

Collège doctoral de l'université de Lille

## Formation $\text{\LaTeX}$ de niveau débutant<sup>1</sup>

Courbes/surfaces de fonctions/données expérimentales avec `pgfplots`

Denis BITOUZÉ

denis.bitouze@univ-littoral.fr

<https://mt2e.univ-littoral.fr/Members/denis-bitouze/pub/latex>

Laboratoire de Mathématiques Pures et Appliquées Joseph Liouville

<https://lmpa.univ-littoral.fr/>

11, 12, 13, 19, 20 juin 2025



1. Document issu de ceux disponibles à l'adresse <https://dgxy.link/cours-latex>

## Plan

- 1 Système de coordonnées et unités
- 2 Première approche
- 3 Représentation graphique de fonctions
- 4 Représentation graphique de données
- 5 Exemple grandeur nature
- 6 Autres graphiques
- 7 Graphiques 3D
- 8 Divers
- 9 Configuration (semi-)globale



## Présent cours incomplet

### Attention!

Le présent cours est allégé

Il en existe une version *plus complète*<sup>1</sup>

1. <https://dgxy.link/cours-latex>



## Courbes/surfaces de fonctions/données

Nombreux packages, dont `pgfplots`

### Remarque

Nombreux **packages dédiés** à la création de **graphiques 2D ou 3D** :

- soit de **fonctions**
- soit de **données**, notamment **expérimentales**

On étudie ici `pgfplots`, un des plus :

- simples d'emploi
- puissants



# Courbes/surfaces de fonctions/données

Avec le package `pgfplots`

## Remarque

`pgfplots` s'appuie sur `pgf`, package dédié à la création de dessins<sup>1</sup>

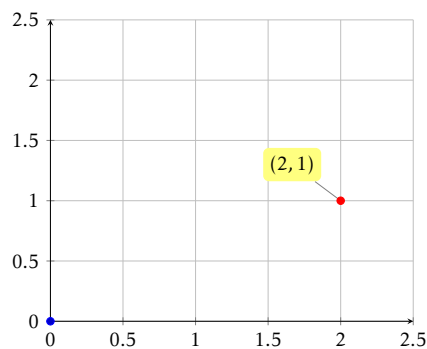
Dans la suite, `pgfplots` supposé systématiquement chargé :

## Code source

```
\usepackage{pgfplots}
```

1. Au sens large

## Système de coordonnées

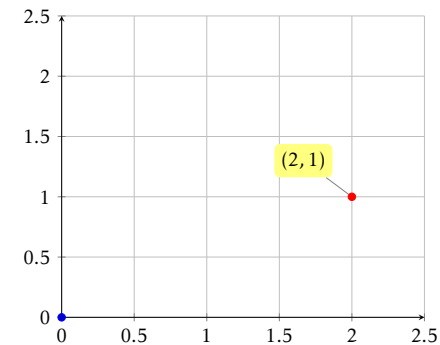


## Remarque

Unité par défaut : cm

Ainsi, point (2,1) : à 2 cm à droite et à 1 cm au-dessus de l'origine

## Système de coordonnées



Système de coordonnées par défaut : système cartésien

- Origine : en bas à gauche
- Axe des abscisses : horizontal orienté de gauche à droite
- Axe des ordonnées : vertical orienté de bas en haut
- Chaque point : repéré par un couple de coordonnées  $(x, y)$

## Création d'un graphique

Tout graphique est créé au moyen de 2 environnements :

- 1 `tikzpicture`
- 2 `axis`

emboîtés l'un dans l'autre

## Syntaxe

```
\begin{tikzpicture}
  \begin{axis}
    <commande d'ajout de graphique>; % point-virgule !
  \end{axis}
\end{tikzpicture}
```

## Attention!

Tout ajout de graphique doit se terminer par un point-virgule

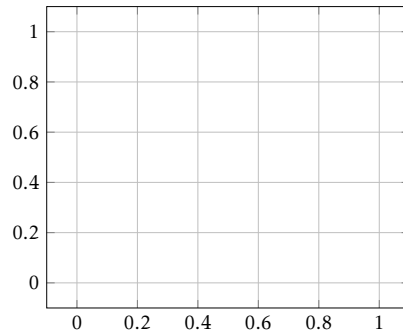
## Création d'un graphique

## Code source

```

1 \begin{tikzpicture}
2   \begin{axis}[grid=major]
3   \end{axis}
4 \end{tikzpicture}

```



## Remarque

Absence de *commande d'ajout de graphique*  
 $\Rightarrow$  graphique obtenu : carré « vide » de côté  $1 \times 1$

1. Pas tout à fait carré et légèrement augmenté

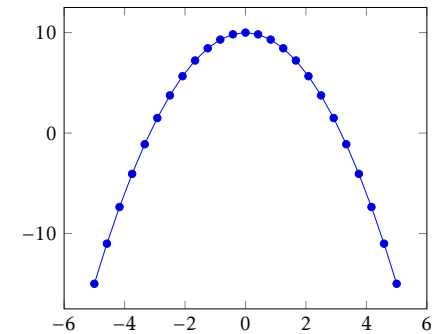
## Représentation graphique de fonctions

## Code source

```

1 \begin{tikzpicture}
2   \begin{axis}
3     % Courbe d'éq.
4     %  $y = 10 - x^2$ 
5     \addplot {10-x^2};
6   \end{axis}
7 \end{tikzpicture}

```



## Remarque

Domaine des  $\begin{cases} \text{abscisses : } [-5, 5] \text{ par défaut} \\ \text{ordonnées : en conséquence} \end{cases}$

## Représentation graphique de fonctions

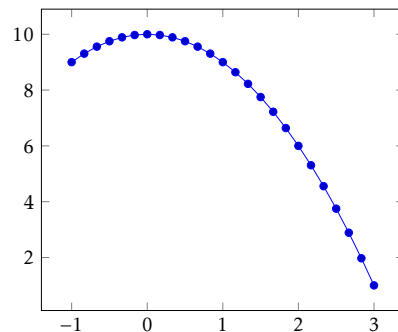
Intervalle pour les abscisses autre que par défaut

## Code source

```

1 \begin{tikzpicture}
2   \begin{axis}[domain=-1:3]
3     % Courbe d'éq.
4     %  $y = 10 - x^2$ 
5     \addplot {10-x^2};
6   \end{axis}
7 \end{tikzpicture}

```



## Remarque

Domaine des  $\begin{cases} \text{abscisses : } [a, b] \text{ ? Option } \text{domain}=a:b \text{ de axis} \\ \text{ordonnées : en conséquence} \end{cases}$

## Représentation graphique de fonctions

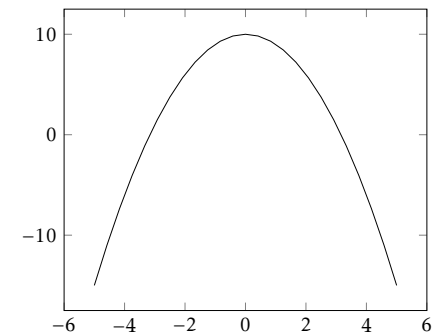
Sans marqueurs

## Code source

```

1 \begin{tikzpicture}
2   \begin{axis}
3     % Courbe d'éq.
4     %  $y = 10 - x^2$ 
5     \addplot[
6       no markers
7     ] {10-x^2};
8   \end{axis}
9 \end{tikzpicture}

```



## Représentation graphique de fonctions

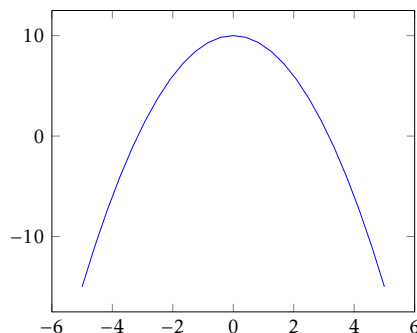
Sans marqueurs mais sans écraser les options par défaut

## Code source

```

1 \begin{tikzpicture}
2   \begin{axis}
3     % Courbe d'éq.
4     %  $y = 10 - x^2$ 
5     \addplot+[
6       no markers
7     ] {10-x^2};
8   \end{axis}
9 \end{tikzpicture}

```



## Représentation graphique de fonctions

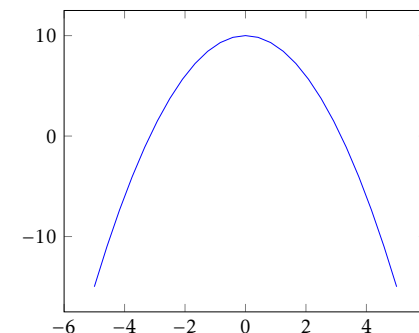
Sans marqueurs : option globale au graphique (plutôt au repère)

## Code source

```

1 \begin{tikzpicture}
2   \begin{axis}[no markers]
3     % Courbe d'éq.
4     %  $y = 10 - x^2$ 
5     \addplot {10-x^2};
6   \end{axis}
7 \end{tikzpicture}

```



## Représentation graphique de fonctions

Syntaxe

Syntaxe (fonction d'1 variable)

```

\addplot [options] {expression mathématique};
\addplot+ [options] {expression mathématique};

```

Dans l'(*expression mathématique*), on peut utiliser comme :

variable :  $x$

opérations :  $+$ ,  $-$ ,  $*$ ,  $/$

puissance :  $^$

relations :  $<$ ,  $>$

constantes :  $e$ ,  $\pi$

fonctions : `abs`, `round`, `floor`, `mod`, `max`, `min`, `sin`, `cos`, `tan`, `deg`, `rad`, `atan`, `asin`, `acos`, `cot`, `sec`, `cosec`, `exp`, `ln`, `sqrt`, `factorial`, `rand`, `rnd`, etc.

## Représentation graphique de fonctions

Fonctions trigonométriques : en degrés par défaut

Attention!

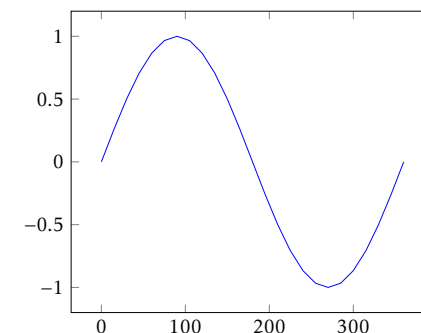
Les fonctions trigo. opèrent en degrés par défaut!

## Code source

```

1 \begin{tikzpicture}
2   \begin{axis}[
3     no markers,
4     domain=0:360 % degrés
5   ]
6   %
7   \addplot {sin(x)};
8 \end{axis}
9 \end{tikzpicture}
10

```



# Représentation graphique de fonctions

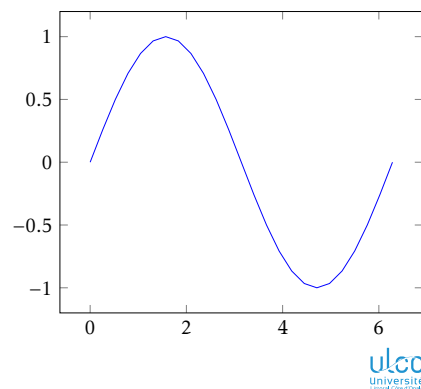
Fonctions trigonométriques : en degrés par défaut, mais radians possibles

## Attention!

Les fonctions trigo. opèrent en radians si on le demande gentiment

### Code source

```
1 \begin{tikzpicture}
2   \begin{axis}[
3     no markers,
4     domain=0:2*pi, % radians
5     trig format plots=rad
6     %
7   ]
8     \addplot {sin(x)};
9   \end{axis}
10 \end{tikzpicture}
```



# Représentation graphique de fonctions

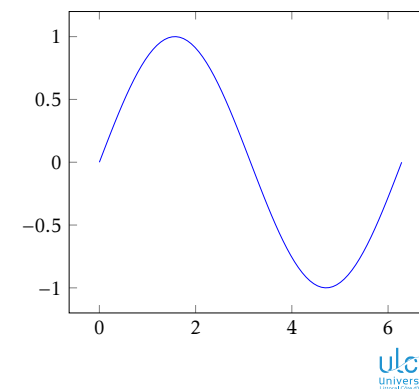
Courbes plus lisses

## Remarque

Par défaut, `samples=25`

### Code source

```
1 \begin{tikzpicture}
2   \begin{axis}[
3     no markers,
4     domain=0:2*pi, % radians
5     trig format plots=rad,
6     samples=80 % tps compil. ↑
7   ]
8     \addplot {sin(x)};
9   \end{axis}
10 \end{tikzpicture}
```



# Représentation graphique de fonctions

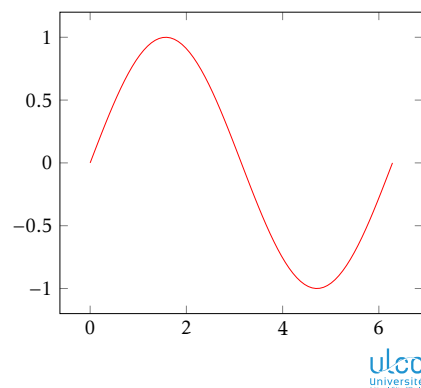
Courbes plus lisses + changement de couleur du tracé

## Attention!

Couleur d'un tracé autre que par défaut  $\Rightarrow$  locale au tracé

### Code source

```
1 \begin{tikzpicture}
2   \begin{axis}[
3     no markers,
4     domain=0:2*pi, % radians
5     trig format plots=rad,
6     samples=80 % tps compil. ↑
7   ]
8     \addplot[red] {sin(x)};
9   \end{axis}
10 \end{tikzpicture}
```



# Représentation graphique de fonctions

Axes avec graduations trigonométriques

## Remarque

Axes avec graduations trigonométriques : possibles<sup>1</sup>

1. Attention : code à adapter pour être fonctionnel avec la classe beamer!

## Représentation de données (expérimentales)

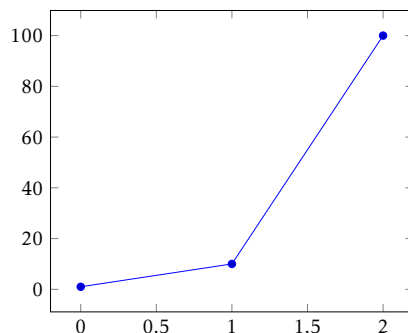
Lecture directe

## Code source

```

1 \begin{tikzpicture}
2   \begin{axis}
3     \addplot coordinates {
4       (0,1) (1,10) (2,100)
5     };
6   \end{axis}
7 \end{tikzpicture}

```



## Remarque

Domaines des  $\left\{ \begin{array}{l} \text{abscisses} \\ \text{ordonnées} \end{array} \right\}$  : automatiquement adaptés aux données

## Représentation de données (expérimentales)

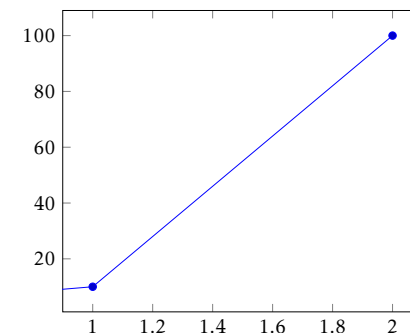
Lecture directe

## Code source

```

1 \begin{tikzpicture}
2   \begin{axis}[xmin=0.9]
3     \addplot coordinates {
4       (0,1) (1,10) (2,100)
5     };
6   \end{axis}
7 \end{tikzpicture}

```



## Remarque

Domaines des  $\left\{ \begin{array}{l} \text{abscisses} \\ \text{ordonnées} \end{array} \right\}$  : adaptables (xmin, xmax, ymin, ymax)

## Représentation de données (expérimentales)

Lecture directe : syntaxe

## Syntaxe (lecture directe des données)

`\addplot coordinates {⟨données⟩};`

où les  $\langle \text{données} \rangle$  sont à l'un des formats<sup>1</sup> suivants :

## Syntaxe

$(x_1, y_1) (x_2, y_2) \dots$

## Syntaxe

$(x_1, y_1)$   
 $(x_2, y_2)$   
 $\dots$

## Représentation de données (expérimentales)

Lecture directe *versus* à partir d'un fichier

## Remarque

Méthode `\addplot coordinates {⟨données⟩}` :

- sous-optimale
- car  $\langle \text{données} \rangle$  stockées<sup>1</sup> dans le source `.tex`

## Attention!

Possible et préférable<sup>2</sup> :  $\langle \text{données} \rangle$

stockées dans un  $\langle \text{fichier} \rangle$  externe

importées depuis ce  $\langle \text{fichier} \rangle$  externe par `pgfplots`

1. La plupart du temps par « copié-collé »

2. Sauf cas particuliers

# Représentation de données (expérimentales)

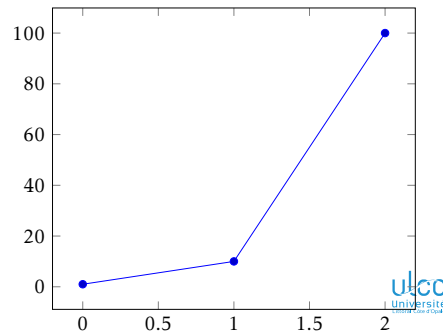
Lecture à partir d'un fichier

## Fichier externe (data1.dat)

```
0 1
1 10
2 100
```

### Code source

```
\begin{tikzpicture}
  \begin{axis}
    \addplot table
      {data1.dat};
  \end{axis}
\end{tikzpicture}
```



# Représentation de données (expérimentales)

Lecture à partir d'un fichier en exploitant les tableaux

La commande `\addplot table` permet **plus que cela!**

## Attention!

`\addplot table` permet d'exploiter des données en « tableaux » avec :

- nombre arbitraire de colonnes
- choix arbitraire des colonnes représentées

## Remarque

Similitude avec la procédure pour des graphiques dans les **tableurs**

# Représentation de données (expérimentales)

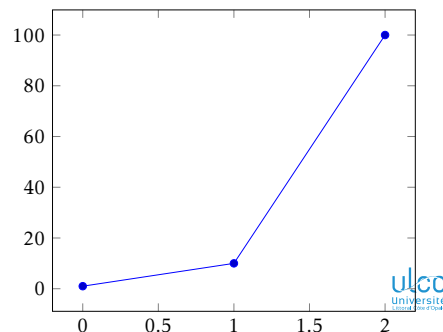
Lecture à partir d'un tableau : exemple

## Fichier externe (data2.dat)

```
Temps Rep1 Rep2
0 1 1
1 10 0.1
2 100 0.01
```

### Code source

```
1 \begin{tikzpicture}
2   \begin{axis}
3     \addplot table[
4       x=Temps,y=Rep1
5     ]{data2.dat};
6   \end{axis}
7 \end{tikzpicture}
```



# Représentation de données (expérimentales)

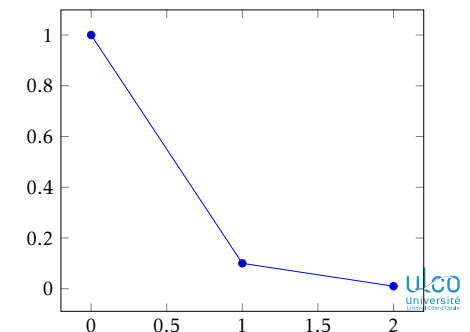
Lecture à partir d'un tableau : exemple

## Fichier externe (data2.dat)

```
Temps Rep1 Rep2
0 1 1
1 10 0.1
2 100 0.01
```

### Code source

```
1 \begin{tikzpicture}
2   \begin{axis}
3     \addplot table[
4       x=Temps,y=Rep2
5     ]{data2.dat};
6   \end{axis}
7 \end{tikzpicture}
```



## Représentation de données (expérimentales)

Lecture à partir d'un tableau : syntaxe

Syntaxe (lecture des données à partir d'un tableau)

```
\addplot table[x=<entêtei>,y=<entêtej>] {<fichier>;
```

où, dans <fichier>, les données doivent<sup>1</sup> être au format :

Syntaxe (format des données dans un fichier externe (tableau))

```
# ... (ligne optionnelle ignorée)
% ... (ligne optionnelle ignorée)
<entête1>      <entête2>      <entête3>      ...
x11           x12           x13           ...
x21           x22           x23           ...
...
```



1. Par défaut

## Représentation de données (expérimentales)

Lecture à partir d'un tableau : syntaxe

Attention!

Séparateur de colonnes : espace(s)<sup>12</sup>

⇒ Entêtes de colonnes : obligatoirement sans ~~espace~~

Attention (enfonçage de clou)!

Espace dans entête de colonne ⇒ erreur de compilation

P. ex. entêtes nommées :

- Rep1 et Rep2
- pas ~~Rep 1~~ ni ~~Rep 2~~

1. Un ou plusieurs, consécutifs
2. Par défaut, cf. + loin

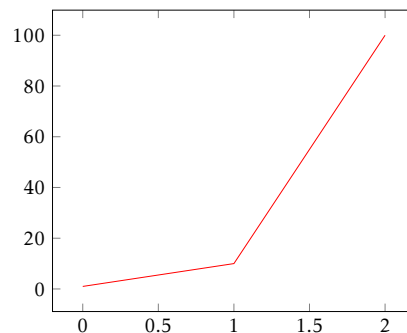


## Représentation de données (expérimentales)

Options du tracé

Code source

```
1 \begin{tikzpicture}
2   \begin{axis}[no markers]
3     \addplot[red] table[
4       x=Temps,y=Rep1
5     ]{data2.dat};
6   \end{axis}
7 \end{tikzpicture}
```



Attention!

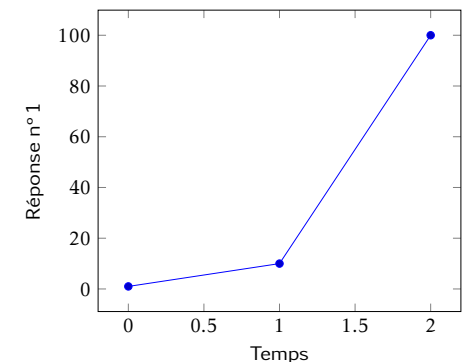
<options> à passer à un tracé `\addplot` `table[x=...,y=...]` ?  
 ⇒ `\addplot[<options>] table[x=...,y=...]`  
 pas ~~`\addplot` `table[x=...,y=...,<options>]`~~ ?

## Étiquettes d'axes

Options xlabel et ylabel de l'environnement axis

Code source

```
1 \begin{tikzpicture}
2   \begin{axis}[
3     xlabel=Temps,
4     ylabel=Réponse \no1
5   ]
6     \addplot table[
7       x=Temps,y=Rep1
8     ]{data2.dat};
9   \end{axis}
10 \end{tikzpicture}
```





## Fonctionnalités de TeXstudio

Insertion de graphiques

### Remarque

Dans les **menus** ou **boutons** de TeXstudio : rien concernant pgfplots

Mais...

### Attention!

Auto-complétion puissante pour les environnements et commandes :

- $\text{\LaTeX}$  en général
- pgfplots en particulier<sup>1</sup>


## Fonctionnalités de TeXstudio

Insertion de graphiques – exemple (minimum souhaité)

### Code source (pour graphique (données expér.) : minimum souhaité)

```
1 \begin{tikzpicture}
2   \begin{axis}[xlabel=...,ylabel=...]
3     \addplot table[x=...,y=...] {...};
4   \end{axis}
5 \end{tikzpicture}
```

Pour obtenir un tel code, il suffit de :

saisir : \be +  + ti

presser : ①  jusqu'à : \begin{tikzpicture}% table

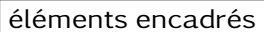
② 

## Fonctionnalités de TeXstudio

Insertion de graphiques – exemple (obtenu)

### Code source (pour graphique (données expér./tableau) : obtenu)

```
1 \begin{tikzpicture}% table
2   \begin{axis}[xlabel=x axis label,ylabel=y axis label]
3     \addplot table[x=column header,y=column header] {file};
4   \end{axis}
5 \end{tikzpicture}
```

Ici,  = « paramètres substituables »<sup>1</sup>

## Fonctionnalités de TeXstudio

Insertion de graphiques – suite (paramètres substituables)

### Définition


Dans TeXstudio, les **paramètres substituables** sont des éléments :

signalés par des  les encadrant

atteignables par  ou <sup>1</sup> successifs

remplaçables<sup>2</sup> par ce qui est souhaité **directement**<sup>3</sup>

1. Au moins sur PC

2. Une fois atteints, le fond de leur boîte étant alors  colorée en cyan

3. Sans nécessité d'être préalablement effacés

# Représentation de données (expérimentales)

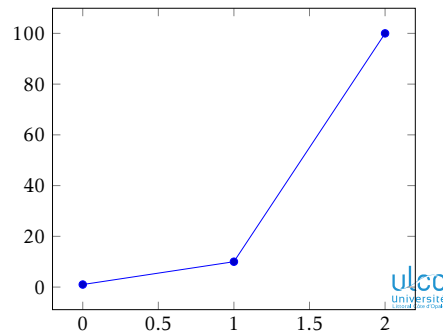
Lecture à partir d'un tableau : autres séparateurs de colonnes que l'espace

## Fichier externe (data3.dat)

```
1 Temps,Rep1,Rep2
2 0,1,1
3 1,10,0.1
4 2,100,0.01
```

## Code source (sép. = virgule)

```
1 \begin{tikzpicture}
2   \begin{axis}
3     \addplot table[
4       x=Temps,y=Rep1,
5       col sep=comma
6     ]{data3.dat};
7   \end{axis}
8 \end{tikzpicture}
```



# Données stockées dans un tableur : procédure

Côté tableur

Dans LibreOffice, enregistrement du fichier au format CSV :

- ① ouverture du fichier contenant les données
- ②
  - ① Fichier >> Enregistrer sous (Ctrl + ⌘ + S)
  - ② (si nécessaire) sélection du dossier adéquat
  - ③ Type de fichier >> Texte CSV (.csv)
  - ④ contrôle de l'extension du nom du fichier à enregistrer<sup>1</sup> (nécess<sup>t</sup> ≠ .ods)
  - ⑤
  - ⑥
  - ⑦ Séparateur de champ >> {espace}
  - ⑧

# Données stockées dans un tableur

Données stockées dans un tableur à représenter ? Procédure :

- simple
- rapide
- efficace
- valable pour LibreOffice
- adaptable<sup>1</sup> à tout tableur

## 1. A priori

# Données stockées dans un tableur : procédure

Côté TeXstudio

Dans TeXstudio, création d'un fichier .tex pour visualiser ces données :

- ① Fichier >> Nouveau à partir d'un modèle >> Article (French)
- ② chargement du package pgfplots (`\usepackage{pgfplots}`)
- ③ insertion de :

## Code source

```
1 \begin{tikzpicture}
2   \begin{axis}
3     \addplot table[
4       x=...,
5       y=...,
6       % /pgf/number format/read comma as period % Cf. transparent suivant
7     ] {...csv};
8   \end{axis}
9 \end{tikzpicture}
```

- ④ enregistrement de ce fichier (Ctrl + S) sous un nom au choix
- ⑤ compilation (F5)

## Données stockées dans un tableur : procédure

Séparateur décimal : virgule vs point

## Attention!

Dans le fichier .csv, **séparateur décimal = virgule**

⇔ /pgf/number format/read comma as period: à ajouter

⇒ soit compilateur ~~≠ LuaLatex~~soit compilateur = lua~~l~~atex mais option lua backend=false<sup>1</sup>

1. Cf. + loin comment passer des options à pgfplots

Données stockées dans un tableur : **pas idéal!**

## Attention!

Données stockées dans un tableur : rarement la solution ~~idéale!~~

**Mieux :** pour des **données expérimentales obtenues** par des programmes informatiques : C, C++, Python, Java, etc.  
logiciels de calcul : SciLab, MATLAB®, etc.

logiciels d'acquisition de données : ...

les faire **exporter** dans un **fichier** (de texte brut) **externe**

## Remarque

Format d'export de ces outils souvent :

- **accepté par pgfplots :**
  - lignes de commentaire débutant par # ou %
  - données en colonnes, séparées par des espaces/tabulations
- **paramétrable** (si nécessaire)

## Graphique de départ

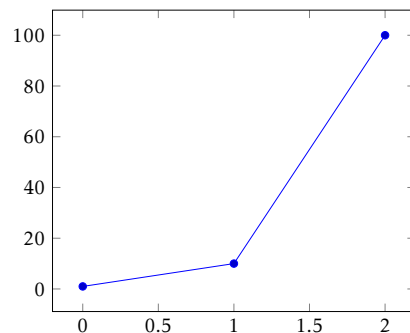
(Sans option)

## Code source

```

1 \begin{tikzpicture}
2   \begin{axis}
3     \addplot coordinates {
4       (0,1) (1,10) (2,100)
5     };
6   \end{axis}
7 \end{tikzpicture}

```



## Graphique de départ → nuages de points

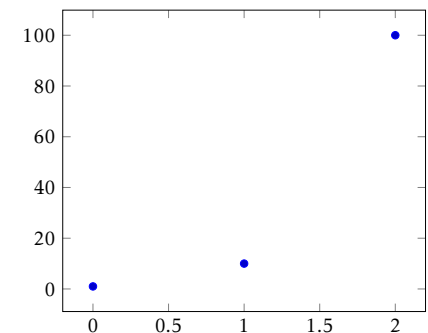
Option only marks

## Code source

```

1 \begin{tikzpicture}
2   \begin{axis}[only marks]
3     \addplot coordinates {
4       (0,1) (1,10) (2,100)
5     };
6   \end{axis}
7 \end{tikzpicture}

```



## Graphique de départ → diagrammes en rectangles

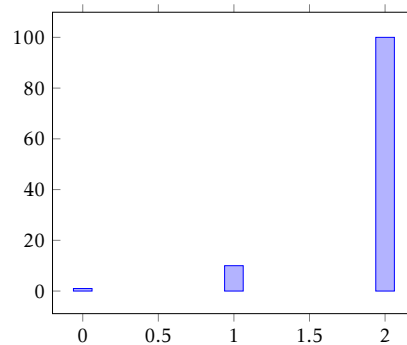
Option `ybar`

## Code source

```

1 \begin{tikzpicture}
2   \begin{axis}[ybar]
3     \addplot coordinates {
4       (0,1) (1,10) (2,100)
5     };
6   \end{axis}
7 \end{tikzpicture}

```



## Attention!

- Diagrammes en rectangles  $\neq$  histogrammes
- « Vrais » histogrammes possibles (cf. option `hist`)

## Graphique de départ

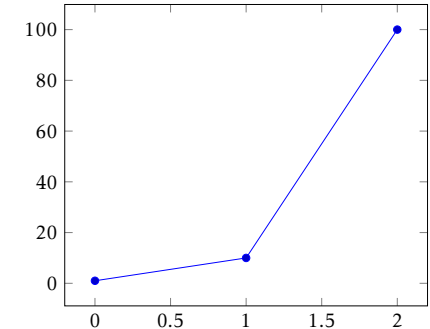
(Sans option)

## Code source

```

1 \begin{tikzpicture}
2   \begin{axis}
3     \addplot coordinates {
4       (0,1) (1,10) (2,100)
5     };
6   \end{axis}
7 \end{tikzpicture}

```



Question : relation entre ordonnées et abscisses de ces points ?

## Graphique de départ → échelle (semi-)logarithmique

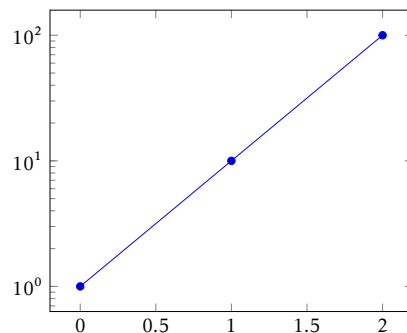
Environnement `axis` → `semilogxaxis`, `semilogyaxis` ou `loglogaxis`

## Code source

```

1 \begin{tikzpicture}
2   \begin{semilogyaxis}
3     \addplot coordinates {
4       (0,1) (1,10) (2,100)
5     };
6   \end{semilogyaxis}
7 \end{tikzpicture}

```



## Remarque

Échelles logarithmiques possibles, selon les  $x$ , les  $y$  ou les 2 à la fois : `axis` → `semilogxaxis`, `semilogyaxis` ou `loglogaxis`

## Graphiques 3D

Syntaxe

Syntaxe (fonction de 2 variables)

```
\addplot3 {<expression mathématique>^1} ;
```

Syntaxe (données tri-dimensionnelles)

```
\addplot3 coordinates {<données>} ;
\addplot3 table {<données>} ;
```

1. Les variables à utiliser sont  $x$  et  $y$

## Graphiques 3D : représentation de surface

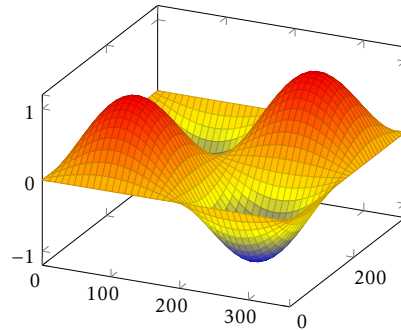
Fonction de 2 variables

## Code source

```

1 \begin{tikzpicture}
2   \begin{axis}
3     \addplot3[
4       surf,
5       domain=0:360,
6       samples=40
7     ]
8     {sin(x)*sin(y)};
9   \end{axis}
10 \end{tikzpicture}

```



## Graphiques 3D : représentation de surface

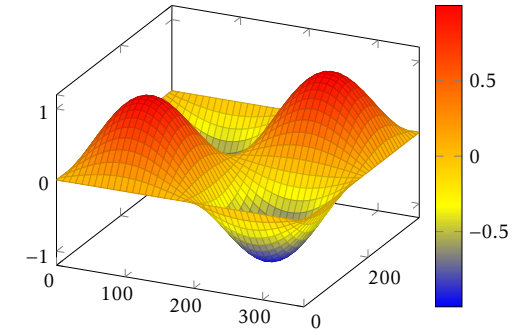
Fonction de 2 variables (bis)

## Code source

```

1 \begin{tikzpicture}
2   \begin{axis}[colorbar]
3     \addplot3[
4       surf,
5       domain=0:360,
6       samples=40
7     ]
8     {sin(x)*sin(y)};
9   \end{axis}
10 \end{tikzpicture}

```



## Graphiques 3D : représentation de courbes/surface

Données sous forme de matrice (pour le maillage) : lignes vides

## Fichier externe (Fichier externe (3d.dat))

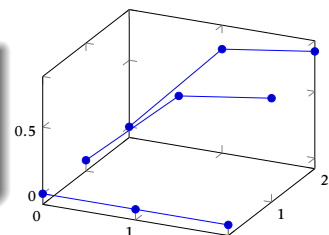
0	0	0
1	0	0
2	0	0
0	1	0
1	1	0.6
2	1	0.7
0	2	0
1	2	0.7
2	2	0.8

## Code source (courbes 3D multiples)

```

\begin{tikzpicture}\begin{axis}
\addplot3      table {3d.dat};
\end{axis}\end{tikzpicture}

```



## Graphiques 3D : représentation de courbes/surface

Données sous forme de matrice (pour le maillage) : lignes vides

## Fichier externe (Fichier externe (3d.dat))

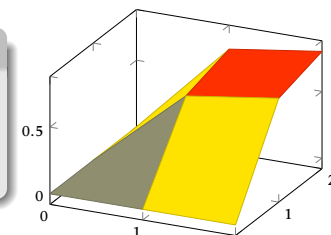
0	0	0
1	0	0
2	0	0
0	1	0
1	1	0.6
2	1	0.7
0	2	0
1	2	0.7
2	2	0.8

## Code source (surface)

```

\begin{tikzpicture}\begin{axis}
\addplot3[surf] table {3d.dat};
\end{axis}\end{tikzpicture}

```



## Graphiques 3D : représentation de courbes

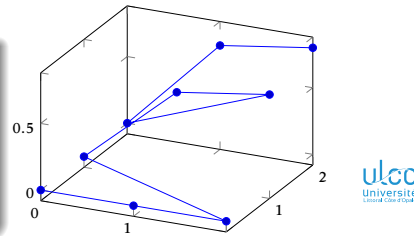
Données *pas* sous forme de matrice (pas de maillage) : en général non souhaité

Fichier externe (Fichier externe (3d-bis.dat) **sans** lignes vides)

```
0      0      0
1      0      0
2      0      0
# commentaire : ligne non vide
0      1      0
1      1      0.6
2      1      0.7
# commentaire : ligne non vide
0      2      0
1      2      0.7
2      2      0.8
```

Code source (courbe 3D unique)

```
\begin{tikzpicture}\begin{axis}
\addplot3      table {3d-bis.dat}
};
\end{axis}\end{tikzpicture}
```

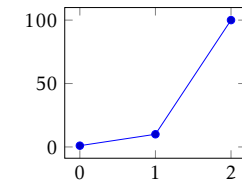
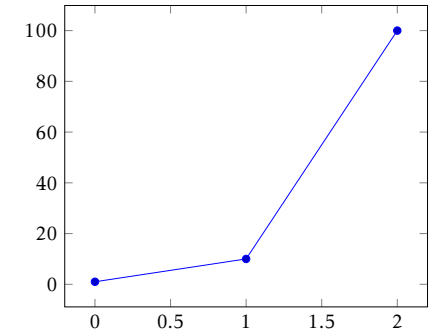


## Changement d'échelle

Option scale=*<facteur>* ou styles prédéfinis

Code source

```
1 \NewDocumentCommand{\myplot}{}{}%
2   \addplot coordinates {
3     (0,1) (1,10) (2,100) };
4 }
5 \begin{tikzpicture}
6   \begin{axis}
7     \myplot
8   \end{axis}
9 \end{tikzpicture}
10 %
11 \begin{tikzpicture}
12   \begin{axis}[scale=0.5]
13     \myplot
14   \end{axis}
15 \end{tikzpicture}
```

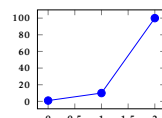
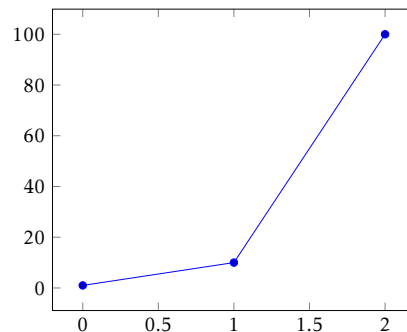


## Changement d'échelle

Option scale=*<facteur>* ou styles prédéfinis

Code source

```
1 \NewDocumentCommand{\myplot}{}{}%
2   \addplot coordinates {
3     (0,1) (1,10) (2,100) };
4 }
5 \begin{tikzpicture}
6   \begin{axis}
7     \myplot
8   \end{axis}
9 \end{tikzpicture}
10 %
11 \begin{tikzpicture}
12   \begin{axis}[tiny]
13     \myplot
14   \end{axis}
15 \end{tikzpicture}
```

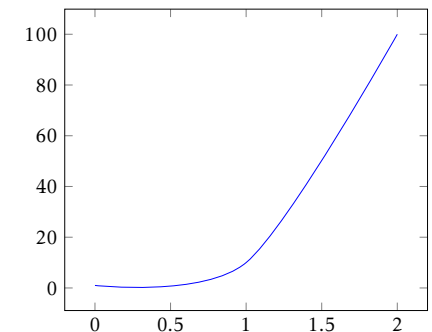


## Courbes lissées

Option smooth (ajoutée aux options par défaut)

Code source

```
1 \begin{tikzpicture}
2   \begin{axis}[no markers]
3     \addplot+[smooth]
4     coordinates {
5       (0,1) (1,10) (2,100)
6     };
7   \end{axis}
8 \end{tikzpicture}
```



## Axes (presque) classiques

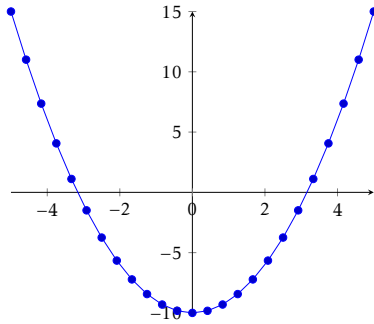
Options axis lines ... et extra x ticks

### Code source

```

1 \begin{tikzpicture}
2   \begin{axis}[
3     axis lines=center,
4     extra x ticks=0
5   ]
6     % Courbe d'éq.
7     %  $y = x^2 - 10$ 
8     \addplot {x^2-10};
9   \end{axis}
10 \end{tikzpicture}

```



### Remarque

Il y a moyen de mieux placer le zéro (cf. *cours plus complet en ligne*<sup>1</sup>)

<sup>1</sup> <https://davy.link/en ligne10>

D. Brrouzé (LMPA)

Formation  $\LaTeX$ 

53 / 74

## Graphiques multiples

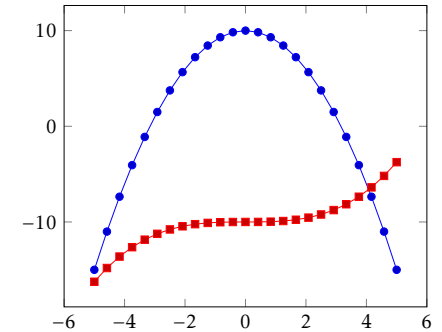
Fonctions

### Code source

```

1 \begin{tikzpicture}
2   \begin{axis}
3     % Courbe d'éq.
4     %  $y = 10 - x^2$ 
5     \addplot {10-x^2};
6     % Courbe d'éq.
7     %  $y = x^3/20 - 10$ 
8     \addplot {x^3/20-10};
9   \end{axis}
10 \end{tikzpicture}

```



D. Brrouzé (LMPA)

Formation  $\LaTeX$ 

54 / 74

## Graphiques multiples

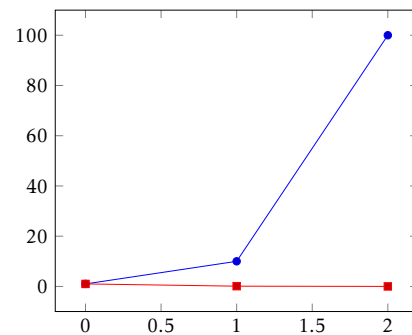
Données expérimentales

### Code source

```

1 \begin{tikzpicture}
2   \begin{axis}
3     \addplot coordinates {
4       (0,1) (1,10) (2,100)
5     };
6     \addplot coordinates {
7       (0,1) (1,0.1) (2,0.01)
8     };
9   \end{axis}
10 \end{tikzpicture}

```



D. Brrouzé (LMPA)

Formation  $\LaTeX$ 

55 / 74

## Graphiques multiples

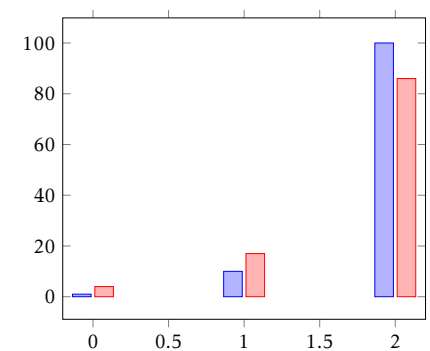
Données expérimentales en diagrammes en rectangles

### Code source

```

1 \begin{tikzpicture}
2   \begin{axis}[ybar]
3     \addplot coordinates {
4       (0,1) (1,10) (2,100)
5     };
6     \addplot coordinates {
7       (0,4) (1,17) (2,86)
8     };
9   \end{axis}
10 \end{tikzpicture}

```



D. Brrouzé (LMPA)

Formation  $\LaTeX$ 

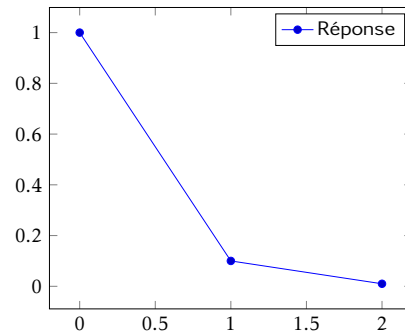
56 / 74

## Légende

Commande `\legend` (entre autres)

### Code source

```
1 \begin{tikzpicture}
2   \begin{axis}
3     \addplot coordinates {
4       (0,1) (1,0.1) (2,0.01)
5     };
6     \legend{Réponse}
7   \end{axis}
8 \end{tikzpicture}
```

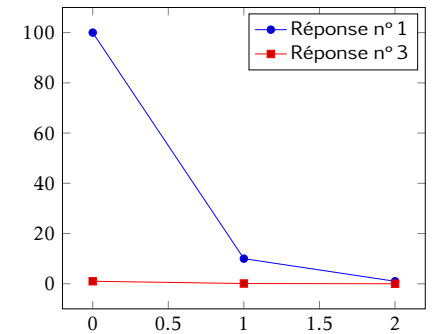


## Légendes et graphiques multiples

Commande `\legend` (entre autres) : occurrence unique

### Code source

```
1 \begin{tikzpicture}
2   \begin{axis}
3     \addplot coordinates {
4       (0,100) (1,10) (2,1)
5     };
6     \addplot coordinates {
7       (0,1) (1,0.1) (2,0.01)
8     };
9     \legend{Réponse \no1,Réponse \no3}
10  \end{axis}
11 \end{tikzpicture}
```



### Attention!

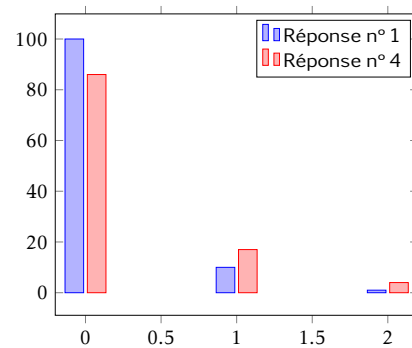
- `\addplot` : occurrences multiples
- `\legend` : occurrence unique

## Légendes et graphiques multiples

Commande `\legend` (entre autres) : occurrence unique

### Code source

```
1 \begin{tikzpicture}
2   \begin{axis}[ybar]
3     \addplot coordinates {
4       (0,100) (1,10) (2,1)
5     };
6     \addplot coordinates {
7       (0,86) (1,17) (2,4)
8     };
9     \legend{Réponse \no1,Réponse \no4}
10  \end{axis}
11 \end{tikzpicture}
```



### Attention!

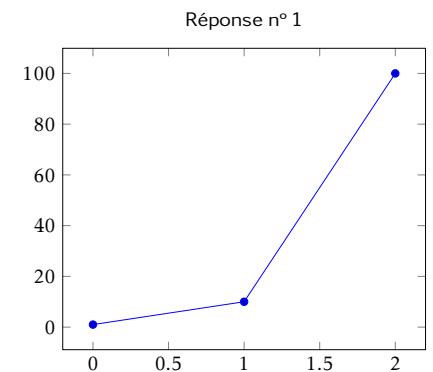
- `\addplot` : occurrences multiples
- `\legend` : occurrence unique

## Titre

Option title

### Code source

```
1 \begin{tikzpicture}
2   \begin{axis}[
3     title=Réponse \no1
4   ]
5     \addplot coordinates {
6       (0,1) (1,10) (2,100)
7     };
8   \end{axis}
9 \end{tikzpicture}
```



### Attention!

Bien mieux : faire flotter le graphique. Ainsi : emplacement optimisé, légende possible (`\caption`), listage possible (`\listoffigures`)



## Titre

Mieux : image flottante

### Code source

```
1 \begin{figure}[ht]
2   \centering
3   \begin{tikzpicture}
4     \begin{axis}
5       \addplot coordinates {
6         (0,1) (1,10) (2,100)
7       };
8     \end{axis}
9   \end{tikzpicture}
10  \caption{Réponse \no1}
11  \label{rep1}
12 \end{figure}
```

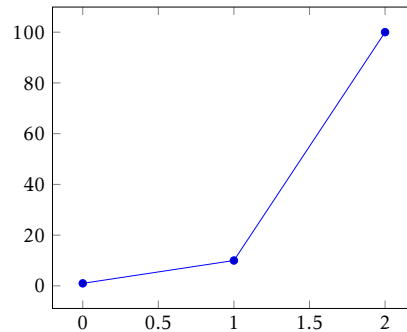


Figure 1 – Réponse n° 1

## Configuration (semi-)globale

Réglages (semi-)globaux possibles au moyen de :

### Syntaxe

`\pgfplotsset{\réglages}`

## Réglage de compatibilité

pgfplots évolue :

- significativement
- parfois de façon non rétro-compatible

### Attention!

Pour :

- **bénéficier de toutes les fonctionnalités de<sup>1</sup> pgfplots**
- **assurer la compatibilité ascendante du document**

**effectuer systématiquement au moins le réglage suivant<sup>2</sup>**

### Code source

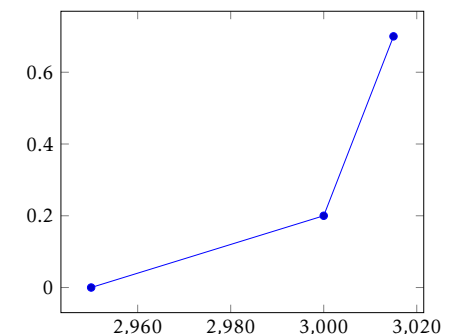
```
\pgfplotsset{compat = 1.18}
```

1. ... la version installée de...
2. Remplacer 1.18 par la version en cours (cf. documentation)

## Séparateurs décimal et de milliers

### Code source

```
%
%
%
%
%
%
%
1 \begin{tikzpicture}
2   \begin{axis}
3     \addplot coordinates {
4       ( 2950,0)
5       ( 3000,0.2)
6       ( 3015,0.7)
7     };
8   \end{axis}
9 \end{tikzpicture}
```



## Séparateurs décimal et de milliers à la française

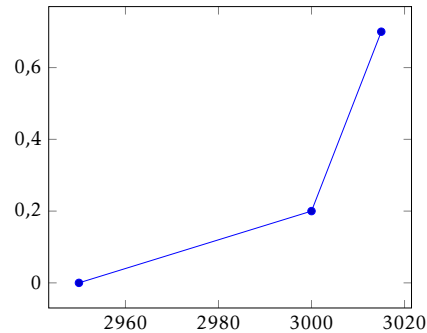
## Code source

```

\pgfplotsset{%
%
/pgf/number format/.cd,
use comma,
1000 sep = {\,},
min exponent for 1000 sep = 4
}

1 \begin{tikzpicture}
2   \begin{axis}
3     \addplot coordinates {
4       ( 2950,0)
5       ( 3000,0.2)
6       ( 3015,0.7)
7     };
8   \end{axis}
9 \end{tikzpicture}

```



## Séparateurs décimal et de milliers à la française

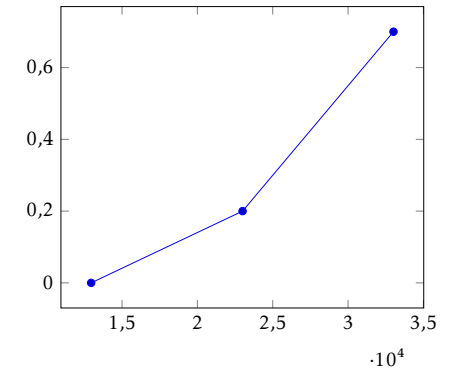
## Code source

```

\pgfplotsset{%
%
/pgf/number format/.cd,
use comma,
1000 sep = {\,},
min exponent for 1000 sep = 4
}

1 \begin{tikzpicture}
2   \begin{axis}
3     \addplot coordinates {
4       (12950,0)
5       (23000,0.2)
6       (33015,0.7)
7     };
8   \end{axis}
9 \end{tikzpicture}

```



## Séparateurs décimal et de milliers à la française

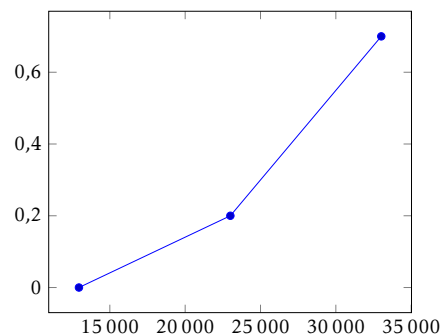
## Code source

```

\pgfplotsset{%
scaled ticks=false,
/pgf/number format/.cd,
use comma,
1000 sep = {\,},
min exponent for 1000 sep = 4
}

1 \begin{tikzpicture}
2   \begin{axis}
3     \addplot coordinates {
4       (12950,0)
5       (23000,0.2)
6       (33015,0.7)
7     };
8   \end{axis}
9 \end{tikzpicture}

```



## Légende(s)

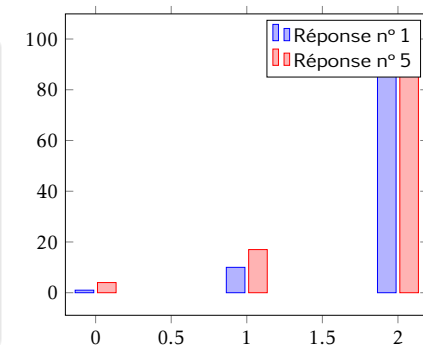
Position parfois pas ~~convenable~~...

## Code source

```

1 \begin{tikzpicture}
2   \begin{axis}[
3     ybar,
4     %
5   ]
6     \addplot coordinates {
7       (0,1) (1,10) (2,100)
8     };
9     \addplot coordinates {
10      (0,4) (1,17) (2,86)
11    };
12    \legend{Réponse \no1,Réponse \no5}
13  \end{axis}
14 \end{tikzpicture}

```



## Légende(s)

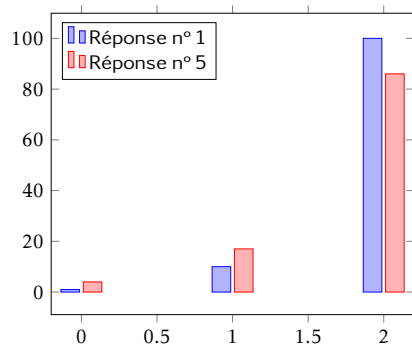
Position parfois pas ~~convenable~~... mais modifiable

### Code source

```

1 \begin{tikzpicture}
2   \begin{axis}[
3     ybar,
4     legend pos=north west
5   ]
6     \addplot coordinates {
7       (0,1) (1,10) (2,100)
8     };
9     \addplot coordinates {
10      (0,4) (1,17) (2,86)
11    };
12    \legend{Réponse \no1,Réponse \no5}
13  \end{axis}
14 \end{tikzpicture}

```



Pour aller plus loin

## Pour aller plus loin avec pgfplots

Bien d'autres :

- fonctionnalités
- possibilités de personnalisation

n'ont pas pu être abordées. On pourra consulter notamment :

- « *Comment faire de beaux graphiques avec Tikz et PGFPLTS* »<sup>1,2</sup>
- plusieurs réalisations faites au moyen de *pgfplots*<sup>3</sup>
- la documentation du package :

en ligne de commande : `texdoc pgfplots`

dans TeXstudio : ① Aide » Aide sur les packages...

② Saisir « pgfplots »

③ Presser la touche

1. <http://bertrandmasson.free.fr/index.php?article28/>
2. Sur le site « Les fiches de Bébert »
3. <https://pgfplots.net/>

## Légende(s)

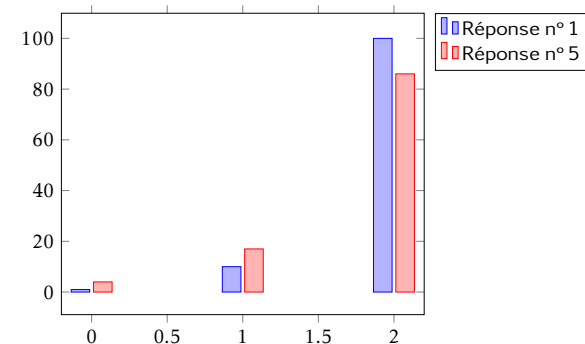
Position parfois gênante... mais modifiable, même hors du cadre

### Code source

```

1 \begin{tikzpicture}
2   \begin{axis}[
3     ybar,
4     legend pos=outer north east,
5   ]
6     \addplot coordinates {
7       (0,1) (1,10) (2,100)
8     };
9     \addplot coordinates {
10      (0,4) (1,17) (2,86)
11    };
12    \legend{Réponse \no1,Réponse \no5}
13  \end{axis}
14 \end{tikzpicture}

```



Pour aller plus loin

## Pour aller plus loin

Moins simple d'emploi mais **plus puissant** : *package tikz*<sup>1</sup> pour les courbes et graphiques : dans la doc., partie « Data Visualization »  
le reste : dans la doc., le reste (≈ 1320 pages)

1. <https://ctan.org/pkg/tikz>