

tablor.sty

La machine à créer des tableaux de signes et de variations

Guillaume CONNAN

<http://gconnan.free.fr>

avec l'efficace participation de Jean-Michel BOUCART

Forum d'aide : <http://gconnan.free.fr/punbb/upload/index.php>

14 juin 2008 - Version 3.00

I - Ça sert à quoi ?

Il s'agit d'obtenir rapidement un tableau de signe ou un tableau de variation en entrant un minimum de commandes.

II - Comment ça marche ?

a. Principe général

On entre une instruction qu'on envoie via \LaTeX à XCAS qui effectue un certain nombre de calculs (résolution d'équations, calcul de limites). XCAS renvoie un résultat sous la forme d'un script MetaPOST qui est compilé. Un tableau est créé et ensuite inséré dans le document tex.

b. Rentrons dans les détails

En utilisant un environnement tablor, de nombreux fichiers sont créés dans le répertoire courant puis effacés par la commande nettoyer si vous le souhaitez :

- des fichiers d'extension .cxx : il s'agit du fichier le plus important. C'est le programme XCAS qui « fabrique » le tableau. Vous pouvez l'utiliser tel quel dans une session XCAS ou giac.
- des fichiers d'extension .giac qui regroupent des instructions lues et exécutées par giac. Il est très court :

```
maple_mode(0); // au cas où certains travailleraient en mode maple ,
               mupad ou ti
read("config.cxx"); // pour configurer la 1ère colonne (signe de ou
                   sign of etc.)
read("XcasTV.cxx"); // giac charge le programme
read("XCasTV.user"); // giac lit les paramètres rentrés dans le
                   source
tex et fabrique à la volée le source MetaPOST.
```

- des fichiers d'extension .user qui sont créés par \LaTeX grâce à l'environnement VerbatimOut de l'extension fancyvrb : il s'agit en fait de la commande qui se trouve par exemple entre $\text{\begin{TV}}$ et $\text{\end{TV}}$.

♥ Autres collaborations XCAS/L^AT_EX

On peut suivre ce même principe pour créer d'autres associations de vos outils préférés. Voir par exemple :

<http://gconnan.free.fr/?page=53>

et

<http://melusine.eu.org/syracuse/giac/>

c. Code XCAS

Toutes les procédures suivent le même principe :

- la plus grande partie s'occupe de créer les lignes du tableaux à l'aide de nombreux tests et boucles ;
- ensuite, on regroupe ces lignes dans une variable `MetaLfc` ;
- on exporte le tableau à l'aide des trois dernières lignes :

```
sortie:=fopen("XCasmpfc.mp"); // on crée un fichier XCasmpfc.mp
fprintf(sortie,Unquoted,MetaLfc); // on y met MetaLfc
fclose(sortie); // on ferme XCasmpfc.mp
```

III - De quoi a-t-on besoin ?

- Il faut avoir installé XCAS, logiciel multi-plateforme de calcul et de programmation : http://www-fourier.ujf-grenoble.fr/%7Eparisse/giac_fr.html ;
- il faut avoir le fichier de macros MetaPOST `tableauVariation.mp` de Frédéric Mazoit : http://frederic.mazoit.free.fr/LaTeX_metapost/tableauVariations/ ;
Pour ceux qui sont guère habitués à MetaPOST, cela ne pose aucun problème car les scripts et compilations MetaPOST se font automatiquement. Il suffit de créer dans son `texmf` personnel une arborescence du style : `./texmfperso/metapost/tablor/` et d'y placer `tableauVariation.mp` puis un `rehash`. C'est exactement la même démarche que pour installer une nouvelle extension L^AT_EX.
- il faut être en mode `shell-escape` pour autoriser les sorties de la compilation `tex`. Pour `emacs`, on rajoute en fin de fichier `%% LaTeX-command: "latex --shell-escape" ***` ; pour les autres éditeurs, il faut modifier la commande de compilation. Sinon, on peut modifier le fichier `texmf.cnf` pour que le mode soit automatisé en modifiant la ligne suivante : `shell-escape t` ;
- il faut avoir à disposition les extensions `fancyvrb`, `filecontents`, `ifthen` et `ifpdf` ;
- pour ceux qui compilent avec `pdfLATEX`, il n'y a aucun problème et rien à faire car `tablor` contient déjà ce qu'il faut pour s'adapter : `\ifpdf \DeclareGraphicsRule{*}{mps}{*}{} \fi`
- il faut installer le fichier `tablor.sty` dans son `texmf` personnel. Pour ceux qui ont MiKTeX sous windows, il suffit d'aller le chercher dans les dépôts. Pour les utilisateurs de Unix, vous devez savoir comment faire... Par commodité, vous pouvez en profiter pour installer la version Unix de *MiKTeX package manager*. J'ai fait un petit script pour vous y aider ici : <http://gconnan.free.fr/?page=52>
- il faut installer les fichiers de configuration `tablor.cfg` et `entateMP.cfg` dans le même répertoire de `tablor.sty`

⚠ Commandes créées

Huit nouvelles commandes sont créées : `\tv`, `\tvbis`, `\nettoyer`, `\initablor`, `\Tableaux`, `\dresse`, `\dressetoile`, `\executGiacmp`. Attention aux conflits si de tels noms existent quelque part dans vos fichiers personnels.

♥ shell-escape

Pour les utilisateurs de TeXnicCenter, observez cette [explication](#) du paramétrage du shell-escape. On peut par exemple mettre :

```
-enable-write18 -shell-escape -src -interaction=nonstopmode "%Wm".
```

Sur TeXmaker, c'est `latex -enable-write18 -shell-escape -interaction=nonstopmode %.tex`.

Pour faire comprendre à Microsoft Windows XP où trouver giac, vous pouvez modifier le path en suivant ces instructions :

Demarrer->Panneau de configuration->Système onglet Avancé->Variable d'environnement. Il faut cliquer sur la ligne PATH puis sur le bouton modifier et là il faut ajouter

```
;C:\repertoire_d'installation_de_xcas
```

(Merci à Gaëtan et à Daniel).

⚠ Conflit d'extensions

L'extension fancybox rentre en conflit avec fancyvrb qu'utilise tablor car elles définissent toutes deux différemment l'environnement VerbatimOut.

IV - Comment l'utiliser ?

a. Préambule

Les ECM donnés en exemple ne dépendent pas du moteur de compilation : \LaTeX +dvi+dvips ou pdf \LaTeX conviennent.

Le préambule sera toujours :

```
\documentclass{article}
\usepackage{graphicx}
\usepackage[french]{babel} % or eunozer language
\usepackage[xcas]{tablor} % xcas en option : cf plus loin
```

b. L'option xcas

On met xcas si l'on a installé giac/XCAS sur son ordinateur et on ne met rien si giac/XCAS n'est pas installé ou (et) que l'on a récupéré un fichier tex avec les fichiers sources MetaPOST ; Ainsi, tablor ne fera pas appel à giac/XCAS et se contentera de compiler les fichiers MetaPOST.

c. Fichier de configuration tablor.cfg

Contenu

```
%%%%%%%%%%
% Fichier de configuration de tablor.sty %
%%%%%%%%%%
```

```

% La mise à jour de ce fichier permet d'adapter certains paramètres du
% package tablors.sty
% au poste de travail et aux habitudes des utilisateurs.

%=====
% I - Configuration du préambule MetaPOST
%=====

\begin{filecontents*}{enteteMP.cfg}
input tableauVariation;
verbatimtex
%& latex
\documentclass{article}
\usepackage[upright]{fourier} % ou mathpazo , lmodern , etc. ou rien !
\usepackage{amsmath}
\renewcommand\mbox[1]{ #1 } % pour les mbox intempestifs de xcas
\renewcommand\cdot{ } % idem pour les cdot
\begin{document}
etex
\end{filecontents*}

% =====
% II - Déclaration du système d'exploitation :
% =====

% Si vous utilisez windows , dé-commentez la ligne suivante :

% \setboolean{windows}{true}

%=====
% III - Déclaration de l'éditeur utilisé
% =====
%
% Remplacez " kile " par la commande qui lance votre éditeur favori .
% Laissez une espace avant de fermer l'accolade .

\newcommand{\editeur}{kile }

%=====
% IV - 1ère colonne
%=====
%
% permet de configurer les termes dans la première colonne des
% tableaux : " signe de " ou " sign of " ou " " etc .
%
```

```

\begin{VerbatimOut}{config.cxx}

// POUR LES TV, TVI,TVZ,TVapp,TSq,TSa
// pour la ligne signe
lsic:="
newLigneSignes(btex $\hbox{ Signe de }\atop{\displaystyle };

// POUR LES TV, TVI,TVZ,TVapp
// pour la ligne variation
lvic:="
newLigneVariations(btex $\hbox{ Variations de }\atop{\displaystyle };

\end{VerbatimOut}

%% you may prefer

% \begin{VerbatimOut}{config.cxx}

% // FOR TV, TVI,TVZ,TVapp,TSq,TSa
% // for the signs
% lsic:="
% newLigneSignes(btex $\hbox{ Sign of }\atop{\displaystyle };

% // POUR LES TV, TVI,TVZ,TVapp
% // for the variations
% lvic:="
% newLigneVariations(btex $\hbox{ Variations of }\atop{\displaystyle };

%\end{VerbatimOut}

%% ou si vous préférez que ni signe ni variation n'apparaissent

% \begin{VerbatimOut}{config.cxx}

% // POUR LES TV, TVI,TVZ,TVapp,TSq,TSa
% // pour la ligne signe
% lsic:="
% newLigneSignes(btex $\displaystyle ";

% // POUR LES TV, TVI,TVZ,TVapp
% // pour la ligne variation
% lvic:="
% newLigneVariations(btex $\displaystyle ";

```

```
% \end{VerbatimOut}
```

Vous le placerez dans la même arborescence que `tablор.sty` et le modifierez si besoin est.

Rôle

- I La première partie permet de configurer le préambule `tex` qui sera utilisé par MetaPOST pour créer les tableaux. La ligne contenant l'extension des fontes est en particulier optionnelle : vous pouvez la modifier, voire la supprimer selon vos choix de fontes ;
- II si vous utilisez `Microsoft-Windows`, il faudra décommenter la ligne spécifiée afin que les commandes `unix` soient remplacées automatiquement par des commandes `dos` ;
- III l'éditeur sera appelé dans certains cas pour modifier l'aspect des tableaux dans les fichiers sources MetaPOST. Il faudra choisir un éditeur comme par exemple `emacs`, `xemacs`, `texmaker`, `vi`, `winshell`, `notepad`, `vim`, `kate`, `gedit`, `textmate`, `texshop`, `kile`, etc. Voir aussi le paragraphe VI - ;
- IV par défaut, on voit apparaître dans la première colonne des tableaux « signe de » ou « variations de ». Vous pouvez modifier ces réglages ici comme indiqué ; deux exemples sont donnés : en anglais ou en n'écrivant que les expressions.

d. Initialisation de `tablор` et préfixe des tableaux

Les fichiers MetaPOST des tableaux sont regroupés dans un fichier de suffixe `.Tab.mp`. Le préfixe est par défaut celui du fichier `tex` appelant `tablор`. Il est possible, pour des raisons de classement personnel, de modifier ce préfixe à la suite du `\begin{document}` en entrant :

```
\initablор
```

si l'on veut avoir comme préfixe le préfixe courant (obtenu par `\jobname`) ou bien :

```
\initablор [Waouh]
```

si l'on veut que le fichier MetaPOST des tableaux s'appelle `Waouh.Tab.mp`

Si tout s'est bien passé, on doit supprimer les fichiers `log` de MetaPOST et clore le fichier `.Tab.mp` en entrant juste avant `\end{document}` la commande :

```
\nettoyer
```

ou bien, selon les cas :

```
\nettoyer [Waouh]
```

En résumé, notre fichier `tex` aura cette ossature :

```
\documentclass{article}
\usepackage{graphicx}
\usepackage[french]{babel} % or eunozer language
\usepackage[xcas]{tablор} % options modifiables

\begin{document}

\initablор

...
```

```
\nettoyer
\end{document}
```

V - Tableaux des variations

a. Tableau standard

L'environnement s'appelle TV. On utilise une commande au format XCAS :

```
TV([borne inf, borne sup],[valeurs interdites],"nom_fonction","nom_variable",expression en fonction de x,t,\tv)
```

- [borne inf, borne sup] désigne les bornes de l'ensemble de définition. On note $+\infty$: +infinity et $-\infty$: -infinity. N'oubliez pas les crochets!
- [valeurs interdites] désigne la liste des valeurs interdites;
- "nom fonction" désigne la lettre représentant la fonction telle que vous voulez qu'elle apparaisse : f , g , φ , etc.
- "nom variable" : même chose pour la variable, selon que vous voulez la désigner par x , t , etc. N'oubliez pas les guillemets!
- expression en fonction de x désigne l'expression de la fonction. Attention! Utilisez ici toujours x pour désigner la variable;
- le paramètre t est à remplacer par 1 si vous voulez voir apparaître une ligne avec le signe de la dérivée, par 0 si vous ne voulez pas de cette ligne et par 2 si vous ne voulez que le signe de la dérivée.
- on termine par $\backslash tv$, une commande permettant de numéroter les tableaux en interne.

Voyons à présent quelques exemples.

1. Le tableau de variation sans signe de la dérivée de la fonction $f : x \mapsto x^2$ sur $[-5;7]$.

On obtient :

x	-5	0	7
Variations de f	25	0	49

après avoir entré :

```
\begin{TV}
TV([-5,7],[],"f","x",x^2,0,\tv)
\end{TV}
```

2. Si on veut la même fonction sur \mathbf{R} avec le signe de la dérivée :

```
\begin{TV}
TV([-infinity,+infinity],[],"f","x",x^2,1,\tv)
\end{TV}
```

x	$-\infty$	0	$+\infty$
Signe de $f'(x)$	-	0	+
Variations de f	$+\infty$	0	$+\infty$

3. Avec la même fonction sur \mathbf{R} avec uniquement le signe de la dérivée :

```
\begin{TV}
TV([-infinity , +infinity] , [] , "f" , "x" , x^2 , 2 , \tv)
\end{TV}
```

x	$-\infty$	0	$+\infty$
Signe de $f'(x)$		$-$	$+$

4. Voici ce que cela donne pour $g : t \mapsto \frac{t^2}{t^2-1}$ sur $[-10; +\infty[$:

```
\begin{TV}
TV([-10 , +infinity] , [-1 , 1] , "g" , "t" , x^2/(x^2-1) , 1 , \tv)
\end{TV}
```

t	-10	-1	0	1	$+\infty$
Signe de $g'(t)$		$+$	$+$	$-$	$-$
Variations de g	$\frac{100}{99}$ \nearrow $+\infty$	$-\infty$ \nearrow 0	0 \searrow $-\infty$	$+\infty$ \searrow 1	

5. Il y aura des problèmes pour des équations $f'(x) = 0$ que XCAS ne saurait pas résoudre de manière formelle. Il faudrait alors utiliser une résolution numérique et remplacer résoudre par fsolve. Mais dans les études demandées au Bac, l'étude des signes de la dérivée est possible formellement. Dans les cas plus exotiques, on peut faire le tableau « à la main ».

b. Tableau de variation avec « zone(s) interdite(s) »

Pour certaines fonctions, tout un (ou plusieurs) intervalle(s) est(sont) exclu(s) de l'ensemble de définition. Par exemple, la fonction $x \mapsto \sqrt{x^2 - 1}$ est définie sur $]-\infty; -1] \cup [1; +\infty[$. On utilise alors l'environnement TVZ (Z comme zone...).

```
\begin{TVZ}
TVZ([-infinity , +infinity] , [] , [[-1 , 1]] , "f" , "x" , sqrt(x^2-1) , 1 , \tv)
\end{TVZ}
```

x	$-\infty$	-1	1	$+\infty$
Signe de $f'(x)$		$-$		$+$
Variations de f	$+\infty$ \searrow 0		0 \nearrow $+\infty$	

Voici un exemple comportant plusieurs zones interdites : $x \mapsto \ln((x-5)^2 - 1) + \ln(x^2 - 1)$

```
\begin{TVZ}
TVZ([-infinity , +infinity] , [-1 , 1 , 4 , 6] , [[-1 , 1] , [4 , 6]] , "f" , "x" , ln((x-5)^2-1)+ln(x^2-1) , 1 , \tv)
\end{TVZ}
```




Listes des intervalles interdits

Le troisième argument est une liste d'intervalles : la liste des « zones interdites » qui peut éventuellement se réduire à un seul intervalle comme dans l'exemple précédent.

x	$-\infty$	-1	1	$\frac{5}{2}$	4	6	$+\infty$
Signe de $f'(x)$	-			+	-		+
Variations de f	$+\infty \rightarrow -\infty$			$-\infty \rightarrow \ln\left(\frac{441}{16}\right)$	$-\infty \rightarrow -\infty$		$-\infty \rightarrow +\infty$

c. Tableau des variations avec théorème des valeurs intermédiaires

Si l'on veut mettre en évidence les solutions de l'équation $f(x) = a$, on utilise l'environnement TVI. La syntaxe est :

```
TVI([borne inf, borne sup], [valeurs interdites], "nom fonction", "nom variable", expression en fonction de x,t,a,\tv)
```

Les paramètres sont les mêmes que pour TV mais on ajoute la valeur a bien sûr.

Par exemple, pour $f : x \mapsto \frac{x^2}{x^2-1}$ et l'équation $f(x) = 10$ on entre :

```
\begin{TVI}
TVI([-10, +infinity], [-1, 1], "f", "x", x^2/(x^2-1), 1, 10, \tv)
\end{TVI}
```

et on obtient :

x	-10	α_1	-1	0	1	α_2	$+\infty$			
Signe de $f'(x)$	+			+	0	-			-	
Variations de f	$\frac{100}{99} \rightarrow 10$			$+\infty \rightarrow 10$	$0 \rightarrow 0$	$-\infty \rightarrow -\infty$			$+\infty \rightarrow 10$	$10 \rightarrow 1$

Les solutions sont notées α_1, α_2 , etc.

Si l'équation est plutôt $f(x) = -1$:

```
\begin{TVI}
TVI([-10, +infinity], [-1, 1], "f", "x", x^2/(x^2-1), 1, -1, \tv)
\end{TVI}
```

et on obtient :

x	-10	-1	α_1	0	α_2	1	$+\infty$			
Signe de $f'(x)$	+			+	0	-			-	
Variations de f	$\frac{100}{99} \rightarrow +\infty$			$-\infty \rightarrow -1$	$-1 \rightarrow 0$	$0 \rightarrow -1$			$+\infty \rightarrow -\infty$	$1 \rightarrow 1$

d. Tableaux de variations avec approximation des zéros de la dérivée

Il n'est parfois pas possible d'obtenir une valeur formelle des zéros de la dérivée. On est donc amené à rechercher une approximation numérique de ces zéros. Cela est possible grâce à la commande `fsolve` de XCAS utilisée à bon escient. On appellera les environnements `TVapp` et `TVIapp` ainsi que leurs associés étoilés.

Voyons sur un exemple.

Exemple Soit g la fonction $x \mapsto \ln(x) - xe^{2-x}$.

On étudie d'abord la fonction $x \mapsto g'(x)$:

```
\begin{TVIapp}
  TVIapp([0, +infinity], [0], "g'", "x", diff(ln(x)-x*exp(2-x), x), 1, 0, \tv)
\end{TVIapp}
```

On en déduit le tableau suivant :

```
\begin{TVapp*}{201}
  TVapp([0, +infinity], [0], "g", "x", ln(x)-x*exp(2-x), 1, \tv)
\end{TVapp*}
```

x	0	0.212584	0.584635	$+\infty$		
Signe de $g'(x)$		+	0	-	0	+
Variations de g		$-\infty$	-2.818394	-2.944288	$+\infty$	

e. Tableaux de variations et courbes paramétrées

On peut obtenir le tableau de variations correspondant à des courbes paramétrées définies par un système du type :

$$\begin{cases} x = f(t) \\ y = g(t) \end{cases}$$

La syntaxe est la suivante :

```
\begin{TVP}
  TVP(IE, VI, ["x", "y"], "t", [x(t), y(t)], a, trigo, \tv)
\end{TVP}
```

avec `IE` l'intervalle d'étude, `VI` la liste des listes de valeurs interdites respectives pour les deux fonctions, `a` pour avoir un tableau complet ou partiel comme dans les autres "TV", enfin `trigo` qui vaut 1 si interviennent des fonctions trigonométriques, 0 sinon.



Version de XCAS

L'utilisation de TVP implique l'utilisation d'une version de XCAS d'une date postérieure au 14 juin 2008!

v. Cas des fonctions trigonométriques

Études par exemple sur $[0; \frac{\pi}{2}]$

$$\begin{cases} x(t) = \cos(3t) \\ y(t) = \sin(4t) \end{cases}$$

```
\begin{TVP}
TVP([0, pi/2], [[], []], ["x", "y"], "t", [cos(3*t), sin(4*t)], 1, 1, \tv)
\end{TVP}
```

t	0	$\frac{1}{8} \times \pi$	$\frac{1}{3} \times \pi$	$\frac{3}{8} \times \pi$	$\frac{\pi}{2}$		
Signe de $x'(t)$	0	-	0	+	0		
Variations de x	1	$\cos(\frac{3\pi}{8})$	-1	$-\cos(\frac{\pi}{8})$	0		
Signe de $y'(t)$	4	+	0	-	0	+	4
Variations de y	0	1	$-(\frac{1}{2} \times \sqrt{3})$	-1	0		

v. Les autres cas

Études par exemple sur $] -\infty; +\infty[$

$$\begin{cases} x(t) = \frac{t^2}{(t+1)(t-2)} \\ y(t) = \frac{t^2(t+2)}{t+1} \end{cases}$$

```
\begin{TVP}
TVP([-infinity, +infinity], [[-1, 2], [-1]], ["x", "y"], "t", [t^2/((t+1)*(t-2)), t^2*(t+2)/(t+1)], 1, 0, \tv)
\end{TVP}
```

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

f. Tableaux de signes

Cas du produit de deux facteurs affines

Pour étudier le signe de $(-2x + 3)(-x + 5)$ sur \mathbf{R} , on entre :

```
\begin{TSa}
  TSa(-2,3,-1,5,\tv);
\end{TSa}
```

On obtient :

x	$-\infty$	$\frac{3}{2}$	5	$+\infty$	
Signe de $-2x+3$	+	0	-	-	
Signe de $-x+5$	+	+	0	-	
Signe de $(-2x+3)(-x+5)$	+	0	-	0	+

Cas du produit d'un nombre quelconque de facteurs quelconques sur un intervalle quelconque



Nouveauté à partir de la version 2.08

Par souci de cohérence avec l'environnement TSq, on doit rajouter maintenant en premier argument le nom de la fonction produit dans l'environnement TS.

Certains cas pathologiques ne vont pas fonctionner, mais sinon, pour étudier le signe de

$$(-2x + 3)(x^2 - 1)(x^2 + 1)(x - 1)(x^2 - 2)$$

on entre cette fois les expressions sous cette forme en précisant l'intervalle d'étude :

```
\begin{TS}
  TS("P", [-2*x+3, x^2-1, x^2+1, x-1, x^2-2], [-infinity, +infinity], \tv);
\end{TS}
```

On obtient :

x	$-\infty$	$-(\sqrt{2})$	-1	1	$\sqrt{2}$	$\frac{3}{2}$	$+\infty$		
Signe de $-(2x)+3$	+	+	+	+	+	0	-		
Signe de x^2-1	+	+	0	-	0	+	+		
Signe de x^2+1	+	+	+	+	+	+	+		
Signe de $x-1$	-	-	-	0	+	+	+		
Signe de x^2-2	+	0	-	-	-	0	+	+	
Signe de $P(x)$	-	0	+	0	-	0	+	0	-

Ou bien, sur un intervalle borné :

```
\begin{TS}
TS("f", [x-10, x+10], [-15, 10], \tv)
\end{TS}
```

x	-15	-10	10
Signe de $x-10$	-	-	0
Signe de $x+10$	-	0	+
Signe de $f(x)$	+	0	-

Signe d'un quotient

On entre dans deux listes différentes les facteurs du numérateur et du dénominateur :

```
\begin{TSq}
TSq("nom du quotient", [liste des facteurs du numérateur], [liste des
facteurs du dénominateur], [inf, sup])
\end{TSq}
```

Par exemple, pour étudier le signe de $\frac{(-2x+3)(-4x+5)}{(x^2-16)(x-2)}$ sur \mathbf{R} :

```
\begin{TSq}
TSq("Q", [-2*x+3, -4*x+5], [x^2-16, x-2], [-infinity, +infinity], \tv)
\end{TSq}
```

x	$-\infty$	-4	$\frac{5}{4}$	$\frac{3}{2}$	2	4	$+\infty$
Signe de $-(2x)+3$	+	+	+	0	-	-	-
Signe de $-(4x)+5$	+	+	0	-	-	-	-
Signe de x^2-16	+	0	-	-	-	-	0
Signe de $x-2$	-	-	-	-	0	+	+
Signe de $Q(x)$	-	+	0	-	0	+	+

Sur un intervalle borné :

```
\begin{TSq}
TSq("Q", [x-10], [x+10], [-infinity, 10], \tv)
\end{TSq}
```

x	$-\infty$	-10	10
Signe de $x-10$	-	-	0
Signe de $x+10$	-	0	+
Signe de $Q(x)$	+	-	0

Signe d'une seule expression

On utilise l'environnement TSc comme *Tableau de Signe court* en précisant l'expression étudiée et l'intervalle considéré :

```
\begin{TSc}
TSc((x-10)*(x+5), [-10, 10], \tv)
\end{TSc}
```

x	-10	-5	10
Signe de $(x-10)(x+5)$	+	0	-

VI - Comment modifier les tableaux à partir des fichiers MetaPOST ?

a. Tableau par tableau

Il est impossible de prévoir toutes les requêtes des différents utilisateurs. Le style du tableau produit peut néanmoins vous déplaire. Vous pouvez le modifier en intervenant directement sur le fichier MetaPOST créé pour chaque tableau. Pour cela, il suffit d'ajouter une étoile au nom de l'environnement utilisé et de donner un numéro à votre nouvelle figure pour qu'elle ne soit pas écrasée par les compilations suivantes. Numérotez à partir de 100 par exemple.

Si vous tapez :

```
\begin{TV*}{100}
TV([-1, +infinity], [], "f", "x", x-ln(x+1), 1, \tv)
\end{TV*}
```

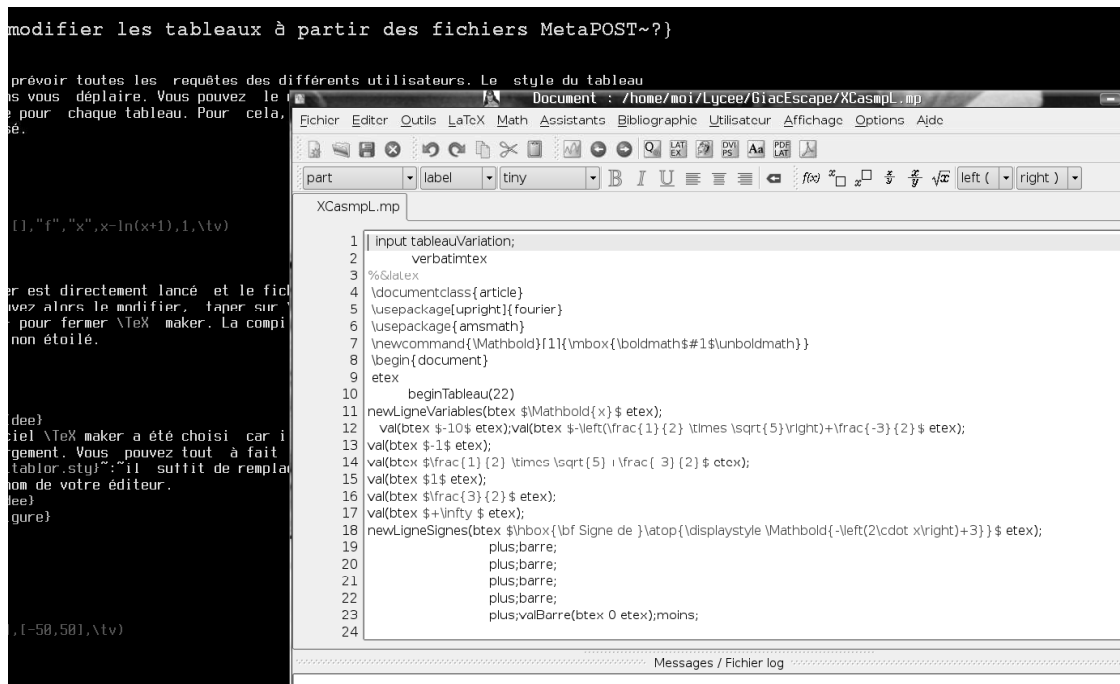
l'éditeur que vous avez mis en option (voir le paragraphe b.) est directement lancé et le fichier MetaPOST correspondant à votre tableau qui portera le numéro 100 est affiché. Vous pouvez alors le modifier, taper sur **Ctrl** + **S** pour l'enregistrer et **Ctrl** + **Q** pour fermer l'éditeur¹. La compilation s'achève alors automatiquement comme pour un environnement non étoilé.

Par exemple, je tape :

```
\begin{TS*}{100}
TS("F", [3*x+2, 5*x^2-1], [-50, 50], \tv)
\end{TS*}
```

et apparaît une fenêtre de l'éditeur (ici TeXmaker) avec le fichier correspondant au tableau. Je le modifie à volonté :

¹Ces combinaisons de touches correspondent à la plupart des éditeurs mais ne sont pas universelles : vérifiez pour celui que vous avez choisi.



Je tape sur **Ctrl** + **S** puis **Ctrl** + **Q** et la compilation reprend automatiquement pour m'afficher le tableau voulu :

x	-50	$-\frac{2}{3}$	$-\frac{\sqrt{5}}{5}$	$\frac{\sqrt{5}}{5}$	50		
Signe de $3x+2$	-	0	+	+	+		
Signe de $5x^2-1$	+	+	0	-	0	+	
Signe de $F(x)$	-	0	+	0	-	0	+

Une fois la modification faite, on ne vous redemandera pas d'effectuer de modifications, sauf si vous changez le numéro de la figure.

b. Traitement global dans un unique fichier MetaPOST

Un fichier préfixe `.Tab.mp` est créé où sont copiés les sources de chaque tableau. Vous pouvez ainsi retravailler globalement sur les tableaux si besoin ou les transmettre à une personne n'ayant pas installé XCAS. Voir le paragraphe d. pour plus de détails.

VII - Merci...

- à **Frédéric MAZOIT** pour son fichier `tableauVariation.mp`;
- à **Yves DELHAYE** pour ses idées sur le `shell-escape`
- à **Bernard PARISSÉ** pour XCAS ;
- à Jean-Michel BOUCART pour ses précieuses et efficaces améliorations de la partie \LaTeX du code.

VIII - Erreurs habituelles

Avez-vous rendu possible le `shell-escape` ? Avez-vous installé toutes les extensions listées en début de ce document ? Est-ce que XCAS est dans votre PATH ?

La première chose est d'analyser le fichier log.

En cas de problème, n'hésitez pas à me contacter à l'adresse indiquée sur mon site en joignant le fichier log.

IX - Tablor et Emacs

Pour les heureux utilisateurs de tempo, voici quelques lignes pour faciliter votre vie à rajouter dans un fichier latex-tempo :

```
;;
;;          TABLOR
;;;
;cas tableau de variation
  ("TV" (& > "\\begin{center}"n>
        "\\begin{TV}" n>
"TV(["(p "debut de l'intervalle:)", "(p "fin de l'intervalle:)",
     ["(p "liste de valeurs interdites (,) :)",
      "\"(p "nom de la fonction :)"\"\",
      "\"(p "nom de la variable :)"\"\",
      "\"(p "expression de la fonction (utiliser x) :)",
      "\"(p "type de tableau (1:complet, 0:sans signe, 2:que le signe) :)",
      ",
          "\\tv)" n>
        "\\end{TV}" n>
        "\\end{center}" > % ))
  ;cas TVI
  ("TVI" (& > "\\begin{center}"n>
         "\\begin{TVI}" n>
"TVI(["(p "debut de l'intervalle:)", "(p "fin de l'intervalle:)",
     ["(p "liste de valeurs interdites (,) :)",
      "\"(p "nom de la fonction :)"\"\",
      "\"(p "nom de la variable :)"\"\",
      "\"(p "expression de la fonction (utiliser x) :)",
      ",
      "\"(p "f(x)=l pour la valeur l :)",
      "\\tv)" n>
        "\\end{TVI}" n>
        "\\end{center}" > % ))
  ;cas signe produit
  ("TS" (& > "\\begin{center}"n>
         "\\begin{TS}" n>
        "TS(\"(p "nom du produit :)"\"\",
           ["(p "liste des facteurs (,) :)",
            ["(p "debut de l'intervalle:)", "(p "fin de l'intervalle:)",
             "],
             "\\tv)" n>
           "\\end{TS}" n>
```



```

                "\\end{center}" > % ))
;cas signe quotient
("TSq" (& > "\\begin{center}"n>
        "\\begin{TSq}" n>
        "TSq(\"\"(p "nom du quotient :)"\"\",
        ["(p "liste des facteurs du numerateur (,) :)"
         ],"
        ["(p "liste des facteurs du denominateur (,) :)"
         ],"
        ["(p "debut de l'intervalle:)"", "(p "fin de l'intervalle:)"
         ],"
        "\\tv)" n>
        "\\end{TSq}" n>
        "\\end{center}" > % ))
;cas TVP
        ("TVP" (& > "\\begin{center}"n>
        "\\begin{TVI}" n>
"TVP(["(p "debut de l'intervalle:)"", "(p "fin de l'intervalle:)""],"
      ["["(p "liste de valeurs interdites de x(t)(,) :)"
       ],"
       ["(p "liste de valeurs interdites de y(t)(,) :)"
        ]],)
      ["\"\"(p "nom de la fonction x :)"\"\",
       "\"\"(p "nom de la fonction y :)"\""],"
      "\"\"(p "nom de la variable :)"\"\",
      ["(p "expression de la fonction x (utiliser t)
       :)"",
       "(p "expression de la fonction y (utiliser t) :)"
       ],"
      "(p "type de tableau (1:complet, 0:sans signe, 2:que le signe) :)"
      ",)
      "(p "1 si fonctions trigo, 0 sinon :)"",
      "\\tv)" n>
      "\\end{TVI}" n>
      "\\end{center}" > % ))

;cas tableau de variation avec zone interdite
("TVZ" (& > "\\begin{center}"n>
        "\\begin{TV}" n>
"TVZ(["(p "debut de l'intervalle:)"", "(p "fin de l'intervalle:)""],"
      ["(p "liste de valeurs interdites (,) :)"",
       ["(p "liste des zones interdites ([,],[,]) :)"
        ],)
      "\"\"(p "nom de la fonction :)"\"\",
      "\"\"(p "nom de la variable :)"\"\",
      "(p "expression de la fonction (utiliser x) :)"",
      "(p "type de tableau (1:complet, 0:sans signe, 2:que le signe) :)"
      ",)
      "\\tv)" n>

```

```
"\\end{TV}" n>
"\\end{center}" > % ) )
```

Merci à [Phil Pham](#).

X - Galerie

Voici quelques exemples de tableaux :

```
\begin{TVI}
TVI([-1,+infinity],[-1],"f","x",x^2/sqrt(x+1)-1,1,2,\tv)
\end{TVI}
```

x	-1	α_1	0	α_2	$+\infty$	
Signe de $f'(x)$		-	-	0	+	+
Variations de f	$+\infty$		2	-1	2	$+\infty$

```
\begin{TVI}
TVI([-1/2,+infinity],[],"f","x",x^2,1,2,\tv)
\end{TVI}
```

x	$-\frac{1}{2}$	0	α_1	$+\infty$	
Signe de $f'(x)$		-	0	+	+
Variations de f	$\frac{1}{4}$		0	2	$+\infty$

```
\begin{TVI}
TVI([0,+infinity],[0],"f","x",ln(x),1,2,\tv)
\end{TVI}
```

x	0	α_1	$+\infty$	
Signe de $f'(x)$		+	+	
Variations de f	$-\infty$		2	$+\infty$

```
\begin{TV}
TV([1,+infinity],[],"f","x",-ln(x),1,\tv)
\end{TV}
```



Fonctions périodiques

Il y aura des problèmes si vous demandez un tableau des variations d'une fonction périodique sur un intervalle d'amplitude supérieure à la période, mais est-ce vraiment utile?...

x	1	$+\infty$
Signe de $f'(x)$	-	
Variations de f	0	$-\infty$

```
\begin{TVI}
TVI([-pi,pi],[],"f","x",cos(x),1,1/2,\tv)
\end{TVI}
```

x	$-\pi$	α_1	0	α_2	π
Signe de $f'(x)$	0	-	0	-	-
Variations de f	-1	1/2	1	1/2	-1

```
\begin{TV}
TV([0,2*pi],[],"f","x",cos(x),1,\tv)
\end{TV}
```

x	0	π	2π	
Signe de $f'(x)$	0	-	0	+
Variations de f	1	-1	1	

```
\begin{TVI}
TVI([0,pi],[pi/2],"h","t",tan(x),1,7,\tv)
\end{TVI}
```

t	0	α_1	$\frac{\pi}{2}$	π
Signe de $h'(t)$	+		+	+
Variations de h	0	7	$+\infty$	0

```
\begin{TVI}
TVI([-1,1],[],"f","x",(1-x)*sqrt(1-x^2),1,1,\tv)
\end{TVI}
```

x	-1	α_1	$\frac{-1}{2}$	α_2	1
Signe de $f'(x)$		+	0	-	-
Variations de f	0	↗ 1	$\frac{3}{4} \times \sqrt{3}$	↘ 1	0

```
\begin{TV}
TV([-1,+infinity],[-1],"f","x",ln(1+x)-(x-x^2/2+x^3/3),1,\tv)
\end{TV}
```

x	-1	0	$+\infty$	
Signe de $f'(x)$		+	0	-
Variations de f	$-\infty$	↗ 0	↘ $-\infty$	

```
\begin{TS}
TS("G",[-2*x+3,x-1,x+1,x^2+3*x+1],[-10,+infinity],\tv);
\end{TS}
```

x	-10	$-\left(\frac{1}{2} \times \sqrt{5}\right) + \frac{-3}{2}$	-1	$\frac{1}{2} \times \sqrt{5} + \frac{-3}{2}$	1	$\frac{3}{2}$	$+\infty$			
Signe de $-(2x)+3$		+	+	+	+	0	-			
Signe de $x-1$		-	-	-	0	+	+			
Signe de $x+1$		-	0	+	+	+	+			
Signe de x^2+3x+1		+	0	-	0	+	+			
Signe de $G(x)$		+	0	+	0	-	0	+	0	-

```
\begin{TVI}
TVI([-infinity,+infinity],[],"f","x",(x+2)*exp(x-1)-1,1,0,\tv)
\end{TVI}
```

x	$-\infty$	-3	α_1	$+\infty$	
Signe de $f'(x)$		-	0	+	+
Variations de f	-1	↘ $-(e^{-4})-1$	↗ 0	↘ $+\infty$	

```
\begin{TVI}
TVI([-infinity,+infinity],[],"f","x",1+(-2*x+1)*exp(2*x),1,0,\tv)
\end{TVI}
```

x	$-\infty$	0	α_1	$+\infty$	
Signe de $f'(x)$		+	0	-	-
Variations de f		1	2	0	$-\infty$

```
\begin{TV}
TV([0,+infinity],[],"f","x",ln(exp(x)+x)-x,1,\tv)
\end{TV}
```

x	0	1	$+\infty$	
Signe de $f'(x)$		+	0	-
Variations de f		0	$\ln\left(\frac{e^1+1}{e^1}\right)$	0

```
\begin{TVI}
TVI([0,\pi],[],"f","x",cos(x)-x,1,0,\tv)
\end{TVI}
```

x	0	α_1	π	
Signe de $f'(x)$		-	0	-
Variations de f		1	0	$-\pi-1$

```
\begin{TVI}
TVI([0,+infinity],[0],"f","x",ln(x)-(ln(x))^2,1,-1,\tv)
\end{TVI}
```

x	0	α_1	$e^{\frac{1}{2}}$	α_2	$+\infty$	
Signe de $f'(x)$		+	+	0	-	-
Variations de f		$-\infty$	-1	$\frac{1}{4}$	-1	$-\infty$

```
\begin{TSc}
TSc((x-10)*(x+10), [-10,10], \tv)
\end{TSc}
```

x	-10		10
Signe de $(x-10)(x+10)$	0	+	0

```
\begin{TVZ}
TVZ([-infinity, +infinity], [], [[-1,1]], "f", "x", (sqrt(x^2-1))*(x^2-4), 1, \tv)
\end{TVZ}
```

x	$-\infty$	$-(\sqrt{2})$	-1	1	$\sqrt{2}$	$+\infty$	
Signe de $f'(x)$		-	0	+	-	0	+
Variations de f	$+\infty$		-2	0	0	-2	$+\infty$

```
\begin{TVZ}
TVZ([-infinity, +infinity], [], [[-1,1]], "f", "x", ln(x^2-1), 1, \tv)
\end{TVZ}
```

x	$-\infty$	-1	1	$+\infty$
Signe de $f'(x)$		-	+	
Variations de f	$+\infty$	$-\infty$	$-\infty$	$+\infty$

```
\begin{TVP}
TVP([0, pi/2], [[], []], ["x", "y"], "t", [cos(3*t), sin(4*t)], 1, 1, \tv)
\end{TVP}
```

t	0	$\frac{1}{8} \times \pi$	$\frac{1}{3} \times \pi$	$\frac{3}{8} \times \pi$	$\frac{\pi}{2}$			
Signe de $x'(t)$	0	-	-	0	+	+	3	
Variations de x	1	$\cos(\frac{3\pi}{8})$	-1	$-\cos(\frac{\pi}{8})$	0			
Signe de $y'(t)$	4	+	0	-	-	0	+	4
Variations de y	0	1	$-(\frac{1}{2} \times \sqrt{3})$	-1	0			

```

\begin{TVP}
TVP([0,2*\pi],[[]],[[]],["x","y"],"t",[t-2*\sin(t),-1+2*\cos(t)],1,1,\tv)
\end{TVP}

```

t	0	$\frac{1}{3} \times \pi$	π	$\frac{5}{3} \times \pi$	2π				
Signe de $x'(t)$	-1	-	0	+	3	+	0	-	-1
Variations de x	0	$-(\sqrt{3}) - (\frac{1}{-3} \times \pi)$		π	$\sqrt{3} + \frac{5}{3} \times \pi$		2π		
Signe de $y'(t)$	0	-	$-(\sqrt{3})$	-	0	+	$\sqrt{3}$	+	0
Variations de y	1	0		-3	0		1		

```

\begin{TVZ}
TVZ([-infinity,+infinity],[-1,1,4,6],[[-1,1],[4,6]],"f","x",\ln((x-5)^2-1)+\ln(x^2-1),1,\tv)
\end{TVZ}

```

x	$-\infty$	-1	1	$\frac{5}{2}$	4	6	$+\infty$		
Signe de $f'(x)$	-			+	0	-			+
Variations de f	$+\infty$	$\sqrt{35}$		$\sqrt{15}$	$\sqrt{21}$	$\sqrt{15}$	$\sqrt{35}$		$+\infty$

```

\begin{enumerate}
\item

```

Selon le tableau de variation de la fonction f ci-dessous, on peut affirmer que \dots

```

\begin{TV}
TV([-5,10],[[]],["f","x"],(5/2)*x^2-2*x+12,0,\tv)
\end{TV}

```

```

\VF

```

```

\begin{itemize}

```

```

\item[\dots] 5 n'a pas d'antécédent \Rep

```

```

\item[\dots] 5 n'a pas d'image \Rep

```

```

\item[\dots] 5 a deux antécédents \Rep

```

```

\item[\dots] 5 a une image supérieure à celle de  $\sqrt{2}$  \Rep

```

```

\end{itemize}

```

\item Soit f la fonction définie par $f: x \mapsto 3x^3 - 5x^2 + 2x - 7$.
 Les tableaux suivants peuvent correspondre à f :

\VF

\begin{enumerate}

\item Tableau 1 \Rep

\begin{TV}

TV([-20,20], [], "f", "x", $3x^3 - 5x^2 + 2x - 7$, 0, \tv)

\end{TV}

\item Tableau 2 \Rep

\begin{TV}

TV([-20,20], [], "f", "x", $-3x^3 + 5x^2 - 2x + 7$, 0, \tv)

\end{TV}

\item Tableau 3 \Rep

\begin{TSc}

TSc($-3x^3 + 5x^2 - 2x + 7$, [-20,20], \tv)

\end{TSc}

\item Tableau 4 \Rep

\begin{TSc}

TSc($3x^3 - 5x^2 + 2x - 7$, [-20,20], \tv)

\end{TSc}

\end{enumerate}

\end{enumerate}

1. Selon le tableau de variation de la fonction f ci-dessous, on peut affirmer que ...

x	-5	$\frac{2}{5}$	10
Variations de f	$\frac{169}{2}$	$\frac{58}{5}$	242

- ... 5 n'a pas d'antécédent
- ... 5 n'a pas d'image
- ... 5 a deux antécédents
- ... 5 a une image supérieure à celle de $\sqrt{2}$

2. Soit f la fonction définie par $f : x \mapsto 3x^3 - 5x^2 + 2x - 7$. Les tableaux suivants peuvent-ils correspondre à la fonction f :

V F

(a) Tableau 1

x	-20	$-\left(\frac{1}{9} \times \sqrt{7}\right) + \frac{5}{9}$	$\frac{1}{9} \times \sqrt{7} + \frac{5}{9}$	20
Variations de f	-26047	$\frac{14}{243} \times \sqrt{7} + \frac{-1681}{243}$	$-\left(\frac{14}{243} \times \sqrt{7}\right) + \frac{-1681}{243}$	22033

(b) Tableau 2

x	-20	$-\left(\frac{1}{9} \times \sqrt{7}\right) + \frac{5}{9}$	$\frac{1}{9} \times \sqrt{7} + \frac{5}{9}$	20
Variations de f	26047	$-\left(\frac{14}{243} \times \sqrt{7}\right) + \frac{1681}{243}$	$\frac{14}{243} \times \sqrt{7} + \frac{1681}{243}$	-22033

(c) Tableau 3

x	-20	1.942052	20
Signe de $-(3x^3) + 5x^2 - (2x) + 7$	+	0	-

(d) Tableau 4

x	-20	1.942052	20
Signe de $3x^3 - (5x^2) + 2x - 7$	-	0	+

On considère la fonction f définie sur \mathbb{R} par $f(x) = \frac{1}{2} \ln(x + (1-x)e^{2x})$

Étudions sa dérivée :

```
\begin{TVIapp}
TVIapp([-infinity, +infinity], [], "f'", "x", diff(1/2*(x+(1-x)*exp(2*x)), x), 1, 0, \tv)
\end{TVIapp}
```

On en déduit le tableau de variation de f

```
\begin{TVapp}
TVapp([-infinity, +infinity], [], "f", "x", 1/2*(x+(1-x)*exp(2*x)), 1, \tv)
\end{TVapp}
```

On considère la fonction f définie sur \mathbf{R} par $f(x) = \frac{1}{2}(x + (1-x)e^{2x})$
 Étudions sa dérivée :

x	$-\infty$	0.000000	α_1	$+\infty$
Signe de $f''(x)$		+	0	-
Variations de f'		1.000000	0	$-\infty$

On en déduit le tableau de variation de f

x	$-\infty$	0.639232	$+\infty$
Signe de $f'(x)$		+	-
Variations de f	$-\infty$	0.967397	$-\infty$

Table des matières

I -	Ça sert à quoi ?	1
II -	Comment ça marche ?	1
a.	Principe général	1
b.	Rentrons dans les détails	1
c.	Code XCAS	2
III -	De quoi a-t-on besoin ?	2
IV -	Comment l'utiliser ?	3
a.	Préambule	3
b.	L'option xcas	3
c.	Fichier de configuration tablor.cfg	3
d.	Initialisation de tablor et préfixe des tableaux	6
V -	Tableaux des variations	7
a.	Tableau standard	7
b.	Tableau de variation avec « zone(s) interdite(s) »	8
c.	Tableau des variations avec théorème des valeurs intermédiaires	9
d.	Tableaux de variations avec approximation des zéros de la dérivée	10
e.	Tableaux de variations et courbes paramétrées	10
v.	Cas des fonctions trigonométriques	11
v.	Les autres cas	11
f.	Tableaux de signes	12
VI -	Comment modifier les tableaux à partir des fichiers MetaPOST ?	14
a.	Tableau par tableau	14
b.	Traitement global dans un unique fichier MetaPOST	15
VII -	Merci...	15
VIII -	Erreurs habituelles	15
IX -	Tablor et Emacs	16
X -	Galerie	18