Le package `tnsana` : de l'analyse élémentaire

Code source disponible sur `https://github.com/typensee-latex/tnsana.git`.

Version `0.7.0-beta` développée et testée sur Mac OS X.

Christophe BAL

2020-08-05

Table des matières

1. Introduction

Le package `tnsana` propose des macros pour écrire de l'analyse mathématique basique via un codage sémantique simple.

2. Beta-dépendance

`tnscom` qui est disponible sur `https://github.com/typensee-latex/tnscom.git` est un package utilisé en coulisse.

3. Packages utilisés

La roue ayant déjà été inventée, le package `tnsana` réutilise les packages suivants sans aucun scrupule.

- `circledsteps`
- `commado`
- `forloop`
- `ifmtarg`
- `mathtools`
- `nicematrix`
- `pgfplots`
- `relsize`
- `tkz-tab`
- `upgreek`
- `xstring`

4. Constantes et paramètres

a. Constantes classiques ajoutées

Les macros ci-dessous ne nécessitent pas d'accolades.

```
$\ggamma$ , $\ppi$ , $\ttau$ ,
$\ee$ , $\ii$ , $\jj$
et $\kk$ où $\ttau = 2 \ppi$
```

γ , π , τ , $\mathbf{e}$, $\mathbf{i}$, $\mathbf{j}$ et $\mathbf{k}$ où $\tau = 2\pi$

Remarque. Faites attention car `{\Large $\ppi \neq \pi$}` produit $\boldsymbol{\pi} \neq \pi$. Comme vous le constatez, les symboles ne sont pas identiques. Ceci est vraie pour toutes les constantes grecques.

b. Constantes latines personnelles

La macro `\param` est surtout là pour une utilisation pédagogique.

```
$\param{a} x^2 + \param{b} x + \param{c}$
ou
$a x^2 + b x + c$
```

$\mathbf{a}x^2 + \mathbf{b}x + \mathbf{c}$ ou $ax^2 + bx + c$

5. Une variable « symbolique »

Le package `tnscom`, chargé en coulisse, propose la macro `\symvar` qui produit différents symboles donnés ci-dessous.

```
$\symvar = \symvar[1]$ ou
$\symvar[2]$ ou
$\symvar[3]$
```

$\bullet = \bullet$ ou $\circ$ ou $\blacksquare$

Le nom `symvar` vient de `symb`-olic `var`-iable soit *« variable symbolique »* en anglais. Ces symboles sont utiles pour indiquer un argument symboliquement sans faire référence précisément à une ou des variables nommées.

6. La fonction valeur absolue

Exemple

```
$\abs{2}$ ,
$\abs {\dfrac{3}{5}}$ ou
$\abs*{\dfrac{3}{5}}$
```

$|2|$, $\left|\frac{3}{5}\right|$ ou $|\frac{3}{5}|$

Remarque. Le code LaTeX vient directement de ce poste : `https://tex.stackexchange.com/a/43009/6880`.

7. Fonctions nommées spéciales

a. Sans paramètre

Quelques fonctions nommées ont été ajoutées en plus de celles fournies par le package `amsmath` qui est chargé en coulisse et propose par exemple $\lg x$ et $\ln x$ via les macros `\lg` et `\ln`. Ci-dessous le `f` dans `fch` est pour `f`-rench soit *« français »* en anglais *(ce choix sert à éviter des incompatibilités avec d'autres packages)*. La liste complète des fonctions nommées est donnée plus bas dans la section c.

```
$\fch x = \cosh x$ ou $\acos x$
```

$\operatorname{ch} x = \cosh x$ ou $\operatorname{acos} x$

b. Avec un paramètre

Pour le moment il y a juste deux fonctions utilisables avec un paramètre optionnel. Les voici.

```
$\log[2] x = \lg x$ ou
$\exp[6] y = 6^y$
```

$\log_2 x = \lg x$ ou $\exp_6 y = 6^y$

c. Toutes les fonctions nommées en plus

`\acos x` : $\operatorname{acos} x$
`\asin x` : $\operatorname{asin} x$
`\atan x` : $\operatorname{atan} x$
`\arccosh x` : $\operatorname{arccosh} x$
`\arcsinh x` : $\operatorname{arcsinh} x$
`\arctanh x` : $\operatorname{arctanh} x$
`\acosh x` : $\operatorname{acosh} x$
`\asinh x` : $\operatorname{asinh} x$
`\atanh x` : $\operatorname{atanh} x$
`\fch x` : $\operatorname{ch} x$
`\fsh x` : $\operatorname{sh} x$
`\fth x` : $\operatorname{th} x$
`\afch x` : $\operatorname{ach} x$
`\afsh x` : $\operatorname{ash} x$
`\afth x` : $\operatorname{ath} x$
`\exp x` : $\exp x$
`\exp[p] x` : $\exp_p x$
`\log x` : $\log x$
`\log[p] x` : $\log_p x$

8. Limite

Exemple 1 – Cas minimaliste

Notez ci-dessous que le rendu de la limite via `\limit` se fait toujours en mode `\displaystyle` pour l'opérateur de limite.

```
$\limit{f(x)}{x}{0} = \frac{1}{2}$
```

$$\lim_{x \to 0} f(x) = \frac{1}{2}$$

Remarque. `\lim\limits_{x \rightarrow 0} f(x)` produit $\lim\limits_{x \to 0} f(x)$ contre $\lim_{x \to 0} f(x)$ ci-dessus. La version `\limit` utilise un petit peu plus d'espace sous le mot lim.

Exemple 2 – Avec des conditions

Ce 2e exemple devrait rendre intéressante la macro `\limit` qui permet d'ajouter facilement plusieurs conditions [1] comme le montre la 2e limite ci-après.

```
$\limit{f(x)}{x}{0 | x > 0}$ ou
$\limit{f(z)}{z}%
      {0 | z \in \Omega | \abs{z} < 3}$
```

$$\lim_{\substack{x \to 0 \\ x > 0}} f(x) \text{ ou } \lim_{\substack{z \to 0 \\ z \in \Omega \\ |z| < 3}} f(z)$$

Exemple 3 – Ajout de parenthèses

Les options `p` et `sp` permettent d'ajouter facilement des parenthèses extensibles ou non autour de la fonction. Indiquons que `sp` est pour `s`-mall `p`-arenthesis soit *« petites parenthèses »* en anglais.

```
$\displaystyle\limit[p] {\frac{1}{x}}{x}
                        {0 | x > 0}$
ou
$\displaystyle\limit[sp]{\frac{1}{x}}{x}
                        {0 | x > 0}$
```

$$\lim_{\substack{x \to 0 \\ x > 0}} \left(\frac{1}{x}\right) \text{ ou } \lim_{\substack{x \to 0 \\ x > 0}} (\frac{1}{x})$$

9. Calcul différentiel

a. Les opérateurs ∂ et d

Voici deux opérateurs utiles aussi bien pour du calcul différentiel que du calcul intégral.

```
$\dd{t} = \dd[1]{t}$ ou $\dd[n]{x}$

$\pp{t} = \pp[1]{t}$ ou $\pp[n]{x}$
```

$$\mathrm{d}t = \mathrm{d}^1 t \text{ ou } \mathrm{d}^n x$$
$$\partial t = \partial^1 t \text{ ou } \partial^n x$$

b. Dérivations totales d'une fonction – Version longue avec une variable

Exemple 1 – Différentes écritures possibles

La macro `\der` est stricte du point de vue sémantique car on doit lui fournir la fonction, l'ordre de dérivation et la variable de dérivation *(voir la section iii. qui présente la macro `\sder` permettant une*

1. En pratique, on utilise généralement au maximum une condition.

rédaction efficace pour obtenir $f^{(1)}$ ou f'). Voici plusieurs mises en forme faciles à taper via l'option de `\der`. Attention bien entendu à n'utiliser l'option par défaut `u` ou l'option `d` qu'avec un ordre de dérivation de valeur naturelle connue !

```
 $\der   {f}{x}{3}
= \der[e]{f}{x}{3}
= \der[d]{f}{x}{3}$

 $\der[i] {u}{x}{k}
= \der[f] {u}{x}{k}
= \der[sf]{u}{x}{k}$
```

$$f''' = f^{(3)} = \dddot{f}$$
$$\mathrm{d}_x^k u = \frac{\mathrm{d}^k u}{\mathrm{d}x^k} = \tfrac{\mathrm{d}^k u}{\mathrm{d}x^k}$$

On peut aussi ajouter autour de la fonction des parenthèses extensibles ou non sauf même si cela n'est pas utile pour le mode `d` *(voir juste après le mode `bd`)*. Ci-dessous on montre au passage une écriture du type *« opérateur fonctionnel »* : voir la section iv. page 27 à ce sujet.

```
 $\der[osf,sp]{\frac{1}{2}  uv}{x}{k}
= \der[of,p]  {\dfrac{1}{2} uv}{x}{k}$
```

$$\tfrac{\mathrm{d}^k}{\mathrm{d}x^k}(\tfrac{1}{2}uv) = \frac{\mathrm{d}^k}{\mathrm{d}x^k}\left(\frac{1}{2}uv\right)$$

Avec l'option `d` les parenthèses seules sont sans utilité car on peut obtenir des choses non souhaitées comme $\ddot{(u+v)}$. À la place on utilisera l'option `bd` où le `b` est pour `b`-racket soit *« crochet »* en anglais. Notez au passage que `p` et `sp` restent utilisables.

```
 $\der[bd]   {\frac{1}{2}  uv}{x}{2}
= \der[bd,p] {\frac{1}{2}  uv}{x}{2}
= \der[bd,sp]{\dfrac{1}{2} uv}{x}{2}$
```

$$\overbrace{\frac{1}{2}uv}^{\ddot{}} = \overbrace{\left(\frac{1}{2}uv\right)}^{\ddot{}} = \overbrace{(\frac{1}{2}uv)}^{\ddot{}}$$

Remarque. Expliquons les valeurs des options.

1. `u`, la valeur par défaut, est pour `u`-suel soit l'écriture avec les primes. Cette option ne marchera pas avec un nombre symbolique de dérivations.
2. `e` est pour `e`-xposant.
3. `i` est pour `i`-ndice.
4. `d` est pour `d`-ot soit *« point »* en anglais.
5. `bd` est pour `b`-racket `d`-ot où *« bracket »* est pour *« crochet »* en anglais.
6. `f` est pour `f`-raction avec aussi `sf` pour une écriture réduite où `s` est pour `s`-mall soit *« petit »* en anglais.
7. `of` et `osf` utilisent le préfixe `o` pour `o`-pérateur.
8. `p` est pour `p`-arenthèse : dans ce cas les parenthèses seront extensibles. Le fonctionnement est différent avec l'option `d` comme nous l'avons vu avant.
9. `sp` est pour des parenthèses non extensibles. Là aussi le fonctionnement est différent avec l'option `d`.

Exemple 2 – Pas de uns inutiles

```
 $\der[i ]{u}{x}{1}
= \der[f ]{u}{x}{1}
= \der[sf]{u}{x}{1}
= \der[of]{u}{x}{1}$
```

$$\mathrm{d}_x u = \frac{\mathrm{d}u}{\mathrm{d}x} = \tfrac{\mathrm{d}u}{\mathrm{d}x} = \frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}x}u$$

Remarque. Voici comment forcer les exposants 1 si besoin. Fonctionnel mais très moche...

```
 $\der[i ]{u}{x}{\,\!1}
= \der[f ]{u}{x}{\,\!1}
= \der[sf]{u}{x}{\,\!1}
= \der[of]{u}{x}{\,\!1}$
```

$$\mathrm{d}_x^1 u = \frac{\mathrm{d}^1 u}{\mathrm{d}x^1} = \frac{\mathrm{d}^1 u}{\mathrm{d}x^1} = \frac{\mathrm{d}^1}{\mathrm{d}x^1} u$$

c. Dérivations totales d'une fonction – Version courte sans variable

Dans l'exemple suivant le code manque de sémantique car on n'indique pas la variable de dérivation. Ceci étant dit à l'usage la macro `\sder` rend de grands services. Ici le préfixe `s` est pour `s`-imple voire `s`-impliste... Voici des exemples où de nouveau l'option par défaut `u` et l'option `d` ne seront fonctionnelles qu'avec un ordre de dérivation de valeur naturelle connue !

Exemple 1

```
 $\sder{f}{1} = \der{f}{x}{1}$

 $\sder   {f}{3}
= \sder[e]{f}{3}
= \sder[d]{f}{3}$
```

$$f' = f'$$
$$f''' = f^{(3)} = \dddot{f}$$

Exemple 2

```
 $\sder[sp] {\dfrac{1}{2} uv}{2}
= \sder[e,p]{\dfrac{1}{2} uv}{2}
= \sder[bd] {\dfrac{1}{2} uv}{2}$
```

$$(\frac{1}{2}uv)'' = \left(\frac{1}{2}uv\right)^{(2)} = \overbrace{\frac{1}{2}uv}^{\ddot{}}$$

Remarque. Ici les seules options disponibles sont `u`, `e`, `b`, `bd`, `p` et `sp`.

d. L'opérateur de dérivation totale

Ce qui suit peut rendre service au niveau universitaire. Les options possibles sont `f`, valeur par défaut, `sf` et `i` avec les mêmes significations que pour la macro `\der`.

```
 $\derope    {x}{k}
= \derope[sf]{x}{k}
= \derope[i] {x}{k}$
```

$$\frac{\mathrm{d}^k}{\mathrm{d}x^k} = \frac{\mathrm{d}^k}{\mathrm{d}x^k} = \mathrm{d}_x^k$$

Ici non plus il n'y a pas de uns inutiles mais l'astuce `\,\!1` reste utilisable.

```
 $\derope    {x}{1}
= \derope[sf]{x}{1}
= \derope[i] {x}{1}$
```

$$\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}x} = \frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}x} = \mathrm{d}_x$$

e. Dérivations partielles

Exemple 1 – Différentes écritures

La macro `\pder` [2] avec `p` pour `p`-artielle permet de rédiger des dérivées partielles en utilisant facilement plusieurs mises en forme via une option qui vaut `f` par défaut. Cette macro attend une fonction, les dérivées partielles effectuées et l'ordre total de dérivation. Voici deux types de mise en forme classiques où vous noterez comment `x | y^2` est interprété.

```
 $\pder    {f}{x | y^2}{3}
= \pder[sf]{f}{x | y^2}{3}$
```

$$\frac{\partial^3 f}{\partial x\,\partial y^2} = \frac{\partial^3 f}{\partial x\,\partial y^2}$$

Il existe en plus deux notations indicielles données en exemple ci-dessous. Notez qu'avec l'option `ei` l'exposant total n'est pas imprimé et que les exposants partiels doivent être des naturels connus.

```
 $\pder[i] {f}{x | y^2}{3}
= \pder[ei]{f}{x | y^2}{3}$
```

$$\partial^3_{x,y(2)} f = f'_{x\,y\,y}$$

Les options `i` et `ei` marchent avec des variables indicées à condition de bien mettre les dites variables entre des accolades.

```
 $\pder[i] {f}{x_1 | {x_2}^2}{3}
= \pder[ei]{f}{x_1 | {x_2}^2}{3}$
```

$$\partial^3_{x_1,x_2(2)} f = f'_{x_1\,x_2\,x_2}$$

On peut aussi ajouter autour de la fonction à différencier des parenthèses extensibles ou non via `p` et `sp` respectivement. Ci-dessous on montre aussi une écriture du type *« opérateur fonctionnel »* : voir la section vi. page 28 à ce sujet.

```
 $\pder[of,sp] {u + v}{x | y^2}{}
= \pder[osf,sp]{u + v}{x | y^2}{}$

 $\pder[i,sp]  {u + v}{x | y^2}{}
= \pder[ei,sp] {u + v}{x | y^2}{}$
```

$$\frac{\partial}{\partial x\,\partial y^2}(u+v) = \frac{\partial}{\partial x\,\partial y^2}(u+v)$$
$$\partial_{x,y(2)}(u+v) = (u+v)'_{x\,y\,y}$$

Remarque. Les options disponibles sont `f`, `sf`, `of`, `osf`, `p` et `sp` avec des significations similaires à celles pour la macro `\der` auxquelles s'ajoutent `i` et `ei` pour les écritures indicielles où le `e` dans `ei` est pour `e`-xpand soit *« développer »* en anglais.

Exemple 2 – Pas de uns inutiles

```
 $\pder    {u}{x}{1}
= \pder[sf]{u}{x}{1}
= \pder[i] {u}{x}{1}$
```

$$\frac{\partial u}{\partial x} = \frac{\partial u}{\partial x} = \partial_x u$$

Remarque. Rappelons que pour obtenir $\partial^1_x u$ on peut taper `\pder[i]{u}{x}{\,\!1}`.

f. L'opérateur de dérivation partielle

Ce qui suit peut rendre service au niveau universitaire. Les options possibles sont `f`, valeur par défaut, `sf` et `i` avec les mêmes significations que pour la macro `\pder`.

2. `\partial` existe déjà pour obtenir ∂.

```
 $\pderope    {x | y^2}{3}
= \pderope[sf]{x | y^2}{3}
= \pderope[i] {x | y^2}{3}$
```

$$\frac{\partial^3}{\partial x\,\partial y^2} = \frac{\partial^3}{\partial x\,\partial y^2} = \partial^3_{x,y(2)}$$

10. 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.

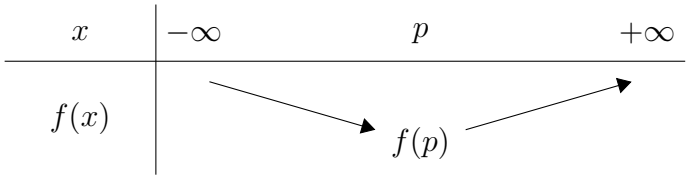
Exemple 1 – Avec des signes

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}
```

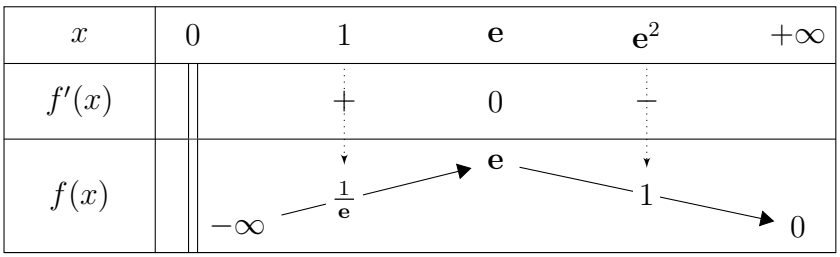
Exemple 5 – Valeurs interdites et valeurs supplémentaires

x	0	1	$\mathbf{e}$	$+\infty$
$\frac{1}{x}$	‖	$+$		
$\ln$	‖ $-\infty$	0 ↗	1 ↗	$+\infty$

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.

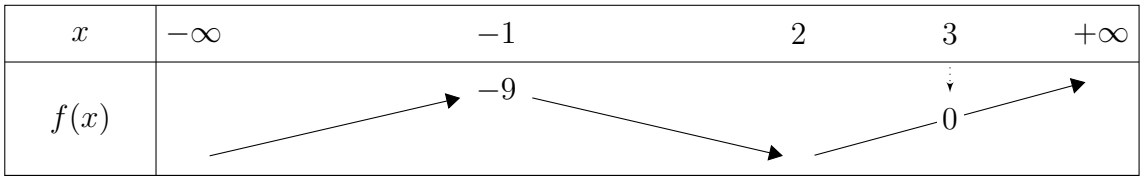


Le rendu précédent a été obtenu via le code suivant.

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

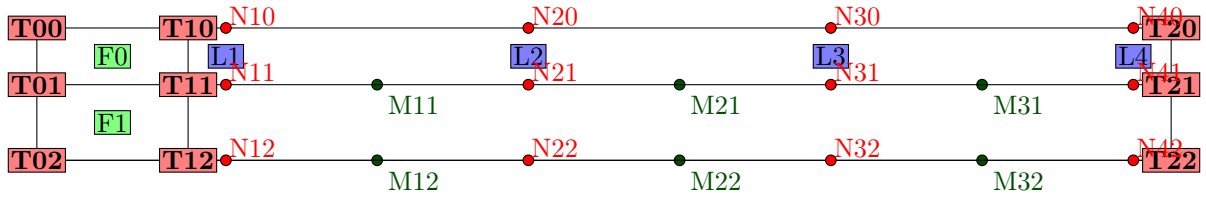


On déduit du tableau précédent le signe de la fonction f.

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



Le rendu précédent a été obtenu via le code suivant.

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

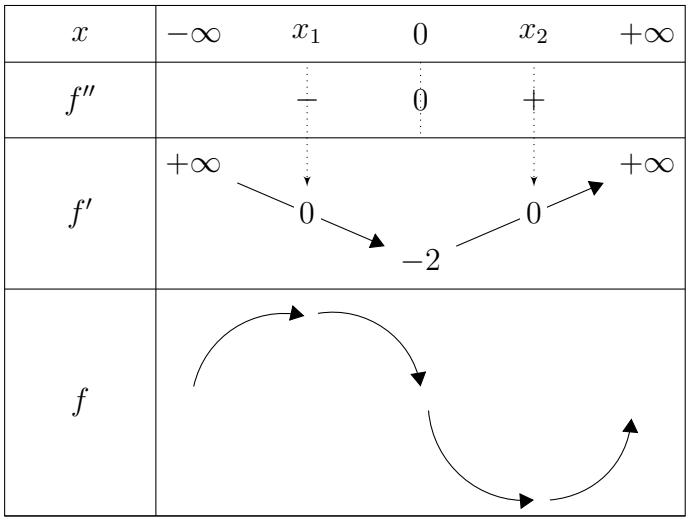
Maintenant que les noms des noeuds sont connus, il devient facile de produire le code ci-après. Bien noter l'usage de valeurs utiles « vides » de x ainsi que les mystiques `\node at ($(A)!0.5!(B)$)` permettant de placer un noeud au milieu entre les deux noeuds `A` et `B`.

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

```
\begin{tikzpicture}
    \tkzTabInit[
        espcl = 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* « Gallerie » *de la documentation de* ***tkz-tab****)*.



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}
```

b. Décorer facilement un tableau

i. Motivation

Considérons le tableau suivant et imaginons que nous voulions l'expliquer à un débutant.

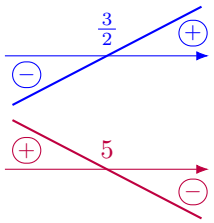
x	$-\infty$		$\frac{3}{2}$		5		$+\infty$
Signe de $2x-3$		$-$	0	$+$		$+$	
Signe de $-x+5$		$+$		$+$	0	$-$	
Signe de $(2x-3)(-x+5)$		$-$	0	$+$	0	$-$	

Deux options s'offrent à nous pour justifier comment a été rempli le tableau.

1. Classiquement on résout par exemple juste les deux inéquations $2x-3>0$ et $-x+5>0$ puis on complète les deux premières lignes [4] pour en déduire la dernière via la règle des signes d'un produit.
2. On peut proposer une méthode moins sujette à la critique qui s'appuie sur la représentation graphique d'une fonction affine en produisant le tableau suivant.

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	$-$	

← Valeurs utiles de x



← Signe du produit.

Pour produire le 2e tableau, en plus du code `tkz-tab` pour le tableau de signe [5], il a fallu ajouter les lignes données ci-dessous où sont utilisées les macros `\backLine`, `\graphSign` et `\comLine` proposées par `tnsana` *(la syntaxe simple à suivre sera expliquée dans les trois sections suivantes)*. Indiquons que les lignes pour les signes doivent utiliser un coefficient minimal de `1.5` pour la hauteur afin d'éviter la superposition des graphiques.

```
\begin{tikzpicture}
    % ------------------------------------------------------ %
    % -- Code tkz-tab pour les signes non reproduit ici -- %
    % ------------------------------------------------------ %

    \backLine{0, 3}

    \comLine[gray]{0}{$\leftarrow$ Valeurs utiles de $x$}

    \graphSign        {1}{ax+b, ap}{$\frac{3}{2}$}
    \graphSign[purple]{2}{ax+b, an}{$5$}

    \comLine[gray]{3}{$\leftarrow$ Signe du produit.}
\end{tikzpicture}
```

Remarque. Il est aussi possible de décorer une ligne de variation comme cela sera montré dans l'exemple 3 page 20.

4. Notons que cette approche est un peu scandaleuse car il faudrait en toute rigueur aussi résoudre $2x-3<0$, $-x+5<0$, $2x-3=0$ et $-x+5=0$. Personne ne le fait car l'on pense aux variations d'une fonction affine. Dans ce cas pourquoi ne pas juste utiliser ce dernier argument ? C'est ce que propose la 2e méthode.

5. Nous avons utilisé les réglages optionnels `lgt = 3.5` et `espcl = 2.5` de `\tkzTabInit` pour avoir de la place dans la 1re colonne pour le dernier produit et aussi réduire la largeur des colonnes pour les signes.

ii. Ajouter une couleur de fond à une ligne

La modification de la couleur de fond d'une ligne se fait via la macro `\backLine`[6] pour `back`-ground `of the line` soit *« fond de la ligne »* en anglais. Cette macro possède un argument optionnel et un obligatoire.

- *L'argument optionnel : choix de la couleur de fond.*

  Ci-dessus nous avons utilisé la couleur par défaut qui est `gray!30`.

- *L'argument obligatoire : les numéros de ligne séparés par des virgules.*

  La numérotation des lignes commence à 0 comme en informatique. Ainsi `\backLine{0,3}` ajoute une couleur de fond à la ligne des valeurs utiles de x et à la 3^{e} ligne de signes, ou moins intuitivement à la (3+1)^{e} ligne du tableau.

iii. Commenter une ligne

L'ajout de commentaires courts se fait via la macro `\comLine` pour `com`-ment a `line` soit *« commenter une ligne »* en anglais. Cette macro possède un argument optionnel et deux obligatoires.

- *L'argument optionnel : choix de la couleur du texte.*

  Ci-dessus nous avons utilisé `\comLine[gray]{0}{...}` pour avoir un texte en gris.
- *Le 1er argument : le numéro de ligne* (comme pour `\backLine`).
- *Le 2^{e} argument : texte du commentaire.*

  Par défaut aucun retour à la ligne n'est possible. Si besoin se reporter à l'exemple 3, page 20 section v., où est montré comment écrire sur plusieurs lignes.

iv. Graphiques pour expliquer des signes

Pour le moment, la macro `\graphSign` propose différents types de graphiques de fonctions dites de référence. Avant de voir ce qui est proposé rappelons que la convention est de prendre 0 pour numéro de la toute 1re ligne contenant les valeurs utiles de la variable.

1. ***Fonctions affines non constantes avec une contrainte.***

   Pour les fonctions du type $f(x) = ax + b$ avec $a \neq 0$, nous devons connaître le signe de a et la racine r de f. Le codage est simple : considérons par exemple `\graphSign{2}{ax+b, an}{$5$}`.

   - *1er argument* 2.

     Ceci indique d'ajouter le graphique dans la 2^{e} ligne de signes.
   - `ax+b` *dans le 2^{e} argument.*

     Ce code sans espace indique une fonction affine.
   - `an` *dans le 2^{e} argument.*

     Ce code venant de `a négatif` ajoute la condition $a < 0$.
   - *3^{e} argument* 5.

     Ceci donne la racine.

   Donc pour ajouter dans la 4^{e} ligne de signe le graphique de $f(x) = 3x$, on utilisera dans ce cas `\graphSign{4}{ax+b, ap}{$0$}` où `ap` pour `a positif` code la condition $a > 0$.

6. L'auteur de `tnsana` n'est absolument pas un fan de la casse en bosses de chameau mais par souci de cohérence avec ce que propose `tkz-tab` le nom `\backLine` a été proposé à la place de `\backline`.

2. ***Fonctions trinômiales du 2e degré avec deux contraintes.***

   Pour les fonctions du type $f(x) = ax^2 + bx + c$ avec $a \neq 0$, en plus du signe de a nous devons connaître celui du discriminant $\Delta = b^2 - 4ac$, ce dernier pouvant être nul, sans oublier les racines réelles éventuelles. Voyons comment coder ce genre de chose via par exemple `\graphSign{5}{ax2+bx+c, an, dp}{$r_1$}{$r_2$}`.

   - *1er argument* 5.

     On indique la 5e ligne de signes.
   - `ax2+bx+c` *dans le 2e argument.*

     Ce code sans espace indique un trinôme du 2e degré.
   - `an` *dans le 2e argument* (comme avant).
   - `dp` *dans le 2e argument.*

     Ce code venant de `discriminant positif` ajoute la condition $\Delta > 0$. En plus de `dn` et `dp` il y a aussi `dz` pour `discriminant zéro`.
   - *3e et 4e arguments* r_1 *et* r_2.

     Ceci donne les deux racines réelles avec obligatoirement $r_1 < r_2$.

   Ainsi pour indiquer dans la 3e ligne de signe la courbe relative à $f(x) = -4x^2$, on utilisera `\graphSign{3}{ax2+bx+c, an, dz}{$0$}`.

   Enfin le graphique associé au trinôme $f(x) = 7x^2 + 3$, qui est sans racine réelle, s'obtiendra dans la 4e ligne de signe via `\graphSign{4}{ax2+bx+c, ap, dn}`.

3. ***Fonctions sans contrainte.***

   Voici ce qui est disponible via `\graphSign{noligne}{codefonc}` où les valeurs possibles de `codefonc` sont les suivantes.

`codefonc`	`x2`	`sqrt`	`1/x`	`abs`	`exp`	`ln`
$f(x)$	x^2	$\sqrt{x}$	$\frac{1}{x}$	$\lvert x\rvert$	$\exp x$	$\ln x$

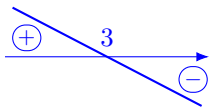
v. Quelques exemples

Exemple 1 – Avec une parabole

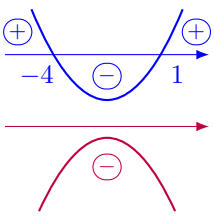
Il devient très facile de proposer un tableau décoré comme le suivant.

x	$-\infty$		-4		1		3		$+\infty$
Signe de $-x+3$		$+$		$+$		$+$	0	$-$	
Signe de $f(x)$		$-$	0	$+$	0	$+$	0	$-$	
Signe de x^2+3x-4		$+$	0	$-$	0	$+$		$+$	
Signe de $-x^2+x-4$		$-$		$-$		$-$		$-$	
Signe du produit		$+$	0	$+$	0	$-$	0	$-$	

Schémas



Voir Q.1-a)



← Conclusion

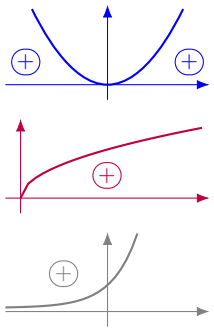
En plus des deux exemples de schémas de paraboles, il faut noter dans le code supplémentaire ajouté l'utilisation de `\kern1.75em` dans `\comLine[gray]{0}{\kern1.75em Schémas}` afin de mettre un espace horizontal précis pour centrer à la main le texte *« Schémas » (un peu sâle mais ça marche).*

```
\begin{tikzpicture}
    % ------------------------------------------------- %
    % -- Code tkz-tab pour les signes non reproduit ici -- %
    % ------------------------------------------------- %

    \backLine{0, 5}

    \comLine[gray]{0}{\kern1.75em Schémas}

    \graphSign        {1}{ax+b, an}{$3$}
    \comLine[purple]  {2}{Voir Q.1-a)}
    \graphSign        {3}{ax2+bx+c, ap, dp}{$-4$}{$1$} % Deux racines réelles.
    \graphSign[purple]{4}{ax2+bx+c, an, dn}            % Aucune racine réelle.

    \comLine[gray]{5}{$\leftarrow$ Conclusion}
\end{tikzpicture}
```

Exemple 2 – Avec des fonctions sans paramètre

Voici un 1er tableau avec certaines des fonctions sans paramètre.

x	0	$+\infty$
x^2	0	$+$
$\sqrt{x}$	0	$+$
$\exp x$		$+$
$x^2\sqrt{x}\exp x$	0	$+$

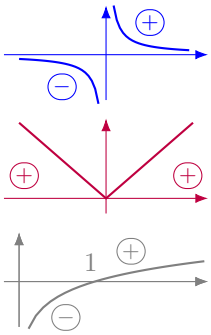


Le code correspondant est le suivant.

```
\begin{tikzpicture}
    % ------------------------------------------------- %
    % -- Code tkz-tab pour les signes non reproduit ici -- %
    % ------------------------------------------------- %

    \graphSign        {1}{x2}
    \graphSign[purple]{2}{sqrt}
    \graphSign[gray]  {3}{exp}
\end{tikzpicture}
```

Voici un 2e tableau avec les fonctions sans paramètre manquantes ci-dessus.

x	0		1	$+\infty$
$\frac{1}{x}$	‖	$+$		$+$
$\lvert x\rvert$	0	$+$		$+$
$\ln x$	‖	$-$	0	$+$
$\frac{\lvert x\rvert}{x\ln x}$	‖	$-$	‖	$+$



Le code correspondant est le suivant.

```
\begin{tikzpicture}
    % ------------------------------------------------- %
    % -- Code tkz-tab pour les signes non reproduit ici -- %
    % ------------------------------------------------- %

    \graphSign        {1}{1/x}
    \graphSign[purple]{2}{abs}
    \graphSign[gray]  {3}{ln}
\end{tikzpicture}
```

Exemple 3 – Commenter des variations

Pour finir, indiquons que les outils de décoration marchent aussi pour les tableaux de variation. Voici un exemple possible d'utilisation où les retours à la ligne ont été obtenus affreusement, ou pas, via `\parbox{11.5em}{...}`.

x	0		$\mathbf{e}$		$+\infty$
$f'(x)$	‖	$+$	0	$-$	
$f(x)$	‖	$-\infty$ ↗	$\mathbf{e}$	↘	0

Sur un intervalle le signe de $f'(x)$ implique les variations de $f(x)$.

Les limites sont hors programme pour cette année.

11. Calcul intégral

a. Le symbole standard revisité

Commençons par un point important : le package réduit les espacements entres des symboles $\int$ successifs. Voici un exemple.

```
$\displaystyle
 \int \int \int
 F(x;y;z) \dd{x} \dd{y} \dd{z}$

$\displaystyle
 \int_{a}^{b} \int_{c}^{d} \int_{e}^{f}
 F(x;y;z) \dd{x} \dd{y} \dd{z}$
```

$$\displaystyle \int\int\int F(x\,;y\,;z)\,\mathrm{d}x\,\mathrm{d}y\,\mathrm{d}z$$
$$\displaystyle \int_a^b\int_c^d\int_e^f F(x\,;y\,;z)\,\mathrm{d}x\,\mathrm{d}y\,\mathrm{d}z$$

Remarque. Par défaut, LaTeX affiche $\int\int\int F(x\,;y\,;z)\,\mathrm{d}x\,\mathrm{d}y\,\mathrm{d}z$ et $\int_a^b\int_c^d\int_e^f F(x\,;y\,;z)\,\mathrm{d}x\,\mathrm{d}y\,\mathrm{d}z$. Nous avons obtenu ce résultat en utilisant `\stdint` qui est l'opérateur proposé de façon standard par LaTeX.

b. Un opérateur d'intégration clés en main

Exemple 1 – À quoi bon ?

Le 1er exemple qui suit semblera être une hérésie pour les habitués de LaTeX mais rappelons que le but de `tnsana` est de rendre les documents facilement modifiables globalement ou localement comme le montre le 2e exemple.

```
 $\displaystyle
  \integrate{f(x)}{x}{a}{b}
= \int_{x=a}^{x=b} f(x) \dd{x}$

 $\displaystyle
  \integrate*{f(x)}{x}{a}{b}
= \integrate{f(x)}{x}{a}{b}$
```

$$\displaystyle \int_{x=a}^{x=b} f(x)\,\mathrm{d}x = \int_{x=a}^{x=b} f(x)\,\mathrm{d}x$$
$$\displaystyle \int_a^b f(x)\,\mathrm{d}x = \int_{x=a}^{x=b} f(x)\,\mathrm{d}x$$

Exemple 2 – Le mode `displaystyle`

La macro `\dintegrate*` présentée ci-dessous possède aussi une version non étoilée `\dintegrate`.

```
 $\dintegrate*{f(x)}{x}{a}{b}
= \integrate*{f(x)}{x}{a}{b}$
```

$$\displaystyle \int_a^b f(x)\,\mathrm{d}x = \int_a^b f(x)\,\mathrm{d}x$$

c. L'opérateur « crochet »

Exemple 1

```
 $\hook{F(x)}{x}{a}{b}
= F(b) - F(a)$

 $\dintegrate*{f(x)}{x}{a}{b}
= \hook*{F(x)}{x}{a}{b}$
```

$$\displaystyle \big[\,F(x)\,\big]_{x=a}^{x=b} = F(b) - F(a)$$
$$\displaystyle \int_a^b f(x)\,\mathrm{d}x = \big[\,F(x)\,\big]_a^b$$

Remarque. Il faut savoir que `\hook` signifie *« crochet »* en anglais mais la bonne traduction du terme mathématique est en fait *« square bracket »*. Ceci étant dit l'auteur de `tnsana` trouve plus efficace d'utiliser `\hook` comme nom de macro.

Exemple 2 – Des crochets non extensibles

Dans l'exemple suivant, on utilise l'option `sb` pour `s`-mall `b`-rackets soit *« petits crochets »* en anglais. Les options sont disponibles à la fois pour `\hook` et `\hook*`.

```
 $\hook*{\dfrac{x - 1}{5 + x^2}}{x}%
        {a}{b}
= \hook*[sb]%
        {\dfrac{x - 1}{5 + x^2}}{x}%
        {a}{b}$
```

$$\left[\frac{x-1}{5+x^2}\right]_a^b = \left[\frac{x-1}{5+x^2}\right]_a^b$$

Exemple 3 – Un trait vertical épuré

Via les options `r` et `sr` pour `s`-mall et `r`-ull soit *« petit »* et *« trait »* en anglais, on obtient ce qui suit.

```
 $\hook[r]  {\dfrac{x - 1}{5 + x^2}}{x}%
            {a}{b}
= \hook*[sr]{\dfrac{x - 1}{5 + x^2}}{x}%
            {a}{b}$
```

$$\frac{x-1}{5+x^2}\Bigg|_{x=a}^{x=b} = \frac{x-1}{5+x^2}\Big|_a^b$$

12. Historique

Nous ne donnons ici qu'un très bref historique récent [7] de `tnsana` à destination de l'utilisateur principalement. Tous les changements sont disponibles uniquement en anglais dans le dossier `change-log` : voir le code source de `tnsana` sur `github`.

2020-08-05 Nouvelle version mineure `0.7.0-beta`.

- **Définition explicite d'une fonction :** les macros `\funcdef` et `\txtfuncdef` ont été déplacées dans `tnssets` qui est disponible sur `https://github.com/typensee-latex/tnssets.git`.

2020-07-30 Nouvelle version mineure `0.6.0-beta`.

- **Définition explicite d'une fonction.**
  - Une nouvelle macro `\txtfuncdef` produit une version textuelle courte.
  - Omission possible des ensembles, via des arguments vides, quand on utilise `\funcdef[h]` ou `\txtfuncdef`.
- **Fonctions avec un paramètre :** les macros `\expb` et `\logb` ont été remplacées par `\exp` et `\log` qui ont un argument optionnel pour indiquer éventuellement une base.
- **Dérivation partielle :** `\pder[ei]` fonctionne maintenant aussi avec des variables indexées.

2020-07-22 Nouvelle version mineure `0.5.0-beta`.

- **Définition explicite d'une fonction :** ajout de `\funcdef`.

2020-07-21 Nouvelle version mineure `0.4.0-beta`.

- **Limite :** ajout de `\limit` pour l'écriture de limites de fonctions à une seule variable.
- **Dérivation :** par souci de cohérence, il faudra taper `\der{f}{x}{n}` au lieu de l'ancien `\der{f}{n}{x}`.
- **Intégration :** par souci de cohérence, il faudra taper `\integrate{f}{x}{a}{b}` au lieu de l'ancien `\integrate{a}{b}{f}{x}`. Il en va de même pour `\hook`.

2020-07-17 Nouvelle version mineure `0.3.0-beta`.

- **Dérivation.**
  - Dérivation pointée à la physicienne via `d` et `bd` deux nouvelles options de `\der`.
  - La dérivation partielle indexée du type u_{xxy} à la physicienne via `ei` une nouvelle option de `\pder`.
- **Tableaux de signe et de variation.**

7. On ne va pas au-delà de un an depuis la dernière version.

— Ajout de `\backLine` pour changer la couleur de fond d'une ou plusieurs lignes.

— `\graphSign` propose des fonctions de référence *(sans paramètre)*.

2020-07-15 Nouvelle version mineure `0.2.0-beta`.

- **Symboles :** les nouvelles macros `\symvar` et `\symvar*` produisent un disque plein et un carré plein permettant par exemple d'indiquer symboliquement une ou des variables.

2020-07-12 Nouvelle version mineure `0.1.0-beta`.

- **Fonctions nommées :** `\ppcm` et `\pgcd` ont été déplacées dans `tnsarith` disponible sur `https://github.com/typensee-latex/tnsarith.git`.

2020-07-10 Première version `0.0.0-beta`.

13. Toutes les fiches techniques

a. Constantes et paramètres

i. Constantes classiques ajoutées

```
\ggamma
\ppi
\ttau
\ee
\ii
\jj
\kk
```

ii. Constantes latines personnelles

```
\param{#1}
```

— `Argument:` un texte utilisant l'alphabet latin.

b. Une variable « symbolique »

```
\symvar[#opt]
```

— `Option:` le numéro du symbole qui vaut `1` par défaut.

- `1` donne • .
- `2` donne ◦ .
- `3` donne ▪ .

c. La fonction valeur absolue

```
\abs {#1}
\abs*{#1}
```

— `Argument:` l'expression sur laquelle appliquer la fonction valeur absolue.

d. Fonctions nommées spéciales

i. Sans paramètre

```
\acos
\asin
\atan
```

```
\arccosh
\arcsinh
\arctanh
```

```
\acosh
\asinh
\atanh
```

```
\fch                                                    f = f-rench
\fsh                                                    f = f-rench
```

`\fth` `f = f-rench`

`\afch`
`\afsh`
`\afth`

ii. Avec un paramètre

`\exp[#opt]`

— `Option:` la base de l'exponentielle

`\log[#opt]`

— `Option:` la base du logarithme

e. Limite

`\limit[#opt]{#1..#3}`

— `Option:` la valeur par défaut `asit` n'a pas vocation à être utilisée.

1. `asit` : rien n'est appliqué sur la fonction qui reste donc tel quelle.
2. `p` : ajout de parenthèses extensibles autour de la fonction.
3. `sp` : ajout de parenthèses non extensibles autour de la fonction.

— `Argument 1:` la fonction dont on indique la limite.

— `Argument 2:` la variable qui va tendre vers quelque chose.

— `Argument 3:` la valeur limite suivie éventuellement de conditions en utilisant la barre verticale `|` pour séparer ces différentes informations.

f. Calcul différentiel

i. Les opérateurs ∂ et d

`\dd[#opt]{#1}`
`\pp[#opt]{#1}`

— `Option:` utilisée, cette option sera mise en exposant du symbole ∂ ou d.

— `Argument:` la variable de différentiation à droite du symbole ∂ ou d.

ii. Dérivations totales d'une fonction – Version longue avec une variable

`\der[#opt]{#1..#3}`

— `Option:` la valeur par défaut est `u`.

1. `u` : écriture usuelle avec des primes *(ceci nécessite d'avoir une valeur entière naturelle connue du nombre de dérivations successives)*.
2. `e` : écriture via un exposant entre des parenthèses.
3. `i` : écriture via un indice.
4. `d` : écriture pointée à la physicienne *(cf. la dérivation par rapport au temps)*.
5. `bd` : écriture pointée avec un crochet entre les points et la fonction.

6. `f` : écriture via une fraction en mode display.
7. `sf` : écriture via une fraction en mode non display.
8. `of` : écriture via une fraction en mode display sous la forme d'un opérateur *(la fonction est à côté de la fraction)*.
9. `osf` : écriture via une fraction en mode non display sous la forme d'un opérateur *(la fonction est à côté de la fraction)*.
10. `p` : ajout de parenthèses extensibles autour de la fonction.
11. `sp` : ajout de parenthèses non extensibles autour de la fonction.

— `Argument 1:` la fonction à dériver.

— `Argument 2:` la variable de dérivation.

— `Argument 3:` l'ordre de dérivation.

iii. Dérivations totales d'une fonction – Version courte sans variable

`\sder[#opt]{#1..#2}` `s = s-imple`

— `Option:` la valeur par défaut est `u`. Les options disponibles sont `u`, `e`, `d`, `bd`, `p` et `sp` : voir la fiche technique de `\sder` ci-dessus.

— `Argument 1:` la fonction à dériver.

— `Argument 2:` l'ordre de dérivation.

iv. L'opérateur de dérivation totale

`\derope[#opt]{#1..#2}` `ope = ope-rator`

— `Option:` la valeur par défaut est `f`. Les options disponibles sont `f`, `sf` et `i` : voir la fiche technique de `\der` donnée un peu plus haut.

— `Argument 1:` la fonction à dériver.

— `Argument 2:` l'ordre de dérivation.

v. Dérivations partielles

`\pder[#opt]{#1..#2}` `p = p-artial`

— `Option:` la valeur par défaut est `f`.

1. `f` : écriture via une fraction en mode display.
2. `sf` : écriture via une fraction en mode non display.
3. `of` : écriture via une fraction en mode display sous la forme d'un opérateur *(la fonction est à côté de la fraction)*.
4. `osf` : écriture via une fraction en mode non display sous la forme d'un opérateur *(la fonction est à côté de la fraction)*.
5. `i` : écriture via un indice.
6. `ei` : écriture via un indice mais en *« développant »*.
7. `p` : ajout de parenthèses extensibles autour de la fonction.
8. `sp` : ajout de parenthèses non extensibles autour de la fonction.

— `Argument 1:` la fonction à dériver.

— `Argument 2:` les variables utilisées avec leur ordre de dérivation pour la dérivation partielle en utilisant une syntaxe du type `x | y^2 | ...` qui indique de dériver suivant x une fois, puis suivant y deux fois... etc.

— `Argument 3:` l'ordre total de dérivation.

vi. L'opérateur de dérivation partielle

`\pderope[#opt]{#1..#2}` `p = p-artial` et `ope = ope-rator`

— `Option:` la valeur par défaut est `f`. Les options disponibles sont `f`, `sf` et `i` : voir la fiche technique de `\pder` juste avant.

— `Argument 1:` les variables utilisées avec leur ordre de dérivation via la syntaxe indiquée ci-dessus.

— `Argument 2:` l'ordre total de dérivation.

g. Tableaux de variation et de signe

i. Coloriser le fond

`\backLine[#opt]{#1}` `back = back-ground`

— `Option:` couleur au format TikZ. La valeur par défaut est `gray!30`.

— `Argument 1:` les numéros de ligne séparés par des virgules, 0 étant le 1er numéro.

ii. Commentaires

`\comLine[#opt]{#1..#2}` `com = com-ment`

— `Option:` couleur au format TikZ. La valeur par défaut est `blue`.

— `Argument 1:` le numéro de ligne, 0 étant le 1er numéro.

— `Argument 2:` le texte du commentaire.

iii. Graphiques explicatifs

`\graphSign[#opt]{#1..#4}`

— `Option:` couleur au format TikZ. La valeur par défaut est `blue`.

— `Argument 1:` le numéro de ligne, 0 étant le 1er numéro.

— `Argument 2:` le type de fonctions avec des contraintes éventuelles en utilisant la virgule comme séparateur d'informations.

1. `x2` sans espace indique $f(x) = x^2$.
2. `srqt` sans espace indique $f(x) = \sqrt{x}$.
3. `1/x` sans espace indique $f(x) = \frac{1}{x}$.
4. `abs` sans espace indique $f(x) = |x|$.
5. `exp` sans espace indique $f(x) = \exp x$.
6. `ln` sans espace indique $f(x) = \ln x$.
7. `ax+b` sans espace indique $f(x) = ax + b$ avec $a \neq 0$ à caractériser.
8. `ax2+bx+c` sans espace indique $f(x) = ax^2 + bx + c$ avec $a \neq 0$ et le discriminant d à caractériser.
9. `ap` et `an` indiquent respectivement les conditions $a > 0$ et $a < 0$.
10. `dp`, `dz` et `dn` indiquent respectivement les conditions $d > 0$, $d = 0$ et $d < 0$.

— `Argument 3 supplémentaire pour ax+b:` la racine réelle de $ax + b$.

— `Arguments supplémentaires éventuels pour ax2+bx+c:` si $ax^2 + bx + c$ admet une ou deux racines réelles, on donnera toutes les racines de la plus petite à la plus grande [8].

h. Calcul intégral

i. Le symbole standard revisité

`\stdint` (pour retrouver le comportement par défaut)

ii. Un opérateur d'intégration clés en main

```
\integrate  {#1..#4}
\integrate* {#1..#4}
\dintegrate {#1..#4}                                          d = d-isplaystyle
\dintegrate*{#1..#4}
```

— `Argument 1:` la fonction intégrée.

— `Argument 2:` la variable d'intégration.

— `Argument 3:` valeur initiale d'intégration qui apparait en bas du symbole $\int_{\bullet}$.

— `Argument 4:` valeur finale d'intégration qui apparait en haut du symbole $\int^{\bullet}$.

iii. L'opérateur « crochet »

```
\hook [#opt]{#1..#4}
\hook*[#opt]{#1..#4}
```

— `Option:` la valeur par défaut est `b`. Voici les différentes valeurs possibles.

1. `b` : des crochets extensibles sont utilisés.
2. `sb` : des crochets non extensibles sont utilisés.
3. `r` : un unique trait vertical extensible est utilisé à droite.
4. `sr` : un unique trait vertical non extensible est utilisé à droite.

— `Argument 1:` la fonction sur laquelle effectuer le calcul.

— `Argument 2:` la variable à affecter pour les calculs.

— `Argument 3:` valeur initiale à substituer qui apparait en bas du crochet fermant ou de la barre verticale.

— `Argument 4:` valeur finale à substituer qui apparait en haut du crochet fermant ou de la barre verticale.

8. Notant $\Delta = b^2 - 4ac$, si $\Delta < 0$ il n'y aura pas d'argument supplémentaire, si $\Delta = 0$ il y en aura un seul et enfin si $\Delta > 0$ il faudra en donner deux, le 1^{er} étant le plus petit.