

# Chapitre 7

## Tableaux de variations

Dans ce chapitre, on présente deux packages différents, au choix, pour construire des tableaux de variations de qualité. L'avantage de la construction de tableaux avec ces packages réside dans la facilité à les modifier. De l'avis d'un grand nombre d'utilisateurs, si la construction des premiers tableaux prend un peu de temps, on se constitue rapidement une petite bibliothèque de tableaux types à copier-coller pour répondre aux nouveaux besoins avec quelques changements rapides.

```

\l
\begin{tabvar}{|C|CCCC|}          \hline
x      & 0 & & 1 & & +\infty\ \ \hline
f'(x)  & & + & & - & \ \ \hline
\niveau{1}{2}\TVcenter{f(x)}
      & -1 & \croit
      & & \TVstretch{0}
      & & \decroit
      & & -\infty\ \ \hline
\end{tabvar}
\l

```

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

## 7.1 Avec `tabvar`

Pour créer des tableaux de variations, l'environnement `tabular` s'avère très insuffisant. Cependant, les principes fondamentaux (`&` pour le changement de cellule et `\` pour le saut de ligne) restent valables (cf. 3.10).

Le package `tabvar` propose une syntaxe adaptée pour la construction de tableaux de signes et de variations, accompagnée d'une documentation très claire (cf. [CTAN]).

Dans l'exemple suivant, on commence par définir les colonnes –il y en a six– en utilisant la lettre `C` *majuscule*. On construit ensuite les deux premières lignes et leurs filets horizontaux de manière classique.

La ligne des variations est en fait composée de deux niveaux, la flèche croissante passant du niveau 1 (celui qui contient 3) au niveau 2 (qui contient 5) puis la flèche décroissante repassant au niveau 1 (qui contient 4).

On place  $f(x)$  au niveau 1 parmi 2, c'est dire le plus bas. L'indication du nombre de niveaux est indispensable au fonctionnement de `tabvar`. Les commandes `\croit` et `\decroit` agissent à partir du niveau de référence courant.

```

\usepackage{tabvar}
\[\begin{tabvar}{|C|CCCC|}
\hline
x      & 0 & & 1 & & 2 \\ \hline
f'(x) & & + & & - & \\ \hline
\niveau{1}{2}f(x)
      & 3 & \croit & 5 & \decroit & 4 \\ \hline
\end{tabvar}\]

```

$x$	0	1	2
$f'(x)$		+	-
$f(x)$	3	↗ 5 ↘	4

Des améliorations sont possibles. D'abord, on décolle du filet horizontal le maximum de la fonction  $f(1) = 5$  avec la commande `\TVstretch{5}` qui ajoute une petite espacement. Ensuite, on améliore l'allure des flèches en plaçant la commande `\FlechesPS4`<sup>1</sup> dans le préambule. Enfin, on centre  $f(x)$  dans sa cellule avec la commande `\TVcenter`.

Les deux commandes incluant `\TVarrowscolstretch` et `\TVarraycolsep` ont pour but respectivement d'élargir les colonnes contenant des flèches et d'augmenter l'espace entre les colonnes. Ceci afin d'aérer le tableau.

```

\usepackage{tabvar}
\FlechesPS4
\renewcommand*{\TVarrowscolstretch}{1.2}
\setlength{\TVarraycolsep}{2pt}
\[\begin{tabvar}{|C|CCCC|}
\hline
x      & 0 & & 1 & & 2 \\ \hline
f'(x) & & + & & - & \\ \hline
\niveau{1}{2}\TVcenter{f(x)}
      & 3 & \croit & \TVstretch{5} & \decroit & 4 \\ \hline
\end{tabvar}\]

```

$x$	0	1	2
$f'(x)$		+	-
$f(x)$	3	↗ 5 ↘	4

1. `\FlechesPS3`, `\FlechesPS2` et `\FlechesPS1` sont aussi disponibles.

Pour les fonctions dont le domaine de définition présente un trou, on utilise le type de colonne U *majuscule* et on choisit la largeur avec la commande `\hspace*`. Afin que les abscisses 2 et 3 soient bien collées à la zone grisée, on choisit pour elles un alignement respectivement à droite (R pour *right*) et à gauche (L pour *left*).

Profitions également de cet exemple pour évoquer la commande `\constante` qui trace une flèche horizontale.

---

```

\usepackage{tabvar}
\[\begin{tabvar}{|C|CCRULCC|}
\hline
x & 1 & & 2 & & & 3 & & & 4 \\ \hline
f' & & + & & \hspace*{1cm} & & & 0 & & \\ \hline
\niveau{1}{2}f(x) & & & & & & & & & \\ & 5 & \&croit& 6 & & & 7 & \constante& 7 \\ \hline
\end{tabvar}\]

```

---

$x$	1	2		3	4
$f'$		+			0
$f(x)$	5	↗ 6		7 ↘	7

Dans l'exemple suivant, la ligne des variations présente trois niveaux. On place  $f(x)$  au niveau 2 parmi 3, puis la limite ( $\lim_{x \rightarrow -\infty} f(x) = +\infty$ ) au niveau 3 parmi 3. La discontinuité est gérée par un placement manuel de la limite à droite en 0 au niveau 3 parmi 3.

---

```

\usepackage{tabvar}
\[\begin{tabvar}{|C|CCCCRLCC|} \hline
x & & -\infty & & -1 & & & & 0 & & & & +\infty \\ \hline
f'(x) & & & - & & - & & & & & & - & 0 \\ \hline
\niveau{2}{3}f(x) & & & & & & & & & & & & \\ & & \niveau{3}{3}+\infty & \decroit & \bar{} & \decroit & -\infty & & & & & & \\ & & & & \bar{} & & \niveau{3}{3}+\infty & \decroit & 0 \\ \hline
\end{tabvar}\]

```

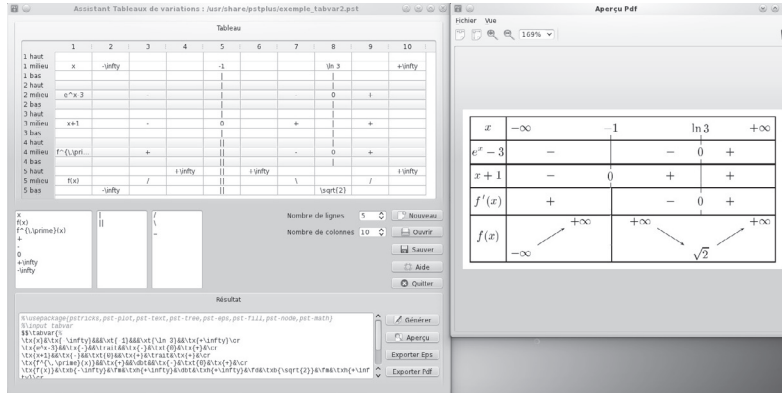
---

$x$	$-\infty$	-1		0	$+\infty$
$f'(x)$		-		-	0
$f(x)$	↘ $+\infty$	0		↘ $+\infty$	0

## 7.2 Création assistée

L'auteur de Texmaker, propose Pstplus (<http://www.xm1math.net/pstplus/>) un outil qui permet, entre autres, de générer le code compatible avec `tabvar` pour des tableaux de variations à contruire dans une interface simple et ergonomique.

Après avoir construit un tableau dans l'interface, il suffit de copier-coller le code généré dans un document  $\text{\LaTeX}$ .



## 7.3 Avec tkz-tab

Le package `tkz-tab` propose une approche différente pour la construction de tableaux de variations. La syntaxe est un peu plus complexe que celle de `tabvar` mais elle permet toutes les subtilités. La documentation est en français et elle est particulièrement détaillée (cf. [CTAN]).

### Tableaux de signes

Commençons par un tableau de signes simple afin de comprendre le fonctionnement général.

La commande `\tkzTabInit` permet de construire la première ligne et la première colonne du tableau. Cette commande réclame comme arguments deux listes :

- la première contient autant d'éléments qu'on veut de lignes dans le tableau (deux dans l'exemple). Les éléments sont des paires du type `x/1` pour une ligne de 1 cm de haut contenant `x` comme titre de la ligne ;
- la seconde liste contient autant d'éléments qu'on veut d'antécédents. À un antécédent correspond une colonne.

```

\usepackage{tkz-tab}
\begin{tikzpicture}
\tkzTabInit{x / 1 , f(x) / 1}
           {a1, a2, a3}
\tkzTabLine{1,2 ,3,4 ,5 }
\end{tikzpicture}

```

$x$	$a_1$	$a_2$	$a_3$		
$f(x)$	1	2	3	4	5

La commande `\tkzTabLine` qui dessine la partie tableau de signes prend comme argument une liste constituée de symboles.

- Les symboles de rang pair, placés entre les antécédents, sont :
  - soit des signes + ou -;
  - soit la lettre h pour signaler une zone interdite;
  - soit un espace pour une absence de symbole.
- Les symboles de rang impair, placés sous les antécédents, sont :
  - soit la lettre t pour un trait pointillé;
  - soit la lettre z pour un trait pointillé traversé par un zéro;
  - soit la lettre d pour une double barre;
  - soit un espace pour une absence de symbole.

Voici un exemple simple :

```

\usepackage{tkz-tab}
\begin{tikzpicture}
\tkzTabInit{x / 1 , P / 1}
      {3, 4, 5}
\tkzTabLine{ , - , z , + , }
\end{tikzpicture}

```

x	3	4	5
P	-	0	+

Parmi les options possibles pour modifier la présentation du tableau, on trouve :

- `lgt` : largeur de la première colonne (2 cm par défaut) ;
- `espc1` : espacement entre deux valeurs (3 cm par défaut) ;
- `deltacl` : marge avant le premier antécédent et après le dernier (0,5 cm par défaut).

```

\usepackage{tkz-tab}
\begin{tikzpicture}
\tkzTabInit[lgt=1,espc1=1.2,deltacl=0.3]
      {$x$ / 0.6, $P(x)$ / 1}
      {-5, 0, 1, 2, 5}
\tkzTabLine{ z, -, t, +, d, h, d, -, }
\end{tikzpicture}

```

$x$	-5	0	1	2	5
$P(x)$	0	-	+	h	-

On peut ajouter autant de lignes qu'on le souhaite en les définissant dans avec la commande `\tkzTabInit` et en les complétant dans `\tkzTabLine`.

```

\usepackage{tkz-tab}
\begin{tikzpicture}
\tkzTabInit[lgt=1,espc1=1.2]
      {$x$ / 0.8, $P$ / 0.5, $Q$ / 0.5, $PQ$ / 1}
      {-5, 1, 2, 5}
\tkzTabLine{ , - , , - , z , + , }
\tkzTabLine{ , - , d , + , , + , }
\tkzTabLine{ , + , d , - , z , + , }
\end{tikzpicture}

```

$x$	-5	1	2	5
$P$	-	-	0	+
$Q$	-	+	+	
$PQ$	+	-	0	+

## Tableaux de variations

Fondamentalement, la ligne des variations possède deux zones horizontales : la zone du haut et celle du bas. Elle est construite par la commande `\tkzTabVar` qui prend pour argument une liste d'éléments (autant que d'antécédents) séparés par des virgules.

Par exemple pour placer un élément **a** sur la zone du haut, on utilise `+/a`, pour ensuite tracer une flèche décroissante jusqu'à un autre élément **b**, on ajoutera `-/b` après une virgule. Voici un exemple :

```
xNIEDH
\usepackage{tkz-tab}
\begin{tikzpicture}
\tkzTabInit{x/1,f'(x)/2}
      { 0 , 1 , 3 }
\tkzTabVar { +/5 , -/4 , +/6 }
\end{tikzpicture}
```

$x$	0	1	3
$f$	5		6
		4	

Pour marquer une discontinuité, on utilise la lettre **D** entourée de deux signes qui donnent la position des limites à gauche et à droite.

Dans l'exemple suivant, «`-D+/4/7`» signifie qu'autour de la discontinuité :

- La limite à gauche, 4, sera placée en bas (signe - à gauche de D)
- La limite à droite, 7, sera placée en haut (signe + à droite de D)

```
Chsw39
\usepackage{tkz-tab}
\begin{tikzpicture}
\tkzTabInit{x/1,f'(x)/2}
      { 0 , 1 , 3 }
\tkzTabVar{+/5 , -D+/4/7 , -/6}
\end{tikzpicture}
```

$x$	0	1	3
$f$	5		6
		4	
			7

Si le domaine de définition présente un trou entre deux intervalles, on utilise la lettre **H**, éventuellement combinée avec la lettre **D** pour obtenir une double barre.

Dans l'exemple suivant : `-DH / 5` signifie que :

- La zone qui suit 5 est interdite (lettre H)
- La limite à gauche : 5, sera placée en bas (signe - à gauche de D)

En revanche, la valeur  $f(3)$  est atteinte : le domaine de définition est  $[0, 1[ \cup [3, 4]$ .

```
Wcc13y
\usepackage{tkz-tab}
\begin{tikzpicture}
\tkzTabInit[lgt=1,espc1=2]
      {${x}/1,${f}/2}
      { 0 , 1 , 3 , 4 }
\tkzTabVar{+/6 , -DH/5 , +/7 , +/7}
\end{tikzpicture}
```

$x$	0	1	3	4
$f$	6		7	7
		5		

L'exemple suivant donne un petit aperçu de ce qui est possible mais une lecture attentive de la documentation est recommandée pour découvrir les nombreuses possibilités.

```

\usepackage{tkz-tab}
\begin{tikzpicture}
  \tkzTabInit[lgt=1.4,espc1=2.2]{x$/1,$f'(x)}/1,$f$/1}
    { $-\infty$ , $-1$ , $0$ , $+\infty$}
  \tkzTabLine{ , - , - , d , - , 0}
  \tkzTabVar {+/$+\infty$ , R/ , -D+/$-\infty$/$+\infty$ , -/0}

  % ajoute 0 pour l'element n°2 sur la flèche 1->3
  \tkzTabIma[draw]{1}{3}{2}{0$}
\end{tikzpicture}

```

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

## 7.4 Création assistée

Pour simplifier la création de tableaux de variations en TikZ (mais pas tkz-tab), le site <http://math.et.info.free.fr/TikZ/Complements.html> propose une interface très intuitive.

$x$	$-\infty$	$-1$	$\frac{5}{3}$	$+\infty$
$f'(x)$		+	0	-
$f(x)$	0	$+\infty$	5	$-\infty$

$x$	$-\infty$	$-1$	$\frac{5}{3}$	$+\infty$
$f'(x)$		+	0	-
$f(x)$	0	$+\infty$	5	$-\infty$

