
```

ce qui est plus agréable à lire que

```
$n\in\mathbb{N}$
```

Avec un autre éditeur, il sera pratique de se créer un raccourci clavier qui entourera ses formules de `$\Cmath{}$`. On ne bénéficiera pas de l'affichage amélioré comme dans TeXworks mais la compilation donnera le même résultat.

2 Écrire des mathématiques

2.1 Les symboles

Les symboles suivants sont obtenus en tapant `:` suivi du raccourci correspondant. Je n'indique pas les lettres grecques dans ce tableau ; elles sont toutes disponibles. Par exemple `:de` donne δ. On obtient la version majuscule en tapant le raccourci en majuscule. Δ est obtenu avec `:DE`.

Raccourci	Symbole	Raccourci	Symbole	Raccourci	Symbole	Raccourci	Symbole
`:in`	∞	`:ll`	ℓ	`:pm`	$\pm$	`:dr`	∂
`:vi`	$\varnothing$	`:ex`	$\exists$	`:qs`	$\forall$	`:e`	e
`:i`	i	`:d`	d	`:K`	$\mathbb{K}$	`:N`	$\mathbb{N}$
`:Z`	$\mathbb{Z}$	`:Q`	$\mathbb{Q}$	`:R`	$\mathbb{R}$	`:C`	$\mathbb{C}$
`:Ne`	$\mathbb{N}^*$	`:Z`	$\mathbb{Z}^*$	`:Qe`	$\mathbb{Q}^*$	`:Re`	$\mathbb{R}^*$
`:Ce`	$\mathbb{C}^*$	`:Rm`	$\mathbb{R}^-$	`:Rp`	$\mathbb{R}^+$	`:Rme`	$\mathbb{R}^*_-$
`:Rpe`	$\mathbb{R}^*_+$	`:oij`	$(O\,;\vec{\imath},\vec{\jmath})$	`:ouv`	$(O\,;\vec{u},\vec{v})$	`:oijk`	$(O\,;\vec{\imath},\vec{\jmath},\vec{k})$

Les symboles suivants sont des opérateurs binaires, ils doivent être utilisés entre deux arguments.

Expression	Affichage	Expression	Affichage	Expression	Affichage	Expression	Affichage
`a:enb`	$a \approx b$	`a:apb`	$a \in b$	`a:asb`	$a \mapsto b$	`a->b`	$a \to b$
`a:unb`	$a \cup b$	`a:itb`	$a \cap b$	`a:rob`	$a \circ b$	`a:eqb`	$a \sim b$
`a:cob`	$a \equiv b$	`a:ppb`	$a \vee b$	`a:pgb`	$a \wedge b$	`a:veb`	$a \wedge b$
`a:peb`	$a \perp b$	`a:sdb`	$a \oplus b$	`a:npb`	$a \notin b$	`a:imb`	$a \Rightarrow b$
`a:evb`	$a \Leftrightarrow b$	`a:rcb`	$a \Leftarrow b$	`a:icb`	$a \subset b$	`a:nib`	$a \not\subset b$

2.2 Les fonctions : syntaxes et exemples

Les arguments notés entre crochets sont facultatifs. Les formules sont compilées avec LuaLaTeX après les avoir composées entourées de `\[\Cmath{}\]`. Avec TeXworks, cette opération est réalisée par l'appui sur Maj+F9.

— Reconnaissance des fonctions usuelles

```
f(x)=x*lnx+1
```

$$f\left(x\right)=x\ln x+1$$

— La division : `n/d`, division en ligne : `n//d` ou `n÷d`

```
(x+2)/x
```

$$\frac{x+2}{x}$$

```
1/(3/4)+1/2=11/2/3
```

$$\frac{1}{\frac{3}{4}}+\frac{1}{2}=\frac{\frac{11}{2}}{3}$$

```
1+1/(1+1/(1+...))
```

$$1+\frac{1}{1+\frac{1}{1+\ldots}}$$

```
:e^(:i:pi//4)
```

$$\mathrm{e}^{\mathrm{i}\pi/4}$$

```
3÷2
```

$$3\div 2$$

— La multiplication implicite, invisible : `a*b`, visible : `a×b` ou `a**b` ou `a..b`

```
1/2x,√3x,2lnx/x
```

$$\frac{1}{2x},\sqrt{3x},\frac{2\ln x}{x}$$

```
1/2*x,√3×x,2..lnx/x
```

$$\frac{1}{2}x,\sqrt{3}\times x,2\cdot\frac{\ln x}{x}$$

— Gestion des parenthèses inutiles

```
√(x+1),√(x+1)x,(1+n)/3
```

$$\sqrt{x+1},\sqrt{\left(x+1\right)x},\frac{1+n}{3}$$

— Les racines : `rac([n,]exp)` ou `√([n,]exp)`

```
√x,√(3,x)
```

$$\sqrt{x},\sqrt[3]{x}$$

— Valeur absolue, module : `abs(exp)`

```
abs(z)
```

$$|z|$$

— Norme : `nor(exp)`

```
nor(vec(AB))
```

$$\|\overrightarrow{AB}\|$$

— Barre : `bar(exp)`

```
bar(A:unB)=bar(A):itbar(B)
```

$$\overline{A\cup B}=\overline{A}\cap\overline{B}$$

— Tilde : `til(exp)`

```
til(P:roQ)=til(P):rotil(Q)
```

$$\widetilde{P\circ Q}=\widetilde{P}\circ\widetilde{Q}$$

— Angle : `ang(exp)`

```
ang((vec(u),vec(v)))
```

$$\widehat{(\vec{u},\vec{v})}$$

— La puissance : `a^b`

```
:e^(1+1/n),(1/2)^n
```

$$\mathrm{e}^{1+\frac{1}{n}},\left(\frac{1}{2}\right)^n$$

```
10^-5,(10^n)^p=10^(n**p)
```

$$10^{-5},(10^n)^p=10^{n\times p}$$

```
x^(2^3)
```

$$x^{2^3}$$

— Les indices : `a_b`

```
x_1=(1+√5)/2
```

$$x_1=\frac{1+\sqrt{5}}{2}$$

```
a=(y_(M_2)-y_(M_1))/(x_(M_2)-x_(M_1))
```

$$a=\frac{y_{M_2}-y_{M_1}}{x_{M_2}-x_{M_1}}$$

```
P_1*(X)
```

$$P_1\left(X\right)$$

— Les intervalles

```
[0,1/2],]-:in,0]
```

$$\left[0, \frac{1}{2}\right], \left]-\infty, 0\right]$$

```
[[1,n]]
```

$$\llbracket 1, n \rrbracket$$

— Forcer le mode textstyle ou displaystyle : `ts(exp)`, `ds(exp)`

```
ts(x_1=(1+√5)/2)
```

$$\textstyle x_1 = \frac{1+\sqrt{5}}{2}$$

```
ds(x_1=(1+√5)/2)
```

$$x_1 = \dfrac{1+\sqrt{5}}{2}$$

— Polices caligraphique : `cal(exp)`, script : `scr(exp)`, Zapf Chancery : `pzc(exp)`

```
cal(M)_n*(:R),scr(C)_f,pzc(E)
```

$$\mathcal{M}_n\left(\mathbb{R}\right), \mathscr{C}_f, \mathcal{E}$$

— Texte : `"texte"`

```
p="nombre de cas favorables"/"nombre de cas possibles"
```

$$p = \frac{\text{nombre de cas favorables}}{\text{nombre de cas possibles}}$$

— Système : `sys(expr1[,expr2[,expr3[...])`

```
sys(u_0=1,u_(n+1)=√(u_n+3))
```

$$\begin{cases} u_0 = 1 \\ u_{n+1} = \sqrt{u_n + 3} \end{cases}$$

```
f(x)=sys(2x+1*" si "*x>=0,x^2*" si "*x<0)
```

$$f\left(x\right) = \begin{cases} 2x + 1 \text{ si } x \geqslant 0 \\ x^2 \text{ si } x < 0 \end{cases}$$

— Accolade : `acc(exp)`, inférieure : `aci(exp)`, supérieure : `acs(exp)`, droite : `acd(exp)`

```
S=acc(x:ask*x^2,k:ap:R)
```

$$S = \left\{x \mapsto kx^2, k \in \mathbb{R}\right\}$$

```
1+acs(2×3,6)
```

$$1 + \overbrace{2 \times 3}^{6}$$

```
1+aci(2×3,6)
```

$$1 + \underbrace{2 \times 3}_{6}$$

```
acd(P" est vrai",Q" est vrai"):im(P" et "Q)" est vrai"
```

$$\left.\begin{array}{l} P \text{ est vrai} \\ Q \text{ est vrai} \end{array}\right\} \Rightarrow \left(P \text{ et } Q\right) \text{ est vrai}$$

— Vecteur : `vec(exp)`, vecteur colonne : `vec(x1,x2[,x3[...])`

```
vec(u)*vec(1,2,3)
```

$$\vec{u}\begin{pmatrix}1\\2\\3\end{pmatrix}$$

```
vec(AB)+vec(BA)=vec(0)
```

$$\overrightarrow{AB}+\overrightarrow{BA}=\vec{0}$$

— Intégrale simple : `int([inf],[sup],fonction[,variable])`

```
int(0,1,:e^2x,x)=[1/2*:e^2x]_0^1
```

$$\int_0^1 \mathrm{e}^{2x}\,\mathrm{d}x=\left[\frac{1}{2}\mathrm{e}^{2x}\right]_0^1$$

```
int([:pi,2:pi],,sinx,x)
```

$$\int_{[\pi,2\pi]}\sin x\,\mathrm{d}x$$

```
int(,,lnx)=x*lnx-x+k,k:ap:R
```

$$\int \ln x=x\ln x-x+k,k\in\mathbb{R}$$

— Intégrales double : `iint([inf],[sup],fonction[,variable1,variable2])`

```
iint(cal(D),,f(x,y),x,y)
```

$$\iint_{\mathcal{D}} f\left(x,y\right)\,\mathrm{d}x\mathrm{d}y$$

— Intégrales triple : `iiint([inf],[sup],fonction[,variable1,variable2,variable3])`

```
iiint(cal(V),,f(x,y,z),x,y,z)
```

$$\iiint_{\mathcal{V}} f\left(x,y,z\right)\,\mathrm{d}x\mathrm{d}y\mathrm{d}z$$

— Écrire autour : `aut(exp,a,b,c,d)`

```
aut(M,1,2,3,4)
```

$${}^{3}_{4}M^{2}_{1}$$

— Somme : `som([inf],[sup],exp)`

```
som(i=1,+:in,1/2^n)
```

$$\sum_{i=1}^{+\infty}\frac{1}{2^n}$$

— Produit : `pro([inf],[sup],exp)`

```
pro(,,(1+1/i))
```

$$\prod\left(1+\frac{1}{i}\right)$$

— Union : `uni([inf],[sup],exp)`

```
uni(1<=k<=n,,A_k)
```

$$\bigcup_{1\leqslant k\leqslant n} A_k$$

— Intersection : `ite([inf],[sup],exp)`

```
ite(i=0,+:in,(]1-a_i,1+b_i[))
```

$$\bigcap_{i=0}^{+\infty} \left(]1-a_i, 1+b_i[\right)$$

— Limite : `lim(exp1[,exp2],fonction)`

```
lim(x->2,ln(x-2))=-:in
```

$$\lim_{x\to 2} \ln\left(x-2\right) = -\infty$$

```
lim(x->√2,x<√2,1/(x^2-2))=+:in
```

$$\lim_{\substack{x\to\sqrt{2}\\ x<\sqrt{2}}} \frac{1}{x^2-2} = +\infty$$

— Sup : `sup(exp1,exp2)`, idem pour inf, max, min

```
inf(x:ap[a,b],f(x))
```

$$\inf_{x\in[a,b]} f\left(x\right)$$

— Souligner : `sou(exp)`

```
sou(AB)
```

$$\underline{AB}$$

— Biffer : `bif(exp)`

```
(bif(2)×3)/(bif(2)×7)
```

$$\frac{\cancel{2}\times 3}{\cancel{2}\times 7}$$

— Matrice : `mat(nombre de colonnes,a,b,c,...)`

```
mat(2,1,2,3,4)
```

$$\begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix}$$

— Déterminant : `det(nombre de colonnes,a,b,c,...)`

```
det(2,1,2,3,4)
```

$$\begin{vmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{vmatrix}$$

— Crochet : `cro(nombre de colonnes,a,b,c,...)`

```
cro(2,1,2,3,4)
```

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{bmatrix}$$

— Équivalent à : `equ(fonction1,point,fonction2)`

```
equ(sinx,0,x)
```

$$\sin x \underset{0}{\sim} x$$

— Tendre vers : `ten(fonction1,point,fonction2)`

```
ten(lnx,+:in,+:in)
```

$$\ln x \xrightarrow[+\infty]{} +\infty$$

— Dérivée physicienne : `der(fonction,variable,ordre)`

```
der(f,t,3)
```

$$\frac{\mathrm{d}^3 f}{\mathrm{d}t^3}$$

— Dérivée partielle : `derp(fonction,variables)`

```
derp(f,xxyzz)
```

$$\frac{\partial^5 f}{\partial x^2 \partial y \partial z^2}$$

— Petit o : `pto(point,fonction)`, grand o : `pto(point,fonction)`

```
x=pto(+:in,x^2)
```

$$x = o_{+\infty}\left(x^2\right)$$

```
f=gro(0,x)
```

$$f = O_0\left(x\right)$$

— Restreint à : `res(fonction,ensemble)`

```
res(f,:Rp)
```

$$f_{|\mathbb{R}^+}$$

— Suite : `sui(nom[,indice])`

```
sui(u)
```

$$\left(u_n\right)_{n\in\mathbb{N}}$$

```
sui(u,k)
```

$$\left(u_k\right)_{k\in\mathbb{N}}$$

```
sui(u,p>=0)
```

$$\left(u_p\right)_{p\geqslant 0}$$

— Série : `ser(nom[,indice])`

```
ser(u)
```

$$\sum u_n$$

```
ser(u,k)
```

$$\sum u_k$$

```
ser(u,p>=0)
```

$$\sum (u_p)_{p\geqslant 0}$$

Pour les symboles LaTeX qui ne sont pas fournis par CmathLuaTeX, il suffit de les ajouter dans une expression CmathLuaTeX en doublant le backslash. Par exemple :

```
\[\Cmath{mat(3,a_(1,1),...,a_(1,n),\\vdots,\\ddots,\\vdots,a_(n,1),...,a_(n,n))}\]
```

donnera :

$$\begin{pmatrix} a_{1,1} & \dots & a_{1,n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n,1} & \dots & a_{n,n} \end{pmatrix}$$

3 Calculs formels via la librairie Giac de XCAS

CmathLuaTeX fournit une fonction `xcas(expression)` qui renvoie le résultat au format LaTeX de l'expression passée en paramètre après traitement par Xcas. Plus précisément, CmathLuaTeX n'utilise que le moteur de calcul Giac de Xcas en appelant le programme `icas`. Mais comme tout le monde connaît Xcas, j'ai choisi ce nom pour la fonction intégrée à CmathLuaTeX.
Exemples :

```
sin(π/4)=xcas(sin(pi/4))
```

$$\sin\left(\frac{\pi}{4}\right) = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

```
f(x)=(3x-2)/(2x+1)(x-3)=xcas(partfrac((3x-2)/(2x+1)(x-3)))
```

$$f(x) = \frac{3x-2}{(2x+1)(x-3)} = \frac{1}{x-3} + \frac{1}{2x+1}$$

Dans le cas ou l'expression à évaluer par Xcas est une affectation ou un "assume", rien n'est renvoyé vers LuaLaTeX mais l'instruction est exécutée et la variable est disponible pour les instructions futures, comme dans une session Xcas :

```
$\Cmath{xcas(restart)}$% efface les variables
Soit le réel $\Cmath{x=π/4}$. $\Cmath{xcas(x:=pi/4)}$
Une valeur approchée de $\Cmath{x}$ est $\Cmath{xcas(evalf(x,20))}$
Une primitive de $\Cmath{t1/t}$ est $\Cmath{txcas(int(1/t,t))}$.
$\Cmath{xcas(assume(t>0))}$
Sur $\Cmath{]0,+∞[}$, cette primitive devient $\Cmath{txcas(int(1/t,t))}$.
$\Cmath{xcas(A:=[[cos(theta),-sin(theta),0],[sin(theta),cos(theta),0],[0,0,1]])}$
Soit la matrice \[\Cmath{A=xcas(A)}\]
La matrice $\Cmath{A^3=xcas(A)^3}$ vaut $\Cmath{xcas(tlin(A^3))}$.
```

Affichage :
Soit le réel $x = \frac{\pi}{4}$.
Une valeur approchée de x est 0.78539816339744830961
Une primitive de $t \mapsto \frac{1}{t}$ est $t \mapsto \ln(abs(t))$.
Sur $]0, +\infty[$, cette primitive devient $t \mapsto \ln(t)$.

Soit la matrice

$$A = \begin{pmatrix} \cos(\theta) & -\sin(\theta) & 0 \\ \sin(\theta) & \cos(\theta) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

La matrice $A^3 = \begin{pmatrix} \cos(\theta) & -\sin(\theta) & 0 \\ \sin(\theta) & \cos(\theta) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}^3$ vaut $\begin{pmatrix} \cos(3\theta) & -\sin(3\theta) & 0 \\ \sin(3\theta) & \cos(3\theta) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$.

Il est possible de définir des programmes Xcas au sein du code source et de les utiliser ensuite :

```
$\Cmath{xcas(
tabVal(f,xmin,xmax,xpas,nb_decimales):={
  local tab;
  if(nb_decimales==0){
    tab:=seq([simplifier(x),f(x)],x,xmin,xmax,xpas);
  } else {
    tab:=seq([simplifier(x),format(f(x),"f"+string(nb_decimales))],x,xmin,xmax,xpas);
  }
  tab:=prepend(tab,[x,f(x)]);
  return(tran(tab));
}
)}$\\
-- Tableau de valeurs arrondies à 2 décimales de $\Cmath{xx/(2x-3)}$ sur
$\Cmath{[0,5]}$ avec un pas de $\Cmath{1}$ :\\
$\Cmath{xcas(tabVal(x->x/(2x-3),0,5,1,2))}$\\
-- Tableau de valeurs exactes de $\Cmath{xcos(x)}$ sur $\Cmath{[0,π]}$ avec un pas de
$\Cmath{π/6}$ : \\
$\Cmath{xcas(tabVal(x->cos(x),0,pi,pi/6,0))}$
```

Affichage :

– Tableau de valeurs arrondies à 2 décimales de $x \mapsto \frac{x}{2x-3}$ sur $[0,5]$ avec un pas de 1 :

$$\begin{pmatrix} x & 0 & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ \frac{x}{(2x-3)} & 0.00 & -1.00 & 2.00 & 1.00 & 0.80 & 0.71 \end{pmatrix}$$

– Tableau de valeurs exactes de $x \mapsto \cos(x)$ sur $[0,\pi]$ avec un pas de $\frac{\pi}{6}$:

$$\begin{pmatrix} x & 0 & \frac{\pi}{6} & \frac{\pi}{3} & \frac{\pi}{2} & \frac{2\pi}{3} & \frac{5\pi}{6} & \pi \\ \cos(x) & 1 & \frac{\sqrt{3}}{2} & \frac{1}{2} & 0 & \frac{-1}{2} & -\frac{\sqrt{3}}{2} & -1 \end{pmatrix}$$

4 Tableaux automatisés

4.1 Tableaux de valeurs

La fonction `TVal(liste_x,fonction[,nombre_decimales])` construit un tableau de valeurs. Lorsque le nombre de décimales est omis, les images sont calculées en valeurs exactes :

```
TVal([-2,-1,0,1,2],x^2)
```

Affichage :

x	-2	-1	0	1	2
x^2	4	1	0	1	4

Toute expression comprise par Xcas peut définir la `liste_x`. En particulier, lorsque le pas est constant, l'instruction `seq()` peut être utile.

```
TVal([seq(-pi+k*pi/3,k=0..6)],sin(x))
```

Affichage :

x	$-\pi$	$-\dfrac{2\pi}{3}$	$-\dfrac{\pi}{3}$	0	$\dfrac{\pi}{3}$	$\dfrac{2\pi}{3}$	π
$\sin(x)$	0	$-\dfrac{\sqrt{3}}{2}$	$-\dfrac{\sqrt{3}}{2}$	0	$\dfrac{\sqrt{3}}{2}$	$\dfrac{\sqrt{3}}{2}$	0

Il est possible de désigner la fonction sous la forme `f(x)=...`. Dans ce cas, c'est le nom de la fonction qui apparaît dans le tableau et le nom de la variable est détecté automatiquement.

```
TVal([seq(t,t=-3..3)],g(t)=t/e^t,2)
```

Affichage :

t	-3	-2	-1	0	1	2	3
$g(t)$	-60.26	-14.78	-2.72	0.00	0.37	0.27	0.15

Pour afficher un tableau sans images

```
TVal([-3,-1,3/2,7/3],f(x)="")
```

Affichage :

x	-3	-1	$\dfrac{3}{2}$	$\dfrac{7}{3}$
$f(x)$				

Si le tableau ne convient pas tout à fait, il est possible, avec TEXworks, d'afficher le code qui est transmis à LuaLATEX. Pour cela, taper : `TVal([-3,-1,3/2,7/3],phi(t)=(t+4)/t)` puis, au lieu d'appuyer sur `F9` (pour encadrer la formule de `$\Cmath{}$`), appuyer sur `Ctrl+F9`. TEXworks affiche alors :

```
${\renewcommand{\arraystretch}{1.5}
\newcolumntype{C}[1]{S{>{\centering \arraybackslash}m{#1}}}
\setlength{\cellspacetoplimit}{4pt}
\setlength{\cellspacebottomlimit}{4pt}
\begin{tabular}{|C{1.5cm}|*{4}{C{1cm}|}}
\hline $t$ & $\displaystyle -3$ &$\displaystyle -1$ &$\displaystyle \frac{3}{2}$ &
$\displaystyle \frac{7}{3}$ \\
\hline $\phi(t)$ & $\displaystyle \frac{-1}{3}$ &$\displaystyle -3$ &$\displaystyle
\frac{11}{3}$ &$\displaystyle \frac{19}{7}$ \\
\hline
\end{tabular}}$ % Traduction CmathLuaTeX de : TVal([-3,-1,3/2,7/3],phi(t)=(t+4)/t)
```

qui donnera bien sûr après compilation :

Affichage :

t	-3	-1	$\dfrac{3}{2}$	$\dfrac{7}{3}$
$\phi(t)$	$\dfrac{-1}{3}$	-3	$\dfrac{11}{3}$	$\dfrac{19}{7}$

L'appel à la fonction `Ctrl+F9` n'est pas limité aux tableaux de valeurs. Elle fonctionne pour toute expression CmathLuaTEX et peut servir à rendre le code source portable, à modifier finement les expressions obtenues, etc... tout en gardant dans le commentaire de la dernière ligne l'origine de la commande CmathLuaTEX l'ayant engendrée.

4.2 Tableaux de signes

La fonction `TSig(liste_x,fonction)` construit le tableau de signes de la fonction en s'appuyant sur l'excellent package `tkz-tab`. Tout est automatisé :

— la reconnaissance de la variable utilisée.

— la définition de l'intervalle d'étude `[x_min,x_max]` en fonction de la `liste_x` fournie.

— la détection des facteurs contenus dans la fonction à étudier (pour les produits et quotients).

— la recherche des valeurs interdites.

— et la détermination du signe bien sûr !

```
TSig([-infinity,+infinity],P(t)=(t-3)(t+2))
```

Affichage :

t	$-\infty$		-2		3		$+\infty$
$t-3$		$-$		$-$	0	$+$	
$t+2$		$-$	0	$+$		$+$	
$P(t)$		$+$	0	$-$	0	$+$	

Avec un quotient :

```
TSig([-5,5],(x-3)/(x^2-2))
```

Affichage :

x	-5		$-\sqrt{2}$		$\sqrt{2}$		3		5
$x-3$		$-$		$-$		$-$	0	$+$	
x^2-2		$+$	0	$-$	0	$+$		$+$	
$\dfrac{(x-3)}{(x^2-2)}$		$-$	$\Vert$	$+$	$\Vert$	$-$	0	$+$	

Avec des fonctions trigonométriques :

```
TSig([0,pi],sin(2x)/cos(3x))
```

Affichage :

x	0		$\frac{\pi}{6}$		$\frac{\pi}{2}$		$\frac{5\pi}{6}$		π
$\sin(2x)$	0	$+$		$+$	0	$-$		$-$	0
$\cos(3x)$		$+$	0	$-$	0	$+$	0	$-$	
$\dfrac{\sin(2x)}{\cos(3x)}$	0	$+$	$\Vert$	$-$	$\Vert$	$-$	$\Vert$	$+$	0

Il faudra parfois indiquer explicitement certaines valeurs interdites qui ne seraient pas détectées autrement :

```
TSig([0,pi/2,3*pi/2,2*pi],tan(x))
```

Affichage :

x	0		$\frac{\pi}{2}$		π		$\frac{3\pi}{2}$		2π
$\tan(x)$	0	$+$	$\Vert$	$-$	0	$+$	$\Vert$	$-$	0

4.3 Tableaux de variations

La fonction `TVar(liste_x,fonction[,nb_decimales])` construit le tableau de variations d'une fonction en s'appuyant sur tkz-tab. Si `nb_decimales` est précisé, les images sont calculées en valeurs approchées avec `nb_decimales` décimales. La fonction `TVar` :

- — Reconnaît la variable utilisée,
- — Définit l'intervalle d'étude `[x_min,x_max]` en fonction de la `liste_x` fournie,
- — Calcule la dérivée de la fonction et calcule son signe,
- — Trouve les valeurs interdites,
- — Trouve les zones interdites,
- — Calcule les extrema,
- — Calcule les limites si besoin,
- — Reconnaît les prolongements par continuité,
- — et détermine les variations de la fonction bien sûr !

```
TVar([-infinity,+infinity],f(t)=t^2/(t^2-1))
```

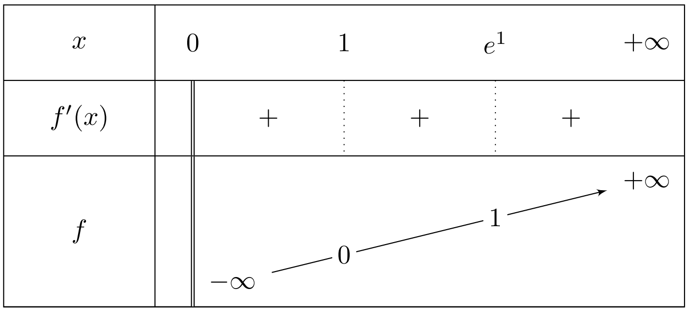
Affichage :

t	$-\infty$		-1		0		1		$+\infty$
$f'(t)$		$+$	$\Vert$	$+$	0	$-$	$\Vert$	$-$	
f	1	$\nearrow$	$+\infty \Vert -\infty$	$\nearrow$	0	$\searrow$	$-\infty \Vert +\infty$	$\searrow$	1

Pour calculer des images supplémentaires, il suffit d'ajouter les valeurs souhaitées dans la `liste_x` :

```
TVar([0,1,e,+infinity],f(x)=ln(x))
```

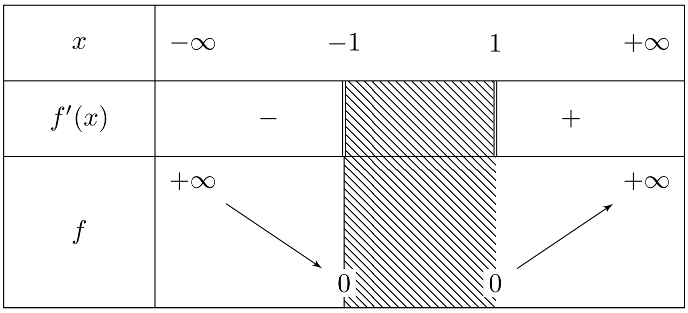
Affichage :



Avec une zone interdite :

```
TVar([-infinity,+infinity],f(x)=sqrt(x^2-1))
```

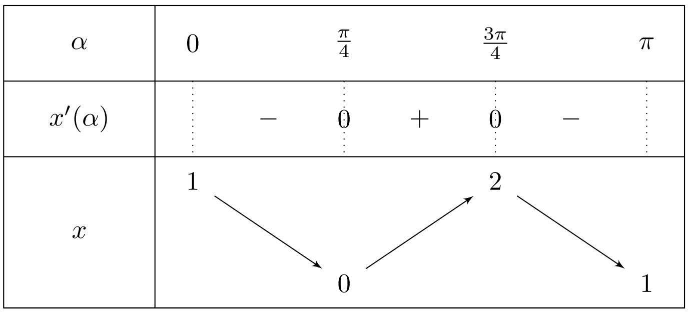
Affichage :



Une fonction trigonométrique :

```
TVar([0,pi],x(alpha)=1-sin(2*alpha))
```

Affichage :



4.4 Les courbes paramétrées

La fonction `TVarP(liste_x,fonction_x, fonction_y,nb_decimales)` construit le tableau de variations conjoint des deux fonctions. Si `nb_decimales` est précisé, les images sont calculées en valeurs approchées avec `nb_decimales` décimales. Contrairement aux tableaux de variations d'une fonction, les valeurs des fonctions dérivées aux points remarquables sont calculés.

```
TVarP([-infinity,+infinity],x(t)=t^2/(t+1)(t-2),y(t)=t^2*(t+2)/(t+1))
```

Affichage :

t	$-\infty$		-4		-1		0		2		$+\infty$
$x'(t)$		$-$	0	$+$	‖	$+$	0	$-$	‖	$-$	
x	1	↘	$\frac{8}{9}$	↗	$+\infty$ ‖ $-\infty$	↗	0	↘	$-\infty$ ‖ $+\infty$	↘	1
y	$+\infty$	↘	$\frac{32}{3}$	↘	$-\infty$ ‖ $+\infty$	↘	0	↗	$\frac{16}{3}$	↗	$+\infty$
$y'(t)$		$-$	$\frac{-64}{9}$	$-$	‖	$-$	0	$+$	$\frac{44}{9}$	$+$	

et comme pour toutes les instructions CmathLuaTEX, si l'éditeur utilisé est TEXworks et que l'on veut avoir accès au code généré (pour le modifier ou autre), il suffit après avoir tapé

```
TVarP([-infinity,+infinity],x(t)=t^2/(t+1)(t-2),y(t)=t^2*(t+2)/(t+1))
```

d'appuyer sur `Ctrl+F9` pour que TEXworks affiche le code source du tableau :

```
$\begin{tikzpicture}
\tkzTabInit[lgt=2,espcl=2,deltacl=0.5]
{$t$ / 1,$x'(t)$ / 1,$x$ / 2,$y$ / 2,$y'(t)$ / 1}
{$-\infty $,$-4$,$-1$,$0$,$2$,$+\infty $}
\tkzTabLine { ,-,z,+,d,+,z,-,d,-, }
\tkzTabVar {+ / $1$,- / $\frac{8}{9}$,+D- / $+\infty $ / $-\infty $,+ / $0$,-D+
/ $-\infty $ / $+\infty $,- / $1$}
\tkzTabVar {+ / $+\infty $,R,-D+ / $-\infty $ / $+\infty $,- / $0$,R,+ / $+\infty $}
\tkzTabIma{1}{3}{2}{$\frac{32}{3}$}
\tkzTabIma{4}{6}{5}{$\frac{16}{3}$}
\tkzTabLine { ,-,\frac{-64}{9},-,d,-,z,+,\frac{44}{9},+, }
\end{tikzpicture}
$ % Traduction CmathLuaTeX de : TVarP([-infinity,+infinity],x(t)=t^2/(t+1)(t-2),
y(t)=t^2*(t+2)/(t+1))
```

5 Systèmes linéaires

5.1 Affichage d'un système linéaire

La fonction `sysl(systeme,variables)` aligne les variables dans l'ordre indiqué par l'argument `variables`.

```
sysl([2x+y+3z=1,x-z=0,z+3y=2],[x,y,z])
```

Affichage :

$$\begin{cases} 2x + y + 3z = 1 \\ x - z = 0 \\ 3y + z = 2 \end{cases}$$

5.2 Résolution d'un système linéaire par la méthode du pivot de Gauss, éventuellement avec paramètre(s)

La fonction `GaussSysl(système,variables[,mode_fraction])` résout un système linéaire par la méthode du pivot de Gauss en détaillant les étapes et les opérations effectuées. Le `mode_fraction` vaut `false` par défaut. C'est la méthode du pivot Gauss en évitant l'apparition de fractions.

```
GaussSysl([2x+2y+z=1,-x+y+z=2,3x-y+z=0],[x,y,z])
```

Affichage :

Par la méthode du pivot de Gauss, on résout le système :

$$\begin{cases} 2x + 2y + z = 1 \\ -x + y + z = 2 \\ 3x - y + z = 0 \end{cases}$$

On élimine la variable x à partir de la ligne 2 :

$$\begin{cases} 2x + 2y + z = 1 & \\ 4y + 3z = 5 & L_2 \longleftarrow 2L_2 + L_1 \\ -8y - z = -3 & L_3 \longleftarrow 2L_3 - 3L_1 \end{cases}$$

On élimine la variable y à partir de la ligne 3 :

$$\begin{cases} 2x + 2y + z = 1 & \\ 4y + 3z = 5 & \\ 5z = 7 & L_3 \longleftarrow L_3 + 2L_2 \end{cases}$$

On obtient alors :

$$\begin{cases} x = \dfrac{-2}{5} \\ y = \dfrac{1}{5} \\ z = \dfrac{7}{5} \end{cases}$$

La solution de ce système est : $\left(\frac{-2}{5}, \frac{1}{5}, \frac{7}{5}\right)$.

```
GaussSysl([2x+2y+z=1,-x+y+z=2,3x-y+z=0],[x,y,z],true)
```

Affichage :

Par la méthode du pivot de Gauss, on résout le système :

$$\begin{cases} 2x + 2y + z = 1 \\ -x + y + z = 2 \\ 3x - y + z = 0 \end{cases}$$

On élimine la variable x à partir de la ligne 2 :

$$\begin{cases} 2x + 2y + z = 1 & \\ 2y + \dfrac{3}{2}z = \dfrac{5}{2} & L_2 \longleftarrow L_2 + \dfrac{1}{2}L_1 \\ -4y - \dfrac{1}{2}z = \dfrac{-3}{2} & L_3 \longleftarrow L_3 - \dfrac{3}{2}L_1 \end{cases}$$

On élimine la variable y à partir de la ligne 3 :

$$\begin{cases} 2x + 2y + z = 1 & \\ 2y + \dfrac{3}{2}z = \dfrac{5}{2} & \\ \dfrac{5}{2}z = \dfrac{7}{2} & L_3 \longleftarrow L_3 + 2L_2 \end{cases}$$

On obtient alors :

$$\begin{cases} x = \dfrac{-2}{5} \\ y = \dfrac{1}{5} \\ z = \dfrac{7}{5} \end{cases}$$

La solution de ce système est : $\left(\frac{-2}{5}, \frac{1}{5}, \frac{7}{5}\right)$.

```
GaussSysl([2y+z+t=0,x-y+2z-2t=0],[x,y,z,t])
```

Affichage :

Par la méthode du pivot de Gauss, on résout le système :

$$\begin{cases} \quad 2y + z + t = 0 \\ x - y + 2z - 2t = 0 \end{cases}$$

On échange la ligne 1 avec la ligne 2 pour obtenir un pivot non nul :

$$\begin{cases} x - y + 2z - 2t = 0 \\ \quad 2y + z + t = 0 \end{cases}$$

La variable x est déjà éliminée à partir de la ligne 2. On obtient alors :

$$\begin{cases} x = \dfrac{3}{2}t - \dfrac{5}{2}z \\ y = -\dfrac{1}{2}t - \dfrac{1}{2}z \\ z = z \\ t = t \end{cases}$$

L'ensemble des solutions de ce système est : $\left\{\left(\frac{3}{2}t - \frac{5}{2}z, -\frac{1}{2}t - \frac{1}{2}z, z, t\right), (z, t) \in \mathbb{R}^2\right\}$.

```
GaussSysl([sqrt(3)*beta+sqrt(2)*alpha=1,sqrt(3)*alpha-sqrt(2)*beta=0],[alpha,beta])
```

Affichage :

Par la méthode du pivot de Gauss, on résout le système :

$$\begin{cases} \sqrt{2}\alpha + \sqrt{3}\beta = 1 \\ \sqrt{3}\alpha - \sqrt{2}\beta = 0 \end{cases}$$

On élimine la variable α à partir de la ligne 2 :

$$\begin{cases} \sqrt{2}\alpha + \sqrt{3}\beta = 1 \\ -5\beta = -\sqrt{3} \qquad L_2 \longleftarrow \sqrt{2}L_2 - \sqrt{3}L_1 \end{cases}$$

On obtient alors :

$$\begin{cases} \alpha = \dfrac{\sqrt{2}}{5} \\ \beta = \dfrac{\sqrt{3}}{5} \end{cases}$$

La solution de ce système est : $\left(\frac{\sqrt{2}}{5}, \frac{\sqrt{3}}{5}\right)$.

```
GaussSysl([a*x+y=0,x-y=0],[x,y])
```

Affichage :
Par la méthode du pivot de Gauss, on résout le système :

$$\begin{cases} ax + y = 0 \\ x - y = 0 \end{cases}$$

On échange la ligne 1 avec la ligne 2 pour obtenir un pivot toujours non nul :

$$\begin{cases} x - y = 0 \\ ax + y = 0 \end{cases}$$

On élimine la variable x à partir de la ligne 2 :

$$\begin{cases} x - \quad y = 0 \\ \quad (a+1)\,y = 0 \qquad L_2 \longleftarrow L_2 - aL_1 \end{cases}$$

Le pivot $a+1$ peut s'annuler. On raisonne donc par disjonction des cas.

— Si $a = -1$, alors on est amené à résoudre le système :

$$\begin{cases} x - \quad y = 0 \\ \quad 0y = 0 \end{cases}$$

On obtient alors :

$$\begin{cases} x = y \\ y = y \end{cases}$$

L'ensemble des solutions de ce système est : $\{(y, y)\,, y \in \mathbb{R}\}$.

— Si $a \neq -1$, alors le pivot est non nul et on continue la résolution. On obtient alors :

$$\begin{cases} x = 0 \\ y = 0 \end{cases}$$

La solution de ce système est : $(0, 0)$.

```
GaussSysl([x_1+x_2=1,alpha*x_1-x_2=2],[x_1,x_2])
```

Affichage :
Par la méthode du pivot de Gauss, on résout le système :

$$\begin{cases} x_1 + x_2 = 1 \\ \alpha x_1 - x_2 = 2 \end{cases}$$

On élimine la variable x_1 à partir de la ligne 2 :

$$\begin{cases} x_1 + \quad x_2 = 1 \\ \quad (-\alpha - 1)\,x_2 = -\alpha + 2 \qquad L_2 \longleftarrow L_2 - \alpha L_1 \end{cases}$$

Le pivot $-\alpha - 1$ peut s'annuler. On raisonne donc par disjonction des cas.

— Si $\alpha = -1$, alors on est amené à résoudre le système :

$$\begin{cases} x_1 + \quad x_2 = 1 \\ \quad 0x_2 = 3 \end{cases}$$

Ce système n'a pas de solution.

— Si $\alpha \neq -1$, alors le pivot est non nul et on continue la résolution. On obtient alors :

$$\begin{cases} x_1 = \dfrac{3}{(\alpha+1)} \\ x_2 = \dfrac{(\alpha-2)}{(\alpha+1)} \end{cases}$$

La solution de ce système est : $\left(\frac{3}{(\alpha+1)}, \frac{(\alpha-2)}{(\alpha+1)}\right)$.

```
GaussSysl([m*(m+1)*x+y=0,m*x+y=0],[x,y])
```

Affichage :

Par la méthode du pivot de Gauss, on résout le système :

$$\begin{cases} m(m+1)x + y &= 0 \\ mx + y &= 0 \end{cases}$$

Le pivot $m(m+1)$ peut s'annuler. On raisonne donc par disjonction des cas.

— Si $m = -1$, alors on est amené à résoudre le système :

$$\begin{cases} 0x + y &= 0 \\ -x + y &= 0 \end{cases}$$

On échange la ligne 1 avec la ligne 2 pour obtenir un pivot non nul :

$$\begin{cases} -x + y &= 0 \\ y &= 0 \end{cases}$$

La variable x est déjà éliminée à partir de la ligne 2. On obtient alors :

$$\begin{cases} x = 0 \\ y = 0 \end{cases}$$

La solution de ce système est : $(0, 0)$.

— Si $m = 0$, alors on est amené à résoudre le système :

$$\begin{cases} 0x + y &= 0 \\ y &= 0 \end{cases}$$

La variable x est absente à partir de la ligne 2. Il n'y a donc rien à faire pour l'éliminer. On élimine la variable y à partir de la ligne 2 :

$$\begin{cases} 0x + y &= 0 \\ 0y &= 0 \qquad L_2 \longleftarrow L_2 - L_1 \end{cases}$$

On obtient alors :

$$\begin{cases} x = x \\ y = 0 \end{cases}$$

L'ensemble des solutions de ce système est : $\{(x, 0), x \in \mathbb{R}\}$.

— Si $m \notin \{-1; 0\}$, alors le pivot est non nul et on continue la résolution. On élimine la variable x à partir de la ligne 2 :

$$\begin{cases} \left(m^2+m\right)x + y &= 0 \\ my &= 0 \qquad L_2 \longleftarrow (m+1)\,L_2 - L_1 \end{cases}$$

On obtient alors :

$$\begin{cases} x = 0 \\ y = 0 \end{cases}$$

La solution de ce système est : $(0, 0)$.

```
GaussSysl([x+y=a,3x-5y=b],[x,y])
```

Affichage :
Par la méthode du pivot de Gauss, on résout le système :

$$\begin{cases} x + \quad y \ = a \\ 3x - \ 5y \ = b \end{cases}$$

On élimine la variable x à partir de la ligne 2 :

$$\begin{cases} x + \quad y \ = \quad a \\ \qquad -8y \ = -3a + b \qquad L_2 \longleftarrow L_2 - 3L_1 \end{cases}$$

On obtient alors :

$$\begin{cases} x = \dfrac{5}{8}a + \dfrac{1}{8}b \\ y = \dfrac{3}{8}a - \dfrac{1}{8}b \end{cases}$$

La solution de ce système est : $\left(\frac{5}{8}a + \frac{1}{8}b, \frac{3}{8}a - \frac{1}{8}b\right)$.

6 Calcul matriciel

6.1 Rang d'une matrice

```
GaussRang([[1,0,2],[2,0,4],[0,2,2]])
```

Affichage :
Par la méthode du pivot de Gauss, on calcule le rang de la matrice :

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 2 \\ 2 & 0 & 4 \\ 0 & 2 & 2 \end{pmatrix}$$

On annule les coefficients sous le pivot de la colonne 1. On obtient la matrice de même rang :

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 2 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 2 \end{pmatrix} \ L_2 \longleftarrow L_2 - 2L_1$$

On échange la ligne 2 avec la ligne 3 pour obtenir un pivot non nul :

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 2 \\ 0 & 2 & 2 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Le rang de cette matrice vaut 2.

```
GaussRang([[a,-1,0,-1],[0,a,-1,-1],[-1,-1,a,0],[-1,0,-1,a]])
```

Affichage :

Par la méthode du pivot de Gauss, on calcule le rang de la matrice :

$$\begin{pmatrix} a & -1 & 0 & -1 \\ 0 & a & -1 & -1 \\ -1 & -1 & a & 0 \\ -1 & 0 & -1 & a \end{pmatrix}$$

On échange la ligne 1 avec la ligne 3 pour obtenir un pivot toujours non nul :

$$\begin{pmatrix} -1 & -1 & a & 0 \\ 0 & a & -1 & -1 \\ a & -1 & 0 & -1 \\ -1 & 0 & -1 & a \end{pmatrix}$$

On annule les coefficients sous le pivot de la colonne 1. On obtient la matrice de même rang :

$$\begin{pmatrix} -1 & -1 & a & 0 \\ 0 & a & -1 & -1 \\ 0 & a+1 & -a^2 & 1 \\ 0 & -1 & a+1 & -a \end{pmatrix} \begin{matrix} \\ \\ L_3 \longleftarrow -L_3 - aL_1 \\ L_4 \longleftarrow -L_4 + L_1 \end{matrix}$$

On échange la ligne 2 avec la ligne 4 pour obtenir un pivot toujours non nul :

$$\begin{pmatrix} -1 & -1 & a & 0 \\ 0 & -1 & a+1 & -a \\ 0 & a+1 & -a^2 & 1 \\ 0 & a & -1 & -1 \end{pmatrix}$$

On annule les coefficients sous le pivot de la colonne 2. On obtient la matrice de même rang :

$$\begin{pmatrix} -1 & -1 & a & 0 \\ 0 & -1 & a+1 & -a \\ 0 & 0 & -2a-1 & a^2+a-1 \\ 0 & 0 & -a^2-a+1 & a^2+1 \end{pmatrix} \begin{matrix} \\ \\ L_3 \longleftarrow -L_3 + (-a-1)\,L_2 \\ L_4 \longleftarrow -L_4 - aL_2 \end{matrix}$$

Le pivot $-2a-1$ peut s'annuler. On raisonne donc par disjonction des cas.

— Si $a = \frac{-1}{2}$, alors on est amené à chercher le rang de la matrice :

$$\begin{pmatrix} -1 & -1 & \frac{-1}{2} & 0 \\ 0 & -1 & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} \\ 0 & 0 & 0 & \frac{-5}{4} \\ 0 & 0 & \frac{5}{4} & \frac{5}{4} \end{pmatrix}$$

On échange la ligne 3 avec la ligne 4 pour obtenir un pivot non nul :

$$\begin{pmatrix} -1 & -1 & \frac{-1}{2} & 0 \\ 0 & -1 & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} \\ 0 & 0 & \frac{5}{4} & \frac{5}{4} \\ 0 & 0 & 0 & \frac{-5}{4} \end{pmatrix}$$

Le rang de cette matrice vaut 4.

— Si $a \neq \frac{-1}{2}$, alors le pivot $-2a-1$ est non nul. On annule les coefficients sous le pivot de la colonne 3. On obtient la matrice de même rang :

$$\begin{pmatrix} -1 & -1 & a & 0 \\ 0 & -1 & a+1 & -a \\ 0 & 0 & -2a-1 & a^2+a-1 \\ 0 & 0 & 0 & a^4-2a^2-4a \end{pmatrix} \begin{matrix} \\ \\ \\ L_4 \longleftarrow (-2a-1)\,L_4 + \left(a^2+a-1\right)L_3 \end{matrix}$$

Le coefficient a^4-2a^2-4a peut s'annuler. On raisonne donc par disjonction des cas.

— Si $a=0$, alors on est amené à chercher le rang de la matrice :

$$\begin{pmatrix} -1 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Le rang de cette matrice vaut 3.

— Si $a=2$, alors on est amené à chercher le rang de la matrice :

$$\begin{pmatrix} -1 & -1 & 2 & 0 \\ 0 & -1 & 3 & -2 \\ 0 & 0 & -5 & 5 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Le rang de cette matrice vaut 3.

— Si $a \notin \{0;2\}$, alors le coefficient a^4-2a^2-4a est non nul. Le rang de cette matrice vaut 4.

6.2 Inverse d'une matrice

```
GaussInv([[2,-1,0],[-1,2,-1],[0,-1,2]])
```

Affichage :

Par la méthode de Gauss-Jordan, on calcule l'inverse de la matrice :

$$\begin{pmatrix} 2 & -1 & 0 \\ -1 & 2 & -1 \\ 0 & -1 & 2 \end{pmatrix}$$

Sur la matrice

$$\left(\begin{array}{ccc|ccc} 2 & -1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ -1 & 2 & -1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & -1 & 2 & 0 & 0 & 1 \end{array}\right)$$

on effectue les opérations élémentaires suivantes :

$$\left(\begin{array}{ccc|ccc} 2 & -1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 3 & -2 & 1 & 2 & 0 \\ 0 & -1 & 2 & 0 & 0 & 1 \end{array}\right) \; L_2 \longleftarrow 2L_2 + L_1$$

$$\left(\begin{array}{ccc|ccc} 2 & -1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 3 & -2 & 1 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 4 & 1 & 2 & 3 \end{array}\right) \begin{matrix} \\ \\ L_3 \longleftarrow 3L_3 + L_2 \end{matrix}$$

$$\left(\begin{array}{ccc|ccc} 2 & -1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 6 & 0 & 3 & 6 & 3 \\ 0 & 0 & 4 & 1 & 2 & 3 \end{array}\right) L_2 \longleftarrow 2L_2 + L_3$$

$$\left(\begin{array}{ccc|ccc} 12 & 0 & 0 & 9 & 6 & 3 \\ 0 & 6 & 0 & 3 & 6 & 3 \\ 0 & 0 & 4 & 1 & 2 & 3 \end{array}\right) L_1 \longleftarrow 6L_1 + L_2$$

La matrice inverse est donc

$$\begin{pmatrix} \frac{3}{4} & \frac{1}{2} & \frac{1}{4} \\ \frac{1}{2} & 1 & \frac{1}{2} \\ \frac{1}{4} & \frac{1}{2} & \frac{3}{4} \end{pmatrix}$$

```
GaussInv([[1,1,0],[1,2,-1],[0,a,1]])
```

Affichage :

Par la méthode de Gauss-Jordan, on calcule l'inverse de la matrice :

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 1 & 2 & -1 \\ 0 & a & 1 \end{pmatrix}$$

Sur la matrice

$$\left(\begin{array}{ccc|ccc} 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & -1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & a & 1 & 0 & 0 & 1 \end{array}\right)$$

on effectue les opérations élémentaires suivantes :

$$\left(\begin{array}{ccc|ccc} 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & -1 & -1 & 1 & 0 \\ 0 & a & 1 & 0 & 0 & 1 \end{array}\right) L_2 \longleftarrow L_2 - L_1$$

$$\left(\begin{array}{ccc|ccc} 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & -1 & -1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & a+1 & a & -a & 1 \end{array}\right) L_3 \longleftarrow L_3 - aL_2$$

Le pivot $a+1$ peut s'annuler. On raisonne donc par disjonction des cas.

— Si $a=-1$, alors la matrice à inverser devient :

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Cette matrice n'est pas inversible.

— Si $a \neq -1$, alors le pivot est non nul et on continue la résolution.

$$\left(\begin{array}{ccc|ccc} 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & a+1 & 0 & -1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & a+1 & a & -a & 1 \end{array}\right) L_2 \longleftarrow (a+1)\, L_2 + L_3$$

$$\left(\begin{array}{ccc|ccc} a+1 & 0 & 0 & a+2 & -1 & -1 \\ 0 & a+1 & 0 & -1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & a+1 & a & -a & 1 \end{array}\right) \quad L_1 \longleftarrow (a+1)\,L_1 - L_2$$

La matrice inverse est donc

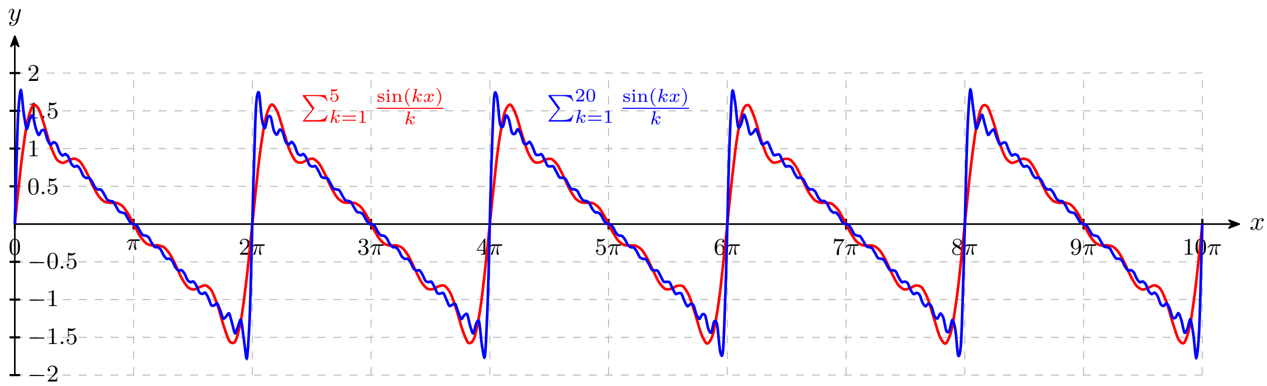
$$\begin{pmatrix} \frac{(a+2)}{(a+1)} & -\frac{1}{a+1} & -\frac{1}{a+1} \\ -\frac{1}{a+1} & \frac{1}{a+1} & \frac{1}{a+1} \\ \frac{a}{(a+1)} & -\frac{a}{(a+1)} & \frac{1}{a+1} \end{pmatrix}$$

7 Graphiques avec TikZ

TikZ est un outil de dessin formidable qui souffre néanmoins des faibles capacités de calculs de TEX. Ainsi, pour tracer des fonctions mathématiques, les problèmes peuvent surgir et il faut souvent passer par le programme externe `gnuplot` pour les calculs. Grâce à LuaTEX, ces problèmes disparaissent et il n'y a plus besoin de passer par un programme externe pour tracer des courbes. Je fournis quelques fonctions qui facilitent les tracés de courbes, à la manière du package tkz-fct dont j'ai repris les idées. Comme un dessin vaut mieux qu'un long discours, voici un exemple qui montre l'intérêt de ces fonctions et de l'usage de Lua dans du code LATEX :

```
% Tracé de sommes partielles d'une série de Fourier
\begin{tikzpicture}
\Cmath{tikzWindow(x1cm=2,y1cm=1,xmin=0,xmax=10*pi,ymin=-2,ymax=2)}
\Cmath{tikzGrid([color=gray!50,dashed],xstep=pi,ystep=0.5)}
\Cmath{codeLua(
f=function(n,x)
        s=0
        for k=1,n do
                s=s+math.sin(k*x)/k
        end
        return s
end
)}
\Cmath{tikzAxeX([line width=0.6,-{Stealth[round]}],step=pi,trig=true,label=x)}
\Cmath{tikzAxeY([line width=0.6,-{Stealth[round]}],step=0.5,label=y,zero=false)}
\Cmath{tikzPlot([color=red,smooth,line width=1],variable=x,function=f(5,x),samples=200)}
\Cmath{tikzPlot([color=blue,smooth,line width=1],variable=x,function=f(20,x),samples=400)}
\Cmath{tikzPoint(labelColor=red,x=9.5,y=1.2,label=som(k=1,5,sin(k*x)/k),size=0)}
\Cmath{tikzPoint(labelColor=blue,x=16,y=1.2,label=som(k=1,20,sin(k*x)/k),size=0)}
\end{tikzpicture}
```

et la courbe produite :



On y gagne aussi sur le temps de calcul : sur cet exemple, le tracé de ces deux courbes nécessitent 9000 itérations de la boucle `for`. Pourtant, son influence sur la compilation de mon document reste imperceptible.

7.1 Réglage de la fenêtre d'affichage

```
tikzWindow(<paramètres>)
```

Paramètre	Valeur par défaut	Description
`xmin`	-5	valeur minimale des abscisses en unités
`xmax`	5	valeur maximale des abscisses en unités
`ymin`	-5	valeur minimale des ordonnées en unités
`ymax`	5	valeur maximale des ordonnées en unités
`x1cm`	1	nombre d'unités représenté par 1 cm sur l'axe des abscisses
`y1cm`	1	nombre d'unités représenté par 1 cm sur l'axe des ordonnées

7.2 Affichage des axes

```
tikzAxeX([<options tikz>],<paramètres>)
```

Paramètre	Valeur par défaut	Description
`xmin`	xmin défini par `tikzWindow`	valeur minimale des abscisses en unités
`xmax`	xmax défini par `tikzWindow`	valeur maximale des abscisses en unités
`step`	1	espacement entre deux graduations
`trig`	`false`	graduations en fractions de π
`zero`	`true`	affichage du zéro
`tick`	`true`	affichage des tirets
`digits`	3	nombre de décimales
`position`	`below`	position des valeurs de x par rapport à l'axe
`rightspace`	0.5	prolongement de l'axe des abscisses
`label`	`x`	label de l'axe des abscisses

```
tikzAxeY([<options tikz>],<paramètres>)
```

Paramètre	Valeur par défaut	Description
`ymin`	ymin défini par `tikzWindow`	valeur minimale des ordonnées en unités
`ymax`	ymax défini par `tikzWindow`	valeur maximale des ordonnées en unités
`step`	1	espacement entre deux graduations
`trig`	`false`	graduations en fractions de π
`zero`	`true`	affichage du zéro
`tick`	`true`	affichage des tirets
`digits`	3	nombre de décimales
`position`	`right=3pt`	position des valeurs de x par rapport à l'axe
`upspace`	0.5	prolongement de l'axe des ordonnées
`label`	`y`	label de l'axe des ordonnées

7.3 Affichage d'une grille

```
tikzGrid([<options tikz>],<paramètres>)
```

Paramètre	Valeur par défaut	Description
`xmin`	xmin défini par `tikzWindow`	valeur minimale des abscisses en unités
`xmax`	xmax défini par `tikzWindow`	valeur maximale des abscisses en unités
`ymin`	ymin défini par `tikzWindow`	valeur minimale des ordonnées en unités
`ymax`	ymax défini par `tikzWindow`	valeur maximale des ordonnées en unités
`xstep`	1	pas des graduations sur l'axe des abscisses
`ystep`	1	pas des graduations sur l'axe des ordonnées

7.4 Affichage d'une courbe

```
tikzPlot([<options tikz>],<paramètres>)
```

Paramètre	Valeur par défaut	Description
variable	x	variable de la fonction
type	cartesian	cartesian ou parametric ou polar
function		expression de la fonction
domain	xmin:xmax	intervalle du tracé
samples	100	nombre de points calculés pour le tracé

7.5 Affichage d'un point ou d'un texte

```
tikzPoint(<paramètres>)
```

Le point est affiché, soit à partir de ses coordonnées, soit à partir d'une fonction en un point. Si la taille du point vaut 0, seul le label sera affiché. Cela permet de placer du texte sur le graphique.

Paramètre	Valeur par défaut	Description
x		abscisse du point
y		ordonnée du point
variable		valeur de la variable de la fonction
function		fonction
type	cartesian	type de fonction
pointColor	black	couleur du point
size	1.5	taille du point
label		nom du point à afficher
labelColor	black	couleur du label
position	above	position du label par rapport au point
name		nom du point pour y faire référence ultérieurement

7.6 Affichage d'une tangente

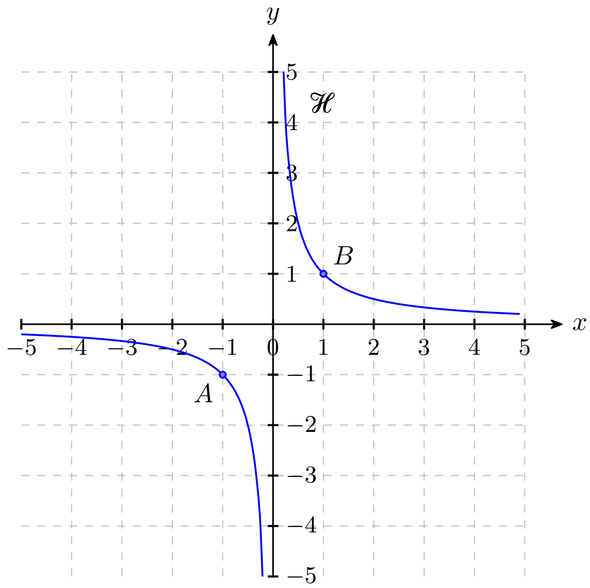
Le vecteur tangent ou la tangente peut se tracer de deux manières : soit en donnant la fonction, le point et éventuellement un coefficient, soit l'intervalle sur lequel tracer la tangente (xmin,xmax).

```
tikzTangent([<options tikz>],<paramètres>)
```

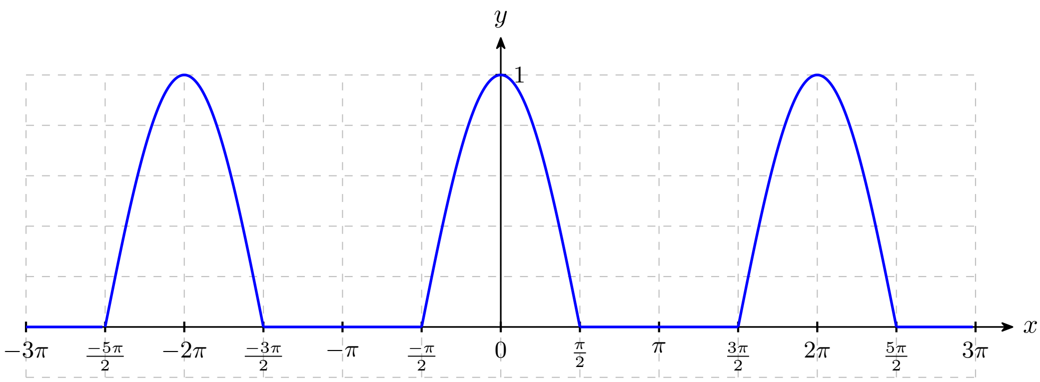
Paramètre	Valeur par défaut	Description
variable		valeur de la variable
function		fonction dont on trace la tangente
type	cartesian	type de fonction
k	1	coefficient de réduction du vecteur
direction	1	1 : tangente à droite, -1 : tangente à gauche
xmin		valeur minimale de l'intervalle d'affichage de la tangente
xmax		valeur maximale de l'intervalle d'affichage de la tangente
position	above	position du label
label		nom du vecteur tangent ou de la tangente

7.7 Exemples

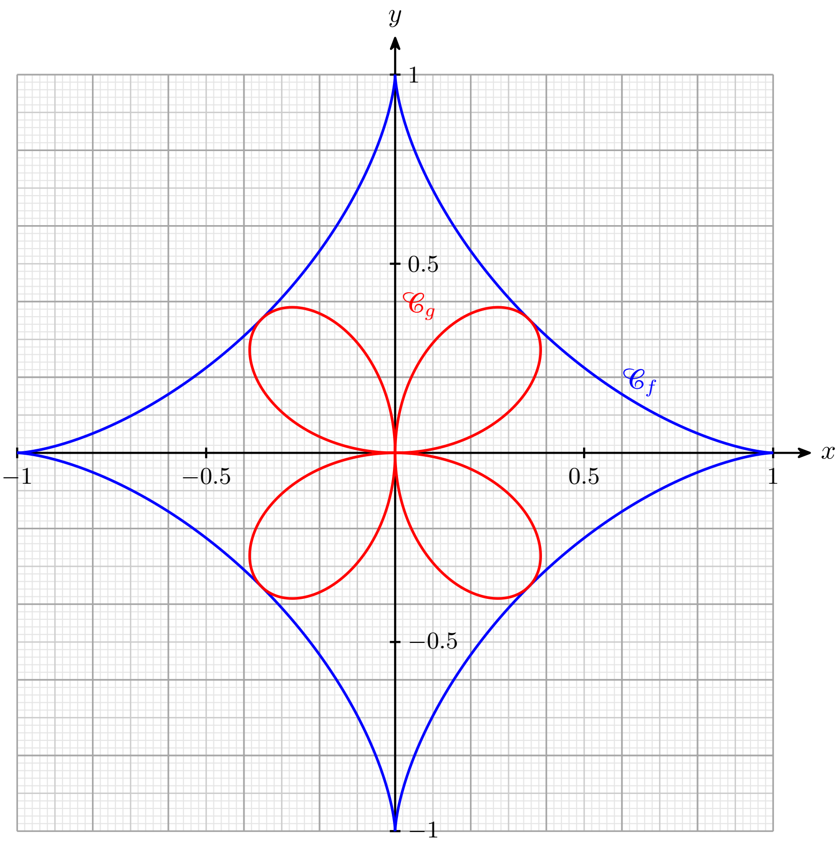
```
% Tracé du type y=f(x)
\begin{tikzpicture}
\Cmath{tikzWindow(xmin=-5,xmax=5,ymin=-5,ymax=5,x1cm=1.5,y1cm=1.5)}
\Cmath{tikzGrid([line width=0.4pt,color=gray!50,dashed])}
\Cmath{tikzAxeX([line width=0.6pt,-{Stealth[round]}],step=1)}
\Cmath{tikzAxeY([line width=0.6pt,-{Stealth[round]}],step=1,zero=false)}
\Cmath{codeLua(f=function(x) return 1/x end)}
\Cmath{tikzPlot([color=blue,smooth,line width=0.7],variable=x,function=f(x),samples=100,
domain=-5:5)}
\Cmath{tikzPoint(pointColor=blue,variable=-1,function=f,label=A,position=below left)}
\Cmath{tikzPoint(pointColor=blue,variable=1,function=f,label=B,position=above right)}
\Cmath{tikzPoint(x=1,y=4,label=scr(H),size=0)}
\end{tikzpicture}
```



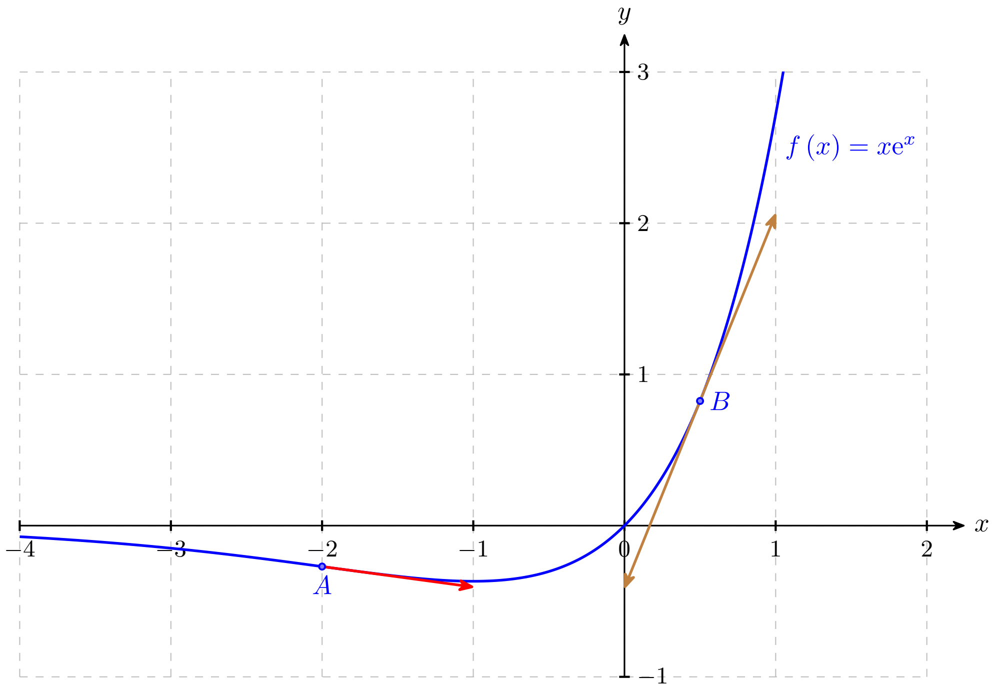

```
% fonction trigonométrique définie par morceaux
\begin{tikzpicture}
\Cmath{tikzWindow(x1cm=1.5,y1cm=0.3,xmin=-3*pi,xmax=3*pi,ymin=-0.2,ymax=1)}
\Cmath{tikzGrid([color=gray!50,dashed],xstep=pi/2,ystep=0.2)}
\Cmath{tikzAxeX([line width=0.6,-{Stealth[round]}],step=pi/2,label=x,trig=true)}
\Cmath{tikzAxeY([line width=0.6,-{Stealth[round]}],ymin=0,label=y,zero=false)}
\Cmath{tikzPlot([color=blue,smooth,line width=1],variable=t,function=cos(t),samples=50,
domain=-pi/2:pi/2)}
\Cmath{tikzPlot([color=blue,smooth,line width=1],variable=t,function=cos(t),samples=50,
domain=-5*pi/2:-3*pi/2)}
\Cmath{tikzPlot([color=blue,smooth,line width=1],variable=t,function=cos(t),samples=50,
domain=3*pi/2:5*pi/2)}
\Cmath{tikzPlot([color=blue,smooth,line width=1],variable=t,function=0,samples=30,
domain=-3*pi/2:-pi/2)}
\Cmath{tikzPlot([color=blue,smooth,line width=1],variable=t,function=0,samples=30,
domain=pi/2:3*pi/2)}
\Cmath{tikzPlot([color=blue,smooth,line width=1],variable=t,function=0,samples=30,
domain=-3*pi:-5*pi/2)}
\Cmath{tikzPlot([color=blue,smooth,line width=1],variable=t,function=0,samples=30,
domain=5*pi/2:3*pi)}
\end{tikzpicture}
```



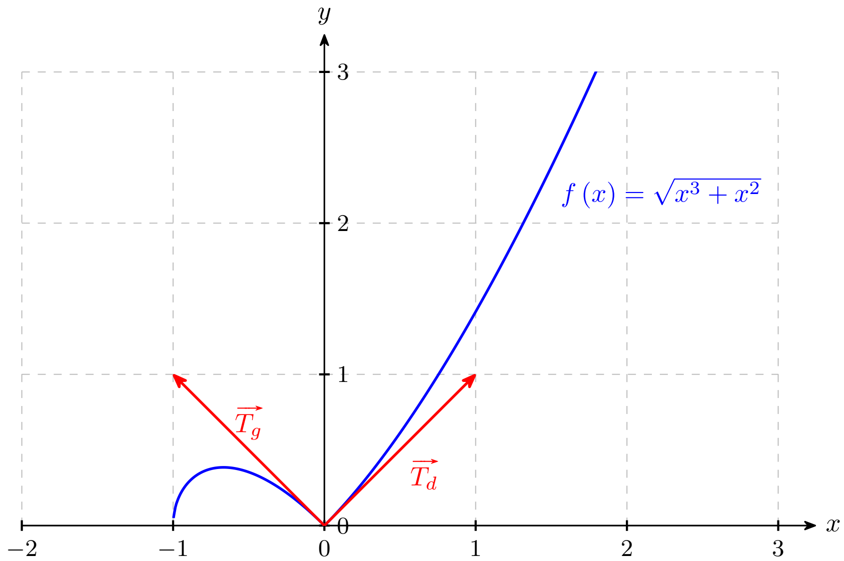
```
% Courbe paramétrique et papier milimétré
\begin{tikzpicture}
\Cmath{tikzWindow(xmin=-1,xmax=1,ymin=-1,ymax=1,x1cm=0.2,y1cm=0.2)}
\Cmath{tikzGrid([line width=0.4pt,color=gray!20],xstep=0.02,ystep=0.02)}
\Cmath{tikzGrid([line width=0.5pt,color=gray!40],xstep=0.1,ystep=0.1)}
\Cmath{tikzGrid([line width=0.6pt,color=gray!70],xstep=0.2,ystep=0.2)}
\Cmath{tikzAxeX([line width=0.8pt,-{Stealth[round]}],step=0.5,zero=false)}
\Cmath{tikzAxeY([line width=0.8pt,-{Stealth[round]}],step=0.5,zero=false)}
\Cmath{codeLua(f=function(t) return cos(t)^3,sin(t)^3 end)}
\Cmath{codeLua(g=function(t) return cos(t)*sin(t)^2,sin(t)*cos(t)^2 end)}
\Cmath{tikzPlot([color=blue,smooth,line width=1],type=parametric,variable=t,function=f(t),
samples=400,domain=-pi:pi)}
\Cmath{tikzPlot([color=red,smooth,line width=1],type=parametric,variable=t,function=g(t),
samples=400,domain=-pi:pi)}
\Cmath{tikzPoint(labelColor=blue,variable=pi/6,function=f,label=scr(C)_f,position=above,
size=0)}
\Cmath{tikzPoint(labelColor=red,variable=pi/8,function=g,label=scr(C)_g,position=above left,
size=0)}
\end{tikzpicture}
```



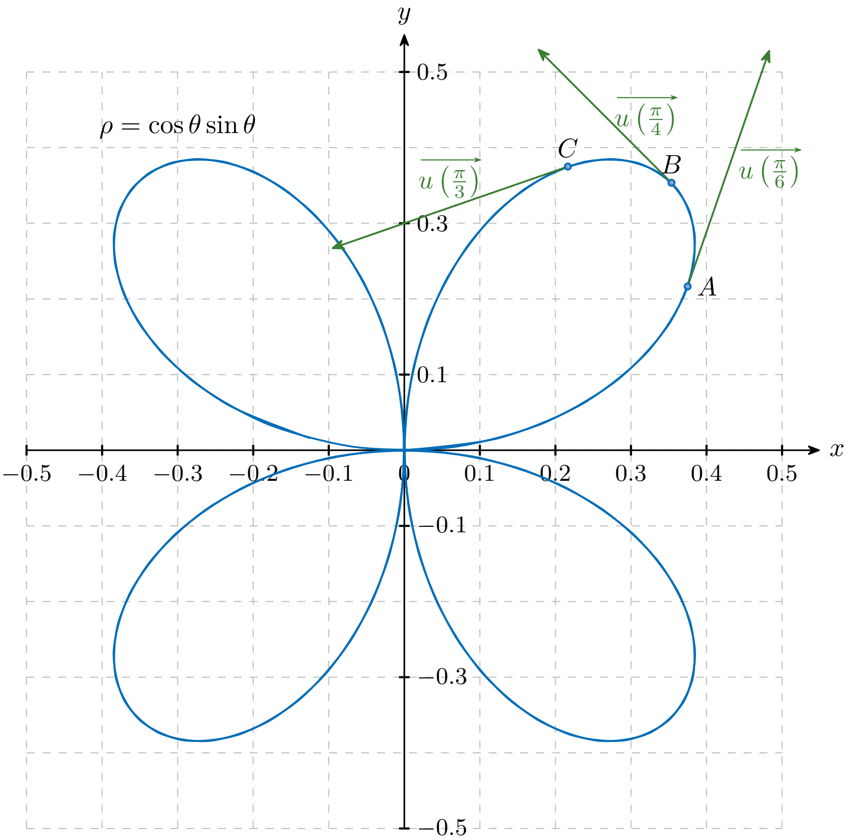
```
% tangentes
\begin{tikzpicture}
\Cmath{tikzWindow(xmin=-4,xmax=2,ymin=-1,ymax=3,x1cm=0.5,y1cm=0.5)}
\Cmath{tikzGrid([line width=0.4pt,color=gray!50,dashed])}
\Cmath{tikzAxeX([line width=0.6pt,-{Stealth[round]}],step=1)}
\Cmath{tikzAxeY([line width=0.6pt,-{Stealth[round]}],step=1,zero=false)}
\Cmath{codeLua(f=function(x)        return x*exp(x) end)}
\Cmath{tikzPlot([color=blue,smooth,line width=1],variable=x,function=f(x),samples=400)}
\Cmath{tikzPoint(x=1,y=2.5,label={f(x)=x*:e^x},labelColor=blue,position=right,size=0)}
\Cmath{tikzTangent([color=red,line width=1pt,-{Stealth[round]}],variable=-2,function=f)}
\Cmath{tikzPoint(variable=-2,function=f,label=A,pointColor=blue,labelColor=blue,
position=below)}
\Cmath{tikzTangent([color=brown,line width=1pt,{Stealth[round]}-{Stealth[round]}],
variable=0.5,function=f,xmin=0,xmax=1)}
\Cmath{tikzPoint(variable=0.5,function=f,label=B,pointColor=blue,labelColor=blue,
position=right)}
\end{tikzpicture}
```




```
%demie-tangentes
\begin{tikzpicture}
\Cmath{tikzWindow(xmin=-2,xmax=3,ymin=0,ymax=3,x1cm=0.5,y1cm=0.5)}
\Cmath{tikzGrid([line width=0.4pt,color=gray!50,dashed])}
\Cmath{tikzAxeX([line width=0.6pt,-{Stealth[round]}],step=1)}
\Cmath{tikzAxeY([line width=0.6pt,-{Stealth[round]}],step=1)}
\Cmath{codeLua(f=function(x)        return sqrt(x^3+x^2) end)}
\Cmath{tikzPlot([color=blue,smooth,line width=1],variable=x,function=f(x),samples=400)}
\Cmath{tikzTangent([color=red,line width=1pt,-{Stealth[round]}],variable=0,function=f,
direction=-1,label=vec(T_g))}
\Cmath{tikzTangent([color=red,line width=1pt,-{Stealth[round]}],variable=0,function=f,
direction=1,label=vec(T_d),position=below right)}
\Cmath{tikzPoint(x=1.5,y=2.2,label={f(x)=√(x^3+x^2)},labelColor=blue,position=right,size=0)}
\end{tikzpicture}
```




```
% courbe en polaire
\begin{tikzpicture}
\Cmath{tikzWindow(x1cm=0.1,y1cm=0.1,xmin=-0.5,xmax=0.5,ymin=-0.5,ymax=0.5)}
\Cmath{tikzGrid([color=gray!50,dashed],xstep=0.1,ystep=0.1)}
\Cmath{codeLua(f=function(theta) return cos(theta)*sin(theta) end)}
\Cmath{tikzAxeX([line width=0.6,-{Stealth[round]}],step=0.1,label=x)}
\Cmath{tikzAxeY([line width=0.6,-{Stealth[round]}],step=0.2,label=y)}
\Cmath{tikzPlot([color=NavyBlue,smooth,line width=0.7],type=polar,variable=t,function=f(t),
samples=100,domain=-2*pi:2*pi)}
\Cmath{tikzTangent([color=OliveGreen,line width=0.7pt,-{Stealth[round]}],variable=pi/6,
function=f,type=polar,k=0.5,label=vec(u(:pi/6)),position=right)}
\Cmath{tikzPoint(pointColor=NavyBlue,variable=pi/6,function=f,label=A,position=right,
type=polar)}
\Cmath{tikzTangent([color=OliveGreen,line width=0.7pt,-{Stealth[round]}],variable=pi/4,
function=f,type=polar,k=0.5,label=vec(u(:pi/4)),position=right)}
\Cmath{tikzPoint(pointColor=NavyBlue,variable=pi/4,function=f,label=B,type=polar)}
\Cmath{tikzTangent([color=OliveGreen,line width=0.7pt,-{Stealth[round]}],variable=pi/3,
function=f,type=polar,k=0.5,label=vec(u(:pi/3)))}
\Cmath{tikzPoint(pointColor=NavyBlue,variable=pi/3,function=f,label=C,type=polar)}
\Cmath{tikzPoint(x=-0.3,y=0.4,label={ρ=cosθ*sinθ},size=0)}
\end{tikzpicture}
```



8 Installation

Téléchargez et décompressez le fichier zip qui contient l'intégralité des fichiers nécessaires au fonctionnement de CmathLuaTEX : https://github.com/cdevalland/cmathluatex/archive/master.zip.

8.1 Installation sans package

Pour utliser CmathLuaTEX ajoutez ces deux lignes dans le préambule de votre fichier tex :

```
\directlua{dofile('CmathLuaTeX.lua')}
\newcommand\Cmath[1]{\directlua{tex.print(Cmath2LaTeX('\detokenize{#1}'))}}
```

et c'est tout... ou presque.
Plus précisément :

1. Il faut que le fichier `CmathLuaTeX.lua` soit accessible à LuaTEX lors de la compilation. Si vous ne changez rien à la commande

   ```
   \directlua{dofile('CmathLuaTeX.lua')}
   ```

   cela suppose que `CmathLuaTeX.lua` est dans le même répertoire que votre fichier tex. Mais il est probable que vous vouliez placer `CmathLuaTeX.lua` dans un répertoire qui sera accessible à tous vos fichiers tex où qu'ils soient sur le disque. Il faudra dans ce cas donner le chemin d'accès complet à CmathLuaTeX.lua. Par exemple sous Linux :

   ```
   \directlua{dofile('/home/mon_repertoire/CmathLuaTeX.lua')}
   ```

   ou sous Window$:

   ```
   \directlua{dofile('C:/mon_repertoire/CmathLuaTeX.lua')}
   ```

2. Il est nécessaire de compiler ses documents avec LuaLATEX. Si vous utilisiez `pdflatex` auparavant, il suffira de remplacer la commande `pdflatex` par `lualatex` et tout fonctionnera sans problème la plupart du temps. Comme les distributions modernes de LATEX incluent toutes LuaLATEX (MikTeX, TexLive...), la plupart des éditeurs LaTeX sont configurables pour compiler via LuaLATEX. Cherchez dans les options.

3. Certains packages et définitions sont requis par CmathLuaTeX. Utilisez le `Document test pour CmathLuaTeX.tex`, prêt à compiler, qui contient le préambule nécessaire.

8.2 Installation sous forme d'un package

C'est la méthode la plus confortable puisqu'il n'y a pas besoin d'indiquer dans le code source le chemin du fichier `CmathLuaTeX.lua` ni d'inclure le préambule nécessaire à CmathLuaTEX. Le document précédent devient :

```
\documentclass[a4paper,10pt]{article}
\usepackage{fontspec}
\usepackage{CmathLuaTeX}
\begin{document}
$\Cmath{sin{π/2}=1}$
\end{document}
```

Il suffit pour cela de mettre dans un répertoire visible par la distribution LaTeX les deux fichiers `CmathLuaTeX.lua` et `CmathLuaTeX.sty`. Un endroit facilement accessible est le répertoire désigné par la variable `TEXMFHOME`. Sous Linux, il s'agit probablement de `/home/votre_login/texmf` (à créer si besoin). On peut connaître le contenu de cette variable grâce à l'instruction `kpsewhich -var-value=TEXMFHOME`. Sous windows, il s'agira probablement d'un répertoire du genre `c:\users\votre_login\texmf`. Sur une clé USB avec texlive pour windows, il s'agit de `texlive/texmf-local`. Créer dans ce répertoire l'arborescence `tex/latex/CmathLuaTeX`. Sur ma machine, j'ai donc placé ces deux fichiers dans le répertoire `/texmf/tex/latex/CmathLuaTeX`.
Ceci fait, essayez de compiler le petit document ci-dessus.

9 Pour utiliser Xcas

Xcas doit être installé sur votre ordinateur et il faut configurer votre éditeur pour compiler en LuaLATEX avec l'option `-shell-escape` pour les appels à Xcas. De plus, l'auteur Bernard Parisse, suite à nos échanges, a fait quelques corrections nécessaires au fonctionnement de CmathLuaTeX. Il faut donc impérativement télécharger Xcas en version supérieure ou égale à 1.1.1 (datée de juin 2014) : http://www-fourier.ujf-grenoble.fr/~parisse/install_fr. J'en profite pour remercier ici Bernard pour sa grande disponibilité et sa rapidité à résoudre les problèmes.
Les utilisateurs de windows qui n'auraient pas choisi d'installer Xcas dans le répertoire par défaut devront modifier cette ligne du fichier `CmathLuaTeX.lua` pour prendre en compte votre répertoire d'installation (faites une recherche sur l'instruction "bash") :

```
os.execute('\\xcas\\bash.exe -c "export LANG=fr_FR.UTF-8 ; /xcas/icas.exe giac.in"')
```

Pour cela, il convient d'être prudent. Ce fichier est codé en UTF-8 et le modifier avec un éditeur bas de gamme (notepad par exemple) le rendrait inutilisable.

— Installez un éditeur de texte digne de ce nom tel que Notepad++ ou Geany (c'est celui que j'utilise),
— Modifiez cette ligne en changeant le chemin d'accès `c:\xcas\` par le vôtre en respectant la même syntaxe,
— Sauvegardez le fichier en vérifiant que vous êtes bien en encodage de caractères UTF-8.

Cela devrait fonctionner.
Pour tester Xcas, compilez ce code :

```
\documentclass[a4paper,10pt]{article}
\usepackage{fontspec}
\usepackage{CmathLuaTeX}
\begin{document}
$\Cmath{sin{π/2}=xcas(sin(pi/2))}$
\end{document}
```

10 Quid de la portabilité ?

Comme je l'ai expliqué, il est nécessaire de compiler le code source avec LuaLATEX. Pourtant, il est possible de convertir toutes les commandes `\Cmath` d'un document en code LATEX pour obtenir un code source

standard et portable. Cela permet, par exemple, de le compiler avec `pdfLaTeX`, de le publier dans un wiki, un forum, etc...
Je fournis pour cela un script pour TEXworks accessible via le menu `Scripts,Cmath,Document Cmath -> document LaTeX`.
Ce script parcourt le document courant, traduit toutes les commandes `\Cmath` en LATEX, y compris les commandes XCAS, les tableaux de variations, les graphiques, etc... Le nouveau code est inséré dans un nouveau document. Ce code est totalement indépendant de CmathLuaTEX et peut être compilé avec `pdfLaTeX`.
Exemple : ce script exécuté pour le code ci-dessous tapé avec CmathLuaTEX

```
\begin{document}
Pour $\Cmath{x∈ℝ}$, on définit la fonction $\Cmath{f}$ par $\Cmath{f(x)=sinx}$.
On a : \[\Cmath{f(π/3)=xcas(sin(pi/3))}\]
\end{document}
```

fera apparaître un nouveau document contenant :

```
\begin{document}
Pour $x\in \mathbb{R} $, on définit la fonction $f$ par $f \left( x\right)  = \sin x$.
On a : \[f \left( \frac{\pi }{3}\right)  = \frac{\sqrt{3}}{2}\]
\end{document}
```

11 Utilisation avec TEXworks

Le confort d'utilisation de CmathLuaTEX sera optimale avec l'excellent éditeur TEXworks. Son apparence est rudimentaire mais il est d'une efficacité redoutable une fois qu'on a pris le temps de le personnaliser. Le gros avantage de l'utiliser avec CmathLuaTEX est qu'il permet d'exécuter des scripts écrits en Lua et par conséquent ceux de CmathLuaTEX. L'autre grande force de TEXworks est la possibilité de complètement créer ses propres raccourcis claviers pour y mettre le texte que l'on veut (voir https://github.com/TeXworks/texworks/wiki/CodeCompletion). Un raccourci suivi de la touche TAB permet alors de faire défiler les possibilités que l'on aura programmées. Exemple : dans mon fichier de "completion", j'ai inscrit, entre autre :

```
...
tvar:=TVar([#INS#,•],f(x)=•)
mq:=Montrer que #INS#
mq:=montrer que #INS#
...
```

Ainsi, `mq` suivi de la touche `TAB` (éventuellement plusieurs fois), fait défiler les enregistrements. C'est au final bien plus rapide que d'aller chercher des icônes à la souris. TEXworks fournit déjà beaucoup de raccourcis prédéfinis dans les fichiers `tw-latex.txt` et `tw-basic.txt`. Par exemple en tapant

```
\beg TAB en TAB
```

On obtient :

```
\begin{enumerate}
\item

\end{enumerate}•
```

Dans la suite, je suppose que TEXworks est installé sur votre ordinateur.

11.1 Sous Window$

Pour les utilisateurs de windows, je conseille d'utiliser une version au moins égale à la 1391, à télécharger dans la rubrique "Latest" sur le site TEXworks (https://github.com/TeXworks/texworks/releases/latest). Les développeurs ont accepté de compiler TEXworks avec une option qui permet à TEXworks d'appeler des librairies externes. Cela permet d'utiliser la librairie `lpeg.dll` avec l'interpréteur Lua fourni avec TEXworks. Ce fichier est nécessaire à l'exécution des fonctions Lua de CmathLuaTEX (il s'agit de la librairie d'analyse grammaticale d'expressions et elle n'est pas incluse dans TEXworks). Vous trouverez sur le site évoqué plus haut un répertoire nommé `Lua 5.2 Modules`. Enregistrez le fichier `lpeg.dll` contenu

dans ce répertoire à côté du fichier `texworks.exe` sur votre disque dur. Les scripts Cmath devraient maintenant fonctionner.
Les utilisateurs de TeX Live peuvent utiliser le TEXworks fourni avec cette distribution LaTeX en y ajoutant ce même fichier `lpeg.dll`. MikTeX contient aussi une version de TEXworks mais je ne sais pas si elle accepte ce fichier `lpeg.dll`.

11.2 Sous Linux

C'est plus simple. TEXworks s'appuie sur toute distribution Lua installée sur l'ordinateur. Il faut donc installer une distribution Lua (version >= 5.1) ainsi que la librairie lpeg à partir de votre installateur de paquets préféré.

11.3 Ajout des scripts

Maintenant, il faut configurer TEXworks pour les raccourcis clavier. Dans l'archive `master.zip`, je fournis un répertoire `TeXworks`. Il contient :

— la librairie lpeg.dll pour windows uniquement que j'ai compilée avec Mingw et lua 5.2. Elle fait double-emploi avec celle fournie par TEXworks.

— un répertoire scripts qui contient un répertoire Cmath à copier dans le répertoire scripts de TEXworks. Pourcela, ouvrez le répertoire appelé Ressources de TEXworks : on le trouve facilement grâce au menu Aide, Paramètres et Ressources de TEXworks. Une fenêtre s'ouvre ; cliquez sur le lien Ressources. Le contenu du répertoire s'ouvre. Un répertoire scripts s'y trouve déjà. Copier le répertoire `scripts/Cmath` que je fournis dans le répertoire `scripts` de TEXworks.

— un répertoire configuration. Il contient un fichier shortcuts.ini qui désactive deux raccourcis intégrés à TEXworks : Ctrl+R pour rechercher/remplacer et Ctrl+= pour montrer la sélection. Ces deux fonctions resteront toutefois accessibles par le menu Recherche de TEXworks. Le but étant de rediriger ces deux raccourcis pour les symboles “racine carrée” et “environ”. Si vous avez déjà un fichier `shortcuts.ini`, y ajouter les deux lignes du fichier que je fournis, sinon, le copier tel quel dans le répertoire configuration.

Une fois installé, il est nécessaire d'autoriser l'exécution des scripts puisque les raccourcis claviers de CmathLuaTEX sont des programmes écrits en Lua qui sont lancés par TEXworks. L'option se trouve dans le menu `Editions, Préférences` (voir figure 1). Ce sont les mêmes fonctions qui sont appelées par LuaLATEX que celles appelées par TEXworks. Ainsi, il n'y a aucune différence entre le code renvoyé par Ctrl+F9 dans TEXworks et celui qui sera compilé par LuaLATEX pour une formule entourée par `\Cmath`.

11.4 Configurer la compilation

Il faut configurer TEXworks pour compiler en LuaLATEX avec l'option `-shell-escape` pour les appels à Xcas. Ajouter cet argument à l'outil de traitement LuaLATEX comme indiqué sur la figure 2 (il doit être en première position). Validez puis configurez LuaLATEX comme outil de traitement par défaut (raccourcis Ctrl+T dans l'éditeur). Redémarrez TEXworks pour que les changements prennent effet.

11.5 Raccourcis clavier

Les combinaisons de touches disponibles dans TEXworks sont :

Touches	Action
`F9`	Compose la formule tapée juste avant le curseur avec la fonction `$\Cmath{}$`. Action réversible en retapant F9.
`Maj+F9`	Compose la formule tapée juste avant le curseur avec la fonction `\[\Cmath{}\]`. Action réversible.
`Alt+F9`	Compose la formule tapée juste avant le curseur avec la fonction `\Cmath{}`. Action réversible.
`Ctrl+F9`	Traduit en LaTeX la formule tapée juste avant le curseur, en mode texte.
`Ctrl+Maj+F9`	Traduit en LaTeX la formule tapée juste avant le curseur, en mode hors-texte.
`Ctrl+*`	Affiche le symbole $\times$
`Ctrl+/`	Affiche le symbole $\div$
`Ctrl+=`	Affiche le symbole environ égal
`Ctrl+R`	Affiche le symbole √

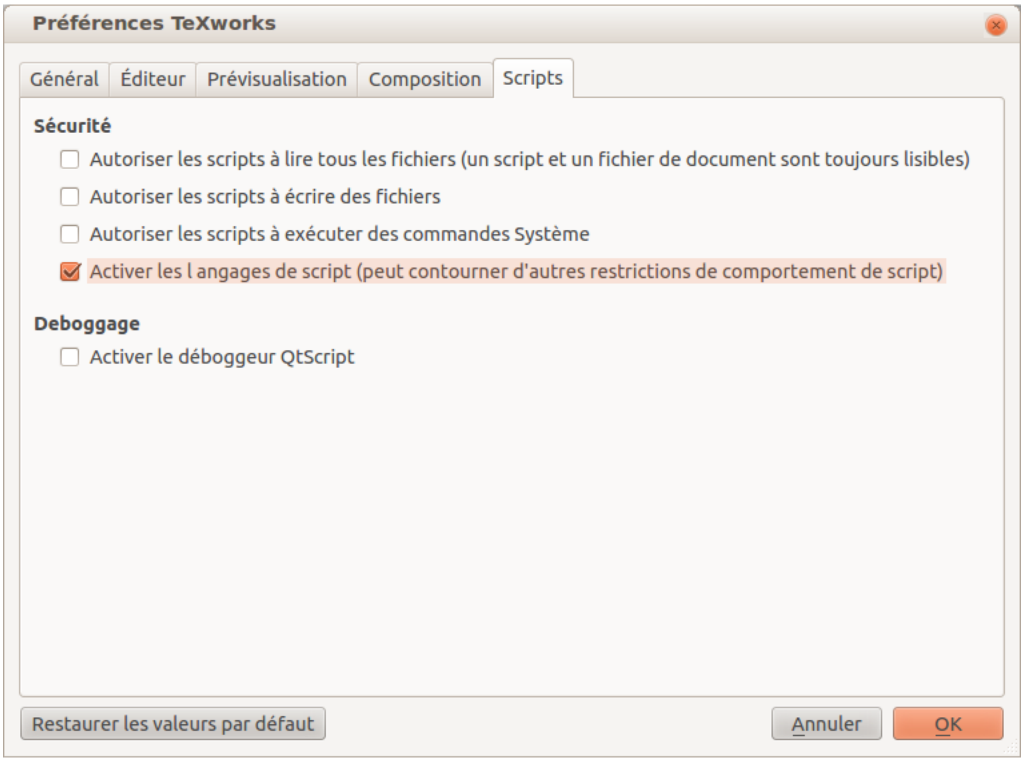


Figure 1 – Activation des scripts dans TEXworks

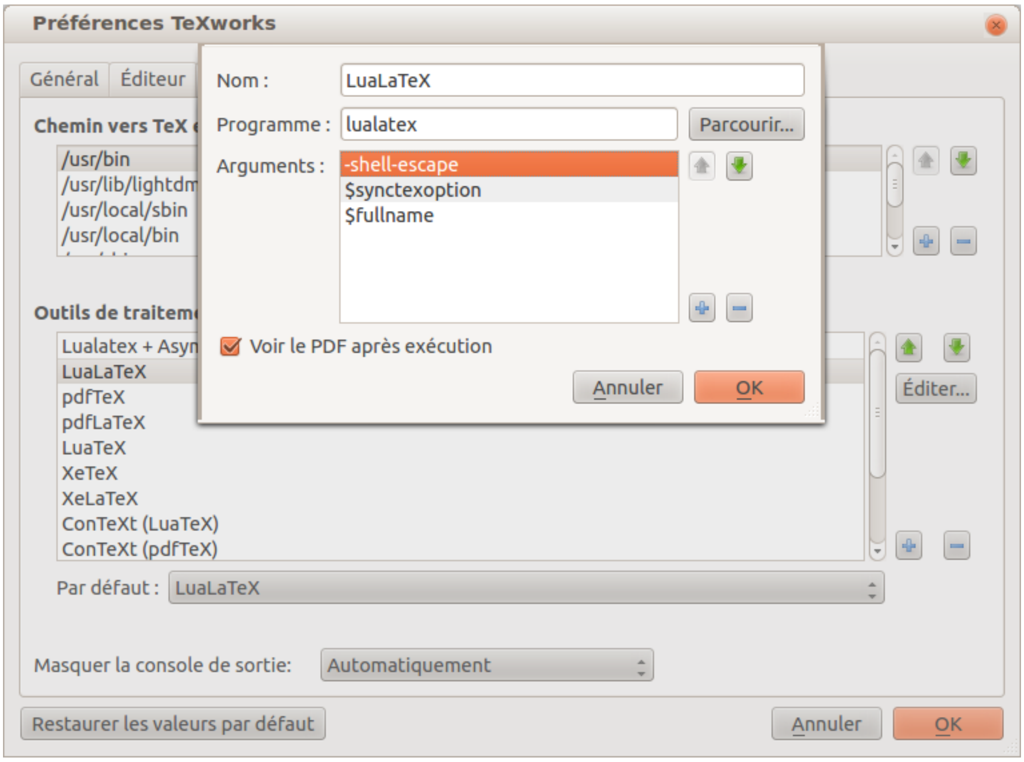


Figure 2 – Configurer la compilation dans TEXworks

11.6 Test de la configuration

Dans un document vierge, taper `1/2` suivi de `F9`. Vous devez voir :

```
$\Cmath{1/2}$
```

Tapez : `1/2` suivi de `Ctrl+F9` :

```
$\frac{1}{2}$ % Traduction CmathLuaTeX de : 1/2
```

Tapez `xcas(1+2)` suivi de `Ctrl+F9` :

```
$3$ % Traduction CmathLuaTeX de : xcas(1+2)
```

Si certains raccourcis ne fonctionnent pas, il se peut que leur séquence de touche soient interceptée par le système d'exploitation. Le cas s'est présenté sur un Linux Mint. Dans ce cas, désactivez le raccourci concerné dans dans le système.

12 CmathLuaTEX portable pour windows

Dans nos collèges et lycées, les ordinateurs sont pour une majorité sous windows. Voici une méthode qui permet de créer une clé USB prête à l'emploi pour compiler ses textes avec CmathLuaTeX. Aucun droit d'administration ne sont nécessaires. Il suffit d'insérer la clé pour pouvoir commencer à rédiger. Suivez ce lien pour créer sa clé USB : `https://github.com/cdevalland/cmathluatex/wiki/Cmathluatex-Portable`.

13 Liste de diffusion, forum

Pour rester informé des nouveautés et des mises à jour, inscrivez-vous à cette liste :
L'URL pour s'inscrire est : `mailto:cmathluatex-request@ml.free.fr?subject=subscribe`
L'URL pour se désinscrire est : `mailto:cmathluatex-request@ml.free.fr?subject=unsubscribe`