

# Conférence L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X n° 10<sup>1</sup>

Courbes/surfaces de fonctions/données expérimentales avec pgfplots

Denis BITOUZÉ

[denis.bitouze@univ-littoral.fr](mailto:denis.bitouze@univ-littoral.fr)

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

Laboratoire de Mathématiques Pures et Appliquées Joseph Liouville

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

&

IUT Génie Thermique et Énergie de Dunkerque

<http://gte.univ-littoral.fr/>

Le présent cours L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X est :

- conçu pour des utilisateurs de tous niveaux :
  - débutant
  - intermédiaire
  - avancé
- émaillé de passages<sup>1</sup> de niveau plus avancé, alors signalés par des couleurs de fond spécifiques :
  - niveau intermédiaire : jaune pâle
  - niveau avancé : rouge pâle

---

1. Parfois sur plusieurs transparents consécutifs

# 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

# 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 :

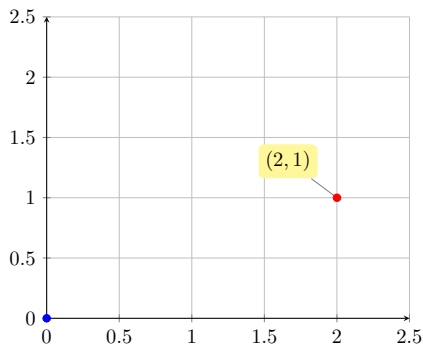
## Code source

```
\usepackage{pgfplots}
```

---

1. Au sens large

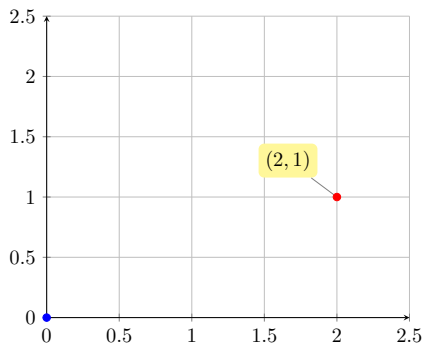
# Système de coordonnées



Par défaut, le **système de coordonnées** est le système **cartésien** :

- l'**origine** d'un graphique est **en bas à gauche**
- l'**axe des abscisses** est **horizontal** orienté de gauche à droite
- l'**axe des ordonnées** est **vertical** orienté de bas en haut
- chaque **point** est repéré par un **couple de coordonnées**  $(x, y)$

# Système de coordonnées



## Remarque

L'unité par défaut est le **cm**

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

# 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



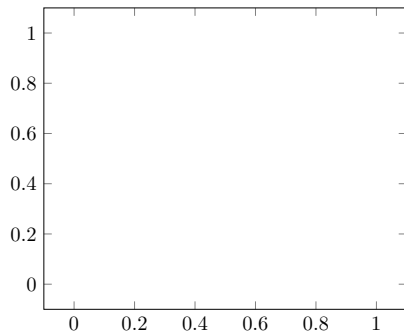
## Création d'un graphique

## Code source

```

1 \begin{tikzpicture}
2   \begin{axis}
3   \end{axis}
4 \end{tikzpicture}

```



## Remarque

Absence de *commande d'ajout de graphique*

⇒ graphique obtenu : carré « vide » de côté  $1 \times 1$

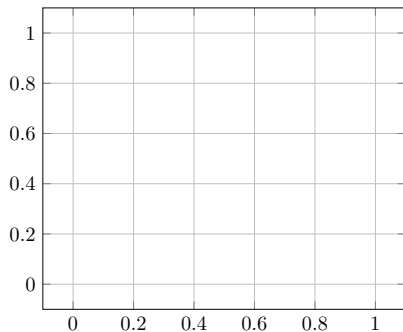
## Création d'un graphique

## 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  $1 \times 1$ <sup>1</sup>

1. Pas tout à fait carré et légèrement augmenté

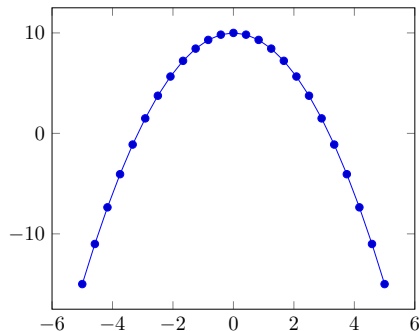
## Représentation graphique de fonctions

## 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  $\left\{ \begin{array}{l} \text{abscisses : } [-5, 5] \text{ par défaut} \\ \text{ordonnées : } \text{en conséquence} \end{array} \right.$

# Représentation graphique de fonctions

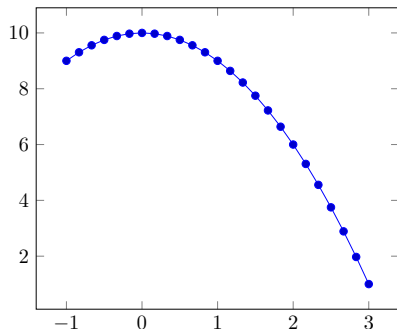
Intervalle pour les abscisses autre que par défaut

## 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  $\left\{ \begin{array}{l} \text{abscisses : } [a, b]? \text{ Option } \text{domain}=a:b \text{ de } \text{axis} \\ \text{ordonnées : } \text{en conséquence} \end{array} \right.$

# Représentation graphique de fonctions

## Syntaxe

### Syntaxe (fonction d'1 variable)

```
\addplot {⟨expression mathématique⟩} ;
```

Dans l'⟨*expression mathématique*⟩, on peut utiliser comme :

variable : **x**

opérations : **+**, **-**, **\***, **/**

puissance : **^**

constantes : **e** et **pi**

fonctions : **abs**, **round**, **floor**, **mod**, **max**, **min**, **sin**, **cos**, **tan**, **deg**, **rad**,  
**atan**, **asin**, **acos**, **cot**, **sec**, **cosec**, **exp**, **ln**, **sqrt**,  
**factorial**, **rand**<sup>1</sup>, **rnd**<sup>1</sup>, etc.

---

1. Nombres aléatoires entre  $-1$  (resp.  $0$ ) et  $1$

# Représentation graphique de fonctions

Fonctions trigonométriques : en degrés par défaut

Attention!

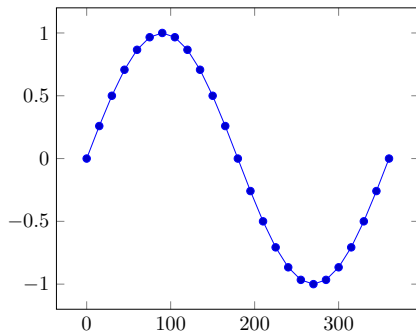
Les fonctions trigo. opèrent en **degrés** par défaut!

Code source

```

1 \begin{tikzpicture}
2   \begin{axis}[
3     domain=0:360    % degrés
4     %
5     ]
6     \addplot {sin(x)};
7   \end{axis}
8 \end{tikzpicture}

```



# Représentation graphique de fonctions

Fonctions trigonométriques : en degrés par défaut, mais radians possibles

Attention!

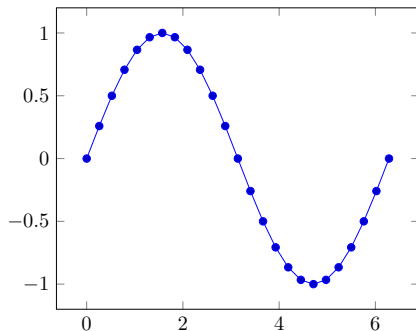
Les fonctions trigo. opèrent en **radians** si on leur demande gentiment

Code source

```

1 \begin{tikzpicture}
2   \begin{axis}[
3     domain=0:2*pi, % radians
4     trig format plots=rad
5   ]
6     \addplot {sin(x)};
7   \end{axis}
8 \end{tikzpicture}

```

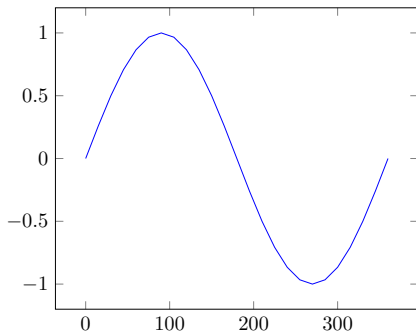


# Représentation graphique de fonctions

Sans marqueurs

## Code source

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





# Représentation graphique de fonctions

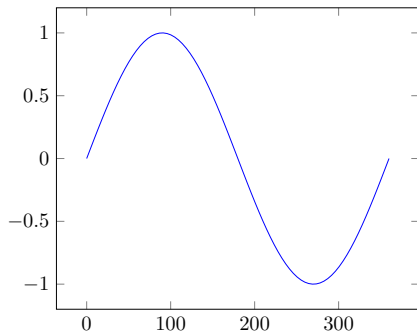
Sans marqueurs + courbes plus lisses

## Code source

```

1 \begin{tikzpicture}
2   \begin{axis}[
3     domain=0:360,
4     no markers,
5     samples=80 % tps compil. ↑
6   ]
7     \addplot {sin(x)};
8   \end{axis}
9 \end{tikzpicture}

```



# Représentation de données (expérimentales)

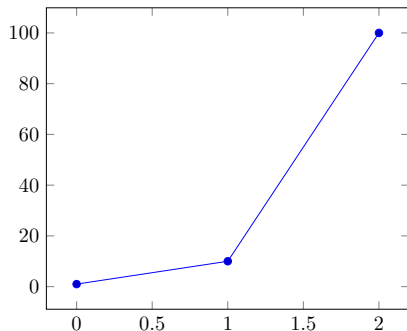
Lecture directe

## 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

Domaine des  $\left\{ \begin{array}{l} \text{abscisses} : \text{ automatiquement adapté aux données} \\ \text{ordonnées} : \text{ automatiquement adapté aux données} \end{array} \right.$

# Représentation de données (expérimentales)

Lecture directe : syntaxe

Syntaxe (lecture directe des données)

```
\addplot coordinates {<données>;
```


où les *<données>* sont à l'un des formats<sup>1</sup> suivants :

Syntaxe

```
(x1,y1) (x2,y2) ...
```

Syntaxe

```
(x1,y1)  
(x2,y2)  
...
```

1. Équivalents (espace  $\iff$   unique)

# Représentation de données (expérimentales)

Lecture *directe* versus à partir d'un fichier

## Remarque

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

- méthode de *lecture directe*
- car les *⟨données⟩* figurent<sup>1</sup> dans la source `.tex`

## Attention!

Possible et *préférable*<sup>2</sup> : *⟨données⟩*

*stockées* dans un *⟨fichier⟩* externe

*importées* depuis ce *⟨fichier⟩* externe par *pgfplots*

- 
1. La plupart du temps par « copié-collé »
  2. Sauf cas particuliers

# Représentation de données (expérimentales)

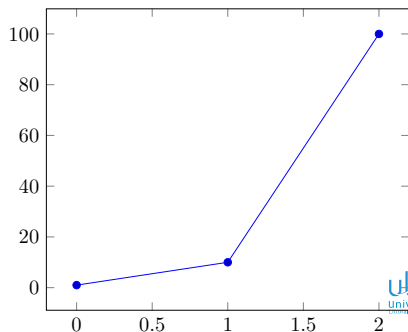
Lecture à partir d'un fichier

Fichier externe (data1.txt)

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

Code source

```
\begin{tikzpicture}
  \begin{axis}
    \addplot table
      %
      {data1.txt};
  \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.txt)

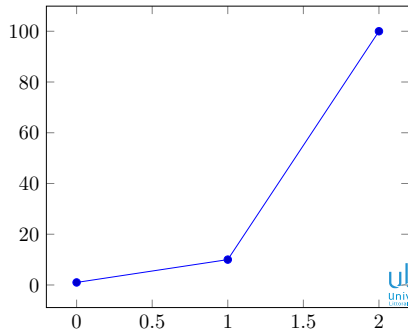
Temps	Rep1	Rep2
0	1	1
1	10	0.1
2	100	0.01

## Code source

```

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

```



# Représentation de données (expérimentales)

Lecture à partir d'un tableau : exemple (autre choix de colonne)

## Fichier externe (data2.txt)

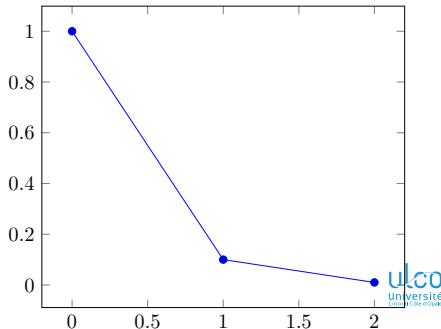
Temps	Rep1	Rep2
0	1	1
1	10	0.1
2	100	0.01

## Code source

```

1 \begin{tikzpicture}
2   \begin{axis}
3     \addplot table[
4       x=Temps, y=Rep2
5       ]{data2.txt};
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 := espaces<sup>1 2</sup>

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

## Attention (enfonçage de clou)!

Espace dans entête de colonne ⇒ erreur de compilation

P. ex. entêtes nommées :

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

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

# 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** :

- **LaTeX** en général
- **pgfplots** en particulier <sup>1</sup>

---

1. Pour les fonctionnalités de base du moins

# Fonctionnalités de TeXstudio

Insertion de graphiques – exemple (souhaité)


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


```

1 \begin{tikzpicture}
2   \begin{axis}
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, éléments encadrés = « paramètres fictifs »<sup>1</sup> de TeXstudio

---

1. En anglais, « *placeholders* »

# Fonctionnalités de TeXstudio

## Insertion de graphiques – suite (paramètres fictifs)

### Définition

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

**signalés** par des boîtes les encadrant

**atteignables** par Ctrl + → ou Ctrl + ←<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

# Transparents de niveau intermédiaire

La séquence du ou des quelques transparents suivants :

- est **de niveau intermédiaire**, un peu plus élevé
- traite de détails **omissibles** en 1<sup>re</sup> approche
- peut, sur chacun d'eux, être :

**passée** au moyen du bouton 

**réentamée** au moyen du bouton 

## Remarque

Le **présent transparent** ne sera **pas répété** avant la ou les prochaines séquences de transparents de niveau **intermédiaire** (signalés par leur fond de couleur **jaune** pâle)

# Représentation de données (expérimentales)

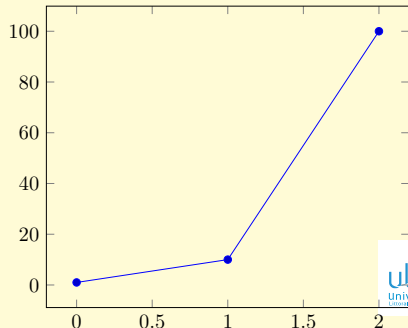
Lecture à partir d'un tableau : autres séparateurs de colonnes que l'espace

## Fichier externe (data3.txt)

```
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.txt};
7   \end{axis}
8 \end{tikzpicture}
```







# Transparents de niveau avancé

La séquence du ou des quelques transparents suivants :

- est **de niveau avancé**, significativement plus élevé
- traite de détails **omissibles** en 1<sup>re</sup> approche
- peut, sur chacun d'eux, être :

**passée** au moyen du bouton 

**réentamée** au moyen du bouton 

## Remarque

Le **présent transparent** ne sera **pas répété** avant la ou les prochaines séquences de transparents de niveau **avancé** (signalés par leur fond de couleur **rouge** pâle)

# Représentation de données (expérimentales)

Lecture à partir d'un tableau : transformations à la volée sur les données

## Fichier externe (data2.txt)

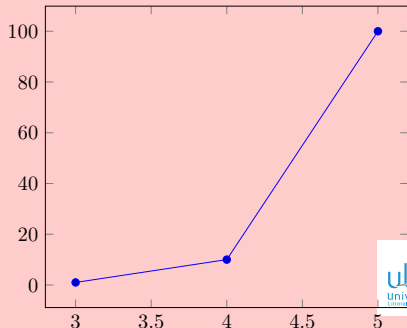
Temps	Rep1	Rep2
0	1	1
1	10	0.1
2	100	0.01

## Code source ( $x \mapsto x + 3$ )

```

1 \begin{tikzpicture}
2   \begin{axis}
3     \addplot table[%
4       x expr = \thisrow{Temps}+3,
5       y = Rep1
6     ]{data2.txt};
7   \end{axis}
8 \end{tikzpicture}

```



# Données stockées dans un tableur

Pour représenter des données expérimentales stockées dans un tableur, la procédure suivante est à la fois simple, rapide et efficace

## Remarque

Cette procédure est valable pour TeXstudio mais devrait l'être également pour tout autre éditeur de texte orienté  $\text{\LaTeX}$ , moyennant éventuellement quelques légères adaptations

# Données stockées dans un tableur : procédure

- ① Dans le tableur, ouverture du fichier et copie des données (**Ctrl** + **C**)
- ② Dans TeXstudio :
  - ① stockage des données dans un fichier de texte brut :
    - ① création d'un nouveau fichier **vide** (**Ctrl** + **N**) pour les données
    - ② collage des données dans ce fichier vide (**Ctrl** + **V**)
    - ③ remplacement de toutes les virgules par des points <sup>1</sup> (**Ctrl** + **R**)
    - ④ enregistrement de ce fichier (**Ctrl** + **S**) sous un nom au choix **mais avec l'extension .txt**, par exemple tp.txt
  - ② 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 utilisation de **tikzpicture**, **axis** et **\addplot table**
    - ④ enregistrement de ce fichier (**Ctrl** + **S**) sous un nom au choix, par exemple tp.tex
    - ⑤ compilation (**F5**)
- ③ Admiration du résultat

1. Le **séparateur décimal** des **données** **doit être** le **point**, et **non pas** la virgule

# 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

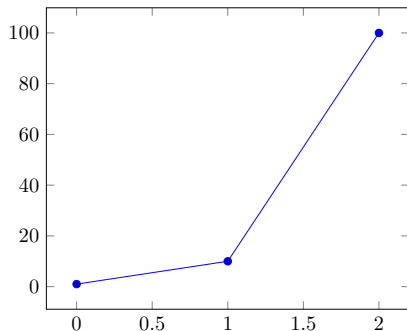
(Sans option)

## 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

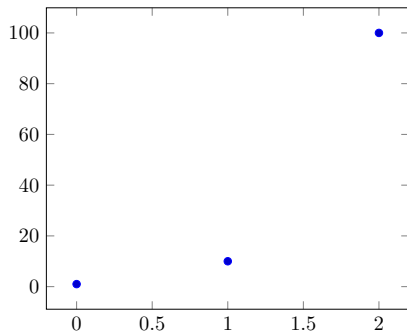
Option `only marks`

## 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

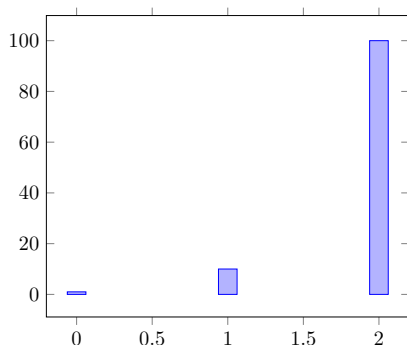
Option `ybar`

## 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

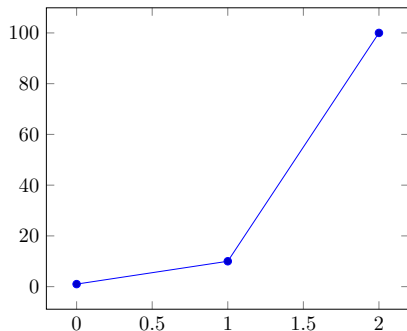
(Sans option)

## 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

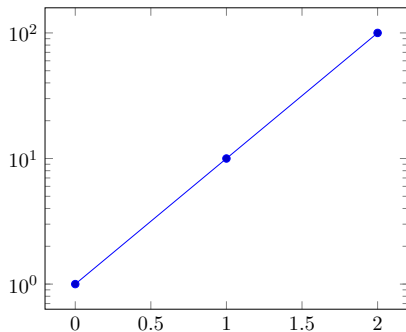
Environnement axis → semilogxaxis, semilogyaxis ou loglogaxis

## 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          {\langle expression mathématique \rangle1} ;
```

### Syntaxe (données tri-dimensionnelles)

```
\addplot3 coordinates {\langle données \rangle} ;
```

```
\addplot3 table      {\langle données \rangle} ;
```

---

1. Les variables à utiliser sont x et y

# Graphiques 3D : représentation de surface

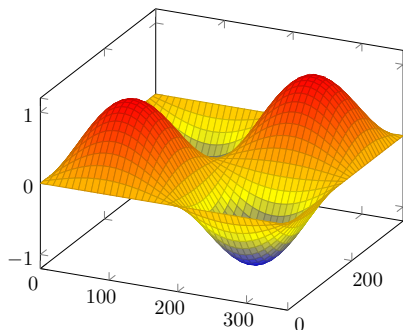
Fonction de 2 variables

## 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

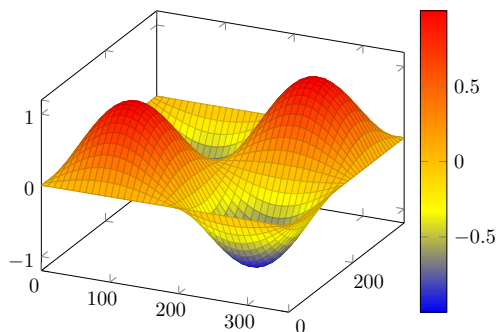
Fonction de 2 variables (bis)

## 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

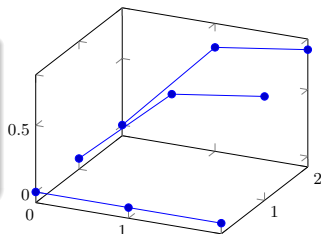
Données sous forme de matrice (pour le maillage) : lignes vides

## Fichier externe (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

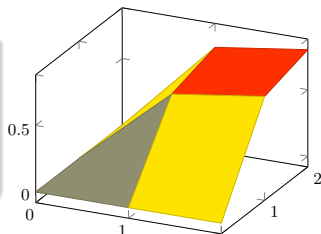
Données sous forme de matrice (pour le maillage) : lignes vides

## Fichier externe (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

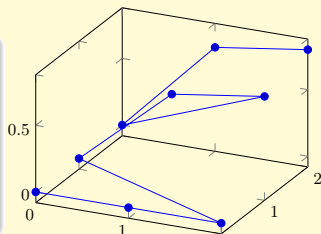
Données pas sous forme de matrice (pas de maillage) : en général non souhaité

Fichier externe (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}
```





# Graphiques 3D : représentation de surface

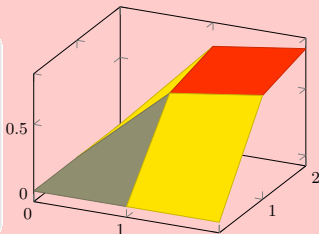
Données sous forme de matrice (~~pas de~~ maillage) : en général ~~pas~~ souhaité

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 (surface)

```
\begin{tikzpicture}\begin{axis}
\addplot3[surf,mesh/rows=3]table
{3d-bis.dat};
\end{axis}\end{tikzpicture}
```



# Graphiques avec incertitudes ou métadonnées

Chaque point représenté peut avoir 2 « données » supplémentaires<sup>1</sup> :  
indication d'incertitude<sup>2</sup> : pour des graphiques avec barres d'erreur  
métadonnée<sup>3</sup> : p. ex. pour application de styles<sup>4</sup> variés

## Remarque

Ceci n'est pas traité dans ce cours

- 
1. En plus de ses coordonnées
  2. Cf. `+-`, `+=`, `--`
  3. Cf. `point meta`
  4. P. ex. des couleurs

# Changement d'échelle

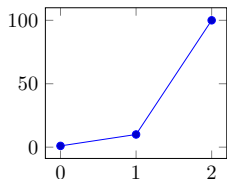
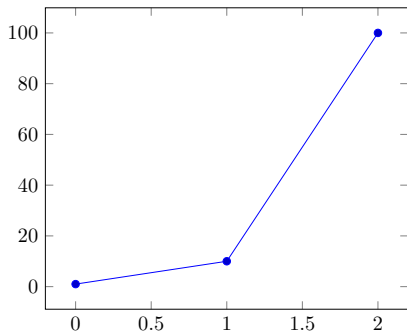
Option `scale=<facteur>` ou styles prédéfinis

## Code source

```

1 \newcommand{\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

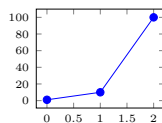
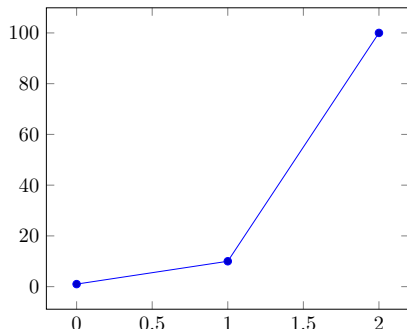
Option `scale=<facteur>` ou styles prédéfinis

## Code source

```

1 \newcommand{\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}

```



# Points masqués (fonctions)

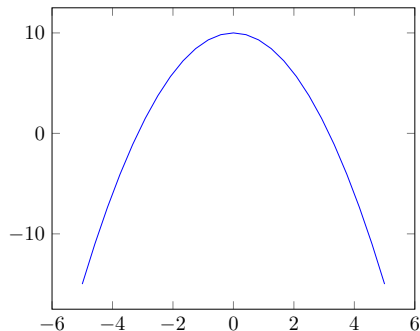
Option no markers

## 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}

```



# Points masqués (données expérimentales)

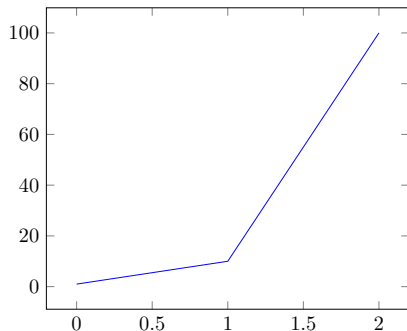
Option no markers

## Code source

```

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

```



# Courbes lissées

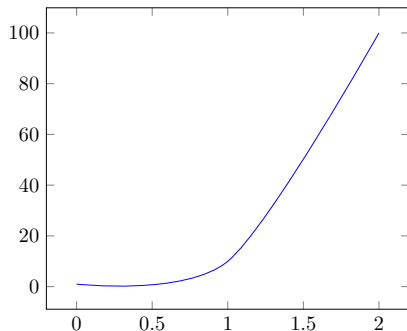
Option smooth (ajoutée aux options par défaut)

## 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}

```



# Courbes lissées

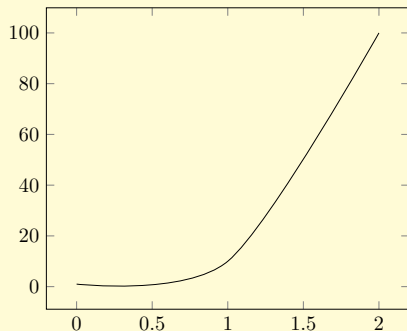
Option smooth (remplaçant les options par défaut)

## 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

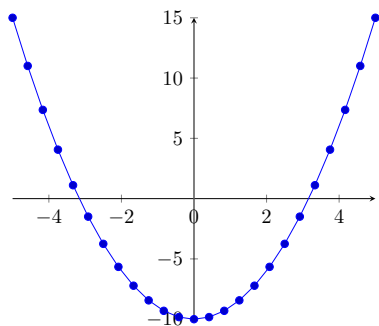
Options axis lines ... et extra x ticks

## 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}

```



# Graphiques multiples

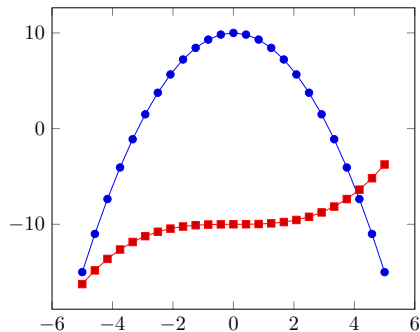
## Fonctions

### 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}

```



# Graphiques multiples

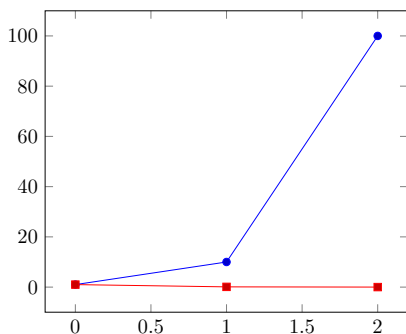
Données expérimentales

## 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}

```



# Graphiques multiples

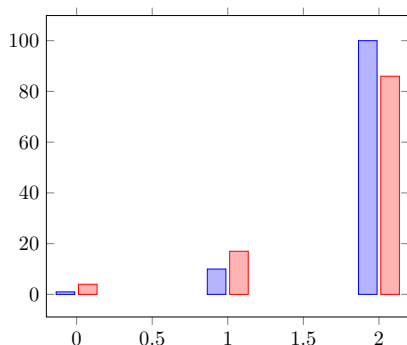
Données expérimentales en diagrammes en rectangles

## 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}

```



# Valeurs affichées sur le graphique

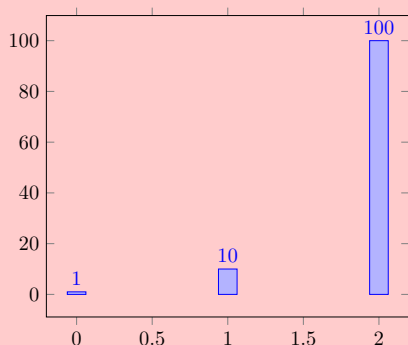
Exemple (diagrammes en rectangles)

## Code source

```

1 \begin{tikzpicture}
2   \begin{axis}[ybar,
3     nodes near coords,
4     nodes near coords align
5     ={vertical}]
6     \addplot coordinates {
7       (0,1) (1,10) (2,100)
8     };
9   \end{axis}
10 \end{tikzpicture}

```



# Légende

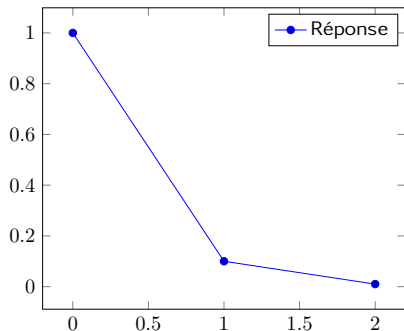
Commande `\legend` (entre autres)

## 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

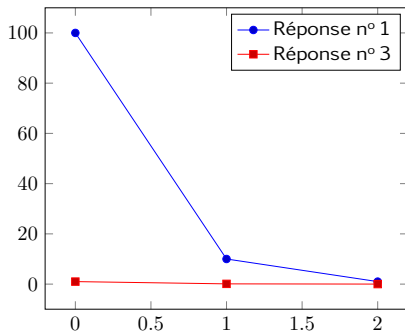
Commande `\legend` (entre autres) : occurrence **unique**

## 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

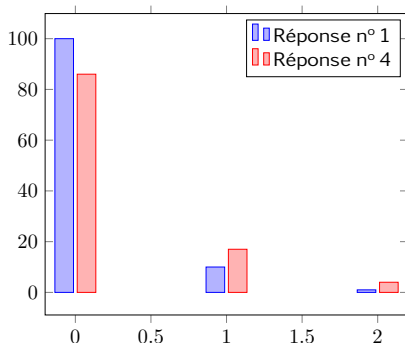
Commande `\legend` (entre autres) : occurrence **unique**

## 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**



# Label(s)

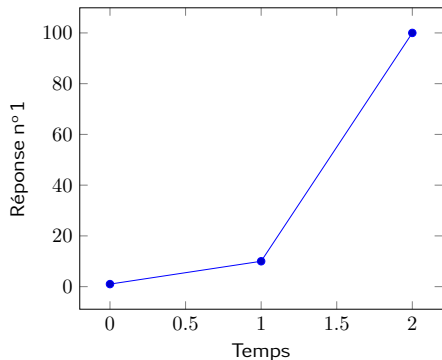
Options xlabel et ylabel

## Code source

```

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

```



# Titre

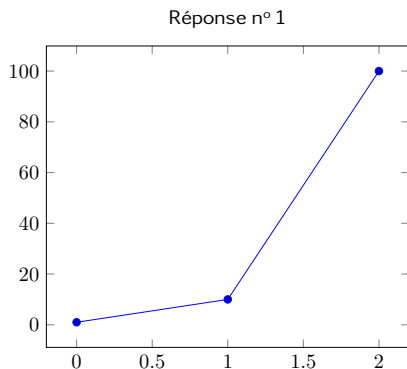
Option title

## 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}

```

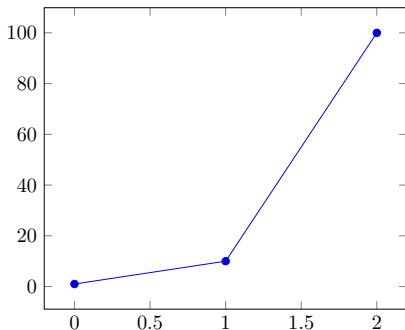


Figure 1 – Réponse n° 1

# Configuration (semi-)globale

Réglages (semi-)globaux possibles au moyen de :

Syntaxe

```
\pgfplotsset{⟨réglages⟩}
```

# Réglage de compatibilité

## Attention!

Bénéficier de toutes les fonctionnalités de<sup>1</sup> `pgfplots`  
⇒ effectuer systématiquement au moins le réglage suivant<sup>2</sup>

## Code source

```
\pgfplotsset{compat = 1.17}
```

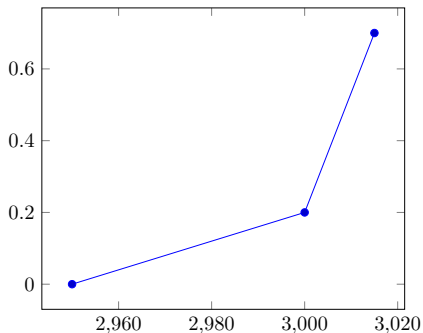
1. ... la version installée de...
2. Remplacer `1.17` par `1.16`, etc. en cas de versions moins récentes de `pgfplots`

## 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

```

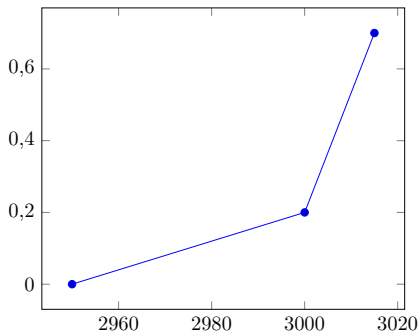
\pgfplotsset{%
  /pgf/number format/.cd,
  use comma,
  1000 sep = {\,},
  min exponent for 1000 sep = 4
}

```

```

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}

```



## Légende(s)

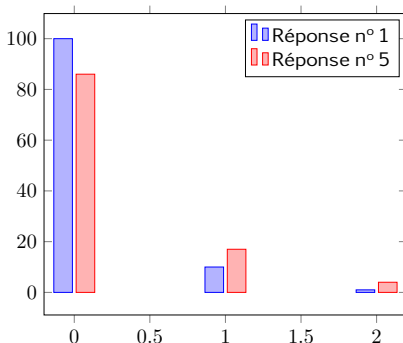
Position parfois convenable

## Code source

```

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

```





# Légende(s)

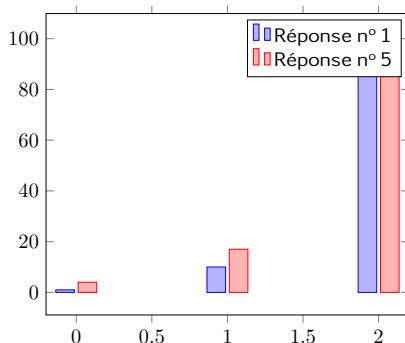
Position parfois pas **convenable**...

## 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)

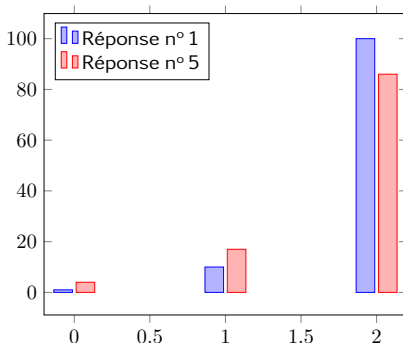
Position parfois pas **convenable**... mais modifiable

## 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}

```



# Légende(s)

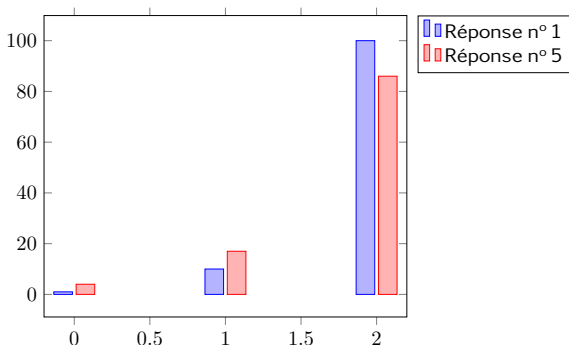
Position parfois gênante... **mais modifiable**, même hors du cadre

## 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}

```



# Légende(s)

Autres positions hors du cadre ?

## Attention!

Légendes positionnées hors du cadre :

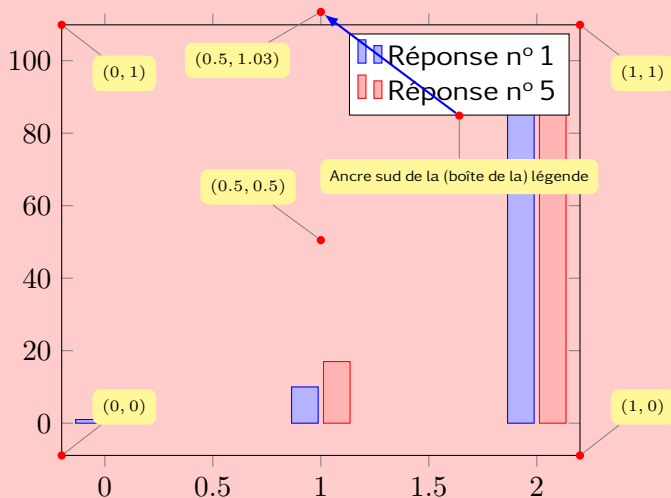
- au « nord-est » : seule position qui soit prédéfinie<sup>1</sup>
- ailleurs<sup>2</sup> faisable mais  $\Rightarrow$  mains dans le cambouis

Voyons comment procéder...

- 
1. Option `outer north east`
  2. P. ex. « au-dessus »

# Légende(s)

Autres positions hors du cadre? Oui, manuellement



# Légende(s)

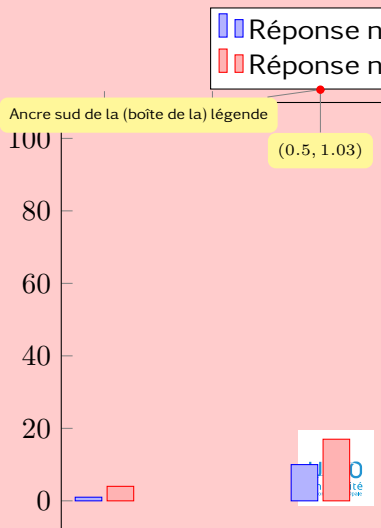
Autres positions hors du cadre? Oui, manuellement

## Code source

```

1 \pgfplotsset{%
2   every axis legend/.append style ={%
3     anchor = south,%
4     at = {(0.5,1.03)}%
5   }%
6 }
7 \begin{tikzpicture}
8   \begin{axis}[ybar]
9     \addplot coordinates {
10      (0,1) (1,10) (2,100)
11    };
12    \addplot coordinates {
13      (0,4) (1,17) (2,86)
14    };
15    \legend{Réponse \no1,Réponse \no5}
16  \end{axis}
17 \end{tikzpicture}

```



# Légende(s)

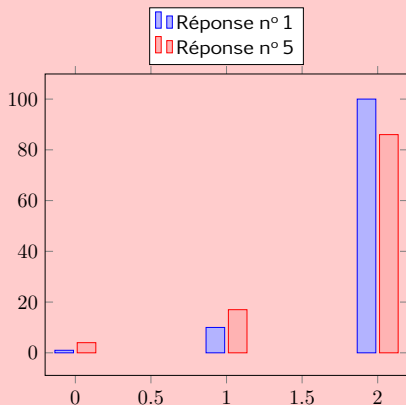
Autres positions hors du cadre? Oui, manuellement

## Code source

```

1 \pgfplotsset{%
2   every axis legend/.append style ={%
3     anchor = south,%
4     at = {(0.5,1.03)}%
5   }%
6 }
7 \begin{tikzpicture}
8   \begin{axis}[ybar]
9     \addplot coordinates {
10      (0,1) (1,10) (2,100)
11    };
12    \addplot coordinates {
13      (0,4) (1,17) (2,86)
14    };
15    \legend{Réponse \no1,Réponse \no5}
16  \end{axis}
17 \end{tikzpicture}

```



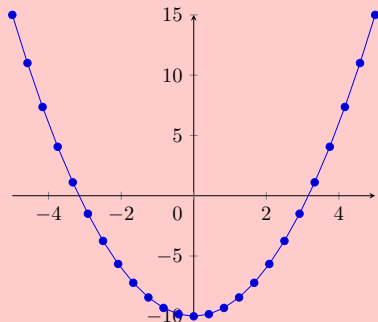
# Axes classiques : position de la marque « 0 » ?

## Code source

```

1 \begin{tikzpicture}
2   \begin{axis}[
3     axis lines=center,
4     extra x ticks=0,
5     extra x tick style={
6       tick label style={
7         anchor=north east,
8         xshift=-.5*\pgfkeysvalueof{%
9           /pgfplots/major tick length%
10        }},
11    },
12  },
13 ]
14
15 % Courbe d'éq.  $y = x^2 - 10$ 
16 \addplot {x^2-10};
17 \end{axis}
18 \end{tikzpicture}

```





# Axes classiques : autre solution ?

## Attention!

Pour **représenter** graphiquement des **fonctions** :

- d'une variable
- selon les **canons français**<sup>1</sup>

cf. aussi packages :

- *tkz-fct*
- *tikz*<sup>2</sup>

---

1. En ce qui concerne notamment les axes

2. Dans la documentation, partie « Data Visualization », option **school book axes**

# 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 PGFPLOTS* »<sup>1</sup>
- plusieurs *réalisations faites au moyen de pgfplots*
- 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. Sur le site « [Les fiches de Bébert](#) »

# Pour aller plus loin

Moins simple d'emploi mais plus puissant : *package tikz* pour  
les courbes et graphiques : dans la doc., partie « Data Visualization »  
le reste : dans la doc., le reste ( $\simeq$  1180 pages)