

1. Tableaux de variation et de signe

a. Les bases de tkz-tab

Comment ça marche ?

Pour les tableaux de variation et de signe non décorés, tout le boulot est fait par le package `tkz-tab`. Ce package est utilisé avec les réglages par défaut « *maison* » suivants via l'utilisation de `\tkzTabSetup`.

1. `arrowstyle = triangle 60` permet d'obtenir des pointes de flèche plus visibles.
2. `doubledistance = 3pt` améliore la visibilité des doubles barres pour les valeurs interdites.

Nous donnons quelques exemples classiques d'utilisation proches ou identiques de certains proposés dans la documentation de `tkz-tab` (les codes ont été mis en forme pour faciliter la compréhension de la syntaxe à suivre). Reportez vous à la documentation de `tkz-tab` pour des compléments d'information : vous y trouverez des réglages très fins.

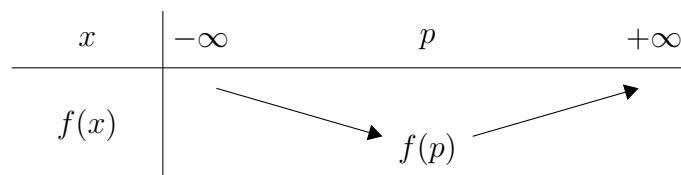
Exemple 1 – Avec des signes

x	0	$\frac{\pi}{2}$	π
$\cos(x)$	+	0	−

Le rendu précédent a été obtenu via le code suivant.

```
\begin{tikzpicture}
  \tkzTabInit{
    $x$ / 0.75 , % Facteur d'échelle de 0.75 pour la hauteur de la 1er ligne.
    $\cos(x)$ / 1 % Facteur d'échelle de 1 pour la hauteur de la 2e ligne.
  }{
    $0$ , $\frac{\pi}{2}$ , $\pi$ % Valeurs utiles de x.
  }
  \tkzTabLine{ , + , z , - , } % Signes et zéro.
\end{tikzpicture}
```

Exemple 2 – Avec des variations (sans cadre)



Le rendu précédent a été obtenu via le code suivant.

```
\begin{tikzpicture}
  \tkzTabInit[nocadre]{
    $x$ / 0.75 ,
    $f(x)$ / 1.5
  }{
    $-\infty$ , $p$ , $+\infty$
  }
  \tkzTabVar{+ / , - / $f(p)$ , + / } % Variations via position / valeur.
\end{tikzpicture}
```

Exemple 3 – Variations via une dérivée (sans cadre)

x	0	$\frac{\pi}{2}$	π	
$\cos(x)$		+	0	–
$\sin(x)$	0	1	0	

Le rendu précédent a été obtenu via le code suivant.

```
\begin{tikzpicture}
  \tkzTabInit[nocadre]{
    $x$ / 0.75 ,
    $\cos(x)$ / 1 ,
    $\sin(x)$ / 1.5
  }{
    $0$ , $\frac{\pi}{2}$ , $\pi$
  }
  \tkzTabLine{ , + , z , - , }
  \tkzTabVar {- / 0 , + / 1 , - / 0}
\end{tikzpicture}
```

Exemple 4 – Une image intermédiaire avec une seule flèche

x	$-\infty$	0	$+\infty$
$3x^2$	$+$	0	$+$
x^3	$-\infty$	0	$+\infty$

Le rendu précédent a été obtenu via le code suivant.

```
\begin{tikzpicture}
  \tkzTabInit{
    $x$ / 0.75 ,
    $3 x^2$ / 1 ,
    $x^3$ / 1.5
  }{
    $-\infty$ , $0$ , $+\infty$
  }
  \tkzTabLine{ , + , 0 , + , }
  \tkzTabVar {- / $-\infty$ , R , + / $+\infty$}
  %
  \tkzTabIma[1]{3}{2} % Position entre les 1re et 3e valeurs puis rang relatif.
  {$0$} % Valeur de l'image.
\end{tikzpicture}
```

Exemple 5 – Valeurs interdites et valeurs supplémentaires

x	0	1	e	$+\infty$
$\frac{1}{x}$			+	
\ln		$-\infty$	0	$1 \rightarrow +\infty$

Le rendu précédent a été obtenu via le code suivant.

```
\begin{tikzpicture}
  \tkzTabInit[espcl = 6]{      % Largeur entre les valeurs du tableau.
    $x$                        / 0.75 ,
    $\frac{1}{x}$ / 1.25 ,
    $\ln$                      / 1.75
  }{
    $0$                        , $+\infty$
  }
  \tkzTabLine{d                , + ,                }
  \tkzTabVar {D- / $-\infty$    , + / $+\infty$}
  %
  \tkzTabVal{1}{2}{0.35} % Position entre les 1re et 2e valeurs puis en proportion.
    {1}{0}               %  $x_1$  et  $f(x_1)$ 
  \tkzTabVal{1}{2}{0.65} % Position entre les 1re et 2e valeurs puis en proportion.
    {$\ee$}{1}           %  $x_2$  et  $f(x_2)$ 
\end{tikzpicture}
```

Voici un autre exemple pour comprendre comment utiliser `\tkzTabVal` avec en plus l'option `draw` qui peut rendre service.

x	0	1	e	e^2	$+\infty$
$f'(x)$		$+$	0	$-$	
$f(x)$		$\frac{1}{e}$	e	1	0

Le rendu précédent a été obtenu via le code suivant.

```

\begin{tikzpicture}
  \tkzTabInit[espcl = 4]{
    $x$ / 0.75 ,
    $f'(x)$ / 1 ,
    $f(x)$ / 1.5
  }{
    $0$ , $\infty$ , $+\infty$
  }
  \tkzTabLine{d , + , 0 , - , }
  \tkzTabVar {D- / $-\infty$ , + / $\infty$ , - / $0$ }
  %
  \tkzTabVal[draw]{1}{2}{0.5} % Position entre les 1re et 2e valeurs au milieu.
    {$1$}{$\frac{1}{\infty}$}
  \tkzTabVal[draw]{2}{3}{0.5} % Position entre les 2e et 3e valeurs au milieu.
    {$\infty^2$}{$1$}
\end{tikzpicture}

```

Exemple 6 – Signe à partir des variations (un peu de pédagogie...)

Il est assez facile de produire des choses très utiles pédagogiquement comme ce qui suit en se salissant un peu les mains avec du code TikZ.

x	$-\infty$	-1	2	3	$+\infty$
$f(x)$		-9		0	

On déduit du tableau précédent le signe de la fonction f .

x	$-\infty$	3	$+\infty$
$f(x)$	$-$	0	$+$

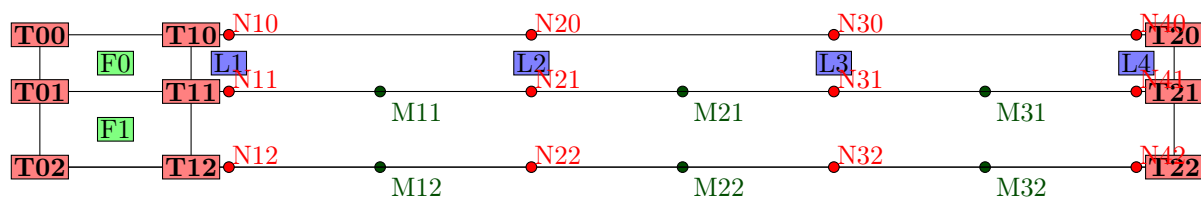
Voici le code du 1^{er} tableau où le placement de la valeur 3 au milieu entre 2 et $+\infty$ va nous simplifier le travail pour le 2^e tableau.

```

\begin{tikzpicture}
  \tkzTabInit[espcl = 4]{
    $x$ / 0.75 ,
    $f(x)$ / 1.5
  }{
    $-\infty$ , $-1$ , $2$ , $+\infty$
  }
  \tkzTabVar{- / , + / $-9$ , - / , + / }
  %
  \tkzTabVal[draw]{3}{4}{0.5} % Position entre les 3e et 4e valeurs au milieu.
    {$3$}{$0$}
\end{tikzpicture}

```

Pour produire le code du 2^e tableau il a fallu utiliser au préalable ce qui suit en activant l'option `help` qui demande à `tkz-tab` d'afficher les noms de noeuds au sens TikZ qui ont été créés. Ceci permet alors d'utiliser ces noeuds pour des dessins TikZ faits maison ¹.



Le rendu précédent a été obtenu via le code suivant.

```
\begin{tikzpicture}
  \tkzTabInit[
    espc1 = 4,
    help      % <-- Pour voir les noms des noeuds.
  ]{
    $x$      / 0.75 ,
    $f(x)$   / 1
  }{
    $-\infty$ , $-1$ , $2$ , $+\infty$
  }
\end{tikzpicture}
```

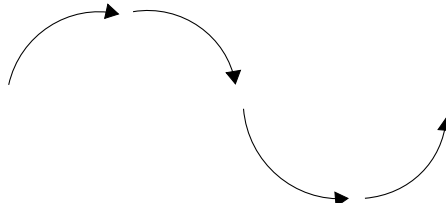
Maintenant que les noms des noeuds sont connus, il devient facile de produire le code ci-après. Bien noter l'usage de valeurs utiles « vides » de x ainsi que les mystiques `\node at ($(A)!0.5!(B)$)` permettant de placer un noeud au milieu entre les deux noeuds A et B.

```
\begin{tikzpicture}
  \tkzTabInit[
    espc1 = 4,
    %      help      % <-- Pour voir les noms des noeuds.
  ]{
    $x$      / 0.75 ,
    $f(x)$   / 1
  }{
    $-\infty$ , , , $+\infty$ % ATTENTION ! Ne pas oublier de virgules.
  }
  %
  \node at ($(N31)!0.5!(N40)$){$3$};
  \node at ($(M31)!0.5!(M32)$){$0$};
  \node at ($(M31)!0.5!(N42)$){$+$};
  \node at ($(N11)!0.5!(M32)$){$-$};
\end{tikzpicture}
```

Exemple 7 – Convexité et concavité symbolisées dans les variations

Voici un autre exemple s'utilisant la machinerie TikZ afin d'indiquer dans les variations la convexité et la concavité via des flèches incurvées (*cette convention est proposée dans la sous-section « Exemple utilisant l'option `\help` » de la section « Galerie » de la documentation de `tkz-tab`*).

1. C'est grâce à ce mécanisme que `tnsana` peut proposer des outils explicatifs des tableaux de signe : voir la section suivante.

x	$-\infty$	x_1	0	x_2	$+\infty$
f''		$-$	0	$+$	
f'	$+\infty$	\searrow 0	\searrow -2	\nearrow 0	$+\infty$
f					

Le code utilisé est le suivant.

```

\begin{tikzpicture}
  \tkzTabInit[
    espcl = 3,
    %      help      % <-- Pour voir les noms des noeuds.
  ]{
    $x$ / 0.75 ,
    $f''$ / 1 ,
    $f'$ / 2 ,
    $f$ / 3
  }{
    $-\infty$ , $0$ , $+\infty$
  }
  \tkzTabLine{ , - , z , + , }
  \tkzTabVar {+ / $+\infty$ , - / $-2$ , + / $+\infty$}

  \tkzTabVal[draw]{1}{2}{.5}{$x_1$}{$0$}
  \tkzTabVal[draw]{2}{3}{.5}{$x_2$}{$0$}

  \begin{scope}[->, > = triangle 60]
    \coordinate (Middle1) at ($(N13)!0.5!(N14)$);
    \coordinate (Middle2) at ($(N23)!0.5!(N24)$);
    \coordinate (Middle3) at ($(N33)!0.5!(N34)$);
    \path (N13) -- (N23) node[midway,below=6pt](N){};
    %
    \draw ([above=6pt]Middle1)
      to [bend left=45] ([left=1pt]N);
    \draw ([right=3pt]N)
      to [bend left=45] ([above=6pt]Middle2) ;
    \draw ([below right=3pt]Middle2)
      to [bend left=-45] ([above=6pt]M24) ;
    \draw ([above right=6pt]M24)
      to [bend right=40] ([below left=6pt]Middle3);
  \end{scope}
\end{tikzpicture}

```