ProfCollege

Une aide pour utiliser LaTeX au collège

Christophe Poulain
chr poulain @ gmail . com

Version 0.96 - Mars 2021

Résumé

Cet ensemble de commandes devrait servir à faciliter l'utilisation de LaTeX pour les enseignants de mathématiques en collège. Il concerne évidemment la partie mathématique du travail d'enseignant mais également son éventuel rôle de professeur principal.

Table des matières

1 Utiliser le package ProfCollege 7

2 Les tables de multiplication et d'addition 9

3 L'écriture de grandeurs 11

4 Les tableaux de conversion et tableaux de numération 13

5 Questions - réponses à relier 24

6 Les questionnaires à choix multiples 27

7 Les questions « flash » 33

8 Les formules de périmètre, d'aire, de volume 41

9 Le théorème de Pythagore 43

10 La somme des angles d'un triangle 53

11 Le théorème de Thalès 56

12 La trigonométrie 67

13 Les positions relatives de deux droites 71

14 Le repérage 73

15 Les nombres premiers 82

16 La représentation graphique de fractions 86

17 La simplification d'écritures fractionnaires 90

18 Ranger des nombres rationnels relatifs 92

19 Les puissances 94

20 La proportionnalité 95

21 Les pourcentages 98

22 Les ratios 102

23 Les statistiques 105

24 Les probabilités 120

25 Les fonctions affines 123

26 Les fonctions 128

27 Le tableur 133

28 La distributivité 136

29 La résolution d'équations du premier degré 148

30 Bulles et cartes mentales 161

31 Calculatrice 164

32 Labyrinthe 166

33 Des cartes à jouer 168

34 Des dominos à jouer 178

35 Professeur principal 182

36 Quelques éléments pratiques... 186

37 Exemples 188

38 Compléments 195

39 Problèmes connus 203

40 Historique 204

Avant-propos

L'idée de ce « package » est venue naturellement après plusieurs années d'utilisation de LaTeX en collège et surtout, après un stage animé en janvier 2020. Rassembler les commandes déjà écrites, en améliorer d'autres, en créer de nouvelles… sont les besoins ressentis après cette animation. Le confinement, malheureusement, m'a permis de mettre en œuvre ce projet.

Il a pris corps au fil des idées, des découvertes de programmation, des échanges avec Thomas Dehon [1]. Il se veut *pratico-pratique*, sans prétention aucune concernant la programmation *latexienne*. Néanmoins, les facilités qu'il apporte devraient grandement aider les collègues souhaitant sauter le pas et utiliser LaTeX en collège.

Pour la partie technique, différents packages [2] sont automatiquement chargés :
- les classiques `mathtools`, `amssymb`, `siunitx`, `multicol`, `xcolor` ;
- les calculatoires `xlop`, `xfp`, `modulus` ;
- les « gestionnaires » `simplekv`, `ifthen`, `xstring`, `xinttools` ;
- les graphiques `gmp`, `tikz` et certaines de ses librairies ;
- quelques autres plus particuliers : `hhline`, `environ`, `datatool`, `iftex`.

En complément, six packages [3] METAPOST sont nécessaires :
- `PfC-Constantes.mp` pour définir quelques constantes ;
- `PfC-Calculatrice.mp` pour les touches et écran d'une calculatrice ;
- `PfC-LaTeX.mp` pour l'écriture de certaines étiquettes ;
- `PfC-Geometrie.mp` pour les tracés géométriques ;
- `PfC-Afficheur.mp` pour l'utilisation d'un afficheur « sept segments » ;
- et `PfC-Svgnames.mp` pour avoir accès à certaines couleurs prédéfinies.

Enfin, je tiens à remercier :
- Thomas Dehon, Laurent Lassalle Carrere et Éric Elter pour les échanges pédagogiques ;
- Maxime Chupin, Denis Bitouzé et Patrick Bideault pour leurs apports *latexiens* ;
- et une nouvelle fois, Éric Elter pour sa relecture très pointue de la présente documentation.

Installation

Le package `ProfCollege` étant disponible sur `https://ctan.org/pkg/profcollege`, il est contenu dans les distributions TeX Live et MikTeX récentes.
Cependant, si vous utilisez une ancienne version de ces distributions (ou d'autres), il faudra certainement installer manuellement le package `ProfCollege` ainsi que les packages nécessaires à son utilisation. Dans ce cas, l'installation du package `ProfCollege` se fera dans un répertoire local [4, 5].

1. Un ancien élève, devenu collègue.
2. Tous sont disponibles dans les distributions TeXLive ou MikTeX.
3. Tous sont joints au package et leur installation est faite en même temps que celle du package `ProfCollege`.
4. Pour les fichiers `tex` :
   - Sous Linux : `‣home‣⟨utilisateur⟩‣texmf‣tex‣latex‣`
   - Sous Mac : `‣Users‣⟨utilisateur⟩‣Library‣texmf‣tex‣latex‣`
   - Sous Windows : `C:‣Users‣⟨utilisateur⟩‣texmf‣tex‣latex‣`

   Pour les fichiers METAPOST :
   - Sous Linux : `‣home‣⟨utilisateur⟩‣texmf‣metapost‣`
   - Sous Mac : `‣Users‣⟨utilisateur⟩‣Library‣texmf‣metapost‣`
   - Sous Windows : `C:‣Users‣⟨utilisateur⟩‣texmf‣metapost‣`
5. À noter que sous Windows, avec la distribution MikTeX, il faudra *en plus* :
   - ouvrir la console MikTeX et la page des préférences ;
   - prendre l'onglet « Directories » (ou répertoires) ;
   - cliquer sur « Add » (ou Ajouter) et chercher le dossier `C:‣Users‣⟨utilisateur⟩‣texmf‣tex‣latex‣`

Lecture de la documentation

Les commandes fournies par le package ProfCollege sont, pour la plupart, construites sur un système de clés. Ce sont des paramètres passés à une commande pour modifier / adapter son comportement.
Dans l'exemple ci-dessous, la clé ⟨**Reciproque**⟩ permet à la commande \Pythagore d'afficher la preuve qu'un triangle est rectangle.

```
\Pythagore[Reciproque]{ABC}{5}{4}{3}
```

Dans le triangle ABC, $[AC]$ est le plus grand côté.

$$\left.\begin{array}{l} AC^2 = 5^2 = 25 \\ AB^2 + BC^2 = 4^2 + 3^2 = 16 + 9 = 25 \end{array}\right\} AC^2 = AB^2 + BC^2$$

Comme $AC^2 = AB^2 + BC^2$, alors le triangle ABC est rectangle en B d'après la réciproque du théorème de Pythagore.

Selon les choix pédagogiques, on peut vouloir écrire les calculs en colonnes. Dans ce cas, pour modifier le comportement de la clé ⟨**Reciproque**⟩, on peut utiliser la « sous-clé » ⟨**ReciColonnes**⟩.

```
\Pythagore[Reciproque,ReciColonnes]{ABC}{5}{4}{3}
```

Dans le triangle ABC, $[AC]$ est le plus grand côté.

$$\begin{array}{l|lll} AC^2 & AB^2 & + & BC^2 \\ 5^2 & 4^2 & + & 3^2 \\ & 16 & + & 9 \\ 25 & & 25 & \end{array}$$

Comme $AC^2 = AB^2 + BC^2$, alors le triangle ABC est rectangle en B d'après la réciproque du théorème de Pythagore.

Un cadre tel que celui ci-dessous explique ce comportement.

La clé ⟨Reciproque⟩	valeur par défaut : false
effectue la preuve qu'un triangle est ou n'est pas rectangle.	
📎 **La clé ⟨ReciColonnes⟩** [6] affiche les calculs en colonnes et non en lignes.	valeur par défaut : false

6. Le trombone utilisé est issu du package bclogo de Maxime Chupin.

De plus, dans cette documentation, il est souvent fait état de trois modes :
— le mode texte : c'est le mode… texte ;
— le mode mathématique : c'est lorsqu'on se trouve dans un environnement `$...$` ;
— le mode mathématique hors texte : c'est lorsqu'on se trouve dans un environnement `\[...\]`.

Selon les commandes, elles peuvent être utilisées dans un ou plusieurs de ces modes. Par exemple :
— la commande `\Pythagore[Reciproque]{ABC}{5}{4}{3}` est acceptée en mode texte alors qu'en mode mathématique, elle provoque une erreur ;

```
$\Pythagore[Reciproque]{ABC}{5}{4}{3}$
```

```
      Undefined control sequence.
<argument> Dans le triangle $ABC$, $[\NomA
                           \NomC ]$ est le plus grand côté.\ifboolKV [Cl
l.1  $\Pythagore[Reciproque]{ABC}{5}{4}{3}$
```

— alors que la commande `\Simplification{15}{25}` s'utilise indifféremment du mode choisi.

```
\og $\frac{15}{25}$ se simplifie en \Simplification{15}{25}\fg{} ou \og On écrit $\frac{15}{25}=
    \Simplification{15}{25}$\fg{} ou \og La simplification de $\frac{15}{25}$ est :%
\[\Simplification{15}{25}\]
```

« $\frac{15}{25}$ se simplifie en $\frac{3}{5}$ » ou « On écrit $\frac{15}{25}=\frac{3}{5}$ » ou « La simplification de $\frac{15}{25}$ est :

$$\frac{3}{5}$$

Lors de la description d'une commande, si rien n'est indiqué, cela signifie qu'elle est utilisable *uniquement* en mode texte. Sinon, les modes adéquats sont précisés.

Parfois, dans les codes proposés, on aperçoit un `%` (tel que dans le code ci-dessus). Leur rôle peut être :
— d'annoncer un commentaire ;
— d'éviter les espaces parasites qui pourraient engendrer une mise en forme incorrecte des documents produits ;
— d'« aérer » le code proposé.

1 Utiliser le package ProfCollege

Comme tous les autres packages (All)LaTeX, il faut utiliser la commande \usepackage{ProfCollege}[7,8].

```
\documentclass{article}
\usepackage{ProfCollege}
\begin{document}
  \Pythagore[Entier,Exact]{ABC}{3}{4}{}
\end{document}
```

Dans le triangle ABC rectangle en B, le théorème de Pythagore permet d'écrire :

$$\begin{aligned} AC^2 &= AB^2 + BC^2 \\ AC^2 &= 3^2 + 4^2 \\ AC^2 &= 9 + 16 \\ AC^2 &= 25 \\ AC &= 5 \text{ cm} \end{aligned}$$

Le résultat produit est conforme aux attentes, le package ProfCollege ne gère ni les fontes (c'est la fonte de base qui est utilisée), ni le format de page (la géométrie de la page obtenue est celle de base)… Voici un exemple un peu plus complet.

```
\documentclass[12pt,a4paper,french]{article}
\usepackage{ProfCollege}
% Pour gérer la fonte.
\usepackage{fourier}
% Pour gérer la géométrie de la page.
\usepackage[margin=1cm,noheadfoot]{geometry}
% Pour utiliser les usages français grâce au <french> de l'option de classe.
\usepackage{babel}
\begin{document}
  \ResolEquation[Lettre=t,Entier,Simplification,Solution]{6}{-3}{1}{2}
\end{document}
```

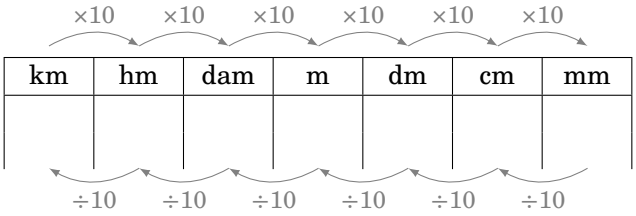
$$\begin{aligned} 6t-3 &= t+2 \\ 5t-3 &= 2 \\ 5t &= 5 \\ t &= \frac{5}{5} \\ t &= 1 \end{aligned}$$

L'équation $6t-3=t+2$ a une unique solution : $t=1$.

7. On se réfèrera à la page 203 pour les problèmes connus.
8. Le package ProfCollege est utilisable en pdfLaTeX, XeLaTeX *et* LuaLaTeX (suite à une proposition de Maxime Chupin).

Lorsqu'on utilise le package ProfCollege, une double compilation est parfois nécessaire, par exemple pour obtenir le positionnement correct [9] des flèches dans le tableau ci-dessous.

```
\Tableau[Metre,Fleches]
```



Cette double compilation est indiquée par le symbole ↻.

La clé ⟨Metre⟩ — valeur par défaut : false

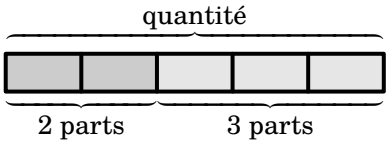
affiche le tableau des unités de longueur.

La clé ⟨Fleches⟩ ↻ — valeur par défaut : false

affiche les liens entre deux unités consécutives.

De même, pour les utilisateurs de pdfLaTeX et XeLaTeX, une compilation en shell-escape [10] est parfois nécessaire, par exemple pour obtenir la figure ci-dessous.

```
\Ratio[Figure]{2,3}
```



Cette compilation en shell-escape est indiquée par le symbole ↗.

La clé ⟨Figure⟩ ↗ — valeur par défaut : false

permet d'afficher une figure en accord avec le ratio demandé.

L'écriture des nombres est un point essentiel de l'enseignement des mathématiques.
Pour cela, le package ProfCollege charge le package siunitx afin d'avoir un affichage correct des divers nombres intervenant dans les calculs ainsi qu'une gestion automatique des espaces lors d'utilisation d'unités de grandeurs (page 11).

```
1000 est différent de $1 000$ lui-
  même différent de 1 000.

1000 est différent de $1 000$ lui-
  même différent de \num{1000}.
```

1000 est différent de 1000 lui-même différent de 1 000.
1000 est différent de 1000 lui-même différent de 1 000.

9. Ce positionnement correct des flèches est géré par TikZ.
10. Pour des compléments d'information, on se réfèrera à la page 196.

2 Les tables de multiplication et d'addition

Pour pouvoir afficher des tables de multiplication ou d'addition, on utilise la commande :

```
\Tables[⟨clés⟩]{a}
```

où

— ⟨clés⟩ constituent un ensemble d'options pour paramétrer la commande (paramètres optionnels) ;
— a est le nombre dont on veut afficher, le cas échéant, « la » table de multiplication ou d'addition.

```
\footnotesize
\Tables{}
```

×	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
3	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
4	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40
5	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
6	0	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60
7	0	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70
8	0	8	16	24	32	40	48	56	64	72	80
9	0	9	18	27	36	45	54	63	72	81	90
10	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100

Par défaut, il s'agit d'une table complète de multiplication. On peut utiliser les clés suivantes pour modifier la mise en forme.

La clé ⟨Couleur⟩ valeur par défaut : white

colorie [11] la table pour faire apparaître la symétrie.

```
% Il faut choisir
% une couleur pleine, pas
% une sous la forme
% <gray!15>.
% Ou il faut la définir
% avant.
\footnotesize
\Tables[Couleur=Crimson]{}
```

×	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
3	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
4	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40
5	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
6	0	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60
7	0	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70
8	0	8	16	24	32	40	48	56	64	72	80
9	0	9	18	27	36	45	54	63	72	81	90
10	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100

La clé ⟨Debut⟩ valeur par défaut : 0

permet de choisir le début de « la plage » de la table.

La clé ⟨Fin⟩ valeur par défaut : 10

permet de choisir la fin de « la plage » de la table.

```
\Tables[Debut=6,Fin=9]{}
```

×	6	7	8	9
0	0	0	0	0
1	6	7	8	9
2	12	14	16	18
3	18	21	24	27
4	24	28	32	36
5	30	35	40	45
6	36	42	48	54
7	42	49	56	63
8	48	56	64	72
9	54	63	72	81
10	60	70	80	90

11. Le package ProfCollege permet d'utiliser des couleurs dans plusieurs de ses commandes. Pour cela, il charge le package xcolor avec l'option svgnames. On lira une très courte introduction à la page 195. Pour davantage de précisions, on pourra se référer à la documentation du package xcolor.

La clé ⟨Seul⟩ valeur par défaut : false

permet de se focaliser sur une table particulière.

```
\Tables[Seul]{7}
```

$$
\begin{aligned}
0 \times 7 &= 0\\
1 \times 7 &= 7\\
2 \times 7 &= 14\\
3 \times 7 &= 21\\
4 \times 7 &= 28\\
5 \times 7 &= 35\\
6 \times 7 &= 42\\
7 \times 7 &= 49\\
8 \times 7 &= 56\\
9 \times 7 &= 63\\
10 \times 7 &= 70
\end{aligned}
$$

```
\Tables[Seul,Debut=1,Fin=10]{7}
```

$$
\begin{aligned}
1 \times 7 &= 7\\
2 \times 7 &= 14\\
3 \times 7 &= 21\\
4 \times 7 &= 28\\
5 \times 7 &= 35\\
6 \times 7 &= 42\\
7 \times 7 &= 49\\
8 \times 7 &= 56\\
9 \times 7 &= 63\\
10 \times 7 &= 70
\end{aligned}
$$

On peut donc construire un ensemble *nostalgique* de tables de multiplication…

```
\begin{center}
  \multido{\i=1+1}{10}{%
    \fbox{%
      \tiny%
      \setlength{\arraycolsep}{0.25\arraycolsep}%
      \Tables[Seul]{\i}%
      \setlength{\arraycolsep}{4\arraycolsep}%
    }%
  }
\end{center}
```

$$
\begin{array}{|l|l|l|l|l|l|l|l|l|l|}
\hline
0 \times 1 = 0 & 0 \times 2 = 0 & 0 \times 3 = 0 & 0 \times 4 = 0 & 0 \times 5 = 0 & 0 \times 6 = 0 & 0 \times 7 = 0 & 0 \times 8 = 0 & 0 \times 9 = 0 & 0 \times 10 = 0\\
1 \times 1 = 1 & 1 \times 2 = 2 & 1 \times 3 = 3 & 1 \times 4 = 4 & 1 \times 5 = 5 & 1 \times 6 = 6 & 1 \times 7 = 7 & 1 \times 8 = 8 & 1 \times 9 = 9 & 1 \times 10 = 10\\
2 \times 1 = 2 & 2 \times 2 = 4 & 2 \times 3 = 6 & 2 \times 4 = 8 & 2 \times 5 = 10 & 2 \times 6 = 12 & 2 \times 7 = 14 & 2 \times 8 = 16 & 2 \times 9 = 18 & 2 \times 10 = 20\\
3 \times 1 = 3 & 3 \times 2 = 6 & 3 \times 3 = 9 & 3 \times 4 = 12 & 3 \times 5 = 15 & 3 \times 6 = 18 & 3 \times 7 = 21 & 3 \times 8 = 24 & 3 \times 9 = 27 & 3 \times 10 = 30\\
4 \times 1 = 4 & 4 \times 2 = 8 & 4 \times 3 = 12 & 4 \times 4 = 16 & 4 \times 5 = 20 & 4 \times 6 = 24 & 4 \times 7 = 28 & 4 \times 8 = 32 & 4 \times 9 = 36 & 4 \times 10 = 40\\
5 \times 1 = 5 & 5 \times 2 = 10 & 5 \times 3 = 15 & 5 \times 4 = 20 & 5 \times 5 = 25 & 5 \times 6 = 30 & 5 \times 7 = 35 & 5 \times 8 = 40 & 5 \times 9 = 45 & 5 \times 10 = 50\\
6 \times 1 = 6 & 6 \times 2 = 12 & 6 \times 3 = 18 & 6 \times 4 = 24 & 6 \times 5 = 30 & 6 \times 6 = 36 & 6 \times 7 = 42 & 6 \times 8 = 48 & 6 \times 9 = 54 & 6 \times 10 = 60\\
7 \times 1 = 7 & 7 \times 2 = 14 & 7 \times 3 = 21 & 7 \times 4 = 28 & 7 \times 5 = 35 & 7 \times 6 = 42 & 7 \times 7 = 49 & 7 \times 8 = 56 & 7 \times 9 = 63 & 7 \times 10 = 70\\
8 \times 1 = 8 & 8 \times 2 = 16 & 8 \times 3 = 24 & 8 \times 4 = 32 & 8 \times 5 = 40 & 8 \times 6 = 48 & 8 \times 7 = 56 & 8 \times 8 = 64 & 9 \times 8 = 72 & 8 \times 10 = 80\\
9 \times 1 = 9 & 9 \times 2 = 18 & 9 \times 3 = 27 & 9 \times 4 = 36 & 9 \times 5 = 45 & 9 \times 6 = 54 & 9 \times 7 = 63 & 9 \times 8 = 72 & 9 \times 9 = 81 & 9 \times 10 = 90\\
10 \times 1 = 10 & 10 \times 2 = 20 & 10 \times 3 = 30 & 10 \times 4 = 40 & 10 \times 5 = 50 & 10 \times 6 = 60 & 10 \times 7 = 70 & 10 \times 8 = 80 & 10 \times 9 = 90 & 10 \times 10 = 100\\
\hline
\end{array}
$$

Faire une table d'addition est également possible.

La clé ⟨Addition⟩ valeur par défaut : false

permet d'afficher une table d'addition complète.

```
\footnotesize
\Tables[Addition]{}
```

+	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
4	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
5	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
6	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
7	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
8	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
9	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
10	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

Les clés ⟨**Debut**⟩, ⟨**Fin**⟩ et ⟨**Seul**⟩ sont aussi disponibles pour ces tables d'addition.

3 L'écriture de grandeurs

Le package ProfCollege fournit plusieurs commandes [12] pour écrire des grandeurs.

Ces commandes s'utilisent dans tous les modes.

– \Lg pour écrire des longueurs.

```
\Lg{7} -- \Lg[km]{2.19} -- \Lg[hm]{4} -- \Lg[dam]{17} -- \Lg[m]{29}
-- \Lg[dm]{3.1} -- \Lg[mm]{312} -- \Lg[um]{15} -- \Lg[nm]{2.45}
```

7 cm – 2,19 km – 4 hm – 17 dam – 29 m – 3,1 dm – 312 mm – 15 µm – 2,45 nm

Et en utilisant les possibilités offertes par le package siunitx, on peut même écrire :

`\Masse[km]{3d26}`	3×10^{26} g

– \Aire pour écrire des aires.

```
\Aire{2} -- \Aire[km]{2.29} -- \Aire[hm]{2.023} -- \Aire[dam]{12} --
\Aire[m]{4} -- \Aire[dm]{6} -- \Aire[mm]{7.1} -- \Aire[a]{29} -- \Aire[ha]{71}
```

2 cm^2 – 2,29 km^2 – 2,023 hm^2 – 12 dam^2 – 4 m^2 – 6 dm^2 – 7,1 mm^2 – 29 a – 71 ha

– \Vol pour écrire des volumes.

```
\Vol{7} -- \Vol[km]{2.59} -- \Vol[hm]{2.98} -- \Vol[dam]{28} --
\Vol[m]{37} -- \Vol[dm]{25} -- \Vol[mm]{0.3543}
```

7 cm^3 – 2,59 km^3 – 2,98 hm^3 – 28 dam^3 – 37 m^3 – 25 dm^3 – 0,354 3 mm^3

– \Masse pour écrire des masses.

```
\Masse{2.26} -- \Masse[kg]{4} -- \Masse[hg]{425} -- \Masse[dag]{17} --
\Masse[dg]{31254} -- \Masse[cg]{3256} -- \Masse[mg]{47} --
\Masse[t]{2.57} -- \Masse[q]{0.35} -- \Masse[ug]{15} -- \Masse[ng]{2.45}
```

2,26 g – 4 kg – 425 hg – 17 dag – 31 254 dg – 3 256 cg – 47 mg – 2,57 t – 0,35 q – 15 µg – 2,45 ng

– \Capa pour écrire des capacités.

```
\Capa{2.26} -- \Capa[hL]{425} -- \Capa[daL]{17} --
\Capa[dL]{31254} -- \Capa[cL]{3256} -- \Capa[mL]{47}
```

2,26 L – 425 hL – 17 daL – 31 254 dL – 3 256 cL – 47 mL

– \Temps pour écrire des temps, des durées, des heures.

```
\Temps{1;9;2;12;7;35} -- \Temps{2;4;3;6;7;7} -- \Temps{2;;30} --
\Temps{;3;30} -- \Temps{15;30} -- \Temps{;;;15;30;45}
```

1 an 9 mois 2 j 12 h 7 min 35 s – 2 ans 4 mois 3 j 6 h 7 min 7 s – 2 ans 30 j – 3 mois 30 j – 15 ans 30 mois – 15 h 30 min 45 s

12. Le principe de ces commandes a été suggéré par Denis Bitouzé. Éric Elter a proposé des ajouts. Les unités de référence ne sont pas toujours celles du système international mais celles qui sont les plus adaptées au collège.

– `\MasseVol` pour écrire des masses volumiques.

`\MasseVol{18} -- \MasseVol[kgm]{7.96}`	18 g/cm^3 – 7,96 kg/m^3

– `\Vitesse` pour écrire des vitesses.

`\Vitesse{31} -- \Vitesse[ms]{9.81} -- \Vitesse[kms]{0.98}`	31 km/h – 9,81 m/s – 0,98 km/s

– `\Octet` pour écrire des quantités d'octets.

```
\Octet{16} -- \Octet[ko]{12} -- \Octet[To]{25.1} -- \Octet[Mo]{125} -- \Octet[o]{18}
```

16 Go – 12 ko – 25,1 To – 125 Mo – 18 o

– `\Conso` pour écrire une consommation électrique.

`\Conso{25}`	25 kWh

– `\Temp` pour écrire des températures.

```
\Temp{12} -- \Temp[K]{12} -- \Temp[F]{12}
```

12 °C – 12 K – 12 °F

Pour les angles, on utilise la commande `\ang` du package `siunitx`.

`\ang{120}`	120°

4 Les tableaux de conversion et tableaux de numération

La commande \Tableau permet d'afficher rapidement certains tableaux, notamment ceux de conversion. Elle a la forme suivante :

\Tableau[⟨clés⟩]

---

où ⟨clés⟩ constituent un ensemble d'options, dont au moins une est obligatoire, pour paramétrer la commande.

```
\Tableau
```

Par défaut, les tableaux sont centrés.
La commande seule n'affiche rien : il faut lui associer au moins une clé.

Tableau de conversion

La clé ⟨Metre⟩ valeur par défaut : false

affiche le tableau des unités de longueur.

La clé ⟨FlechesH⟩ valeur par défaut : false
affiche les liens entre deux unités consécutives sur la partie haute du tableau.

La clé ⟨FlechesB⟩ valeur par défaut : false
affiche les liens entre deux unités consécutives sur la partie basse du tableau.

La clé ⟨Fleches⟩ valeur par défaut : false
affiche les liens entre deux unités consécutives sur les parties haute et basse du tableau.

La clé ⟨NbLignes⟩ valeur par défaut : 2
permet à l'utilisateur de choisir le nombre de lignes vides dans le tableau.

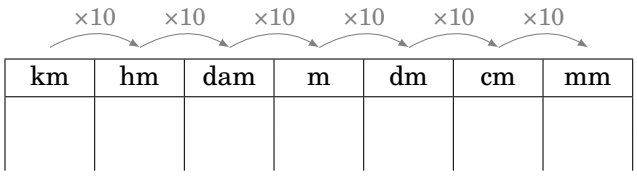
```
\Tableau[Metre]
```

km	hm	dam	m	dm	cm	mm

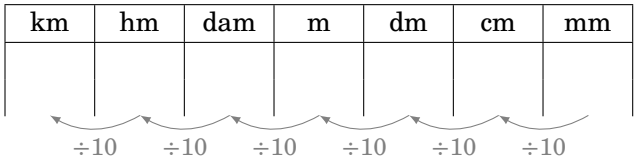
```
\Tableau[Metre,NbLignes=4]
```

km	hm	dam	m	dm	cm	mm

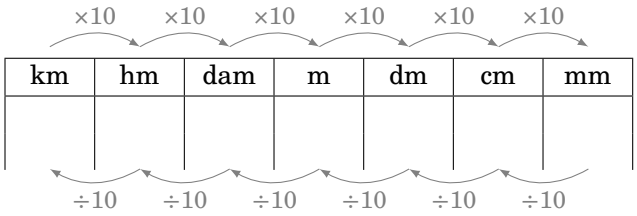
```
\Tableau[Metre,FlechesH]
```




```
\Tableau[Metre,FlechesB]
```




```
\Tableau[Metre,Fleches]
```



La clé ⟨Carre⟩ valeur par défaut : false

affiche le tableau des unités d'aire.

La clé ⟨Colonnes⟩ valeur par défaut : false

affiche les colonnes intermédiaires.

La clé ⟨Are⟩ valeur par défaut : false

affiche, en complément des colonnes intermédiaires, les unités « are » et « hectare ».

Les clés ⟨FlechesH⟩, ⟨FlechesB⟩, ⟨Fleches⟩ et ⟨NbLignes⟩ sont également disponibles pour la clé ⟨Carre⟩.

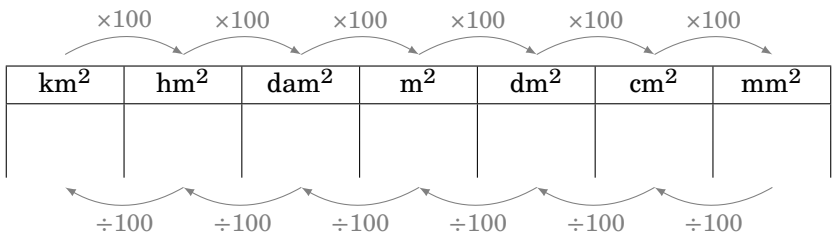
```
\Tableau[Carre]
```

km^2	hm^2	dam^2	m^2	dm^2	cm^2	mm^2

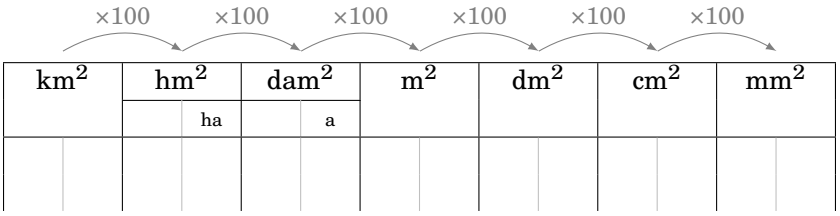
```
\Tableau[Carre,Colonnes]
```

km^2	hm^2	dam^2	m^2	dm^2	cm^2	mm^2

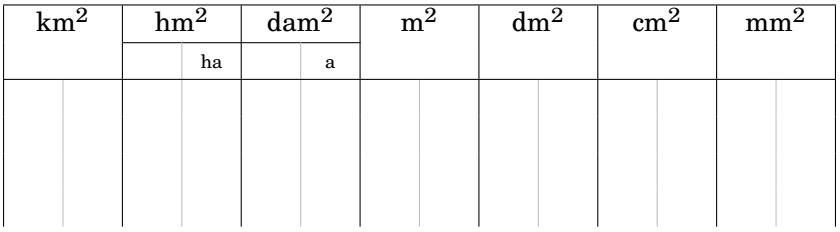
```
\Tableau[Carre,Fleches]
```




```
\Tableau[Carre,Are,
    FlechesH]
```




```
\Tableau[Carre,Are,
    NbLignes=4]
```



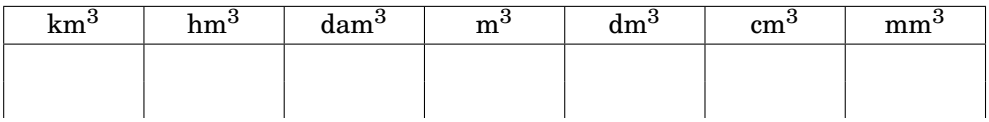
La clé ⟨Cube⟩ valeur par défaut : false

affiche le tableau des unités de volume.

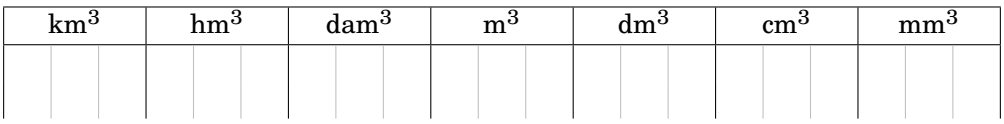
> **La clé ⟨Capacite⟩** valeur par défaut : false
> affiche, en plus des colonnes intermédiaires, les unités de capacité dans le tableau.

Les clés ⟨**Colonnes**⟩, ⟨**FlechesH**⟩, ⟨**FlechesB**⟩, ⟨**Fleches**⟩ et ⟨**NbLignes**⟩ sont également disponibles pour la clé ⟨**Cube**⟩.

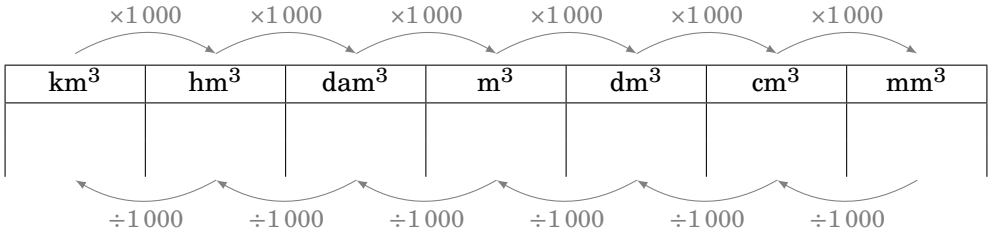
```
\Tableau[Cube]
```



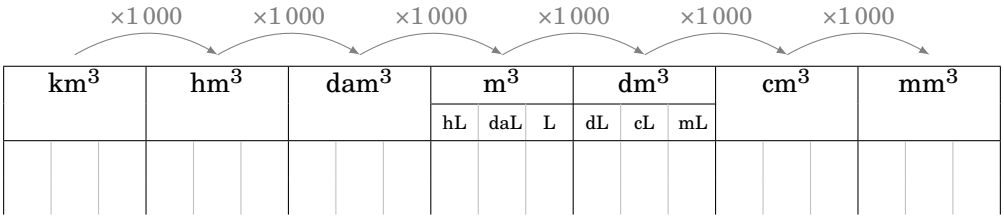

```
\Tableau[Cube,Colonnes]
```



```
\bigskip% Pour la documentation : les flèches ne traversent pas les pointillés.
\Tableau[Cube,Fleches]
```




```
\bigskip% Pour la documentation : les flèches ne traversent pas les pointillés.
\Tableau[Cube,Capacite,FlechesH]
```



La clé ⟨Gramme⟩ valeur par défaut : false

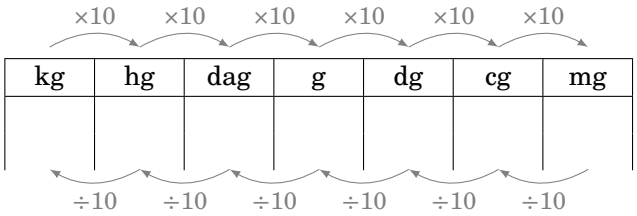
affiche le tableau des unités de masse.

Les clés ⟨**FlechesH**⟩↻, ⟨**FlechesB**⟩↻, ⟨**Fleches**⟩↻ et ⟨**NbLignes**⟩ sont aussi disponibles pour la clé ⟨**Gramme**⟩.

```
\Tableau[Gramme]
```

kg	hg	dag	g	dg	cg	mg

```
\bigskip% Pour la
    documentation : les
    flèches ne traversent pas
    les pointillés.
\Tableau[Gramme,Fleches]
```



La clé ⟨Litre⟩ valeur par défaut : false

affiche le tableau des unités de contenance.

Les clés ⟨**FlechesH**⟩↻, ⟨**FlechesB**⟩↻, ⟨**Fleches**⟩↻ et ⟨**NbLignes**⟩ sont également disponibles pour la clé ⟨**Litre**⟩.

```
\Tableau[Litre]
```

hL	daL	L	dL	cL	mL

```
\bigskip% Pour la documentation :
    les flèches ne traversent pas
    les pointillés.
\Tableau[Litre,Fleches]
```

×10 ×10 ×10 ×10 ×10

hL	daL	L	dL	cL	mL

÷10 ÷10 ÷10 ÷10 ÷10

Pour chaque tableau, les positions des flèches sont repérées, de gauche à droite, par :
- les lettres de A à G pour celles du haut du tableau ;
- les « lettres » de G1 à A1 pour celles du bas du tableau.

Même s'ils n'apparaissent pas avec la clé ⟨**Litre**⟩, les repères A et G1 sont présents mais non utilisés.

Ainsi, on peut réaliser un affichage tel que celui ci-dessous.

```
\bigskip% Pour la documentation : les flèches ne traversent pas les pointillés.

\bigskip% Pour la documentation : les flèches ne traversent pas les pointillés.
\Tableau[Carre]%
\begin{tikzpicture}[remember picture,overlay]
  \draw[-stealth,out=30,in=150] (C) to node[above,midway]{\tiny$\times100$}(D);%
  \draw[-stealth,out=30,in=150] (D) to node[above,midway]{\tiny$\times100$}(E);%
  \draw[-stealth,out=70,in=110] (C) to node[above,midway]{$\times\num{10000}$}(E);%
\end{tikzpicture}
```

×10 000

×100 ×100

km^2	hm^2	dam^2	m^2	dm^2	cm^2	mm^2

Tableau de numération

À côté des tableaux de conversion, il y en a un autre également très important : le tableau de numération. Plusieurs clés permettent de gérer son affichage. Les pages 19 à 23 proposent de nombreux exemples.

La clé ⟨Entiers⟩ valeur par défaut : false

affiche le tableau de numération des nombres entiers jusqu'aux centaines de milliers.

- **La clé ⟨Millions⟩** valeur par défaut : false
  complète le tableau avec la classe des millions.
- **La clé ⟨Milliards⟩** valeur par défaut : false
  complète le tableau avec la classe des milliards *et* des millions.
- **La clé ⟨Classes⟩** valeur par défaut : false
  fait apparaître la répartition par classes.
- **Les clés ⟨CouleurG⟩, ⟨CouleurM⟩, ⟨Couleurm⟩, ⟨Couleuru⟩** valeur par défaut : gray !15
  permettent de choisir les couleurs des cellules indiquant les classes.
- **La clé ⟨Nombres⟩** valeur par défaut : false
  fait apparaître la puissance de 10 (sous forme développée) correspondante à chaque colonne.
- **La clé ⟨Puissances⟩** valeur par défaut : false
  fait apparaître la puissance de 10 (sous la forme $10^{\cdots}$) correspondante à chaque colonne.

La clé ⟨**NbLignes**⟩ est également disponible pour la clé ⟨**Entiers**⟩.

La clé ⟨Decimaux⟩ valeur par défaut : false

affiche le tableau de numération des centaines de milliers d'unités aux millièmes de l'unité.

- **La clé ⟨Partie⟩** valeur par défaut : false
  affiche « Partie entière - Partie décimale » dans le tableau.
- **La clé ⟨Virgule⟩** valeur par défaut : true
  masque, lorsqu'elle est placée à `false`, la virgule dans les lignes de texte du tableau.

Les clés ⟨**NbLignes**⟩, ⟨**Millions**⟩, ⟨**Milliards**⟩, ⟨**Classes**⟩, ⟨**CouleurG**⟩, ⟨**CouleurM**⟩, ⟨**Couleurm**⟩, ⟨**Couleuru**⟩, ⟨**Nombres**⟩ et ⟨**Puissances**⟩ sont également disponibles pour la clé ⟨**Decimaux**⟩.

La clé ⟨Prefixes⟩ valeur par défaut : false

affiche le tableau de numération avec les préfixes de giga à nano.

- **La clé ⟨Micro⟩** valeur par défaut : false
  fait apparaître la partie décimale jusqu'à 10^{-6}.
- **La clé ⟨Nano⟩** valeur par défaut : false
  fait apparaître la partie décimale jusqu'à 10^{-9}.

Les clés ⟨**NbLignes**⟩, ⟨**Millions**⟩, ⟨**Milliards**⟩, ⟨**Partie**⟩, ⟨**Classes**⟩, ⟨**Virgule**⟩, ⟨**CouleurG**⟩, ⟨**CouleurM**⟩, ⟨**Couleurm**⟩, ⟨**Couleuru**⟩, ⟨**Nombres**⟩, ⟨**Puissances**⟩ sont aussi disponibles pour la clé ⟨**Prefixes**⟩.

```
\Tableau[Entiers]
```

centaines de milliers	dizaines de milliers	unités de milliers	centaines	dizaines	unités

```
\Tableau[Entiers,NbLignes=4]
```

centaines de milliers	dizaines de milliers	unités de milliers	centaines	dizaines	unités

```
\Tableau[Entiers,Milliards]
```

centaines de milliards	dizaines de milliards	unités de milliards	centaines de millions	dizaines de millions	unités de millions	centaines de milliers	dizaines de milliers	unités de milliers	centaines	dizaines	unités

```
\Tableau[Entiers,Millions]
```

centaines de millions	dizaines de millions	unités de millions	centaines de milliers	dizaines de milliers	unités de milliers	centaines	dizaines	unités

```
\Tableau[Entiers,Millions,Classes,Nombres]
```

Classe des millions			Classe des milliers			Classe des unités		
centaines de millions	dizaines de millions	unités de millions	centaines de milliers	dizaines de milliers	unités de milliers	centaines	dizaines	unités
100 000 000	10 000 000	1 000 000	100 000	10 000	1 000	100	10	1

```
\Tableau[Entiers,Millions,Classes,Nombres,Puissances]
```

Classe des millions			Classe des milliers			Classe des unités		
centaines de millions	dizaines de millions	unités de millions	centaines de milliers	dizaines de milliers	unités de milliers	centaines	dizaines	unités
100 000 000	10 000 000	1 000 000	100 000	10 000	1 000	100	10	1
		$\times 10^{6}$			$\times 10^{3}$	$\times 10^{2}$	$\times 10^{1}$	$\times 1$

```
\Tableau[Decimaux]
```

centaines de milliers	dizaines de milliers	unités de milliers	centaines	dizaines	unités	,	dixièmes	centièmes	millièmes
						,			
						,			

```
\Tableau[Decimaux,Millions]
```

centaines de millions	dizaines de millions	unités de millions	centaines de milliers	dizaines de milliers	unités de milliers	centaines	dizaines	unités	,	dixièmes	centièmes	millièmes
									,			
									,			

```
\Tableau[Decimaux,Milliards]
```

centaines de milliards	dizaines de milliards	unités de milliards	centaines de millions	dizaines de millions	unités de millions	centaines de milliers	dizaines de milliers	unités de milliers	centaines	dizaines	unités	,	dixièmes	centièmes	millièmes
												,			

```
\Tableau[Decimaux,Partie]
```

Partie entière						,	Partie décimale		
centaines de milliers	dizaines de milliers	unités de milliers	centaines	dizaines	unités	,	dixièmes	centièmes	millièmes
						,			

```
\Tableau[Decimaux,Partie,Virgule=false]
```

Partie entière						Partie décimale		
centaines de milliers	dizaines de milliers	unités de milliers	centaines	dizaines	unités	dixièmes	centièmes	millièmes
					,			

```
\Tableau[Decimaux,Classes]
```

Classe des milliers			Classe des unités			,			
centaines de milliers	dizaines de milliers	unités de milliers	centaines	dizaines	unités	,	dixièmes	centièmes	millièmes
						,			

```
\Tableau[Decimaux,Partie,Classes]
```

Partie entière						,	**Partie décimale**		
Classe des milliers			Classe des unités			,			
centaines de milliers	dizaines de milliers	unités de milliers	centaines	dizaines	unités	,	dixièmes	centièmes	millièmes
						,			

```
\Tableau[Decimaux,Milliards,Partie,Classes,Nombres,CouleurG=blue!15,CouleurM=green!15,Couleurm=red!15,Couleuru=Cornsilk]
```

Partie entière												,	**Partie décimale**		
Classe des milliards			Classe des millions			Classe des milliers			Classe des unités			,			
centaines de milliards	dizaines de milliards	unités de milliards	centaines de millions	dizaines de millions	unités de millions	centaines de milliers	dizaines de milliers	unités de milliers	centaines	dizaines	unités	,	dixièmes	centièmes	millièmes
100 000 000 000	10 000 000 000	1 000 000 000	100 000 000	10 000 000	1 000 000	100 000	10 000	1 000	100	10	1	,	0,1 ou $\frac{1}{10}$	0,01 ou $\frac{1}{100}$	0,001 ou $\frac{1}{1\,000}$
												,			

```
\Tableau[Prefixes,Classes,Nombres,Micro]
```

Classe des milliers			Classe des unités			,						
		kilo	hecto	déca	unités	,	deci	centi	milli			micro
100 000	10 000	1 000	100	10	1	,	0,1 ou $\frac{1}{10}$	0,01 ou $\frac{1}{100}$	0,001 ou $\frac{1}{1\,000}$	0,000 1 ou $\frac{1}{10\,000}$	0,000 01 ou $\frac{1}{100\,000}$	0,000 001 ou $\frac{1}{1\,000\,000}$
						,						

```
\Tableau[Prefixes,Partie,Classes,Nombres,CouleurG=blue!15,CouleurM=green!15,Couleurm=red!15,Couleuru=Cornsilk]
```

Partie entière						,	**Partie décimale**		
Classe des milliers			Classe des unités			,			
		kilo	hecto	déca	unités	,	deci	centi	milli
100 000	10 000	1 000	100	10	1	,	0,1 ou $\frac{1}{10}$	0,01 ou $\frac{1}{100}$	0,001 ou $\frac{1}{1000}$
						,			
						,			

D'aucuns peuvent se demander comment a été réalisé ce changement d'orientation à l'intérieur d'un même document. Il faut utiliser le package pdflscape.

```
\documentclass[a4paper]{article}
\usepackage{ProfCollege}
\usepackage[margin=1cm,noheadfoot]{geometry}
\usepackage{pdflscape}
\begin{document}
\Tableau[Metre]
\begin{landscape}
  \Tableau[Decimaux,Millions]
\end{landscape}
\Tableau[Litre]
\end{document}
```

5 Questions - réponses à relier

La commande \Relie permet de créer des exercices avec des questions et réponses à relier. Elle a la forme suivante :

```
\Relie[⟨clés⟩]{⟨Liste des éléments par ligne⟩}
```

où

— ⟨clés⟩ constituent un ensemble d'options pour paramétrer la commande (paramètres optionnels) ;
— ⟨Liste des éléments par ligne⟩ est donnée sous la forme [13] c1-l1 / c2-l1 / n1 , c2-l1 / c2-l2 / n2...

```
\Relie{A/B/2,C/D/1}
```

Dans le code ci-dessus, on ne voit pas l'intérêt des nombres n1, n2... jusqu'à l'utilisation de la clé suivante.

La clé ⟨Solution⟩ valeur par défaut : false

fait apparaître les solutions.

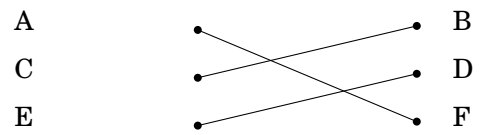
```
% La première question (A) est associée à la proposition (B) et reliée à la troisième
    réponse (3).
% La deuxième question (C) est associée à la proposition (D) et reliée à la première
    réponse (1).
% La troisième question (E) est associée à la proposition (F) et reliée à la deuxième
    réponse (2).
\Relie[Solution]{A/B/3,C/D/1,E/F/2}
```

Les clés suivantes permettent d'affiner la présentation.

La clé ⟨LargeurG⟩ valeur par défaut : 7 cm

modifie la largeur de la colonne de gauche.

```
\Relie[Solution,LargeurG=2cm]{A/B/3,C/D/1,E/F/2}
```



La clé ⟨LargeurD⟩ valeur par défaut : 2 cm

modifie la largeur de la colonne de droite qui est donc indépendante de la clé ⟨**LargeurG**⟩, car bien souvent les réponses sont moins longues que les questions.

13. c1 colonne 1 ; l1 ligne 1 ; n1 nombre 1...

La clé ⟨Ecart⟩ valeur par défaut : 2 cm

gère « la largeur [14] » entre les puces.

La clé ⟨Stretch⟩ valeur par défaut : 1.5

« aère » la présentation si besoin.

```
\Relie[LargeurG=2cm]{%
  $\dfrac35$/\num{0.8}/2,
  $\dfrac45$/\num{0.6}/1
}
```

$\frac{3}{5}$ •
$\frac{4}{5}$ •

• 0,8
• 0,6

```
\Relie[LargeurG=2cm,Ecart=1cm]{%
  $\dfrac35$/\num{0.8}/2,
  $\dfrac45$/\num{0.6}/1
}
```

$\frac{3}{5}$ •
$\frac{4}{5}$ •

• 0,8
• 0,6

```
% Les exemples ci-dessus doivent être aérés.
\Relie[LargeurG=2cm,Ecart=1cm,Stretch=2.5]{%
  $\dfrac35$/\num{0.8}/2,
  $\dfrac45$/\num{0.6}/1
}
```

$\frac{3}{5}$ •
$\frac{4}{5}$ •

• 0,8
• 0,6

Par défaut, la commande ne centre pas le tableau sur la page… Voilà une solution.

```
\footnotesize
\begin{center}
  \Relie[LargeurG=11cm,Ecart=1cm]{%
    L'aire d'un carré de côté \Lg{5}/\Lg{18}/5,
    Le périmètre d'un rectangle de longueur \Lg{5} et de largeur \Lg{4}/\Lg{20}/1,
    L'aire d'un triangle $ABC$ rectangle en $A$ tel que $AB=\Lg{6}$ et $AC=\Lg{5}$/\Aire{24}/4,
    Le périmètre d'un carré de côté \Lg{5}/\Aire{15}/2,
    L'aire d'un rectangle de longueur \Lg{6} et de largeur \Lg{4}/\Aire{25}/3
  }
\end{center}
```

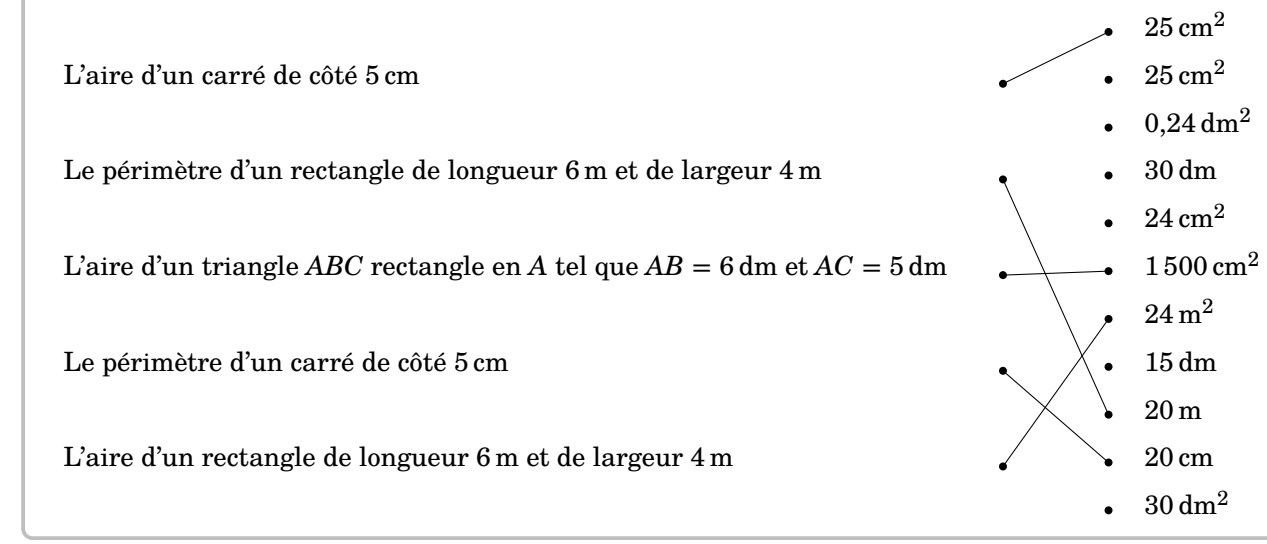
L'aire d'un carré de côté 5 cm •
Le périmètre d'un rectangle de longueur 5 cm et de largeur 4 cm •
L'aire d'un triangle ABC rectangle en A tel que $AB = 6$ cm et $AC = 5$ cm •
Le périmètre d'un carré de côté 5 cm •
L'aire d'un rectangle de longueur 6 cm et de largeur 4 cm •

• 18 cm
• 20 cm
• 24 cm^2
• 15 cm^2
• 25 cm^2

14. *Attention*, il ne faut pas oublier que la commande `\tabcolsep` intervient.

On peut vouloir proposer davantage de réponses que de questions. Pour cela, il suffit de laisser les éléments des première et dernière colonnes vides.

```
\begin{center}
  \Relie[Solution,LargeurG=12cm,Ecart=0.5cm]{%
    /\Aire{25}/,
    L'aire d'un carré de côté \Lg{5}/\Aire{25}/1,
    /\Aire[dm]{0.24}/,
    Le périmètre d'un rectangle de longueur \Lg[m]{6} et de largeur \Lg[m]{4}/\Lg[dm]{30}/9,
    /\Aire{24}/,
    L'aire d'un triangle $ABC$ rectangle en $A$ tel que $AB=\Lg[dm]{6}$ et $AC=\Lg[dm]{5}$/\Aire{
    1500}/6,
    /\Aire[m]{24}/,
    Le périmètre d'un carré de côté \Lg{5}/\Lg[dm]{15}/10,
    /\Lg[m]{20}/,
    L'aire d'un rectangle de longueur \Lg[m]{6} et de largeur \Lg[m]{4}/\Lg{20}/7,
    /\Aire[dm]{30}/
  }
\end{center}
```



6 Les questionnaires à choix multiples

La commande \QCM permet de créer des QCM, outils de plus en plus présents dans les évaluations. La commande a la forme :

```
\QCM[⟨clés⟩]{⟨Question 1⟩&a1&b1&...&nb1,⟨Question 2⟩&a2&b2&...&nb2,...
```

où

- ⟨clés⟩ constituent un ensemble d'options pour paramétrer la commande (paramètres optionnels) ;
- ⟨Question1⟩ est une question posée ;
- a1, b1... sont les réponses proposées en accord avec le nombre de réponses choisi ;
- nb1 est le numéro de la bonne réponse.

```
\QCM{%
  Combien fait $1+1$ ?&2&$-2$&0&1,%
  Que vaut $2\times3$ ?&2&4&6&3
}
```

1/ Combien fait $1+1$?	2	-2	0
2/ Que vaut 2×3 ?	2	4	6

Pour adapter la présentation des QCM, on utilise les clés ci-dessous.

La clé ⟨Stretch⟩ valeur par défaut : 1

« aère » le QCM.

```
\QCM[Stretch=2]{%
  Combien fait $1+1$ ?&2&$-2$&0&1,%
  Que vaut $2\times3$ ?&2&4&6&3
}
```

1/ Combien fait $1+1$?	2	-2	0
2/ Que vaut 2×3 ?	2	4	6

La clé ⟨Reponses⟩ valeur par défaut : 3

modifie le nombre de propositions.

```
\QCM[Stretch=2,Reponses=4]{%
  Combien fait $1+1$ ?&2&$-2$&0&1&1,%
  Que vaut $2\times3$ ?&2&3&4&6&4
}
```

1/ Combien fait $1+1$?	2	-2	0	1
2/ Que vaut 2×3 ?	2	3	4	6

La clé ⟨Largeur⟩ valeur par défaut : 2 cm

modifie la largeur des colonnes de propositions.

```
\QCM[Stretch=2,Reponses=4,Largeur=1cm]{%
  Combien fait $1+1$ ?&2&$-2$&0&1&1,%
  Que vaut $2\times3$ ?&2&4&6&3&3
}
```

1/ Combien fait $1+1$?	2	-2	0	1
2/ Que vaut 2×3 ?	2	4	6	3

La clé ⟨Titre⟩ valeur par défaut : false

permet de faire apparaître le nom des colonnes des propositions.

La clé ⟨Nom⟩ valeur par défaut : Réponse

indique le nom des colonnes des propositions.

La clé ⟨AlphT⟩ valeur par défaut : false

change, sous forme alphabétique, le compteur de numérotation des noms des colonnes des propositions.

```
\QCM[Stretch=2,Reponses=4,Titre,Nom=Choix]{%
  Combien fait $1+1$ ?&2&$-2$&0&1&1,%
  Que vaut $2\times3$ ?&2&4&6&3&3
}
```

	Choix 1	Choix 2	Choix 3	Choix 4
1/ Combien fait $1+1$?	2	-2	0	1
2/ Que vaut 2×3 ?	2	4	6	3

```
\QCM[Stretch=2,Reponses=4,Titre,AlphT]{%
  Combien fait $1+1$ ?&2&$-2$&0&1&1,%
  Que vaut $2\times3$ ?&2&4&6&3&3
}
```

	Réponse A	Réponse B	Réponse C	Réponse D
1/ Combien fait $1+1$?	2	-2	0	1
2/ Que vaut 2×3 ?	2	4	6	3

La clé ⟨Alph⟩ valeur par défaut : false

change, sous forme alphabétique, le compteur de numérotation des questions [15].

```
\QCM[Stretch=2,Reponses=4,Alph]{%
  $1+1=?$&2&$-2$&0&4&1,%
  $2\times3=?$&2&4&6&8&3
}
```

A/ $1+1=?$	2	-2	0	4
B/ $2\times3=?$	2	4	6	8

Cette clé ⟨**Alph**⟩ force l'utilisation d'un compteur alphabétique qui empêche la compilation si le nombre de questions est supérieur à 26.
Dans ce cas, on peut utiliser le package `alphalph` sous la forme suivante :

```
\usepackage{alphalph}
\renewcommand*{\theQuestionQCM}{%
  \AlphAlph{\value{QuestionQCM}}%
}
```

Dans ce cas, il convient *de ne pas utiliser* la clé ⟨**Alph**⟩ de la commande `\QCM`.

La clé ⟨Alterne⟩ valeur par défaut : false

permet de colorier, alternativement en blanc et gris, chacune des lignes du QCM.

```
\QCM[Alterne,Alph,Stretch=2,Reponses=4]{%
  $1+1=?$&2&$-2$&0&4&1,%
  $2\times3=?$&2&4&6&8&3,%
  $2\times5+1=?$&9&10&11&12&3,%
  $-5+4=?$&$-9$&$-1$&1&9&2
}
```

A/ $1+1=?$	2	-2	0	4
B/ $2\times3=?$	2	4	6	8
C/ $2\times5+1=?$	9	10	11	12
D/ $-5+4=?$	-9	-1	1	9

15. Afin d'éviter des écritures de questions sous la forme « **1**/ $1+1=?$ ».

Il se peut que le QCM sorte physiquement de la page. Il faut alors *couper* le QCM.

La clé ⟨Depart⟩ valeur par défaut : 1

modifie la première valeur du compteur de numérotation des questions.

```
\QCM[Depart=5,Alph,Stretch=2,Reponses=4]{%
  $1+1=?$&2&$-2$&0&4&1,%
  $2\times3=?$&2&4&6&8&3
}

\bigskip

\QCM[Depart=314,Stretch=2,Reponses=4]{%
  $2\times5+1=?$&9&10&11&12&3,%
  $-5+4=?$&$-9$&$-1$&1&9&2
}
```

E/ $1+1=?$	2	-2	0	4
F/ $2\times3=?$	2	4	6	8

314/ $2\times5+1=?$	9	10	11	12
315/ $-5+4=?$	-9	-1	1	9

Enfin, on peut décider d'afficher les solutions du QCM.

La clé ⟨Solution⟩ valeur par défaut : false

affiche, en couleur, la solution de chacune des questions du QCM.

La clé ⟨Couleur⟩ valeur par défaut : `gray!25`

permet le choix de la couleur utilisée pour indiquer les solutions du QCM.

```
\QCM[Stretch=2,Reponses=4,Solution,Couleur=yellow!15]{%
  $1+1=?$&2&$-2$&0&4&1,%
  $2\times3=?$&2&4&6&8&3
}
```

1/ $1+1=?$	2	-2	0	4
2/ $2\times3=?$	2	4	6	8

Le cas des questionnaires « Vrai - Faux »

C'est un cas un peu particulier des QCM car il n'est pas nécessaire d'indiquer des propositions.

La clé ⟨VF⟩ valeur par défaut : false

permet de basculer le QCM sous la forme d'un questionnaire « Vrai - Faux ». Mais dans ce cas, il n'y a que la question et le numéro de la réponse dans la déclaration du questionnaire (1 pour une réponse « Vrai », 2 pour une réponse « Faux »).

La clé ⟨NomV⟩ valeur par défaut : Vrai

modifie le nom de la colonne « Vrai » ;

La clé ⟨NomF⟩ valeur par défaut : Faux

modifie le nom de la colonne « Faux ».

La clé ⟨Solution⟩ valeur par défaut : false

affiche, par une croix, la solution de chacune des questions du « Vrai - Faux ».

Les clés ⟨**Largeur**⟩, ⟨**Alterne**⟩, ⟨**Alph**⟩, ⟨**Stretch**⟩ sont aussi disponibles pour la clé ⟨**VF**⟩.

```
\QCM[VF,Alterne,Alph,Stretch=2]{%
  $1+1=2$&1,%
  $2\times3=7$&2,%
  $1+4=5$&1,%
  $2\times5=10$&1
}
```

	Vrai	Faux
A/ $1+1=2$	☐	☐
B/ $2\times3=7$	☐	☐
C/ $1+4=5$	☐	☐
D/ $2\times5=10$	☐	☐

```
\QCM[VF,Alph,Stretch=2,NomV=True,NomF=False,Solution]{%
  $23$ is one less than 24.&1,%
  $50$ is five less than 45.&2,%
  $50$ is ten more than 30.&2
}
```

	True	False
A/ 23 is one less than 24.	☒	☐
B/ 50 is five less than 45.	☐	☒
C/ 50 is ten more than 30.	☐	☒

Un questionnaire « Vrai - Faux » à propositions multiples

Répondre « Vrai » ou « Faux » peut restreindre le champ des questionnements. On peut vouloir proposer des questionnaires possédant de multiples propositions similiaires de réponses.

La clé ⟨Multiple⟩ valeur par défaut : false

permet de créer un « Vrai - Faux » à multiples propositions.

La clé ⟨Noms⟩ valeur par défaut : A/B/C

indique les propositions. Il faut que leur nombre soit en accord avec la clé ⟨**Reponses**⟩.

Les clés ⟨**Alterne**⟩, ⟨**Solution**⟩, ⟨**Reponses**⟩, ⟨**Alph**⟩, ⟨**Stretch**⟩, ⟨**Depart**⟩ et ⟨**Largeur**⟩ sont aussi disponibles pour la clé ⟨**Multiple**⟩.

Pour indiquer les solutions, il faut utiliser 1 ou 0 en accord avec la clé ⟨**Reponses**⟩.

```
\QCM[Multiple,Depart=12,Alterne,Reponses=4,Alph,Stretch=2,Largeur=2.5cm,%
  Noms={pair/impair/premier/divisible par 3}]{%
  36 est un nombre\dots&1&0&0&1,%
  17 est un nombre\dots&0&1&1&0,%
  15 est un nombre\dots&0&1&0&1
}
```

	pair	impair	premier	divisible par 3
L/ 36 est un nombre…	☐	☐	☐	☐
M/ 17 est un nombre…	☐	☐	☐	☐
N/ 15 est un nombre…	☐	☐	☐	☐

```
\QCM[Multiple,Alterne,Solution,Reponses=4,Alph,Stretch=2,Largeur=2.5cm,%
  Noms={pair/impair/premier/divisible par 3}]{%
  36 est un nombre\dots&1&0&0&1,%
  17 est un nombre\dots&0&1&1&0,%
  15 est un nombre\dots&0&1&0&1
}
```

	pair	impair	premier	divisible par 3
A/ 36 est un nombre…	☒	☐	☐	☒
B/ 17 est un nombre…	☐	☒	☒	☐
C/ 15 est un nombre…	☐	☒	☐	☒

7 Les questions « flash »

Cette commande n'est destinée qu'à la vidéo-projection et n'est donc à utiliser qu'avec la classe `beamer`.

Comme indiqué dans la partie Problèmes connus (page 203), il ne faut pas oublier d'adapter les options de classe.

```
\documentclass[xcolor={table,svgnames}]{beamer}
```

On peut compléter le préambule, avec les commandes ci-dessous.

```
% Pour une meilleure écriture des mathématiques.
\usefonttheme[onlymath]{serif}
% Pour supprimer les icônes de navigation.
\setbeamertemplate{navigation symbols}{}
```

De plus en plus utilisées en début de séance, les questions « flash » peuvent être construites avec la commande :

```
\QFlash[⟨clés⟩]{⟨Question⟩/⟨Paramètre 1⟩/⟨Paramètre 2⟩…}
```

où

- ⟨clés⟩ constituent un ensemble d'options, dont une est obligatoire, pour paramétrer la commande ;
- ⟨Question⟩ est la question proposée ;
- ⟨Paramètre 1⟩… est une série de paramètres associés au type de questions « flash » choisi parmi les dix types de questions « flash » implantés.

Toutes les clés permettant de choisir le type de questions « flash » de cette partie sont incompatibles entre elles, mais une d'entre elles est obligatoire au bon fonctionnement de la commande `\QFlash`.

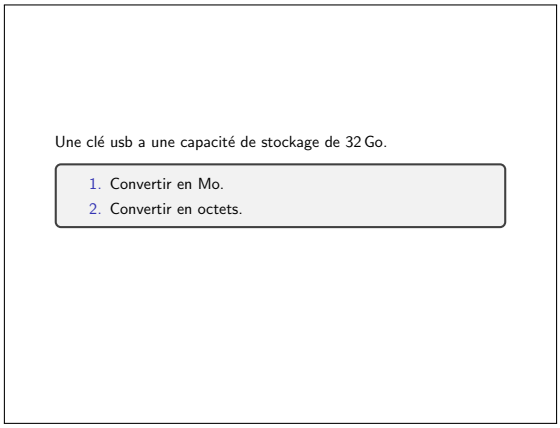
Chaque utilisation de la commande `\QFlash` crée une diapositive dans le fichier PDF final.

Les types de questions « flash »

La clé ⟨Simple⟩ — valeur par défaut : false

affiche un style simple, sans fioritures.

```
\QFlash[Simple]{%
  Une clé usb a une capacité de stockage
     de \Octet[Go]{32}./%
  \begin{enumerate}
  \item Convertir en \Octet[Mo]{}.
  \item Convertir en octets.
  \end{enumerate}
}
```



La clé ⟨Kahout⟩ valeur par défaut : false

affiche un style proche des QCM Kahoot ! [16] en ligne.

La clé ⟨Pause⟩ valeur par défaut : false
permet d'afficher les questions / propositions / calculs de réponse au besoin de l'enseignant.

La clé ⟨Hauteur⟩ valeur par défaut : `0.2\textheight`
modifie la hauteur du cadre contenant les propositions.

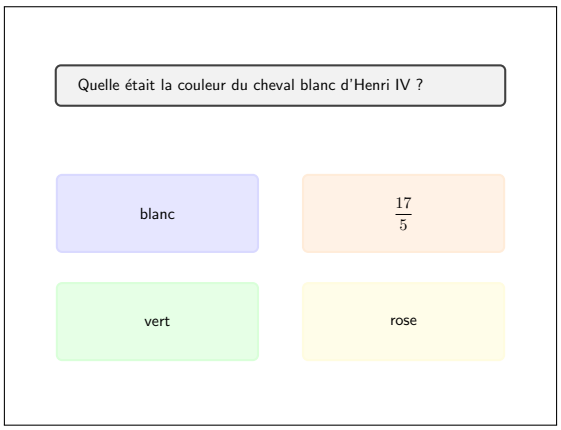
La clé ⟨Couleur1⟩ valeur par défaut : blue !10
modifie la couleur du cadre 1 des propositions.

La clé ⟨Couleur2⟩ valeur par défaut : orange !10
modifie la couleur du cadre 2 des propositions.

La clé ⟨Couleur3⟩ valeur par défaut : green !10
modifie la couleur du cadre 3 des propositions.

La clé ⟨Couleur4⟩ valeur par défaut : yellow !10
modifie la couleur du cadre 4 des propositions.

```
\QFlash[Kahout]{%
  Quelle était la couleur du cheval
    blanc d'Henri IV ?/%
  blanc/%
  $\dfrac{17}5$/%
  vert/%
  rose%
}
```

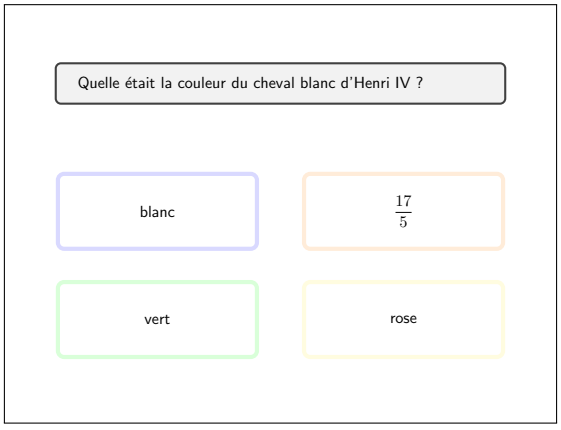


La clé ⟨Intrus⟩ valeur par défaut : false

reprend le style de la clé ⟨**Kahout**⟩ en modifiant l'apparence des propositions de réponses.

Les clés ⟨**Pause**⟩, ⟨**Hauteur**⟩, ⟨**Couleur1**⟩, ⟨**Couleur2**⟩, ⟨**Couleur3**⟩, ⟨**Couleur4**⟩ sont aussi disponibles pour la clé ⟨**Intrus**⟩.

```
\QFlash[Intrus]{%
  Quelle était la couleur du cheval
    blanc d'Henri IV ?/%
  blanc/%
  $\dfrac{17}5$/%
  vert/%
  rose%
}
```



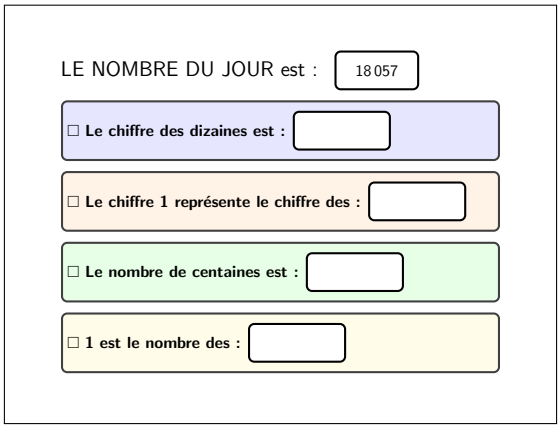
16. https://kahoot.com/

La clé ⟨Numeration⟩ valeur par défaut : false

affiche des questions *prédéfinies* portant sur la numération entière.

Les clés ⟨**Pause**⟩, ⟨**Couleur1**⟩, ⟨**Couleur2**⟩, ⟨**Couleur3**⟩, ⟨**Couleur4**⟩ sont aussi disponibles pour la clé ⟨**Numeration**⟩.

```
\QFlash[Numeration]{%
  18057/%
  dizaines/%
  1/%
  centaines/%
  1%
}
```



La clé ⟨Decimal⟩ valeur par défaut : false

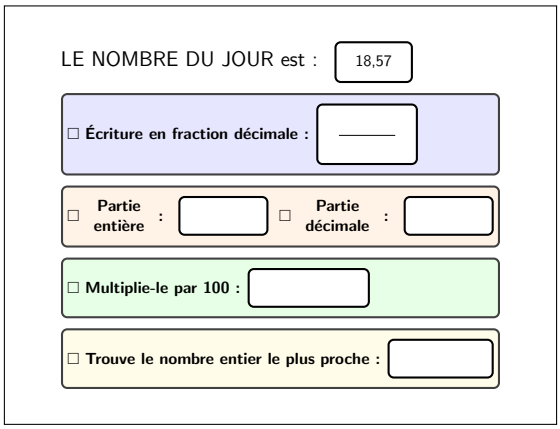
affiche des questions *prédéfinies* portant sur les nombres décimaux.

La clé ⟨Operation⟩ valeur par défaut : Multiplie

permet de changer l'opération à utiliser. Avec le texte déjà inscrit, la seule autre valeur possible de cette clé est `Divise`.

Les clés ⟨**Pause**⟩, ⟨**Couleur1**⟩, ⟨**Couleur2**⟩, ⟨**Couleur3**⟩, ⟨**Couleur4**⟩ sont aussi disponibles pour la clé ⟨**Decimal**⟩.

```
\QFlash[Decimal]{%
  18.57/%
  100%
}
```



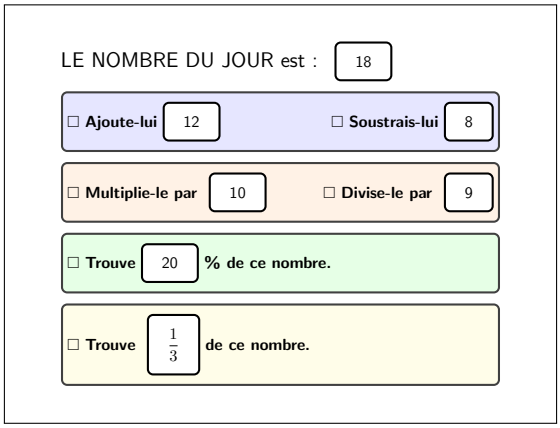
La clé ⟨Mental⟩ valeur par défaut : false

permet de travailler le calcul mental avec des questions *prédéfinies*.

Contrairement aux autres clés, le formatage des propositions n'est pas fait, afin de permettre de travailler sur différents types de nombres.

Les clés ⟨**Pause**⟩, ⟨**Couleur1**⟩, ⟨**Couleur2**⟩, ⟨**Couleur3**⟩, ⟨**Couleur4**⟩ sont aussi disponibles pour la clé ⟨**Mental**⟩.

```
% La commande \num, du package siunitx,
    formate le nombre 0.15.
\QFlash[Mental]{\num{18}/%
  \num{12}/%
  \num{8}/%
  \num{10}/%
  \num{9}/%
  \num{20}/%
  $\dfrac13$%
}
```

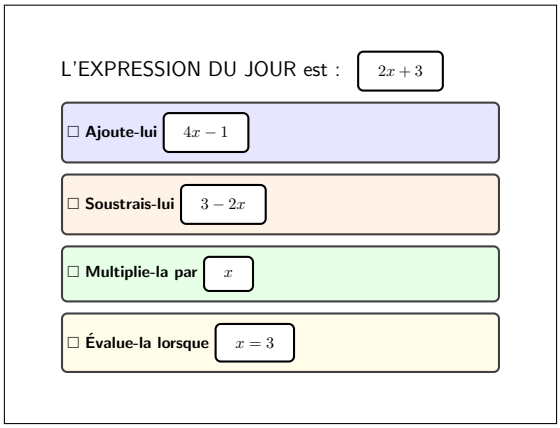


La clé ⟨Expression⟩ valeur par défaut : false

permet de travailler sur une expression littérale avec des questions *prédéfinies*.

Les clés ⟨**Pause**⟩, ⟨**Couleur1**⟩, ⟨**Couleur2**⟩, ⟨**Couleur3**⟩, ⟨**Couleur4**⟩ sont aussi disponibles pour la clé ⟨**Expression**⟩.

```
\QFlash[Expression]{$2x+3$/%
  $4x-1$/%
  $3-2x$/%
  $x$/%
  $x=3$%
}
```

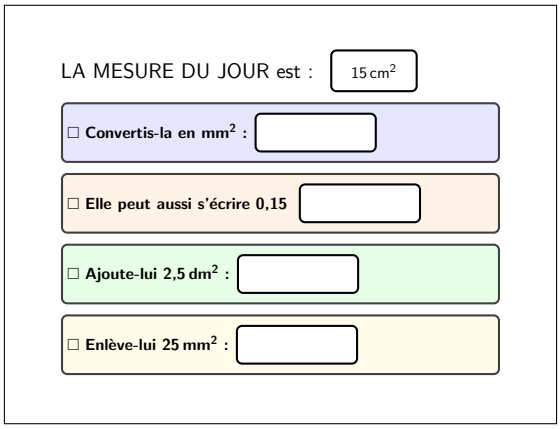


La clé ⟨Mesure⟩ valeur par défaut : false

permet de travailler sur diverses conversions d'unités de mesure avec des questions *prédéfinies*.

Les clés ⟨**Pause**⟩, ⟨**Couleur1**⟩, ⟨**Couleur2**⟩, ⟨**Couleur3**⟩, ⟨**Couleur4**⟩ sont aussi disponibles pour la clé ⟨**Mesure**⟩.

```
% On utilise les commandes de grandeurs
    définies dans le chapitre 3.
\QFlash[Mesure]{\Aire{15}/%
  \Aire[mm]{}/%
  \num{0.15}/%
  \Aire[cm]{2.5}/%
  \Aire[mm]{25}%
}
```



La clé ⟨Heure⟩ valeur par défaut : false

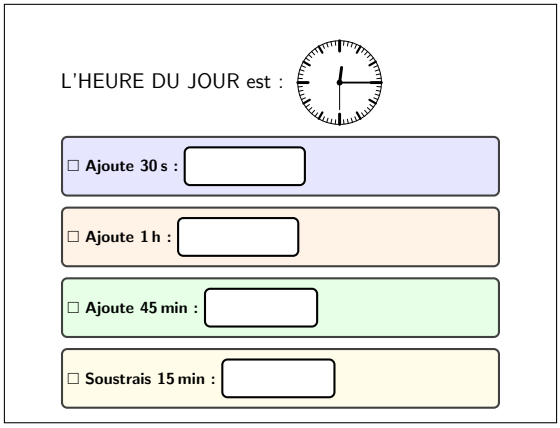
permet de travailler la lecture d'heures et les calculs temporels. L'heure choisie est donnée sous la forme `hhmmss`.

La clé ⟨Numerique⟩ valeur par défaut : false

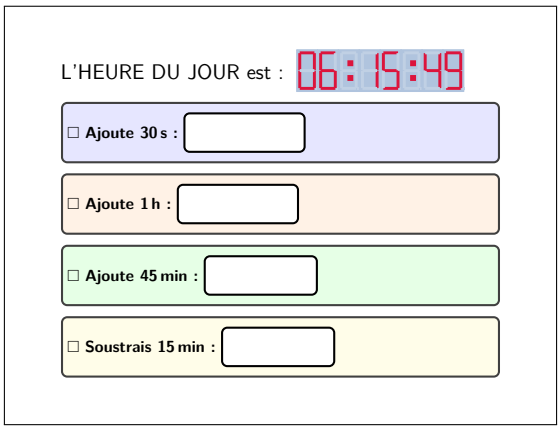
pour remplacer l'horloge par un afficheur numérique.

Les clés ⟨**Pause**⟩, ⟨**Couleur1**⟩, ⟨**Couleur2**⟩, ⟨**Couleur3**⟩, ⟨**Couleur4**⟩ sont aussi disponibles pour la clé ⟨**Heure**⟩.

```
% On utilise les commandes de grandeurs
    définies dans la partie 3.
\QFlash[Heure]{121530/%
  Ajoute \Temps{;;;;30}/%
  Ajoute \Temps{;;;1}/%
  Ajoute \Temps{;;;45}/%
  Soustrais \Temps{;;;15}%
}
```



```
% On utilise les commandes de grandeurs
    définies dans la partie 3.
\QFlash[Numerique,Heure]{061549/%
  Ajoute \Temps{;;;;;30}/%
  Ajoute \Temps{;;;1}/%
  Ajoute \Temps{;;;;45}/%
  Soustrais \Temps{;;;;15}%
}
```



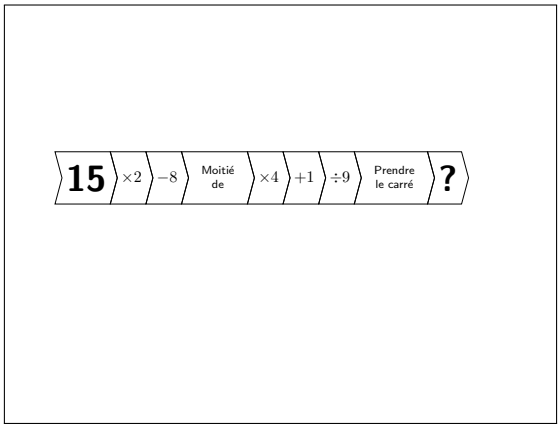
Toutes les questions de la clé ⟨**Heure**⟩ sont modifiables.

La clé ⟨Daily⟩ [17] valeur par défaut : false

permet de travailler, sous forme de jeu, le calcul mental qu'il soit numérique ou littéral.

La clé ⟨**Pause**⟩ est aussi disponible pour la clé ⟨**Daily**⟩.

```
\QFlash[Daily]{%
  15/%
  $\times2$/%
  $-8$/%
  \scriptsize%
  \begin{tabular}{c}
    Moitié\\
    de
  \end{tabular}/%
  $\times4$/%
  $+1$/%
  $\div9$/%
  \scriptsize%
  \begin{tabular}{c}
    Prendre\\
    le carré%
  \end{tabular}/%
  $-7$,
}
```



Toutes les questions de la clé ⟨**Daily**⟩ sont modifiables.

17. Cette clé provient d'une idée du « Daily Mail » :
https://www.dailymail.co.uk/news/article-500010/Day-Four-brilliant-new-brain-trainer-30-Second-Challenge.html

La clé ⟨Seul⟩ valeur par défaut : false

laisse l'utilisateur seul aux commandes pour construire sa propre question « flash ». Elle est indiquée sous la forme d'un « titre » facultatif suivi *d'au maximum* 4 questions.

Les clés ⟨**Pause**⟩, ⟨**Couleur1**⟩, ⟨**Couleur2**⟩, ⟨**Couleur3**⟩, ⟨**Couleur4**⟩ sont aussi disponibles pour la clé ⟨**Heure**⟩.

La clé ⟨**Seul**⟩ est accompagnée d'une commande `\BoiteFlash`.

```
\BoiteFlash{}

\BoiteFlash{$2x+3$}
```

$2x + 3$

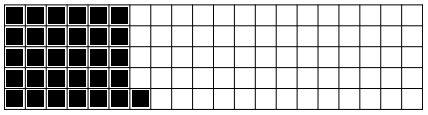
```
\QFlash[Seul]{%
  \Large Le prix du jour est :
    \BoiteFlash{\num{17,00} €}/%
  $\square$ Il augmente de 10 \%.
  \\Son nouveau prix est :
  \BoiteFlash{}/%
  $\square$ Il diminue de 20 \%.
  \\Son nouveau prix est :
  \BoiteFlash{}%
}
```

Le prix du jour est : 17,00 €

☐ Il augmente de 10 %.
Son nouveau prix est :

☐ Il diminue de 20 %.
Son nouveau prix est :

```
% La figure utilisée est fournie avec le
     package ProfCollege.
\QFlash[Seul]{%
  \begin{center}
    \includegraphics{Doc-Flash-13-fig-1.
    pdf}
  \end{center}/
  $\square$ Quelle fraction du grand
    rectangle représente la partie
  noircie ?/%
  $\square$ Peut-on simplifier cette
    fraction ?/%
  $\square$ Que lui ajouter pour obtenir
     la
  fraction $\dfrac12$ ?
}
```



☐ Quelle fraction du grand rectangle représente la partie noircie ?

☐ Peut-on simplifier cette fraction ?

☐ Que lui ajouter pour obtenir la fraction $\frac{1}{2}$?

Dans la limite de 4, le nombre de questions est automatiquement détecté.

Faire une évaluation associée

Pour compléter les questions « flash », on peut les accompagner d'une évaluation « flash »…

La clé ⟨Evaluation⟩	valeur par défaut : false
transforme les questions « flash » en évaluation « flash ».	

Cela désactive les environnements `frame` de `beamer`. Il convient donc de changer le préambule pour en retrouver un conforme à une utilisation papier.

```
\QFlash[Kahout,Evaluation,Hauteur=0.1\textheight]{Test/%
  2/%
  3/%
  $\pi$/%
  $\dfrac34$}
\QFlash[Heure,Numerique,Evaluation]{060807/%
  Lis l'heure/%
  Ajoute-lui \Temps{;;;;30}/%
  Encadre-la par deux heures \og pleines\fg{}/%
  Ajoute-lui \Temps{;;;2}}
```

Test

2 | 3 | π | $\frac{3}{4}$

L'HEURE DU JOUR est : 06:08:07

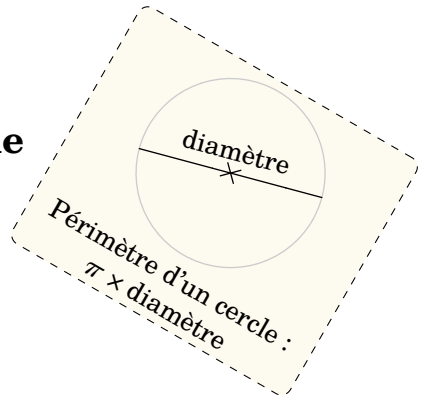
☐ **Lis l'heure :**

☐ **Ajoute-lui 30 min :**

☐ **Encadre-la par deux heures « pleines » :**

☐ **Ajoute-lui 2 h :**

8 Les formules de périmètre, d'aire, de volume



Il est toujours utile d'avoir une possibilité d'inclure un rappel sur les formules de périmètre, d'aire, de volume. C'est l'objet de cette commande `\Formule` qui a la forme suivante :

`\Formule[`⟨clés⟩`]`

---

où ⟨clés⟩ constituent un ensemble d'options, dont au moins une est obligatoire, pour paramétrer la commande.

La clé obligatoire est :

— soit la clé ⟨**Perimetre**⟩ associée à la clé ⟨**Surface**⟩ ;
— soit la clé ⟨**Aire**⟩ associée à la clé ⟨**Surface**⟩ ;
— soit la clé ⟨**Volume**⟩ associée à la clé ⟨**Solide**⟩.

La clé ⟨Perimetre⟩ valeur par défaut : false

permet d'afficher une des formules de calcul du périmètre d'une surface.

La clé ⟨Surface⟩ valeur par défaut : carré

indique la surface à utiliser pour le rappel. Elle est renseignée par le nom de l'objet géométrique indiqué *en minuscule et accentué* [18] et choisi parmi : ***polygone***, ***triangle***, ***parallélogramme***, ***losange***, ***rectangle***, ***carré***, ***cercle***.

La clé ⟨Ancre⟩ valeur par défaut : {(0,0)}

permet de placer *au mieux* le rappel sur la page. L'ancre est donnée :
— soit de manière absolue dans le repère Ti*k*Z construit au moment de l'utilisation de la commande `\Formule` ;
— soit de manière relative dans le repère Ti*k*Z de la page courante.
L'ancre est écrite entre {} et elle indique les coordonnées du centre de la figure [19] Ti*k*Z.

La clé ⟨Angle⟩ valeur par défaut : 0

permet « d'orienter » le rappel.

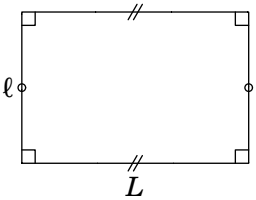
La clé ⟨Largeur⟩ valeur par défaut : 5 cm

modifie la largeur de la « boîte » entourant la formule rappelée.

La clé ⟨Couleur⟩ valeur par défaut : white

modifie la couleur de fond du rappel choisi.

```
% La définition de la couleur myyellow est : \definecolor{myyellow}{RGB}{242,226,149}.
% Positionnement relatif de l'ancre.
\Formule[Couleur=myyellow!15,Perimetre,Surface=cercle,Ancre={([xshift=-4cm,yshift=-3cm]current
    page.north east)},Angle=-30]
% Positionnement absolu de l'ancre.
\Formule[Perimetre,Surface=rectangle,Ancre={(14,-2)}]
```



Périmètre d'un rectangle :
$2 \times (L + \ell)$

Pour la gestion des noms accentués, les utilisateurs de pdfLaTeX doivent *impérativement* ajouter dans le préambule :

```
\usepackage[utf8]{inputenc}
\usepackage[T1]{fontenc}
```

18. Cela permet de distinguer l'objet géométrique de la clé utilisée.
19. L'ensemble est une figure Ti*k*Z, d'où une nécessaire double compilation. METAPOST produit les figures géométriques, d'où une nécessaire compilation en shell-escape.

La clé ⟨Aire⟩ valeur par défaut : false

permet d'afficher une des formules de calcul de l'aire d'une surface.

> **La clé ⟨Surface⟩** valeur par défaut : carré
>
> indique la surface à utiliser pour le rappel. Elle est renseignée par le nom de l'objet géométrique indiqué *en minuscule et accentué*[20] et choisi parmi : ***triangle***, ***parallélogramme***, ***losange***, ***rectangle***, ***carré***, ***disque*** et ***sphère***.

Les clés ⟨**Ancre**⟩, ⟨**Angle**⟩, ⟨**Largeur**⟩ et ⟨**Couleur**⟩ sont aussi disponibles pour la clé ⟨**Aire**⟩.

```
\Formule[Aire,Surface=triangle,Ancre={([xshift=3cm,yshift=-3cm]current page.west)}]

\Formule[Aire,Surface=losange,Ancre={([xshift=5cm,yshift=7cm]current page.south west)},
    Angle=-20,Largeur=6cm]
```

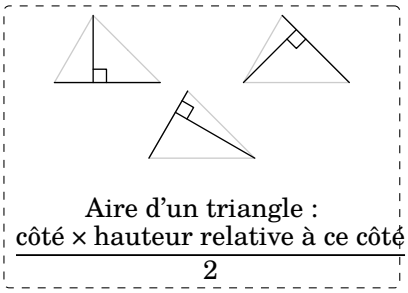
La clé ⟨Volume⟩ valeur par défaut : false

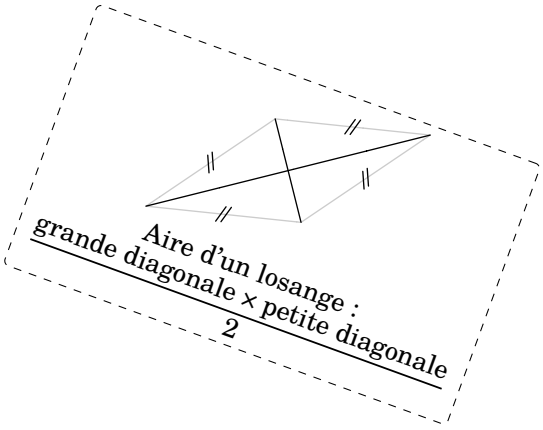
permet d'afficher une des formules de calcul du volume d'un solide.

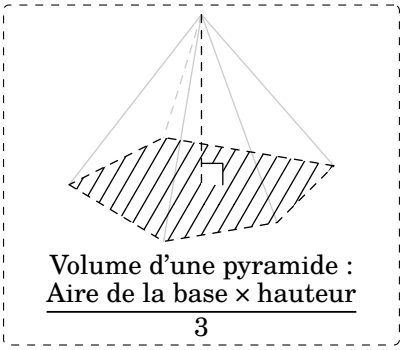
> **La clé ⟨Solide⟩** valeur par défaut : pavé
>
> indique le solide à utiliser pour le rappel. Elle est renseignée par le nom de l'objet géométrique indiqué *en minuscule et accentué* et choisi parmi : ***pavé*** (pour un pavé droit), ***cube***, ***cylindre*** (pour cylindre de révolution), ***prisme***[21] (pour prisme droit), ***cône*** (pour cône de révolution), ***pyramide***[22] et ***boule***.

Les clés ⟨**Ancre**⟩, ⟨**Angle**⟩, ⟨**Largeur**⟩ et ⟨**Couleur**⟩ sont également disponibles pour la clé ⟨**Volume**⟩.

```
\Formule[Volume,Solide=pyramide,Ancre={([xshift=4cm,yshift=8
    cm]current page.south)}]
```







20. Cela permet de distinguer l'objet géométrique de la clé utilisée.
21. Le prisme droit tracé est à base trapézoïdale.
22. La pyramide tracée est à base pentagonale.

9 Le théorème de Pythagore

La commande \Pythagore permet de rédiger la solution d'un exercice basé sur le théorème de Pythagore, sa réciproque ou la contraposée. Elle a la forme suivante :

```
\Pythagore[⟨clés⟩]{⟨Nom du triangle⟩}{a}{b}{c}
```

où

— ⟨clés⟩ constituent un ensemble d'options pour paramétrer la commande (paramètres optionnels) ;
— ⟨Nom du triangle⟩ désigne un triangle donné comme en mathématiques (le triangle ABC) ; le (potentiel ?) sommet de l'angle droit ayant la position centrale ;
— a, b et c sont les longueurs des côtés (paramètres obligatoires).

Pour permettre les calculs, les paramètres a, b et c doivent respecter des conditions :

— le calcul de la longueur de l'hypoténuse d'un triangle rectangle, dont les côtés de l'angle droit mesurent a et b, se fait avec a $\leqslant$ b et c vide ;

```
% Comme 7<8 alors la commande
% calcule la longueur de l'hypoténuse.
\Pythagore{ABC}{7}{8}{}
```

Dans le triangle ABC rectangle en B, le théorème de Pythagore permet d'écrire :

$$\begin{aligned} AC^2 &= AB^2 + BC^2 \\ AC^2 &= 7^2 + 8^2 \\ AC^2 &= 49 + 64 \\ AC^2 &= 113 \\ AC &= \sqrt{113} \\ AC &\approx 10{,}63 \text{ cm} \end{aligned}$$

— le calcul de la longueur d'un côté de l'angle droit d'un triangle rectangle d'hypoténuse de longueur a et dont l'autre côté de l'angle droit mesure b se fait avec a > b et c vide ;

```
% Comme 10>5 alors la commande calcule
% la longueur du côté de l'angle droit
% manquant.
\Pythagore{IJK}{10}{5}{}
```

Dans le triangle IJK rectangle en J, le théorème de Pythagore permet d'écrire :

$$\begin{aligned} IK^2 &= IJ^2 + JK^2 \\ 10^2 &= IJ^2 + 5^2 \\ 100 &= IJ^2 + 25 \\ IJ^2 &= 100 - 25 \\ IJ^2 &= 75 \\ IJ &= \sqrt{75} \\ IJ &\approx 8{,}66 \text{ cm} \end{aligned}$$

— la preuve (ou non) qu'un triangle dont les côtés mesurent a, b et c soit rectangle se fait avec a > b *et* a > c.

```
% Déterminer si le triangle est rectangle.
\Pythagore[Reciproque]{IJK}{5}{3}{4}
```

Dans le triangle IJK, $[IK]$ est le plus grand côté.

$$\left.\begin{aligned} IK^2 &= 5^2 = 25 \\ IJ^2 + JK^2 &= 3^2 + 4^2 = 9 + 16 = 25 \end{aligned}\right\} IK^2 = IJ^2 + JK^2$$

Comme $IK^2 = IJ^2 + JK^2$, alors le triangle IJK est rectangle en J d'après la réciproque du théorème de Pythagore.

Calculer avec le théorème de Pythagore

L'écriture du nom du triangle est à faire avec soin comme le montrent les exemples ci-dessous.

```
\Pythagore{AIR}{7}{3}{}
```

Dans le triangle AIR rectangle en I, le théorème de Pythagore permet d'écrire :

$$\begin{aligned} AR^2 &= AI^2 + IR^2 \\ 7^2 &= AI^2 + 3^2 \\ 49 &= AI^2 + 9 \\ AI^2 &= 49 - 9 \\ AI^2 &= 40 \\ AI &= \sqrt{40} \\ AI &\approx 6{,}32 \text{ cm} \end{aligned}$$

```
\Pythagore{RIA}{7}{3}{}
```

Dans le triangle RIA rectangle en I, le théorème de Pythagore permet d'écrire :

$$\begin{aligned} RA^2 &= RI^2 + IA^2 \\ 7^2 &= RI^2 + 3^2 \\ 49 &= RI^2 + 9 \\ RI^2 &= 49 - 9 \\ RI^2 &= 40 \\ RI &= \sqrt{40} \\ RI &\approx 6{,}32 \text{ cm} \end{aligned}$$

Passons en revue les clés disponibles. Elles portent sur la présentation générale, sur les calculs ou sur les figures qu'on pourra éventuellement associer aux calculs.

La clé ⟨Soustraction⟩ valeur par défaut : false

permet d'afficher le théorème de Pythagore sous sa forme soustractive[23] lorsqu'on calcule la longueur d'un côté de l'angle droit.

```
\Pythagore[Soustraction]{IJK}{10}{5}{}
```

Dans le triangle IJK rectangle en J, le théorème de Pythagore permet d'écrire :

$$\begin{aligned} IJ^2 &= IK^2 - JK^2 \\ IJ^2 &= 10^2 - 5^2 \\ IJ^2 &= 100 - 25 \\ IJ^2 &= 75 \\ IJ &= \sqrt{75} \\ IJ &\approx 8{,}66 \text{ cm} \end{aligned}$$

La clé ⟨Egalite⟩ valeur par défaut : false

permet de passer de l'écriture « le théorème de Pythagore » à l'écriture « l'égalité de Pythagore » qui était, un temps, apparue dans les programmes du cycle 4.

```
\Pythagore[Egalite]{FBT}{5}{7}{}
```

Comme le triangle FBT est rectangle en B, alors l'égalité de Pythagore est vérifiée :

$$\begin{aligned} FT^2 &= FB^2 + BT^2 \\ FT^2 &= 5^2 + 7^2 \\ FT^2 &= 25 + 49 \\ FT^2 &= 74 \\ FT &= \sqrt{74} \\ FT &\approx 8{,}6 \text{ cm} \end{aligned}$$

23. Clé mise en place suite à une demande de Kévin Maladry.

La clé ⟨Perso⟩ [24] valeur par défaut : false

permet de personnaliser la rédaction utilisée grâce à la commande \RedactionPythagore qui est associée aux commandes \NomTriangle, \NomAngleDroit, \NomSommetA et \NomSommetC.

```
\renewcommand{\RedactionPythagore}{%
  Je sais que le triangle $\NomTriangle$
    est rectangle en $\NomAngleDroit$.
    Donc j'applique le théorème de
    Pythagore :%
}
\Pythagore[Perso,Exact]{ABC}{10}{6}{}
```

Je sais que le triangle ABC est rectangle en B. Donc j'applique le théorème de Pythagore :

$$
\begin{aligned}
AC^2 &= AB^2 + BC^2\\
10^2 &= AB^2 + 6^2\\
100 &= AB^2 + 36\\
AB^2 &= 100 - 36\\
AB^2 &= 64\\
AB &= \sqrt{64}\\
AB &= 8 \text{ cm}
\end{aligned}
$$

La partie « calculs » de cette commande \Pythagore peut (et doit) être paramétrée. En effet, sans aucune clé, nous obtiendrons la rédaction fausse ci-dessous.

```
\Pythagore{RST}{6}{8}{}
```

Dans le triangle RST rectangle en S, le théorème de Pythagore permet d'écrire :

$$
\begin{aligned}
RT^2 &= RS^2 + ST^2\\
RT^2 &= 6^2 + 8^2\\
RT^2 &= 36 + 64\\
RT^2 &= 100\\
RT &= \sqrt{100}\\
RT &\approx 10 \text{ cm}
\end{aligned}
$$

On va pouvoir améliorer cette imprécision grâce à deux clés.

La clé ⟨Exact⟩ valeur par défaut : false

indique que la valeur *finale* obtenue est une valeur exacte.

```
\Pythagore[Exact]{RST}{6}{8}{}
```

Dans le triangle RST rectangle en S, le théorème de Pythagore permet d'écrire :

$$
\begin{aligned}
RT^2 &= RS^2 + ST^2\\
RT^2 &= 6^2 + 8^2\\
RT^2 &= 36 + 64\\
RT^2 &= 100\\
RT &= \sqrt{100}\\
RT &= 10 \text{ cm}
\end{aligned}
$$

24. Sur une suggestion de Christian Tellechea.

La clé ⟨Entier⟩ valeur par défaut : false

supprime l'étape avec la racine carrée [25].

```
% On couple les deux clés pour avoir
% une rédaction correcte.
\Pythagore[Exact,Entier]{RST}{6}{8}{}
```

Dans le triangle RST rectangle en S, le théorème de Pythagore permet d'écrire :

$$\begin{aligned} RT^2 &= RS^2 + ST^2 \\ RT^2 &= 6^2 + 8^2 \\ RT^2 &= 36 + 64 \\ RT^2 &= 100 \\ RT &= 10 \text{ cm} \end{aligned}$$

Si la réponse aux calculs n'est pas un nombre décimal, on dispose alors des clés suivantes.

La clé ⟨Racine⟩ valeur par défaut : false

stoppe la rédaction au niveau de l'écriture de la réponse sous sa forme d'une racine carrée.

```
\Pythagore[Racine]{IFB}{7}{5}{}%
```

Dans le triangle IFB rectangle en F, le théorème de Pythagore permet d'écrire :

$$\begin{aligned} IB^2 &= IF^2 + FB^2 \\ 7^2 &= IF^2 + 5^2 \\ 49 &= IF^2 + 25 \\ IF^2 &= 49 - 25 \\ IF^2 &= 24 \\ IF &= \sqrt{24} \end{aligned}$$

La clé ⟨Precision⟩ valeur par défaut : 2

indique la précision [26] à utiliser pour l'écriture de la valeur approchée de la réponse.

```
\Pythagore[Precision=3]{FBI}{6}{9}{}
```

Dans le triangle FBI rectangle en B, le théorème de Pythagore permet d'écrire :

$$\begin{aligned} FI^2 &= FB^2 + BI^2 \\ FI^2 &= 6^2 + 9^2 \\ FI^2 &= 36 + 81 \\ FI^2 &= 117 \\ FI &= \sqrt{117} \\ FI &\approx 10{,}817 \text{ cm} \end{aligned}$$

L'affichage de la réponse tient compte de la précision demandée mais également des règles mathématiques. Par exemple, on a :

$$\sqrt{74} \approx 8{,}602\,325\,267\,04$$

mais avec une précision à 10^{-2} près, il est affiché :

$$\sqrt{74} \approx 8{,}6$$

25. C'est un choix pédagogique qui peut être débattu.
26. Le calcul de la racine carrée est effectué jusqu'à la cinquième décimale.

Dans les calculs, on remarque que l'unité est toujours le centimètre et qu'il n'y a pas de conclusion. Pour celle-ci, chacun peut écrire celle qu'il souhaite en utilisant la commande \ResultatPytha.

```
\Pythagore[Entier,Exact]{RST}{600}{800}{}
Le segment $[RT]$ mesure \ResultatPytha.
% Le nombre 1000 n'est pas "correctement"
% formaté avec la commande \ResultatPytha.
```

Dans le triangle RST rectangle en S, le théorème de Pythagore permet d'écrire :

$$\begin{aligned} RT^2 &= RS^2 + ST^2 \\ RT^2 &= 600^2 + 800^2 \\ RT^2 &= 360\,000 + 640\,000 \\ RT^2 &= 1\,000\,000 \\ RT &= 1\,000 \text{ cm} \end{aligned}$$

Le segment $[RT]$ mesure 1000.

Mais attention, le nombre renvoyé par la commande \ResultatPytha n'est pas mis en forme automatiquement afin d'anticiper une éventuelle réutilisation (page 50). Cela peut se faire avec la commande \Lg (page 11).

```
\Pythagore[Entier,Exact]{RST}{6}{8}{}
La longueur $RT$ est égale à \Lg{\ResultatPytha}.
```

Dans le triangle RST rectangle en S, le théorème de Pythagore permet d'écrire :

$$\begin{aligned} RT^2 &= RS^2 + ST^2 \\ RT^2 &= 6^2 + 8^2 \\ RT^2 &= 36 + 64 \\ RT^2 &= 100 \\ RT &= 10 \text{ cm} \end{aligned}$$

La longueur RT est égale à 10 cm.

La clé suivante va permettre de remédier au changement d'unité.

La clé ⟨Unite⟩ — valeur par défaut : cm

permet le changement d'unité dans l'écriture finale de la longueur cherchée.

```
\Pythagore[Unite=mm]{FBI}{9}{6}{}
```

Dans le triangle FBI rectangle en B, le théorème de Pythagore permet d'écrire :

$$\begin{aligned} FI^2 &= FB^2 + BI^2 \\ 9^2 &= FB^2 + 6^2 \\ 81 &= FB^2 + 36 \\ FB^2 &= 81 - 36 \\ FB^2 &= 45 \\ FB &= \sqrt{45} \\ FB &\approx 6{,}71 \text{ mm} \end{aligned}$$

```
\Pythagore[Precision=3,Unite=km]{FBI}{9}{6}{}
```

Dans le triangle FBI rectangle en B, le théorème de Pythagore permet d'écrire :

$$\begin{aligned} FI^2 &= FB^2 + BI^2 \\ 9^2 &= FB^2 + 6^2 \\ 81 &= FB^2 + 36 \\ FB^2 &= 81 - 36 \\ FB^2 &= 45 \\ FB &= \sqrt{45} \\ FB &\approx 6{,}708 \text{ km} \end{aligned}$$

Prouver qu'un triangle est rectangle

La clé ⟨Reciproque⟩ valeur par défaut : false

permet de passer du calcul d'une longueur à la preuve qu'un triangle est ou n'est pas rectangle.

La clé ⟨ReciColonnes⟩ valeur par défaut : false

permet de changer la présentation des calculs.

La clé ⟨Faible⟩ valeur par défaut : false

permet d'enlever « d'après la contraposée du théorème de Pythagore » dans la rédaction.

La clé ⟨**Egalite**⟩ est disponible également pour la clé ⟨**Reciproque**⟩.

```
\Pythagore[Reciproque,ReciColonnes]{IJK}{9}{5}{6}
```

Dans le triangle IJK, $[IK]$ est le plus grand côté.

$$\begin{array}{l|lll} IK^2 & IJ^2 & + & JK^2 \\ 9^2 & 5^2 & + & 6^2 \\ & 25 & + & 36 \\ 81 & & 61 & \end{array}$$

Comme $IK^2 \neq IJ^2 + JK^2$, alors le triangle IJK n'est pas rectangle d'après la contraposée du théorème de Pythagore.

```
\Pythagore[Reciproque,Faible]{IJK}{9}{5}{6}
```

Dans le triangle IJK, $[IK]$ est le plus grand côté.

$$\left.\begin{array}{l} IK^2 = 9^2 = 81 \\ IJ^2 + JK^2 = 5^2 + 6^2 = 25 + 36 = 61 \end{array}\right\} IK^2 \neq IJ^2 + JK^2$$

Comme $IK^2 \neq IJ^2 + JK^2$, alors le triangle IJK n'est pas rectangle.

```
\Pythagore[Reciproque,Egalite]{RST}{8}{4.8}{6.4}
```

Dans le triangle RST, $[RT]$ est le plus grand côté.

$$\left.\begin{array}{l} RT^2 = 8^2 = 64 \\ RS^2 + ST^2 = 4{,}8^2 + 6{,}4^2 = 23{,}04 + 40{,}96 = 64 \end{array}\right\} RT^2 = RS^2 + ST^2$$

Comme $RT^2 = RS^2 + ST^2$, alors l'égalité de Pythagore est vérifiée. Donc le triangle RST est rectangle en S.

Ajouter une figure

D'un point de vue de l'enseignement, il peut être intéressant d'associer une figure à une rédaction.

La clé ⟨Figure⟩ valeur par défaut : false

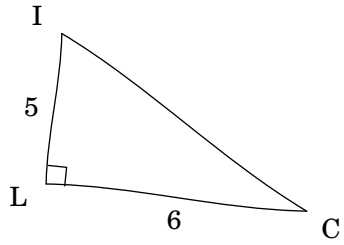
crée et affiche une figure cohérente au nom du triangle et aux valeurs utilisés.

La clé ⟨Angle⟩ valeur par défaut : 0

modifie l'orientation des figures.

```
\Pythagore[Figure]{ILC}{5}{6}{}
```

La figure est donnée à titre indicatif.

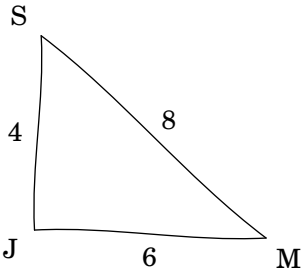


Dans le triangle ILC rectangle en L, le théorème de Pythagore permet d'écrire :

$$\begin{aligned} IC^2 &= IL^2 + LC^2 \\ IC^2 &= 5^2 + 6^2 \\ IC^2 &= 25 + 36 \\ IC^2 &= 61 \\ IC &= \sqrt{61} \\ IC &\approx 7{,}81 \text{ cm} \end{aligned}$$

```
\Pythagore[Reciproque,ReciColonnes,Figure,Angle=30]{MJS}{8}{6}{4}
```

La figure est donnée à titre indicatif.



Dans le triangle MJS, $[MS]$ est le plus grand côté.

MS^2	MJ^2	+	JS^2
8^2	6^2	+	4^2
	36	+	16
64		52	

Comme $MS^2 \neq MJ^2 + JS^2$, alors le triangle MJS n'est pas rectangle d'après la contraposée du théorème de Pythagore.

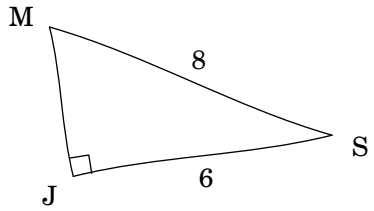
La clé ⟨FigureSeule⟩ valeur par défaut : false

crée et affiche *uniquement* une figure cohérente au nom du triangle et aux valeurs utilisés.

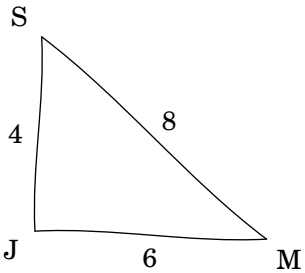
La clé ⟨**Angle**⟩ est également disponible avec la clé ⟨**FigureSeule**⟩.

La figure n'est pas centrée ; l'utilisateur peut la placer selon ses souhaits.

```
\Pythagore[FigureSeule,Angle=15]{MJS}{8}{6}{}
```

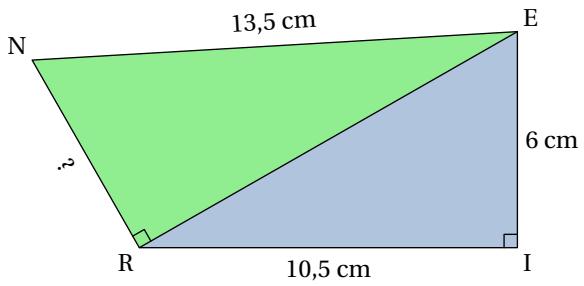



```
\Pythagore[Reciproque,FigureSeule,Angle=30]{MJS}{8}{6}{4}
```



« Enchaîner » des calculs de longueurs

On peut être amené [27] à « enchaîner » deux calculs de longueur à l'aide du théorème de Pythagore. Si les nombres entiers et les valeurs exactes peuvent être réutilisés sans problème, reste le cas de la réutilisation des valeurs approchées comme sur la figure ci-contre [28].




```
\begin{multicols}{2}
  \Pythagore{EIR}{6}{10.5}{}%

  \columnbreak

  \Pythagore{NRE}{13.5}{12.09}{}%
\end{multicols}
```

Dans le triangle EIR rectangle en I, le théorème de Pythagore permet d'écrire :

$$\begin{aligned} ER^2 &= EI^2 + IR^2 \\ ER^2 &= 6^2 + 10{,}5^2 \\ ER^2 &= 36 + 110{,}25 \\ ER^2 &= 146{,}25 \\ ER &= \sqrt{146{,}25} \\ ER &\approx 12{,}09 \text{ cm} \end{aligned}$$

Dans le triangle NRE rectangle en R, le théorème de Pythagore permet d'écrire :

$$\begin{aligned} NE^2 &= NR^2 + RE^2 \\ 13{,}5^2 &= NR^2 + 12{,}09^2 \\ 182{,}25 &= NR^2 + 146{,}168\,1 \\ NR^2 &= 182{,}25 - 146{,}168\,1 \\ NR^2 &= 36{,}081\,9 \\ NR &= \sqrt{36{,}081\,9} \\ NR &\approx 6{,}01 \text{ cm} \end{aligned}$$

Dans ce cas, si on écrit le théorème de Pythagore sous la forme :

$$\underbrace{\text{EnchaineC}}_{\text{ValeurC à substituer}} = \underbrace{\text{EnchaineA}}_{\text{ValeurA à substituer}} + \underbrace{\text{EnchaineB}}_{\text{ValeurB à substituer}}$$

il faut utiliser les clés ci-dessous.

Les clés ⟨EnchaineA⟩, ⟨EnchaineB⟩, ⟨EnchaineC⟩ — valeurs par défaut : false

indiquent quelle valeur doit être substituée.

Les clés ⟨ValeurA⟩, ⟨ValeurB⟩, ⟨ValeurC⟩ — valeurs par défaut : 0

indiquent quelle valeur utiliser pour la substitution.

27. Situation proposée par Laurent Lassalle Carrere.
28. D'après https://mep-outils.sesamath.net/manuel_numerique/diapo.php?atome=36618&ordre=1.

```
\begin{multicols}{2}
  \Pythagore{EIR}{6}{10.5}{}%

  \Pythagore[EnchaineB,ValeurB=146.25,Exact,Entier]{NRE}{13.5}{12.09}{}%
\end{multicols}
```

Dans le triangle EIR rectangle en I, le théorème de Pythagore permet d'écrire :

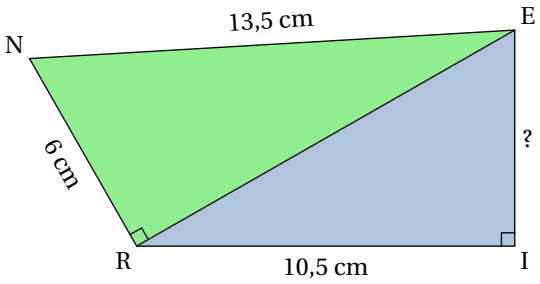
$$\begin{aligned} ER^2 &= EI^2 + IR^2 \\ ER^2 &= 6^2 + 10{,}5^2 \\ ER^2 &= 36 + 110{,}25 \\ ER^2 &= 146{,}25 \\ ER &= \sqrt{146{,}25} \\ ER &\approx 12{,}09 \text{ cm} \end{aligned}$$

Dans le triangle NRE rectangle en R, le théorème de Pythagore permet d'écrire :

$$\begin{aligned} NE^2 &= NR^2 + RE^2 \\ 13{,}5^2 &= NR^2 + 146{,}25 \\ 182{,}25 &= NR^2 + 146{,}25 \\ NR^2 &= 182{,}25 - 146{,}25 \\ NR^2 &= 36 \\ NR &= 6 \text{ cm} \end{aligned}$$

```
% Autre exemple.
\[\includegraphics{PythagoreSesamath-2}\]
\begin{multicols}{2}
  \Pythagore{ERN}{13.5}{6}{}%

  \Pythagore[EnchaineC,ValeurC=146.25,Exact,Entier]{EIR}{12.09}{10.5}{}
\end{multicols}
```



Dans le triangle ERN rectangle en R, le théorème de Pythagore permet d'écrire :

$$\begin{aligned} EN^2 &= ER^2 + RN^2 \\ 13{,}5^2 &= ER^2 + 6^2 \\ 182{,}25 &= ER^2 + 36 \\ ER^2 &= 182{,}25 - 36 \\ ER^2 &= 146{,}25 \\ ER &= \sqrt{146{,}25} \\ ER &\approx 12{,}09 \text{ cm} \end{aligned}$$

Dans le triangle EIR rectangle en I, le théorème de Pythagore permet d'écrire :

$$\begin{aligned} ER^2 &= EI^2 + IR^2 \\ 146{,}25 &= EI^2 + 10{,}5^2 \\ 146{,}25 &= EI^2 + 110{,}25 \\ EI^2 &= 146{,}25 - 110{,}25 \\ EI^2 &= 36 \\ EI &= 6 \text{ cm} \end{aligned}$$

On peut vouloir insister sur le fait que $ER^2 = 146{,}25$ est l'information utile.

La clé ⟨AvantRacine⟩	valeur par défaut : false
arrête l'écriture des calculs avant l'étape de la racine carrée.	

```
\begin{multicols}{2}
  \Pythagore[AvantRacine]{ERN}{13.5}{6}{}%

  \columnbreak

  \Pythagore[EnchaineC,ValeurC=146.25,Exact,Entier]{EIR}{12.09}{10.5}{}
\end{multicols}
```

Dans le triangle ERN rectangle en R, le théorème de Pythagore permet d'écrire :

$$\begin{aligned} EN^2 &= ER^2 + RN^2 \\ 13{,}5^2 &= ER^2 + 6^2 \\ 182{,}25 &= ER^2 + 36 \\ ER^2 &= 182{,}25 - 36 \\ ER^2 &= 146{,}25 \end{aligned}$$

Dans le triangle EIR rectangle en I, le théorème de Pythagore permet d'écrire :

$$\begin{aligned} ER^2 &= EI^2 + IR^2 \\ 146{,}25 &= EI^2 + 10{,}5^2 \\ 146{,}25 &= EI^2 + 110{,}25 \\ EI^2 &= 146{,}25 - 110{,}25 \\ EI^2 &= 36 \\ EI &= 6 \text{ cm} \end{aligned}$$

10 La somme des angles d'un triangle

La commande \SommeAngles permet de calculer la mesure du troisième angle d'un triangle lorsque deux mesures sont déjà connues. Elle a la forme suivante :

```
\SommeAngles[⟨clés⟩]{⟨Nom du triangle⟩}{a}{b}
```

où

— ⟨clés⟩ constituent un ensemble d'options pour paramétrer la commande (paramètres optionnels) ;
— ⟨Nom du triangle⟩ désigne un triangle donné comme en mathématiques (le triangle ABC) ; le sommet de l'angle cherché étant le premier point nommé ;
— a et b sont les valeurs des mesures des angles connus (paramètres obligatoires) (ici, $\widehat{ABC}$ et $\widehat{BCA}$).

```
\SommeAngles{ABC}{30}{90}
```

Dans le triangle ABC, on a :

$$\begin{aligned}\widehat{ABC}+\widehat{BCA}+\widehat{CAB}&=180°\\ 30°+90°+\widehat{CAB}&=180°\\ 120°+\widehat{CAB}&=180°\\ \widehat{CAB}&=180°-120°\\ \widehat{CAB}&=60°\end{aligned}$$

```
\SommeAngles{IJK}{40}{40}
```

Dans le triangle IJK, on a :

$$\begin{aligned}\widehat{IJK}+\widehat{JKI}+\widehat{KIJ}&=180°\\ 40°+40°+\widehat{KIJ}&=180°\\ 80°+\widehat{KIJ}&=180°\\ \widehat{KIJ}&=180°-80°\\ \widehat{KIJ}&=100°\end{aligned}$$

Le résultat obtenu est directement accessible avec la commande \ResultatAngle. Mais, comme pour la commande \ResultatPytha, la valeur obtenue n'est pas mise en forme, toujours dans un souci de réutilisation (page 194).
Pour formater correctement la valeur ainsi stockée, on utilise la commande \ang du package siunitx : \ang{\ResultatAngle}.

La clé ⟨Detail⟩ valeur par défaut : true

affiche *par défaut* l'avant-dernière étape du calcul, celle de la soustraction. Cela résulte d'un choix pédagogique. On peut supprimer cette étape en mettant cette clé à false.

```
\SommeAngles{RST}{50}{70}
```

Dans le triangle RST, on a :

$$\begin{aligned}\widehat{RST}+\widehat{STR}+\widehat{TRS}&=180°\\ 50°+70°+\widehat{TRS}&=180°\\ 120°+\widehat{TRS}&=180°\\ \widehat{TRS}&=180°-120°\\ \widehat{TRS}&=60°\end{aligned}$$

```
\SommeAngles[Detail=false]{RST}{50}{70}
```

Dans le triangle RST, on a :

$$\begin{aligned}\widehat{RST}+\widehat{STR}+\widehat{TRS}&=180°\\ 50°+70°+\widehat{TRS}&=180°\\ 120°+\widehat{TRS}&=180°\\ \widehat{TRS}&=60°\end{aligned}$$

La clé ⟨Figure⟩ valeur par défaut : false

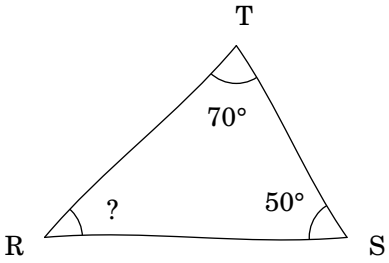
crée et associe une figure à la résolution du calcul.

La clé ⟨Angle⟩ valeur par défaut : 0

fait tourner les figures pour modifier l'orientation des figures.

```
\SommeAngles[Figure]{RST}{50}{70}
```

La figure est donnée à titre indicatif.

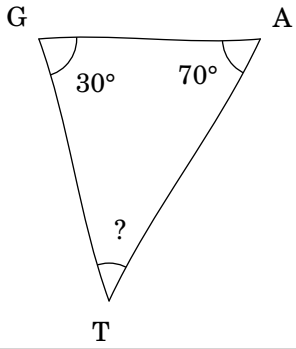


Dans le triangle RST, on a :

$$\begin{aligned}\widehat{RST}+\widehat{STR}+\widehat{TRS}&=180°\\ 50°+70°+\widehat{TRS}&=180°\\ 120°+\widehat{TRS}&=180°\\ \widehat{TRS}&=180°-120°\\ \widehat{TRS}&=60°\end{aligned}$$

```
\SommeAngles[Figure,Angle=60]{TAG}{70}{30}
```

La figure est donnée à titre indicatif.



Dans le triangle TAG, on a :

$$\begin{aligned}\widehat{TAG}+\widehat{AGT}+\widehat{GTA}&=180°\\ 70°+30°+\widehat{GTA}&=180°\\ 100°+\widehat{GTA}&=180°\\ \widehat{GTA}&=180°-100°\\ \widehat{GTA}&=80°\end{aligned}$$

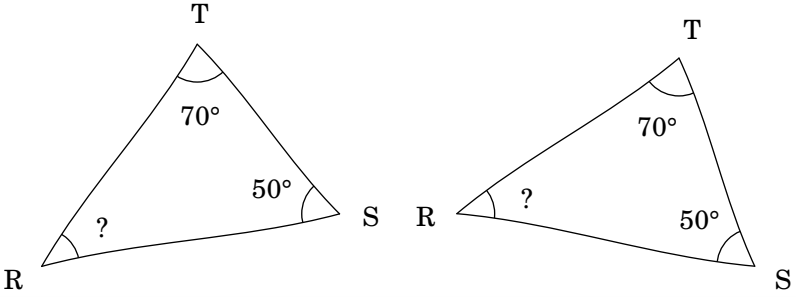
La clé ⟨FigureSeule⟩ valeur par défaut : false

crée et affiche *uniquement* une figure cohérente au nom du triangle et aux valeurs utilisés.

La clé ⟨**Angle**⟩ est également disponible avec la clé ⟨**FigureSeule**⟩.

La figure n'est pas centrée ; l'utilisateur peut la placer selon ses souhaits.

```
\SommeAngles[FigureSeule,Angle=10]{RST}{50}{70}
\SommeAngles[FigureSeule,Angle=-10]{RST}{50}{70}
```

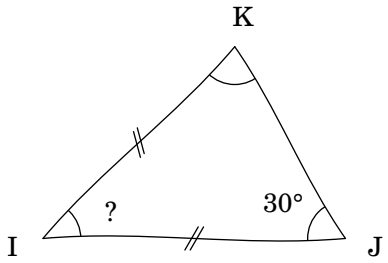


La clé ⟨Isocele⟩ valeur par défaut : false

permet, quant à elle, de traiter les deux cas d'un triangle isocèle [29].
Le premier sommet du ⟨Nom du triangle⟩ est le sommet principal du triangle isocèle et :
— avec b vide, on calcule l'angle principal ;
— avec a vide, on calcule la mesure commune des angles égaux.

```
% On calcule l'angle principal JIK.
\SommeAngles[Detail=false,Figure,Isocele]{IJK}{30}{}
```

La figure est donnée à titre indicatif.

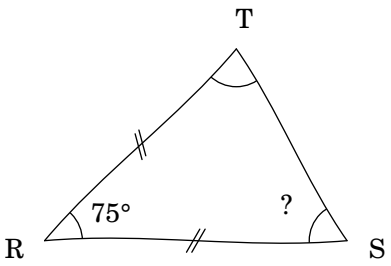


Dans le triangle IJK, isocèle en I, on a :

$$\begin{aligned}\widehat{IJK}+\widehat{JKI}+\widehat{KIJ}&=180°\\ 2\times 30°+\widehat{KIJ}&=180°\\ 60°+\widehat{KIJ}&=180°\\ \widehat{KIJ}&=120°\end{aligned}$$

```
% On calcule la mesure commune des angles RST et STR.
\SommeAngles[Detail=false,Figure,Isocele]{RST}{}{75}
```

La figure est donnée à titre indicatif.



Dans le triangle RST, isocèle en R, on a :

$$\begin{aligned}\widehat{RST}+\widehat{STR}+\widehat{TRS}&=180°\\ 2\times\widehat{RST}+75°&=180°\\ 2\times\widehat{RST}&=105°\\ \widehat{RST}&=\frac{105°}{2}\\ \widehat{RST}&=52{,}5°\end{aligned}$$

29. Les figures s'adaptent également.

11 Le théorème de Thalès

La commande \Thales permet de rédiger la solution d'un exercice basé sur le théorème de Thalès. Elle a la forme suivante :

```
\Thales[⟨clés⟩]{⟨Noms des points considérés⟩}{a}{b}{c}{d}{e}{f}
```

où

- ⟨clés⟩ constituent un ensemble d'options pour paramétrer la commande (paramètres optionnels) ;
- ⟨Noms des points considérés⟩ sont donnés sous la forme ABCMN où ABC est le « triangle de base » et M, N appartenant respectivement aux droites (AB) et (AC) ;
- a, b, c, d, e, f sont les longueurs *connues ou non* des côtés (paramètres obligatoires) données pour compléter l'égalité de quotients sous la forme :

$$\frac{a}{d} = \frac{b}{e} = \frac{c}{f}$$

```
\Thales{RSTUV}{RU}{15}{7}{25}{40}{ST}
```

Dans le triangle RST, U est un point de la droite (RS), V est un point de la droite (RT).
Comme les droites (UV) et (ST) sont parallèles, alors le théorème de Thalès permet d'écrire :

$$\frac{RU}{RS} = \frac{RV}{RT} = \frac{UV}{ST}$$

On remplace par les longueurs connues :

$$\frac{RU}{25} = \frac{15}{40} = \frac{7}{ST}$$

$$RU = \frac{25 \times 15}{40} \qquad ST = \frac{7 \times 40}{15}$$
$$RU = \frac{375}{40} \qquad ST = \frac{280}{15}$$
$$RU = 9{,}375 \text{ cm} \qquad ST \approx 18{,}67 \text{ cm}$$

Pour les noms de points *composés* comme A', A_1… il faut « protéger » l'appel du nom :

```
\Thales{R{S'}T{U_1}V}{R{U_1}}{15}{3}{25}{40}{8}
```

Dans le triangle $RS'T$, U_1 est un point de la droite (RS'), V est un point de la droite (RT).
Comme les droites (U_1V) et $(S'T)$ sont parallèles, alors le théorème de Thalès permet d'écrire :

$$\frac{RU_1}{RS'} = \frac{RV}{RT} = \frac{U_1V}{S'T}$$

On remplace par les longueurs connues :

$$\frac{RU_1}{25} = \frac{15}{40} = \frac{3}{8}$$

$$RU_1 = \frac{25 \times 15}{40}$$
$$RU_1 = \frac{375}{40}$$
$$RU_1 = 9{,}375 \text{ cm}$$

Comme on peut le voir, des choix pédagogiques ont été faits : la version *forte* du théorème de Thalès (pour les classes de 3e), l'écriture sous la forme de quotients… Mais on peut en faire d'autres par les clés qui suivent.

La clé ⟨Droites⟩ valeur par défaut : false

modifie le texte introductif à l'écriture des calculs.

```
\Thales[Droites]{ABCMN}{35}{AN}{7}{80}{90}{16}
```

Les droites (BM) et (CN) sont sécantes en A. Comme les droites (MN) et (BC) sont parallèles, alors le théorème de Thalès permet d'écrire :

$$\frac{AM}{AB} = \frac{AN}{AC} = \frac{MN}{BC}$$

On remplace par les longueurs connues :

$$\frac{35}{80} = \frac{AN}{90} = \frac{7}{16}$$

$$AN = \frac{90 \times 7}{16}$$
$$AN = \frac{630}{16}$$
$$AN = 39{,}375 \text{ cm}$$

La clé ⟨Segment⟩ valeur par défaut : false

écrit la version *faible* du théorème de Thalès associé, version principalement vue en classe de 4e.

```
\Thales[Segment]{ABCMN}{35}{AN}{7}{80}{90}{16}
```

Dans le triangle ABC, M est un point du segment $[AB]$, N est un point du segment $[AC]$. Comme les droites (MN) et (BC) sont parallèles, alors on a :

$$\frac{AM}{AB} = \frac{AN}{AC} = \frac{MN}{BC}$$

On remplace par les longueurs connues :

$$\frac{35}{80} = \frac{AN}{90} = \frac{7}{16}$$

$$AN = \frac{90 \times 7}{16}$$
$$AN = \frac{630}{16}$$
$$AN = 39{,}375 \text{ cm}$$

Les résultats obtenus sont disponibles grâce aux commandes \ResultatThalesx, \ResultatThalesy et \ResultatThalesz associées respectivement au premier, deuxième et troisième quotient.

```
Dans l'exemple précédent, la
    longueur $AN$ est égale à
    \ResultatThalesy.
```

Dans l'exemple précédent, la longueur AN est égale à 39.38.

Comme pour la commande \ResultatPytha, la valeur obtenue n'est pas mise en forme, toujours dans un souci de réutilisation.
Pour formater correctement la valeur ainsi stockée, on utilise la commande \num du package siunitx (\num{\ResultatThalesy}) ou \Lg (page 11).

La clé ⟨Propor⟩ valeur par défaut : false

insiste sur la proportionnalité entre les côtés.

```
\Thales[Propor]{RSTUV}{3}{15}{UV}{5}{25}{40}
```

Dans le triangle RST, U est un point de la droite (RS), V est un point de la droite (RT).
Comme les droites (UV) et (ST) sont parallèles, alors le tableau

RU	RV	UV
RS	RT	ST

est un tableau de proportionnalité d'après le théorème de Thalès.
On remplace par les longueurs connues :

3	15	UV
5	25	40

$$UV = \frac{40 \times 15}{25}$$
$$UV = \frac{600}{25}$$
$$UV = 24 \text{ cm}$$

La clé ⟨Precision⟩ valeur par défaut : 2

permet de choisir la précision de l'arrondi affiché.

```
\Thales[Precision=3]{IRNTS}{6}{7}{TS}{2.5}{IN}{4}
```

Dans le triangle IRN, T est un point de la droite (IR), S est un point de la droite (IN).
Comme les droites (TS) et (RN) sont parallèles, alors le théorème de Thalès permet d'écrire :

$$\frac{IT}{IR} = \frac{IS}{IN} = \frac{TS}{RN}$$

On remplace par les longueurs connues :

$$\frac{6}{2{,}5} = \frac{7}{IN} = \frac{TS}{4}$$

$$IN = \frac{7 \times 2{,}5}{6}$$
$$IN = \frac{17{,}5}{6}$$
$$IN \approx 2{,}917 \text{ cm}$$

$$TS = \frac{4 \times 6}{2{,}5}$$
$$TS = \frac{24}{2{,}5}$$
$$TS = 9{,}6 \text{ cm}$$

Depuis la version 0.62, il est obligatoire d'entrer les valeurs numériques sous la forme informatique.

La clé ⟨Unite⟩ valeur par défaut : cm

permet de changer l'unité de longueur affichée dans le(s) calcul(s) effectué(s).

```
\Thales[Unite=km]{IRNTS}{6}{48}{TS}{24}{IN}{40}
```

Dans le triangle IRN, T est un point de la droite (IR), S est un point de la droite (IN).
Comme les droites (TS) et (RN) sont parallèles, alors le théorème de Thalès permet d'écrire :

$$\frac{IT}{IR} = \frac{IS}{IN} = \frac{TS}{RN}$$

On remplace par les longueurs connues :

$$\frac{6}{24} = \frac{48}{IN} = \frac{TS}{40}$$

$$IN = \frac{48 \times 24}{6} \qquad TS = \frac{40 \times 6}{24}$$
$$IN = \frac{1\,152}{6} \qquad TS = \frac{240}{24}$$
$$IN = 192 \text{ km} \qquad TS = 10 \text{ km}$$

La clé ⟨Entier⟩ valeur par défaut : false

permet d'afficher des calculs exacts et simplifiés si les longueurs utilisées sont *toutes* entières.

Les commandes \ResultatThalesx, \ResultatThalesy et \ResultatThalesz ne sont pas disponibles avec cette clé ⟨**Entier**⟩.

```
\Thales[Entier]{IRNTS}{6}{10}{TS}{20}{IN}{27}
```

Dans le triangle IRN, T est un point de la droite (IR), S est un point de la droite (IN).
Comme les droites (TS) et (RN) sont parallèles, alors le théorème de Thalès permet d'écrire :

$$\frac{IT}{IR} = \frac{IS}{IN} = \frac{TS}{RN}$$

On remplace par les longueurs connues :

$$\frac{6}{20} = \frac{10}{IN} = \frac{TS}{27}$$

$$IN = \frac{10 \times 20}{6} \qquad TS = \frac{27 \times 6}{20}$$
$$IN = \frac{200}{6} \qquad TS = \frac{162}{20}$$
$$IN = \frac{200_{\div 2}}{6_{\div 2}} \qquad TS = \frac{162_{\div 2}}{20_{\div 2}}$$
$$IN = \frac{100}{3} \qquad TS = \frac{81}{10}$$

La clé ⟨Figure⟩ valeur par défaut : false

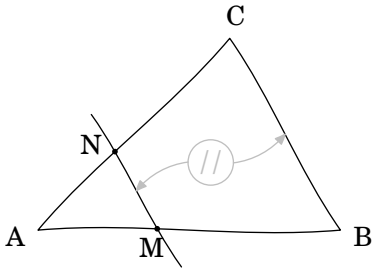
dessine une figure dans la configuration *classique*, associée aux données.

La clé ⟨Angle⟩ valeur par défaut : 0

modifie l'orientation des figures.

```
\Thales[Figure]{ABCMN}{7}{AN}{35}{12}{AC}{BC}
```

La figure est donnée à titre indicatif.



Dans le triangle ABC, M est un point de la droite (AB), N est un point de la droite (AC).
Comme les droites (MN) et (BC) sont parallèles, alors le théorème de Thalès permet d'écrire :

$$\frac{AM}{AB} = \frac{AN}{AC} = \frac{MN}{BC}$$

On remplace par les longueurs connues :

$$\frac{7}{12} = \frac{AN}{AC} = \frac{35}{BC}$$

$$BC = \frac{35 \times 12}{7}$$
$$BC = \frac{420}{7}$$
$$BC = 60 \text{ cm}$$

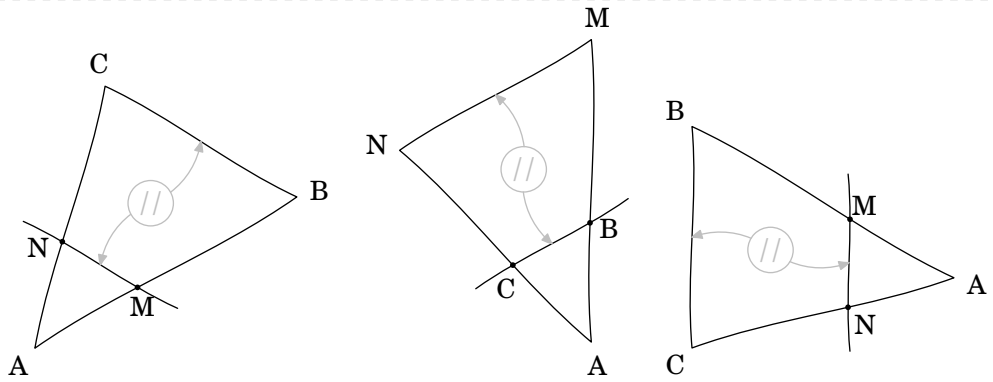
La clé ⟨FigureSeule⟩ valeur par défaut : false

crée et affiche *uniquement* une figure cohérente au nom du triangle, aux points et aux valeurs utilisés.

La clé ⟨**Angle**⟩ est également disponible avec la clé ⟨**FigureSeule**⟩.

La figure n'est pas centrée ; l'utilisateur peut la placer selon ses souhaits.

```
\Thales[FigureSeule,Angle=30]{ABCMN}{7}{AN}{35}{12}{AC}{BC}
\Thales[FigureSeule,Angle=90]{AMNBC}{12}{AC}{BC}{7}{AN}{35}
\Thales[FigureSeule,Angle=150]{ABCMN}{7}{AN}{35}{12}{AC}{BC}
```

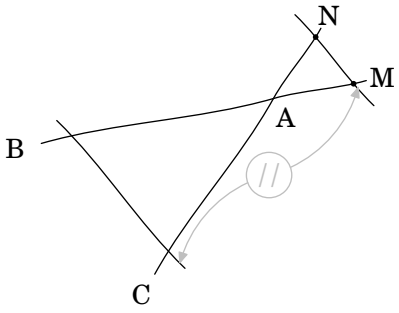


La clé ⟨FigureCroisee⟩ valeur par défaut : false

dessine une figure dans la configuration *croisée*, associée aux données. Elle est incompatible avec la clé ⟨**Figure**⟩.

```
\Thales[Figurecroisee,Droites]{ABCMN}{35}{90}{7}{AB}{AC}{12}
```

La figure est donnée à titre indicatif.



Les droites (BM) et (CN) sont sécantes en A.
Comme les droites (MN) et (BC) sont parallèles, alors le théorème de Thalès permet d'écrire :

$$\frac{AM}{AB} = \frac{AN}{AC} = \frac{MN}{BC}$$

On remplace par les longueurs connues :

$$\frac{35}{AB} = \frac{90}{AC} = \frac{7}{12}$$

$$AB = \frac{35 \times 12}{7} \qquad AC = \frac{90 \times 12}{7}$$
$$AB = \frac{420}{7} \qquad AC = \frac{1\,080}{7}$$
$$AB = 60 \text{ cm} \qquad AC \approx 154{,}29 \text{ cm}$$

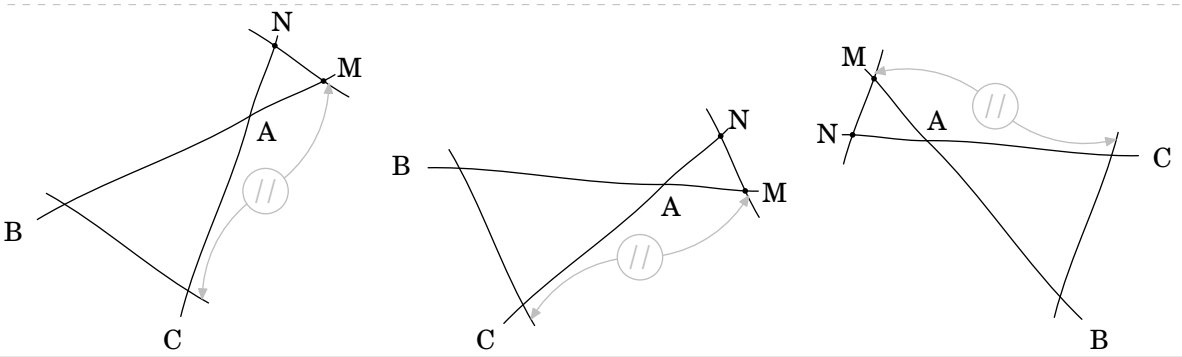
La clé ⟨FigurecroiseeSeule⟩ valeur par défaut : false

crée et affiche *uniquement* une figure cohérente au nom du triangle, aux points et aux valeurs utilisés.

La clé ⟨**Angle**⟩ est également disponible avec la clé ⟨**FigureSeule**⟩.

La figure n'est pas centrée ; l'utilisateur peut la placer selon ses souhaits.

```
\Thales[FigurecroiseeSeule,Angle=15]{ABCMN}{7}{AN}{35}{12}{AC}{BC}
\Thales[FigurecroiseeSeule,Angle=-15]{ABCMN}{7}{AN}{35}{12}{AC}{BC}
\Thales[FigurecroiseeSeule,Angle=120]{ABCMN}{7}{AN}{35}{12}{AC}{BC}
```



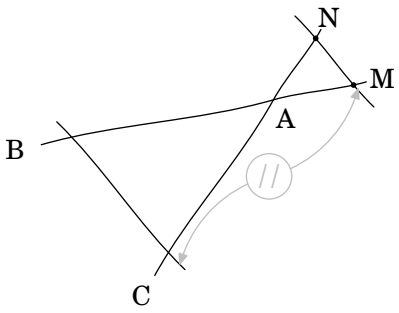
On remarque que la commande \Thales permet de faire les deux calculs associés aux informations données. Mais parfois, il n'est demandé qu'un seul des deux calculs.

La clé ⟨ChoixCalcul⟩ valeur par défaut : 0

permet de choisir les calculs *complets* à afficher :
- la valeur 0 est associée à l'intégralité des calculs ;
- la valeur 1 est associée au calcul utilisant une longueur inconnue dans le premier quotient ;
- la valeur 2 est associée au calcul utilisant une longueur inconnue dans le deuxième quotient ;
- la valeur 3 est associée au calcul utilisant une longueur inconnue dans le troisième quotient.

```
\Thales[Figurecroisee,ChoixCalcul=1,Droites]{ABCMN}{35}{90}{7}{AB}{AC}{12}
```

La figure est donnée à titre indicatif.



Les droites (BM) et (CN) sont sécantes en A.
Comme les droites (MN) et (BC) sont parallèles, alors le théorème de Thalès permet d'écrire :

$$\frac{AM}{AB} = \frac{AN}{AC} = \frac{MN}{BC}$$

On remplace par les longueurs connues :

$$\frac{35}{AB} = \frac{90}{AC} = \frac{7}{12}$$

$$AB = \frac{35 \times 12}{7}$$
$$AB = \frac{420}{7}$$
$$AB = 60 \text{ cm}$$

Uniquement la rédaction ?

On peut également travailler sur la rédaction « initiale » du théorème de Thalès.

La clé ⟨Redaction⟩ valeur par défaut : false

permet d'afficher le texte justifiant l'utilisation du théorème de Thalès.

La clé ⟨Remediation⟩ valeur par défaut : false

propose une version à compléter du texte justificatif.

Les clés ⟨**Figure**⟩ et ⟨**Figurecroisee**⟩ sont également disponibles pour la clé ⟨**Remediation**⟩ *sous certaines conditions* précisées dans les exemples suivants.

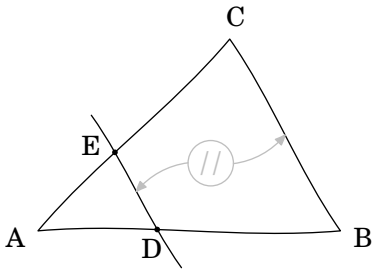
```
% Clé <Figure> indisponible : le nom du triangle est manquant.
% Remédiation "partielle".
\Thales[Redaction,Segment]{A{\ldots}C{\ldots}E}{}{}{}{}{}{}
```

Dans le triangle $A\ldots C$, ... est un point du segment $[A\ldots]$, E est un point du segment $[AC]$.
Comme les droites $(\ldots E)$ et $(\ldots C)$ sont parallèles, alors on a :

$$\frac{A\ldots}{A\ldots} = \frac{AE}{AC} = \frac{\ldots E}{\ldots C}$$

```
% Clé <Figure> disponible : le nom du triangle est présent.
\Thales[Figure,Redaction]{ABCDE}{}{}{}{}{}{}
```

La figure est donnée à titre indicatif.



Dans le triangle ABC, D est un point de la droite (AB), E est un point de la droite (AC).
Comme les droites (DE) et (BC) sont parallèles, alors le théorème de Thalès permet d'écrire :

$$\frac{AD}{AB} = \frac{AE}{AC} = \frac{DE}{BC}$$

```
% Clé <Figure> indisponible : le nom du triangle est manquant.
% Remédiation "complète".
\Thales[Droites,Redaction,Remediation]{}{}{}{}{}{}{}
```

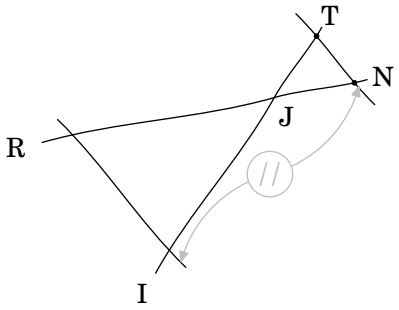
Les droites ---------- et ---------- sont sécantes en ----------.
Comme les droites ---------- et ---------- sont parallèles, alors le théorème de Thalès permet d'écrire :

$$\frac{\text{------}}{\text{------}} = \frac{\text{------}}{\text{------}} = \frac{\text{------}}{\text{------}}$$

Même si le code ci-dessus fonctionne, il est préférable d'utiliser le code :

```
% Clé <Figure> disponible : le nom du triangle est présent.
% Remédiation "complète".
\Thales[Figurecroisee,Droites,Redaction,Remediation]{JRINT}{4.8}{7.2}{RI}{8}{JT}{10}
```

La figure est donnée à titre indicatif.



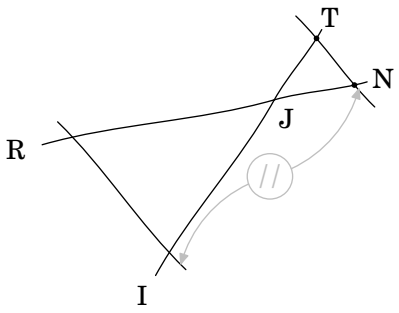
Les droites ---------- et ---------- sont sécantes en ----------.
Comme les droites ---------- et ---------- sont parallèles, alors le théorème de Thalès permet d'écrire :

$$\frac{\text{------}}{\text{------}} = \frac{\text{------}}{\text{------}} = \frac{\text{------}}{\text{------}}$$

qui, en enlevant les clés ⟨**Redaction**⟩ et ⟨**Remediation**⟩, permet d'obtenir *automatiquement* l'intégralité de la rédaction et des calculs…

```
\Thales[Figurecroisee,Droites]{JRINT}{4.8}{7.2}{RI}{8}{JT}{10}
```

La figure est donnée à titre indicatif.



Les droites (RN) et (IT) sont sécantes en J.
Comme les droites (NT) et (RI) sont parallèles, alors le théorème de Thalès permet d'écrire :

$$\frac{JN}{JR} = \frac{JT}{JI} = \frac{NT}{RI}$$

On remplace par les longueurs connues :

$$\frac{4{,}8}{8} = \frac{7{,}2}{JT} = \frac{RI}{10}$$

$$JT = \frac{7{,}2 \times 8}{4{,}8} \qquad RI = \frac{10 \times 4{,}8}{8}$$
$$JT = \frac{57{,}6}{4{,}8} \qquad RI = \frac{48}{8}$$
$$JT = 12 \text{ cm} \qquad RI = 6 \text{ cm}$$

La « réciproque » du théorème de Thalès

Pour cela, on va utiliser la clé ⟨**Reciproque**⟩.

Avec cette clé ⟨**Reciproque**⟩, la commande a la forme :

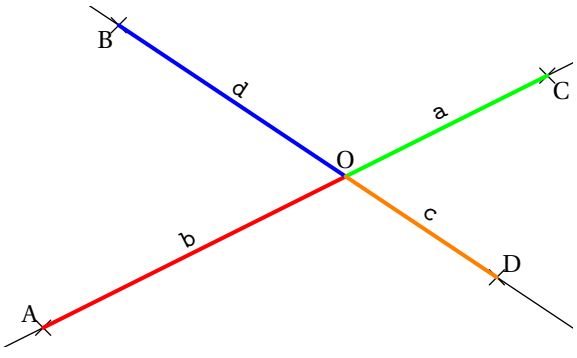
```
\Thales[Reciproque,⟨autres clés⟩]{⟨Noms des points considérés⟩}{a}{b}{c}{d}{e}{f}
```

Néanmoins, il faut veiller à la différence de sens qu'ont les deux derniers paramètres `e` et `f` de la commande. Sachant que ces paramètres sont respectivement associés aux paramètres `a`, `b` et aux paramètres `c`, `d` :

- ils sont vides si leurs paramètres associés sont des nombres entiers ;
- ils sont un coefficient multiplicateur si les paramètres associés sont des nombres décimaux.

La figure ci-dessous permet de positionner les éléments du code :

```
\Thales[Reciproque]{OABCD}{a}{b}{c}{d}{}{}
```



La clé ⟨Reciproque⟩ valeur par défaut : false

permet de rédiger la rédaction d'un exercice utilisant la « réciproque » du théorème de Thalès.

La clé ⟨Produit⟩ valeur par défaut : false

utilise l'égalité des produits en croix pour prouver que les droites sont parallèles ou non. Les paramètres `e` et `f` sont vides qu'on utilise ou pas des nombres entiers.

La clé ⟨Simplification⟩ valeur par défaut : true

est activée *par défaut* pour simplifier les écritures fractionnaires.

Les clés ⟨**Droites**⟩, ⟨**Segment**⟩, ⟨**Propor**⟩, ⟨**Figure**⟩, ⟨**FigureSeule**⟩, ⟨**Figurecroisee**⟩, ⟨**FigurecroiseeSeule**⟩ et ⟨**Angle**⟩ sont également disponibles avec la clé ⟨**Reciproque**⟩.

Suivant les enseignants, la preuve de l'égalité des quotients peut se faire par comparaison de fractions (choix par défaut) ou en prouvant l'égalité des produits en croix associés aux quotients. Le comportement par défaut et l'utilisation des deux clés ⟨**Propor**⟩ et ⟨**Produit**⟩ sont proposés sur les exemples suivants.

```
\Thales[Reciproque]{ABCMN}{35}{90}{7}{18}{}{}
```

Dans le triangle ABC, M est un point de la droite (AB), N est un point de la droite (AC).

$$\left.\begin{array}{l} \dfrac{AM}{AB} = \dfrac{35}{90} = \dfrac{35_{\div 5}}{90_{\div 5}} = \dfrac{7}{18} \\ \dfrac{AN}{AC} = \dfrac{7}{18} \end{array}\right\} \dfrac{AM}{AB} = \dfrac{AN}{AC}$$

De plus, les points A, M, B sont alignés dans le même ordre que les points A, N, C. Donc les droites (MN) et (BC) sont parallèles d'après la réciproque du théorème de Thalès.

```
\Thales[Reciproque,Propor]{ABCMN}{3.5}{9}{0.07}{0.18}{10}{100}
```

Dans le triangle ABC, M est un point de la droite (AB), N est un point de la droite (AC). Le tableau $\begin{array}{c|c} AM & AN \\ \hline AB & AC \end{array}$ est-il un tableau de proportionnalité ?

$$\left.\begin{array}{l} \dfrac{AM}{AB} = \dfrac{3{,}5}{9} = \dfrac{3{,}5 \times 10}{9 \times 10} = \dfrac{35}{90} \\ \dfrac{AN}{AC} = \dfrac{0{,}07}{0{,}18} = \dfrac{0{,}07 \times 100}{0{,}18 \times 100} = \dfrac{7}{18} = \dfrac{7 \times 5}{18 \times 5} = \dfrac{35}{90} \end{array}\right\} \dfrac{AM}{AB} = \dfrac{AN}{AC}$$

Donc le tableau $\begin{array}{c|c} AM & AN \\ \hline AB & AC \end{array}$ est bien un tableau de proportionnalité.

De plus, les points A, M, B sont alignés dans le même ordre que les points A, N, C. Donc les droites (MN) et (BC) sont parallèles d'après la réciproque du théorème de Thalès.

```
\Thales[Reciproque,Droites,Produit]{ABCMN}{3.5}{9}{0.07}{0.18}{}{}
```

Les droites (BM) et (CN) sont sécantes en A.

$$\frac{AM}{AB} = \frac{3{,}5}{9} \qquad \frac{AN}{AC} = \frac{0{,}07}{0{,}18}$$

Effectuons les produits en croix :

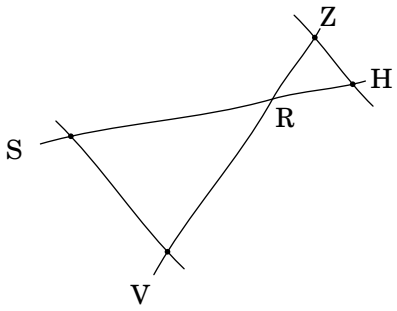
$$3{,}5 \times 0{,}18 = 0{,}63 \qquad 9 \times 0{,}07 = 0{,}63$$

Comme les produits en croix sont égaux, alors $\dfrac{AM}{AB} = \dfrac{AN}{AC}$.

De plus, les points A, M, B sont alignés dans le même ordre que les points A, N, C. Donc les droites (MN) et (BC) sont parallèles d'après la réciproque du théorème de Thalès.

```
\Thales[Reciproque,Figurecroisee]{RSVHZ}{35}{80}{7}{18}{}{}
```

La figure est donnée à titre indicatif.



Dans le triangle RSV, H est un point de la droite (RS), Z est un point de la droite (RV).

$$\left.\begin{aligned} \frac{RH}{RS} &= \frac{35}{80} = \frac{35_{\div 5}}{80_{\div 5}} = \frac{7}{16} = \frac{7 \times 9}{16 \times 9} = \frac{63}{144} \\ \frac{RZ}{RV} &= \frac{7}{18} = \frac{7 \times 8}{18 \times 8} = \frac{56}{144} \end{aligned}\right\} \frac{RH}{RS} \neq \frac{RZ}{RV}$$

Donc les droites (HZ) et (SV) ne sont pas parallèles.

```
% Les fractions sont irréductibles. Il faut désactiver la clé <Simplification>.
\Thales[Reciproque,Simplification=false]{ABCMN}{7}{13}{23}{31}{}{}
```

Dans le triangle ABC, M est un point de la droite (AB), N est un point de la droite (AC).

$$\left.\begin{aligned} \frac{AM}{AB} &= \frac{7}{13} = \frac{7 \times 31}{13 \times 31} = \frac{217}{403} \\ \frac{AN}{AC} &= \frac{23}{31} = \frac{23 \times 13}{31 \times 13} = \frac{299}{403} \end{aligned}\right\} \frac{AM}{AB} \neq \frac{AN}{AC}$$

Donc les droites (MN) et (BC) ne sont pas parallèles.

12 La trigonométrie

La commande \Trigo permet de rédiger la solution d'un exercice basé sur la trigonométrie, que ce soit un calcul de longueur ou un calcul d'angle. Sa forme est la suivante :

```
\Trigo[⟨clés⟩]{⟨Nom du triangle⟩}{a}{b}{c}
```

où

- ⟨clés⟩ constituent un ensemble d'options, dont une est obligatoire parmi les clés ⟨**Cosinus**⟩, ⟨**Sinus**⟩, ⟨**Tangente**⟩, pour paramétrer la commande ;
- ⟨Nom du triangle⟩ désigne le nom du triangle , donné comme en mathématiques (le triangle ABC) ; le sommet de l'angle droit étant au centre ; le sommet de l'angle sur lequel on travaille étant placé en premier ;
- a, b et c sont des nombres *connus ou non* (paramètres obligatoires) représentant :
  - le côté adjacent à l'angle, l'hypoténuse du triangle rectangle et la mesure de l'angle considéré lorsqu'on souhaite utiliser le **cosinus** de l'angle aigu ;
  - le côté opposé à l'angle, l'hypoténuse du triangle rectangle et la mesure de l'angle considéré lorsqu'on souhaite utiliser le **sinus** de l'angle aigu ;
  - le côté opposé à l'angle, le côté adjacent à l'angle et la mesure de l'angle considéré lorsqu'on souhaite utiliser la **tangente** de l'angle aigu.

  Dans chaque cas, un de ces paramètres *doit* être vide pour induire le calcul correspondant.

La clé ⟨Cosinus⟩ valeur par défaut : false

effectue, en fonction des paramètres, les calculs de longueurs ou d'angle en utilisant le cosinus d'un angle aigu.

La clé ⟨Propor⟩ valeur par défaut : false

affiche les calculs en utilisant l'écriture basée sur la proportionnalité.

La clé ⟨Precision⟩ valeur par défaut : 2

indique la précision de l'arrondi dans les calculs.

La clé ⟨Unite⟩ valeur par défaut : cm

permet le changement d'unité dans l'écriture finale de la longueur cherchée.

```
% On calcule l'hypoténuse avec le cosinus.
\Trigo[Cosinus]{RST}{30}{}{50}
```

Dans le triangle RST, rectangle en S, on a :

$$\cos(\widehat{SRT}) = \frac{RS}{RT}$$
$$\cos(50°) = \frac{30}{RT}$$
$$RT = \frac{30}{\cos(50°)}$$
$$RT \approx 46{,}67 \text{ cm}$$

```
% On calcule le côté adjacent avec le cosinus.
\Trigo[Propor,Cosinus,Unite=dm,Precision=4]{AKV}{}
    {45}{70}
```

Dans le triangle AKV, rectangle en K, on a :

$$AV \times \cos(\widehat{KAV}) = AK$$
$$45 \times \cos(70°) = AK$$
$$15{,}390\,9 \text{ dm} \approx AK$$

```
% On calcule une mesure de l'angle avec le cosinus.
\Trigo[Cosinus]{FVH}{3.2}{7.5}{}
```

Dans le triangle FVH, rectangle en V, on a :

$$\begin{aligned}\cos(\widehat{VFH}) &= \frac{FV}{FH}\\ \cos(\widehat{VFH}) &= \frac{3{,}2}{7{,}5}\\ \widehat{VFH} &\approx 65°\end{aligned}$$

La clé ⟨Sinus⟩ valeur par défaut : false

effectue, en fonction des paramètres, les calculs de longueurs ou d'angle en utilisant le sinus d'un angle aigu.

Les clés ⟨**Propor**⟩, ⟨**Precision**⟩ et ⟨**Unite**⟩ sont également disponibles pour la clé ⟨**Sinus**⟩.

```
% On calcule le côté opposé avec le sinus.
\Trigo[Sinus]{AKV}{}{45}{70}
```

Dans le triangle AKV, rectangle en K, on a :

$$\begin{aligned}\sin(\widehat{KAV}) &= \frac{KV}{AV}\\ \sin(70°) &= \frac{KV}{45}\\ 45 \times \sin(70°) &= KV\\ 42{,}29 \text{ cm} &\approx KV\end{aligned}$$

```
% On calcule l'hypoténuse avec le sinus.
\Trigo[Propor,Sinus]{AKV}{45}{}{70}
```

Dans le triangle AKV, rectangle en K, on a :

$$\begin{aligned}AV \times \sin(\widehat{KAV}) &= KV\\ AV \times \sin(70°) &= 45\\ AV &= \frac{45}{\sin(70°)}\\ AV &\approx 47{,}89 \text{ cm}\end{aligned}$$

```
% On calcule l'angle avec le sinus.
\Trigo[Propor,Sinus]{AKV}{45}{70}{}
```

Dans le triangle AKV, rectangle en K, on a :

$$\begin{aligned}AV \times \sin(\widehat{KAV}) &= KV\\ 70 \times \sin(\widehat{KAV}) &= 45\\ \sin(\widehat{KAV}) &= \frac{45}{70}\\ \widehat{KAV} &\approx 40°\end{aligned}$$

La clé ⟨Tangente⟩ valeur par défaut : false

effectue, en fonction des paramètres, les calculs de longueurs ou d'angle en utilisant la tangente d'un angle aigu.

Les clés ⟨**Propor**⟩, ⟨**Precision**⟩ et ⟨**Unite**⟩ sont également disponibles pour la clé ⟨**Tangente**⟩.

```
% On calcule le côté adjacent
% avec la tangente.
\Trigo[Tangente]{AKV}{4.5}{}{39}
```

Dans le triangle AKV, rectangle en K, on a :

$$\begin{aligned}\tan(\widehat{KAV}) &= \frac{KV}{AK}\\ \tan(39°) &= \frac{4{,}5}{AK}\\ AK &= \frac{4{,}5}{\tan(39°)}\\ AK &\approx 5{,}56 \text{ cm}\end{aligned}$$

```
% On calcule le côté opposé
% avec la tangente.
\Trigo[Tangente]{AKV}{}{4.5}{39}
```

Dans le triangle AKV, rectangle en K, on a :

$$\tan(\widehat{KAV}) = \frac{KV}{AK}$$
$$\tan(39°) = \frac{KV}{4{,}5}$$
$$4{,}5 \times \tan(39°) = KV$$
$$3{,}64 \text{ cm} \approx KV$$

```
% On calcule l'angle avec la tangente.
\Trigo[Tangente]{AKV}{4.5}{39}{}
```

Dans le triangle AKV, rectangle en K, on a :

$$\tan(\widehat{KAV}) = \frac{KV}{AK}$$
$$\tan(\widehat{KAV}) = \frac{4{,}5}{39}$$
$$\widehat{KAV} \approx 7°$$

Les résultats obtenus sont disponibles grâce à la commande \ResultatTrigo (elle s'adapte au cas considéré). Comme pour la commande \ResultatPytha, la valeur obtenue n'est pas mise en forme, toujours dans un souci de réutilisation.

```
% On calcule la mesure de l'angle
% avec le sinus.
\Trigo[Sinus]{IJK}{30}{45}{}
L'angle $\widehat{JIK}$ mesure
    approximativement \ResultatTrigo.
% Il manque le degré.
% On peut écrire \ang{\ResultatTrigo}.
```

Dans le triangle IJK, rectangle en J, on a :

$$\sin(\widehat{JIK}) = \frac{JK}{IK}$$
$$\sin(\widehat{JIK}) = \frac{30}{45}$$
$$\widehat{JIK} \approx 42°$$

L'angle $\widehat{JIK}$ mesure approximativement 42.

```
% On calcule la longueur de l'hypoténuse
% avec le sinus.
\Trigo[Sinus]{IJK}{}{30}{20}
Le segment $[IK]$ mesure
    approximativement
\ResultatTrigo.
% Le nombre est écrit informatiquement.
% On peut écrire \Lg{\ResultatTrigo}.
```

Dans le triangle IJK, rectangle en J, on a :

$$\sin(\widehat{JIK}) = \frac{JK}{IK}$$
$$\sin(20°) = \frac{JK}{30}$$
$$30 \times \sin(20°) = JK$$
$$10{,}26 \text{ cm} \approx JK$$

Le segment $[IK]$ mesure approximativement 10.26.

Il est possible de personnaliser la rédaction avec la clé suivante.

La clé ⟨Perso⟩ valeur par défaut : false

permet de personnaliser la rédaction utilisée grâce à la commande \RedactionTrigo qui est associée aux commandes \NomTriangle, \NomAngleDroit, \NomSommetA et \NomSommetC.

```
\renewcommand{\RedactionTrigo}{%
  Je sais que le triangle $\NomTriangle$
    est rectangle en $\NomAngleDroit$. Donc
     j'utilise la trigonométrie :%
}%
\Trigo[Perso,Sinus]{IJK}{30}{45}{}
```

Je sais que le triangle IJK est rectangle en J. Donc j'utilise la trigonométrie :

$$\sin(\widehat{JIK}) = \frac{JK}{IK}$$
$$\sin(\widehat{JIK}) = \frac{30}{45}$$
$$\widehat{JIK} \approx 42°$$

On peut également, comme pour les précédentes parties géométriques, associer une figure à chaque calcul.

La clé ⟨Figure⟩ valeur par défaut : false

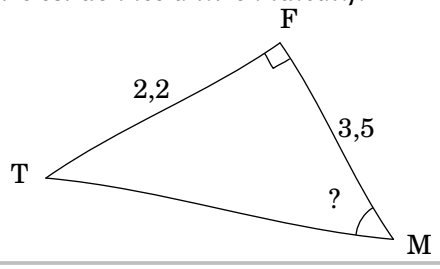
affiche une figure en accord avec les informations données.

La clé ⟨Angle⟩ valeur par défaut : 0

modifie l'orientation des figures.

```
% On calcule la mesure de l'angle avec la tangente.
\Trigo[Tangente,Figure,Angle=120]{MFT}{2.2}{3.5}{}
```

La figure est donnée à titre indicatif.

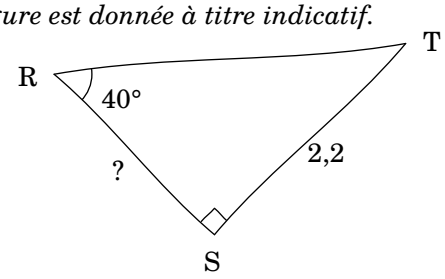


Dans le triangle MFT, rectangle en F, on a :

$$\tan(\widehat{FMT}) = \frac{FT}{MF}$$
$$\tan(\widehat{FMT}) = \frac{2{,}2}{3{,}5}$$
$$\widehat{FMT} \approx 32°$$

```
% On calcule la longueur d'un côté avec la tangente.
\Trigo[Tangente,Figure,Angle=-45]{RST}{2.2}{}{40}
```

La figure est donnée à titre indicatif.



Dans le triangle RST, rectangle en S, on a :

$$\tan(\widehat{SRT}) = \frac{ST}{RS}$$
$$\tan(40°) = \frac{2{,}2}{RS}$$
$$RS = \frac{2{,}2}{\tan(40°)}$$
$$RS \approx 2{,}62 \text{ cm}$$

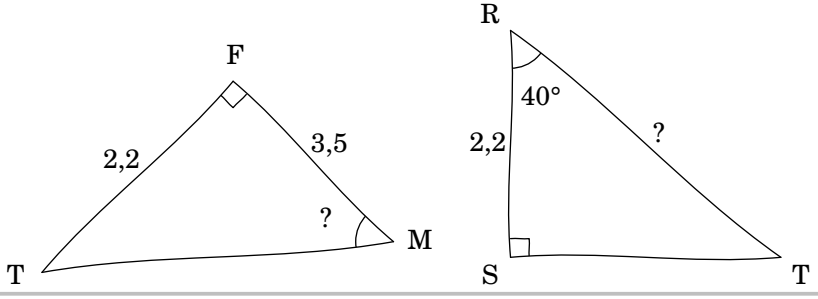
La clé ⟨FigureSeule⟩ valeur par défaut : false

affiche une figure *seule* en accord avec les informations données.

La figure n'est pas centrée ; l'utilisateur peut la placer selon ses souhaits.

La clé ⟨**Angle**⟩ est également disponible avec la clé ⟨**FigureSeule**⟩.

```
\Trigo[Tangente,FigureSeule,Angle=135]{MFT}{2.2}{3.5}{}
\Trigo[Cosinus,FigureSeule,Angle=-90]{RST}{2.2}{}{40}
```



13 Les positions relatives de deux droites

La commande \ProprieteDroites permet de rédiger la solution d'un exercice basé sur la position relative de deux droites, en accord avec les propriétés vues en classe de 6e. Elle a la forme suivante :

```
\ProprieteDroites[⟨clés⟩]{a}{b}{c}
```

où
- ⟨clés⟩ constituent un ensemble d'options pour paramétrer la commande (paramètres optionnels) ;
- a, b et c sont les droites utilisées par les propriétés.

```
\ProprieteDroites{AB}{d_1}{d_2}
```

Comme les droites (AB) et (d_1) sont toutes les deux parallèles à la même droite (d_2), alors les droites (AB) et (d_1) sont parallèles.

La clé ⟨Num⟩ valeur par défaut : 1

permet de choisir la propriété à utiliser.

```
\ProprieteDroites[Num=2]{AB}{d_1}{d_2}
```

Comme les droites (AB) et (d_1) sont toutes les deux perpendiculaires à la même droite (d_2), alors les droites (AB) et (d_1) sont parallèles.

```
\ProprieteDroites[Num=3]{AB}{d_1}{d_2}
```

Comme les droites (AB) et (d_2) sont parallèles, alors la droite (d_1) qui est perpendiculaire à (d_2) est également perpendiculaire à la droite (AB).

La clé ⟨CitePropriete⟩ valeur par défaut : false

ajoute la propriété utilisée à la rédaction.

```
\ProprieteDroites[CitePropriete]{AB}{d_1}{d_2}
```

Les droites (AB) et (d_2) sont parallèles.
Les droites (d_1) et (d_2) sont parallèles.
Or, si deux droites sont parallèles, alors toute droite parallèle à l'une est parallèle à l'autre.
Donc les droites (AB) et (d_1) sont parallèles.

La clé ⟨Brouillon⟩ valeur par défaut : false

fait apparaître, *en complément*, une rédaction succincte de la solution.

```
\ProprieteDroites[Num=3,Brouillon]{AB}{IJ}{EF}
```

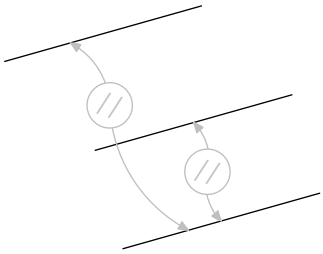
$$\left.\begin{array}{l}(AB)//(EF)\\(IJ)\perp(EF)\end{array}\right\}(AB)\perp(IJ)$$

Comme les droites (AB) et (EF) sont parallèles, alors la droite (IJ) qui est perpendiculaire à (EF) est également perpendiculaire à la droite (AB).

La clé ⟨Figure⟩ valeur par défaut : false

associe une figure à la propriété utilisée.

```
\ProprieteDroites[Figure]{EF}{IJ}{d_3}
```

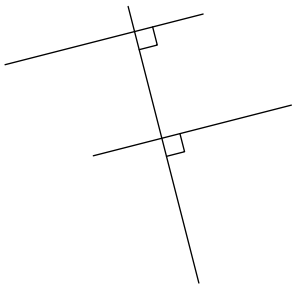


Comme les droites (EF) et (IJ) sont toutes les deux parallèles à la même droite (d_3), alors les droites (EF) et (IJ) sont parallèles.

La clé ⟨Remediation⟩ valeur par défaut : false

affiche une situation de remédiation, à la fois pour la rédaction et pour la clé ⟨**Brouillon**⟩.

```
\ProprieteDroites[Figure,Num=2,Brouillon,Remediation]{EF}{IJ}{d_3}
```



$$\left.\begin{array}{l}(\ldots.)\perp(\ldots.)\\(\ldots.)\perp(\ldots.)\end{array}\right\}(\ldots.)//(\ldots.)$$

Comme les droites $(\ldots.)$ et $(\ldots.)$ sont toutes les deux perpendiculaires à la même droite $(\ldots.)$, alors les droites $(\ldots.)$ et $(\ldots.)$ sont parallèles.

14 Le repérage

La commande \Reperage permet de présenter diverses situations de repérage : demi-droite graduée ; droite graduée ; repère du plan ; repérage sur un pavé droit. Elle a la forme suivante :

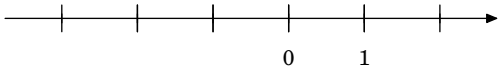
\Reperage[⟨clés⟩]{⟨Liste des éléments ⟩}

---

où

— ⟨clés⟩ constituent un ensemble d'options pour paramétrer la commande (paramètres optionnels) ;
— ⟨Liste des éléments⟩ est donnée sous la forme :
  — 1/A ; -1.5/B pour le repérage sur une droite (ou demi-droite) graduée ;
  — 1/2/A ; -1.5/3/B pour le repérage dans le plan ;
  — 1/3/5/A ; -1.5/-2/3/B pour le repérage sur un pavé droit.
  Attention, lors de leurs utilisations respectives, ces listes doivent être non vides.

```
\Reperage{2/B,-3/A}
```

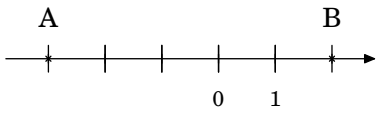


Comme on peut le voir, la commande est paramétrée par défaut sur une droite graduée d'unité 1 cm.

La clé ⟨Unitex⟩ valeur par défaut : 1

change l'unité de longueur. Elle est donnée en centimètre.

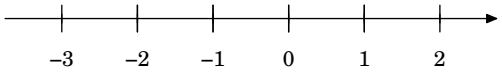
```
\Reperage[AffichageNom,Unitex=0.75]{2/B,-3/A}
```



La clé ⟨AffichageGrad⟩ valeur par défaut : false

affiche les graduations complètes.

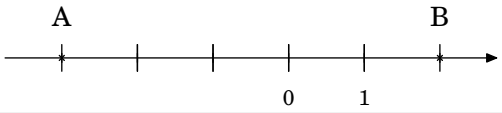
```
\Reperage[AffichageGrad]{2/B,-3/A}
```



La clé ⟨AffichageNom⟩ valeur par défaut : false

affiche le nom des points.

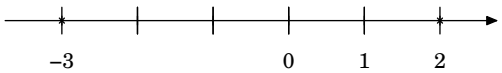
```
\Reperage[AffichageNom]{2/B,-3/A}
```



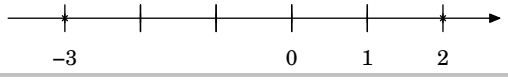
La clé ⟨AffichageAbs⟩ valeur par défaut : 0

affiche les abscisses des points. Si cette clé est positionnée à 1, on affiche les abscisses décimales. Si cette clé est positionnée à 2, on affiche les abscisses en écritures fractionnaires/

```
\Reperage[AffichageAbs=1]{2/B,-3/A}
```




```
\Reperage[AffichageAbs=2]{2/B,-3/A}
```

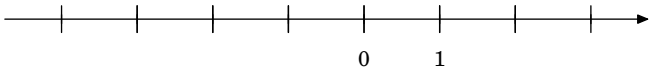


On peut vouloir donner un exercice tel que celui-ci :

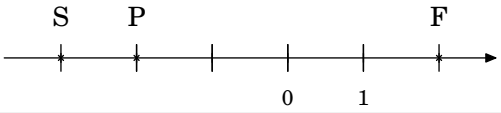
```
\begin{enumerate}
\item Placer les points suivants F(2) ; S(-3), P(-2) sur la droite graduée ci-dessous.
  \Reperage{3/B,-4/A}
\end{enumerate}

Corrigé :
\Reperage[AffichageNom]{2/F,-3/S,-2/P}
```

1. Placer les points suivants F(2) ; S(-3), P(-2) sur la droite graduée ci-dessous.



Corrigé :

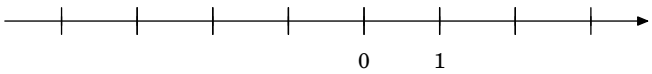


Même si la réponse est correcte, l'enseignant peut légitimement vouloir la même droite graduée dans la réponse que dans l'énoncé [30]. Cela se fait en ajoutant *au moins* un « point vide » :

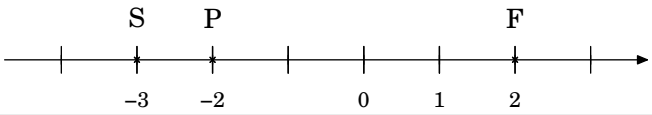
```
\begin{enumerate}
\item Placer les points suivants F(2) ; S(-3), P(-2) sur la droite graduée ci-dessous.
  \Reperage{3/B,-4/A}
\end{enumerate}

Corrigé :
\Reperage[AffichageNom,AffichageAbs=1]{-4/,2/F,-3/S,-2/P,3/}
```

1. Placer les points suivants F(2) ; S(-3), P(-2) sur la droite graduée ci-dessous.



Corrigé :

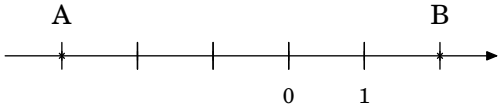


À ce stade, il convient de préciser la façon dont sont interprétées les valeurs numériques « de repérage ». Dans l'écriture `\Reperage{2/B,-3/A}`, l'abscisse du point B vaut 2 unités dans un repère caché d'unité `Pasx`.

La clé ⟨Pasx⟩ — valeur par défaut : 1

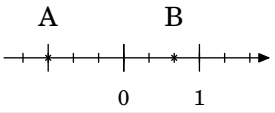
change l'unité du repère utilisé pour le placement des points.

```
\Reperage[AffichageNom]{2/B,-3/A}
```

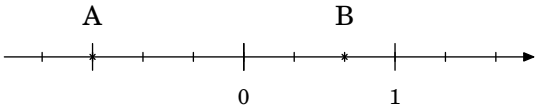


30. Je remercie Laurent Lassalle Carrere d'avoir soulevé le *relatif* :) problème.

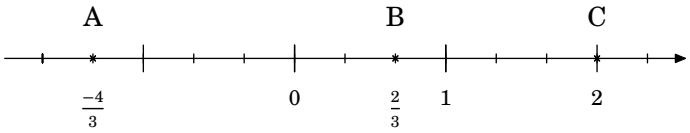
```
\Reperage[AffichageNom,Pasx=3]{2/B,-3/A}
```




```
\Reperage[AffichageNom,Pasx=3,Unitex=2]{2/B,-3/A}
```



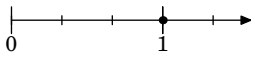

```
\Reperage[AffichageNom,AffichageAbs=2,Pasx=3,Unitex=2]{2/B,-4/A,6/C}
```



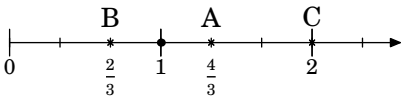
La clé ⟨DemiDroite⟩ valeur par défaut : false

affiche une demi-droite graduée.

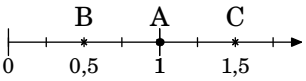
```
\Reperage[DemiDroite,Pasx=3,Unitex=2]{2/B,3/A}
```




```
\Reperage[DemiDroite,AffichageNom,AffichageAbs=2,Pasx=3,Unitex=2]{2/B,4/A,6/C}
```




```
\Reperage[DemiDroite,AffichageNom,AffichageAbs=1,Pasx=4,Unitex=2]{2/B,4/A,6/C}
```



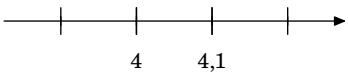
Comment faire pour obtenir un « zoom » sur une partie d'une droite graduée ?

La clé ⟨ValeurOrigine⟩ valeur par défaut : 0

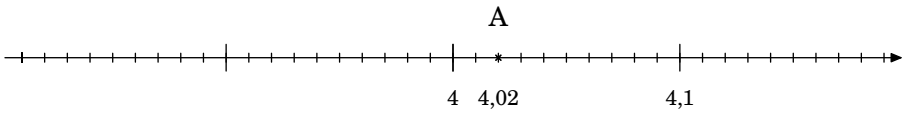
modifie la valeur numérique de l'origine du repère.

> **La clé ⟨ValeurUnitex⟩** valeur par défaut : 1
> modifie la valeur *affichée* pour l'abscisse de l'unité utilisée.

```
\Reperage[ValeurOrigine=4,ValeurUnitex=4.1]{2/A}
```




```
\Reperage[ValeurOrigine=4,ValeurUnitex=4.1,Pasx=10,Unitex=3,AffichageNom,AffichageAbs=1]{2/A}
```



Repérage du plan

La clé ⟨Plan⟩ valeur par défaut : false

permet d'afficher un repère du plan.

La clé ⟨Unitey⟩ valeur par défaut : 1

change l'unité de longueur sur l'axe des ordonnées. Elle est donnée en centimètre.

La clé ⟨Pasy⟩ valeur par défaut : 1

change l'unité du repère utilisé pour le placement des points sur l'axe des ordonnées.

La clé ⟨ValeurUnitey⟩ valeur par défaut : 1

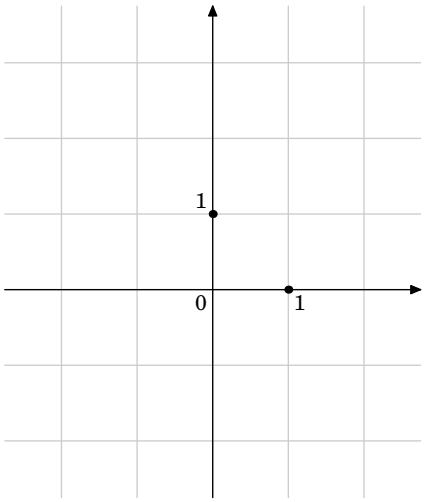
modifie la valeur de l'ordonnée de l'unité utilisée.

La clé ⟨LectureCoord⟩ valeur par défaut : false

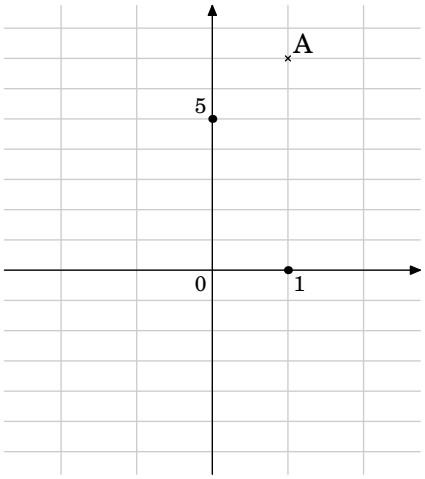
trace les supports de lecture des coordonnées d'un point.

Les clés ⟨**Unitex**⟩, ⟨**Pasx**⟩, ⟨**ValeurUnitex**⟩, ⟨**AffichageNom**⟩, ⟨**AffichageGrad**⟩ et ⟨**AffichageAbs**⟩ sont également disponibles pour la clé ⟨**Plan**⟩.

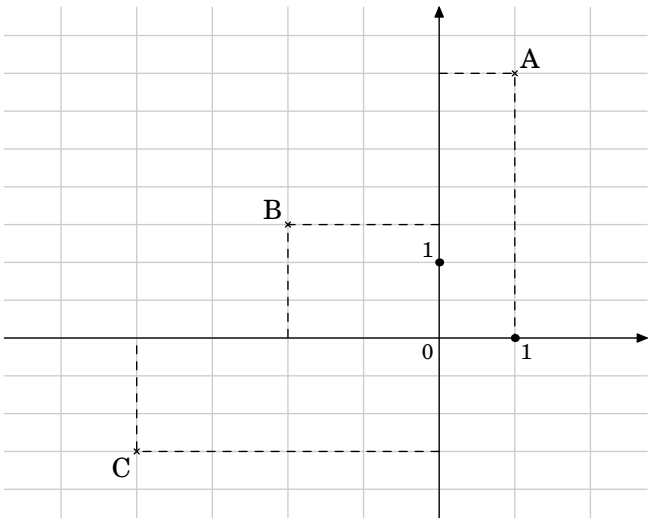
```
\Reperage[Plan]{1/2/A}
```



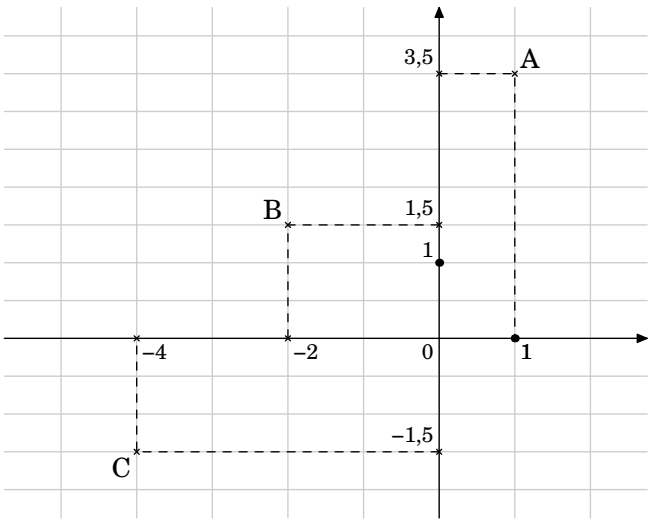

```
\Reperage[Plan,Unitey=2,Pasy=5,AffichageNom,ValeurUnitey=5]{1/7/A}
```



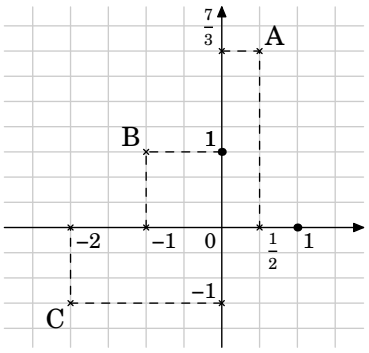
```
\Reperage[Plan,Unitey=1,Pasy=2,AffichageNom,LectureCoord]{1/7/A,-2/3/B,-4/-3/C}
```




```
\Reperage[Plan,Unitey=1,Pasy=2,AffichageNom,LectureCoord,AffichageAbs=1]{1/7/A,-2/3/B,-4/-3/C}
```




```
\Reperage[Plan,Pasx=2,Unitey=1,Pasy=3,AffichageNom,LectureCoord,AffichageAbs=2]{%
  1/7/A,-2/3/B,-4/-3/C%
}
```



Une fois les points placés, on peut effectuer des tracés [31] dans ce repère.

La clé ⟨Trace⟩ valeur par défaut : false

indique s'il y a des tracés à faire.

La clé ⟨ListeSegment⟩ valeur par défaut : {}

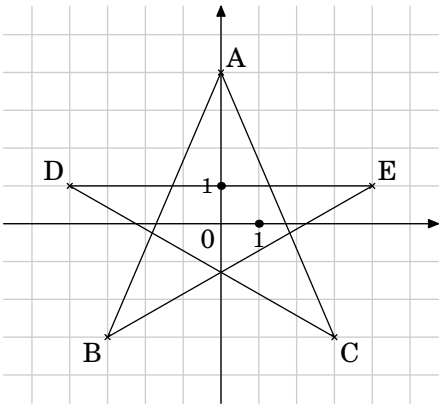
représente la liste des segments à tracer et est indiquée sous la forme :

```
ListeSegment={12,35...}
```

où 1, 2, 3, 5… sont les numéros des points placés par la commande.

Les clés ⟨**Unitex**⟩, ⟨**Pasx**⟩, ⟨**ValeurUnitex**⟩, ⟨**Unitey**⟩, ⟨**Pasy**⟩, ⟨**ValeurUnitey**⟩ et ⟨**AffichageNom**⟩ sont également disponibles pour la clé ⟨**Trace**⟩.

```
\Reperage[Plan,Unitex=0.5,Unitey=0.5,AffichageNom,Trace,
ListeSegment={12,13,34,25,45}]{0/4/A,-3/-3/B,3/-3/C,-4/1/D,4/1/E}
% Segment 12 -> Segment [AB]
% Segment 13 -> Segment [AC]
% Segment 34 -> Segment [CD]
% Segment 25 -> Segment [BE]
% Segment 45 -> Segment [DE]
```



31. À partir de la version 0.63, suite à une demande de Laurent Lassalle Carrere.

Repérage sur un pavé droit

La clé ⟨Espace⟩ valeur par défaut : false

permet d'afficher un repère de l'espace sur un pavé droit.

Toutes les clés pour les coordonnées en x et en y ont été mises en place pour la troisième coordonnée. Mais elles ne jouent pas le même rôle que dans les repérages sur une droite ou dans un plan.

Les clés ⟨Unitex⟩, ⟨Unitey⟩, ⟨Unitez⟩ valeurs par défaut : 2 / 2.5 / 1.5

indiquent les *dimensions* du pavé droit respectivement en x, en y et en z.

Les clés ⟨Pasx⟩, ⟨Pasy⟩, ⟨Pasz⟩ valeurs par défaut : 1 / 1 / 1

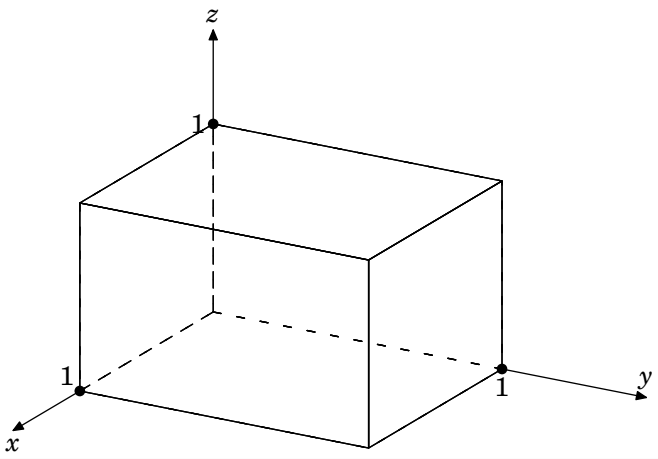
indiquent combien d'unités de repérage vont représenter l'arête associée.

La clé ⟨EchelleEspace⟩ valeur par défaut : 50

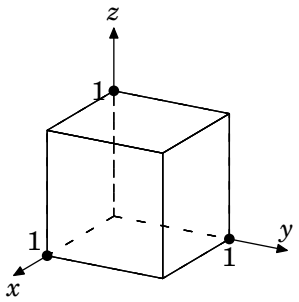
applique :
— un zoom avant sur le pavé droit si sa valeur absolue devient supérieure à 50 ;
— un zoom arrière sur le pavé droit si sa valeur absolue devient inférieure à 50.
Une valeur négative oriente différemment les axes.

Les clés ⟨**AffichageNom**⟩ et ⟨**AffichageCoord**⟩ sont également disponibles pour la clé ⟨**Espace**⟩.

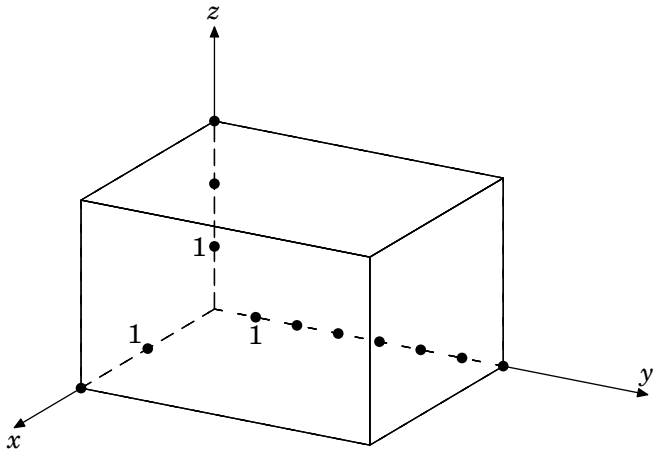
```
\Reperage[Espace]{1/1/1/A}
```



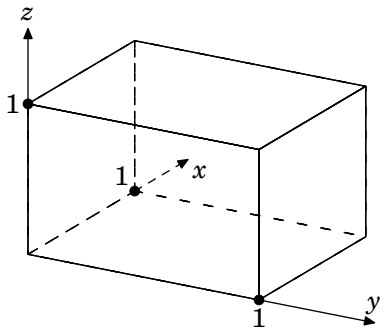

```
% Repérage sur un cube ? :)
\Reperage[Espace,Unitex=1,Unitey=1,Unitez=1]{1/1/1/A}
```



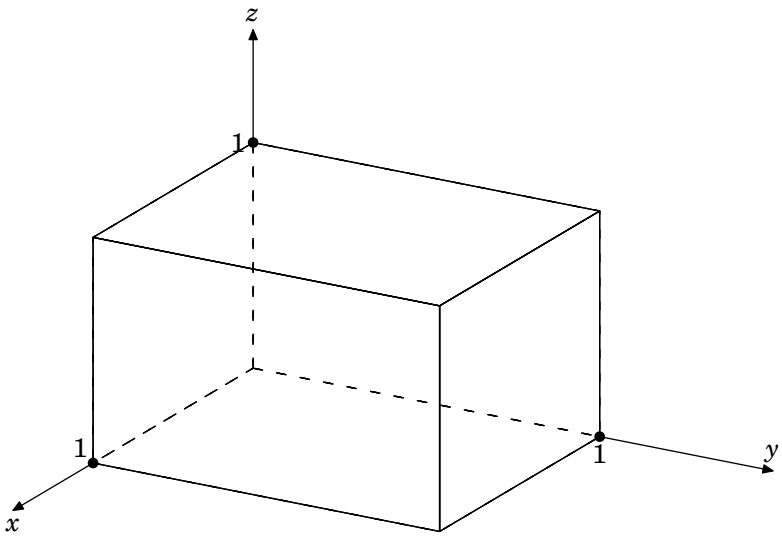
```
\Reperage[Espace,Pasx=2,Pasy=7,Pasz=3]{1/1/1/A}
```



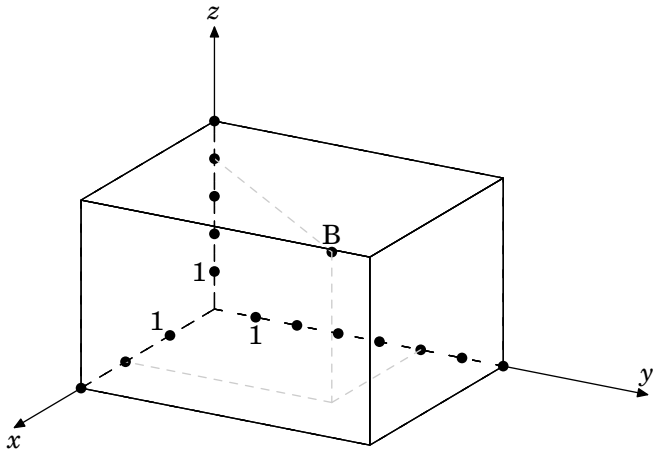

```
\Reperage[Espace,EchelleEspace=-40]{1/1/1/A}
```



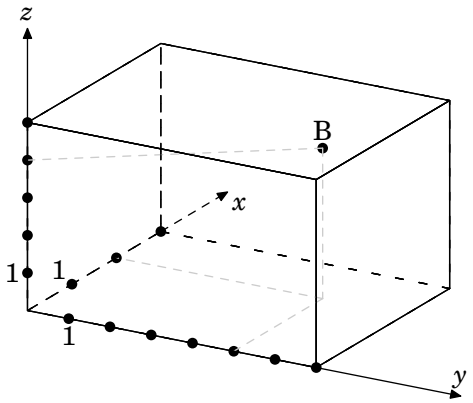

```
\Reperage[Espace,EchelleEspace=60]{1/1/1/A}
```



```
\Reperage[Espace,AffichageNom,AffichageCoord,Pasx=3,Pasy=7,Pasz=5]{2/5/4/B}
```




```
\Reperage[Espace,EchelleEspace=-50,AffichageNom,AffichageCoord,Pasx=3,Pasy=7,Pasz=5]{
    2/5/4/B}
```



15 Les nombres premiers

Un nombre entier étant donné, la commande \Decomposition permet de le décomposer en produit de facteurs premiers. On peut lui associer un arbre de décomposition [32].

Elle a la forme suivante :

```
\Decomposition[⟨clés⟩]{a}
```

où

— ⟨clés⟩ constituent un ensemble d'options, dont une est obligatoire, pour paramétrer la commande ;
— a est le nombre entier considéré (paramètre obligatoire).

```
\Decomposition{1000}
```

La clé ⟨Tableau⟩ valeur par défaut : false

écrit la décomposition du nombre entier choisi sous la forme d'une suite centrée d'égalités.

```
\Decomposition[Tableau]{150}
```

$$150 = 2 \times 75$$
$$150 = 2 \times 3 \times 25$$
$$150 = 2 \times 3 \times 5 \times 5$$

La clé ⟨TableauVertical⟩ valeur par défaut : false

écrit la décomposition sous la forme d'un tableau présentant la décomposition sur le côté droit du tableau.

```
\Decomposition[TableauVertical]{150}
```

150	2
75	3
25	5
5	5
1	

La clé ⟨TableauVerticalVide⟩ valeur par défaut : false

permet de faire compléter par les élèves eux-mêmes.

La clé ⟨Dot⟩ valeur par défaut : \dotfill

modifie le remplissage des cellules vides du tableau permettant ainsi de ne pas induire *directement* le nombre de facteurs premiers.

```
\Decomposition[TableauVerticalVide]{150}
```

150	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	

```
\Decomposition[TableauVerticalVide,Dot={}]{150}
```

150	

32. Pour ces arbres, le nombre entier est limité à 4 096, limite de METAPOST…

La clé ⟨Exposant⟩ valeur par défaut : false

écrit *uniquement* la décomposition du nombre entier considéré en utilisant *éventuellement* les puissances.

```
\Decomposition[Exposant]{150}
```

$2 \times 3 \times 5^2$

La clé ⟨Longue⟩ valeur par défaut : false

écrit *uniquement* la décomposition du nombre entier considéré sans utiliser les puissances.

```
\Decomposition[Longue]{150}
```

$2 \times 3 \times 5 \times 5$

La clé ⟨All⟩ valeur par défaut : false

regroupe le résultat des deux clés ⟨**Tableau**⟩ et ⟨**Exposant**⟩.

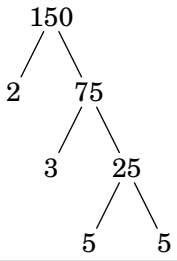
```
\Decomposition[All]{150}
```

$$150 = 2 \times 75$$
$$150 = 2 \times 3 \times 25$$
$$150 = 2 \times 3 \times 5 \times 5$$
$$150 = 2 \times 3 \times 5^2$$

La clé ⟨Arbre⟩ valeur par défaut : false

trace un arbre de décomposition *simple*.

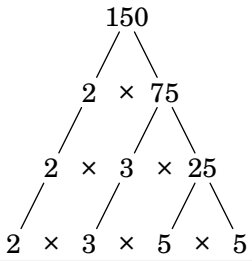
```
\Decomposition[Arbre]{150}
```



La clé ⟨ArbreComplet⟩ valeur par défaut : false

trace un arbre *complet* de décomposition, plus lisible pédagogiquement.

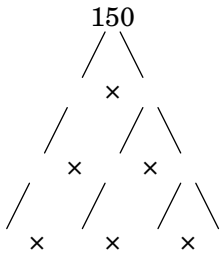
```
\Decomposition[ArbreComplet]{150}
```



La clé ⟨ArbreVide⟩ valeur par défaut : false

permet de créer une structure vide déjà préparée.

```
\Decomposition[ArbreVide]{150}
```



Enfin, la recherche des diviseurs étant liée directement à la décomposition d'un nombre entier, la liste des diviseurs du nombre entier choisi peut s'obtenir avec les deux clés qui suivent.

La clé ⟨Diviseurs⟩ valeur par défaut : false

donne la liste des diviseurs du nombre considéré.

```
La liste des diviseurs de 999 est
 \Decomposition[Diviseurs]{999}.
```

La liste des diviseurs de 999 est 1 ; 3 ; 9 ; 27 ; 37 ; 111 ; 333 et 999.

La clé ⟨DiviseursT⟩ valeur par défaut : false

donne la liste des diviseurs du nombre considéré sous la forme d'un tableau.

```
La liste des diviseurs de 999 est :
\begin{center}
  \Decomposition[DiviseursT]{999}.
\end{center}
```

La liste des diviseurs de 999 est :

1	999
3	333
9	111
27	37

.

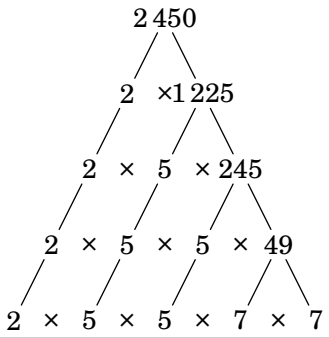
Sur la page suivante, on trouve un exemple qui regroupe quelques clés de la commande \Decomposition.

```
Écrire la décomposition en produit de facteurs premiers du nombre
\num{2450}.

\bigskip

\begin{minipage}{0.45\linewidth}
  \[\Decomposition[ArbreComplet]{2450}\]
\end{minipage}
\hfill
\begin{minipage}{0.45\linewidth}
  On décompose \num{2450} :
  \Decomposition[Tableau]{2450}
  Par conséquent, on écrit :
  \[\num{2450}=\Decomposition[Exposant]{2450}\]
\end{minipage}
```

Écrire la décomposition en produit de facteurs premiers du nombre 2 450.



On décompose 2 450 :

$$2\,450 = 2 \times 1\,225$$
$$2\,450 = 2 \times 5 \times 245$$
$$2\,450 = 2 \times 5 \times 5 \times 49$$
$$2\,450 = 2 \times 5 \times 5 \times 7 \times 7$$

Par conséquent, on écrit :

$$2\,450 = 2 \times 5^2 \times 7^2$$

16 La représentation graphique de fractions

La commande \Fraction permet de représenter une fraction par un « schéma ». Elle a la forme suivante :

```
\Fraction[⟨clés⟩]{a/b}
```

où
— ⟨clés⟩ constituent un ensemble d'options pour paramétrer la commande (paramètres optionnels) ;
— a est le numérateur et b le dénominateur de la fraction considérée.

Grâce à cette commande, l'enseignant peut proposer un schéma « vide » grâce aux clés de mise en forme ci-dessous.

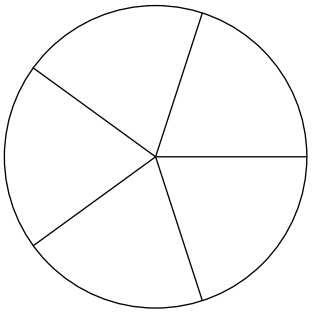
La clé ⟨Disque⟩ valeur par défaut : true

dessine un schéma sous forme de disque.

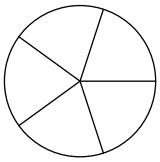
La clé ⟨Rayon⟩ valeur par défaut : 2 cm

modifie le rayon du disque.

```
\Fraction[]{3/5}
```



```
\Fraction[Rayon=1cm]{3/5}
```



La clé ⟨Regulier⟩ valeur par défaut : false

dessine un schéma sous forme de polygone régulier.

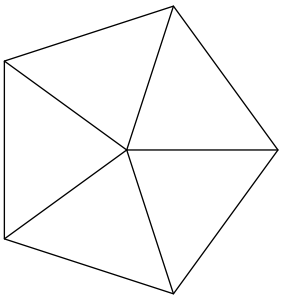
La clé ⟨Cotes⟩ valeur par défaut : 5

spécifie le nombre de côtés du polygone régulier utilisé.

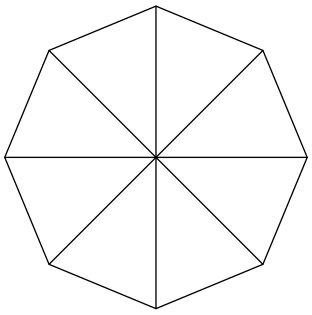
La clé ⟨Rayon⟩ valeur par défaut : 2 cm

modifie le rayon du cercle circonscrit au polygone régulier utilisé.

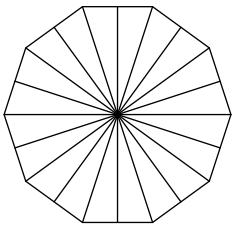
```
\Fraction[Regulier]{3/5}
```



```
\Fraction[Regulier,Cotes=8]{3/8}
```



```
\Fraction[Regulier,Cotes=10,
    Rayon=1.5cm]{7/20}
```



La clé ⟨Segment⟩ valeur par défaut : false

dessine un schéma sous forme de segment.

La clé ⟨Longueur⟩ valeur par défaut : 5 cm

modifie la longueur du segment utilisé.

```
\Fraction[Segment]{3/5}
```

```
\Fraction[Segment,Longueur=7cm]{3/5}
```

La clé ⟨Triangle⟩ valeur par défaut : false

dessine un schéma sous forme d'un triangle équilatéral.

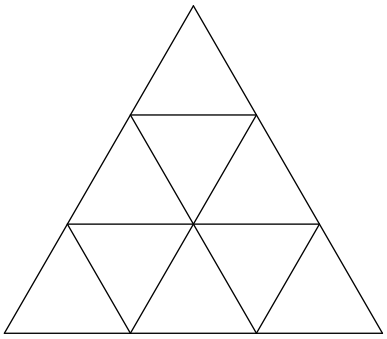
La clé ⟨Longueur⟩ valeur par défaut : 5 cm

modifie la longueur du côté du triangle équilatéral.

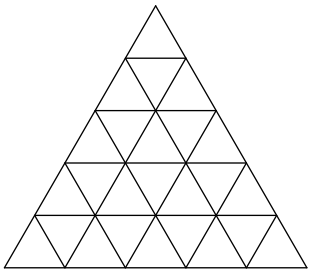
La clé ⟨Parts⟩ valeur par défaut : 3

indique le partage des côtés du triangle équilatéral.

```
\Fraction[Triangle]{2/9}
```



```
\Fraction[Triangle,Longueur=4cm,Parts=5]{15/25}
```



La clé ⟨Rectangle⟩ valeur par défaut : false

dessine un schéma sous forme de rectangle.

La clé ⟨Longueur⟩ valeur par défaut : 5 cm

modifie la longueur du rectangle.

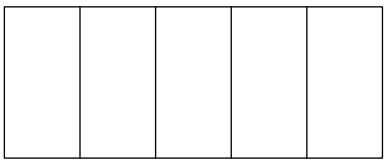
La clé ⟨Largeur⟩ valeur par défaut : 2 cm

modifie la largeur du rectangle.

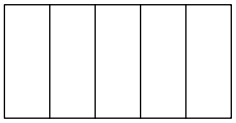
La clé ⟨Multiple⟩ valeur par défaut : 1

indique le partage de la « largeur » du rectangle.

```
\Fraction[Rectangle]{3/5}
```

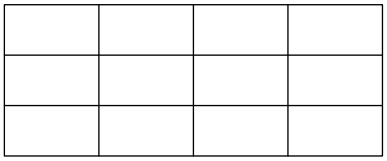


```
\Fraction[Rectangle,Longueur=3cm,Largeur
    =1.5cm]{3/5}
```

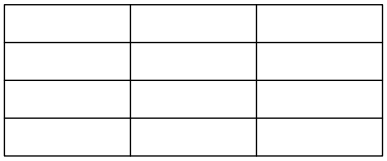


Le cas du rectangle mérite d'être traité plus en profondeur. En effet, pour représenter la fraction $\frac{9}{12}$, on peut insister sur telle ou telle décomposition de 12 : 1×12 ou 4×3 ou… On utilise alors la clé ⟨**Multiple**⟩.

```
\Fraction[Rectangle,Multiple=3]{9/12}
```



```
\Fraction[Rectangle,Multiple=4]{9/12}
```



L'affichage de la réponse se fait à l'aide des clés ci-dessous.

La clé ⟨Reponse⟩ valeur par défaut : false

représente la fraction sur le schéma choisi.

La clé ⟨Couleur⟩ valeur par défaut : green

modifie la couleur utilisée pour indiquer la réponse. Elle doit être donnée dans un format reconnu par METAPOST. Par conséquent, on peut utiliser `white`, `red`, `0.95white`, `red+blue`, `(0.5,1,0.25)`…[33]

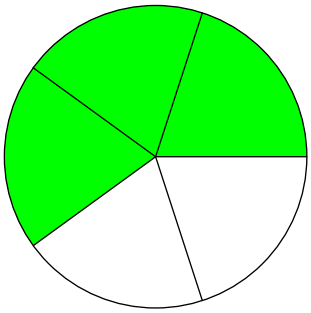
La clé ⟨Hachures⟩[34] valeur par défaut : false

hachure la réponse au lieu de la colorier.

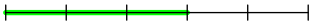
La clé ⟨Epaisseur⟩ valeur par défaut : 1

uniquement active en étant associée à la clé ⟨**Hachures**⟩, est un coefficient d'agrandissement (réduction) de la taille utilisée par défaut par METAPOST pour tracer les hachures.

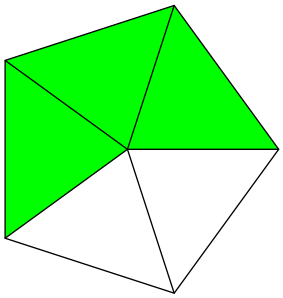
```
\Fraction[Reponse]{3/5}
```



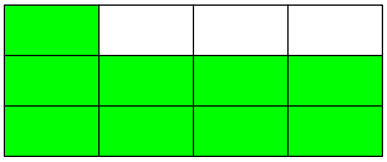
```
\Fraction[Segment,Reponse,
    Longueur=4cm]{3/5}
```



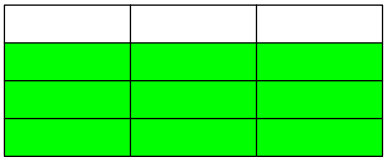
```
\Fraction[Regulier,Reponse]{3/5}
```



```
\Fraction[Rectangle,Multiple=3,Reponse]{9/12}
```



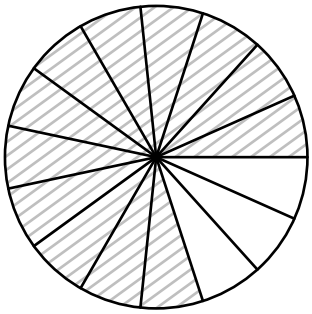
```
\Fraction[Rectangle,Multiple=4,Reponse]{9/12}
```



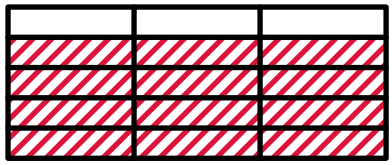
33. Le package METAPOST `PfC-svgnames.mp` étant chargé lors de la création des images, on peut également utiliser des couleurs telles que `Crimson`, `Cornsilk`… On les trouve à la page 197.

34. Suite à un échange avec Éric Elter qui a soulevé le problème d'impression lié à la couleur et celui des élèves à handicap visuel.

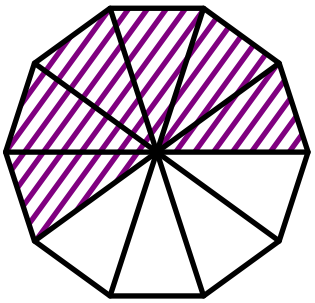
```
\Fraction[Hachures,Reponse,Couleur=0.75white]{12/15}
```



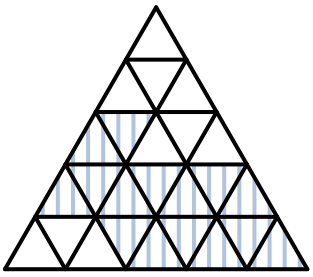
```
\Fraction[Hachures,Reponse,Couleur=Crimson,
    Rectangle,Multiple=5,Epaisseur=2]{12/15}
```



```
\Fraction[Hachures,Reponse,Couleur=Purple,Cotes=10,Regulier,
    Epaisseur=2]{6/10}
```



```
\Fraction[Triangle,Longueur=4cm,Parts=5,Reponse,Hachures,
Couleur=LightSteelBlue,Epaisseur=1.5]{15/25}
```



17 La simplification d'écritures fractionnaires

Deux nombres entiers relatifs a et b étant donnés, la commande \Simplification permet de simplifier l'écriture $\frac{a}{b}$.

Cette commande s'utilise dans tous les modes.

Elle a la forme suivante :

```
\Simplification[⟨clés⟩]{a}{b}
```

où

— ⟨clés⟩ constituent un ensemble d'options pour paramétrer la commande (paramètres optionnels) ;
— a et b sont les nombres entiers relatifs considérés (paramètres obligatoires).

```
\Simplification{125}{45}
```
$\frac{25}{9}$

```
$\frac{-125}{45}=\Simplification{-125}{45}$
```
$\frac{-125}{45}=\frac{-25}{9}$

```
\[\frac{-125}{-45}=\Simplification{-125}{-45}\]
```
$$\frac{-125}{-45}=\frac{25}{9}$$

```
\[\frac{125}{-45}=\Simplification{125}{-45}\]
```
$$\frac{125}{-45}=\frac{-25}{9}$$

La clé ⟨Details⟩ valeur par défaut : false

écrit le détail de la simplification. Celle-ci se fait avec le PGCD des deux nombres.

```
\[\frac{125}{45}=\Simplification[Details]{125}{45}\]
```
$$\frac{125}{45}=\frac{125_{\div 5}}{45_{\div 5}}$$

```
\[\frac{125}{-45}=\Simplification[Details]{125}{-45}\]
```
$$\frac{125}{-45}=\frac{-125_{\div 5}}{45_{\div 5}}$$

La clé ⟨All⟩ valeur par défaut : false

affiche le détail de la simplification *et* la simplification elle-même.

```
\[\frac{125}{45}=\Simplification[All]{125}{45}\]
```
$$\frac{125}{45}=\frac{125_{\div 5}}{45_{\div 5}}=\frac{25}{9}$$

```
\[\frac{-125}{-45}=\Simplification[All]{-125}{-45}\]
```
$$\frac{-125}{-45}=\frac{125_{\div 5}}{45_{\div 5}}=\frac{25}{9}$$

```
\[\frac{125}{-45}=\Simplification[All]{125}{-45}\]
```
$$\frac{125}{-45}=\frac{-125_{\div 5}}{45_{\div 5}}=\frac{-25}{9}$$

On peut « améliorer » la décomposition de la simplification en utilisant la commande \Simplification couplée à la commande \Decomposition des nombres premiers :

```
\[\frac{\num{1320}}{\num{1248}}=\frac{\Decomposition[Longue]{1320}}{\Decomposition[
    Longue]{1248}}=\Simplification{1320}{1248}\]
```

$$\frac{1\,320}{1\,248}=\frac{2\times2\times2\times3\times5\times11}{2\times2\times2\times2\times2\times3\times13}=\frac{55}{52}$$

Mais on peut vouloir insister sur les différentes étapes de la simplification, notamment pour les critères de divisibilité.

La clé ⟨Longue⟩ valeur par défaut : false

décompose, à l'aide des diviseurs successifs, la simplification.

```
\[\frac{\num{15}}{\num{105}}=\Simplification[Longue]{15}{105}\]
```

$$\frac{15}{105}=\frac{5\times3}{35\times3}=\frac{5}{35}=\frac{1\times5}{7\times5}=\frac{1}{7}$$

```
\[\frac{\num{1320}}{\num{1248}}=\Simplification[Longue]{1320}{1248}\]
```

$$\frac{1\,320}{1\,248}=\frac{660\times2}{624\times2}=\frac{660}{624}=\frac{330\times2}{312\times2}=\frac{330}{312}=\frac{165\times2}{156\times2}=\frac{165}{156}=\frac{55\times3}{52\times3}=\frac{55}{52}$$

Cependant, on peut vouloir écrire les égalités « dans l'autre sens »…

La clé ⟨Contraire⟩ valeur par défaut : 0

permet d'écrire les égalités de quotients dans le sens contraire de la simplification.

```
\Simplification[Contraire=8]{5}{9}
```

$\frac{5}{9}=\frac{5\times8}{9\times8}=\frac{40}{72}$

```
\[\Simplification[Contraire=10]{5}{9}\]
```

$$\frac{5}{9}=\frac{5\times10}{9\times10}=\frac{50}{90}$$

Enfin, on peut vouloir présenter la simplification comme en classe de 6e.

La clé ⟨Fleches⟩ valeur par défaut : false

écrit la simplification de manière fléchée et personnalisable.

Cependant, il y a un *léger* changement de syntaxe :

```
\Simplification[Fleches]{a1/f1/a2}{b1/f2/b2}
```

où

— `a`, `a1` sont les numérateurs respectifs de la première fraction et de la deuxième fraction ;
— `b`, `b1` sont les dénominateurs respectifs de la première fraction et de la deuxième fraction ;
— `f1`, `f2` sont les annotations à mettre sur les flèches utilisées.

```
\[\Simplification[Fleches]{%
    110/\tiny$\div10$/\dots}{%
    30/\tiny$\div\dots$/3}
\]
```

$$\frac{110}{30}\overset{\div10}{=}\frac{\dots}{3}\quad(\div\dots)$$

18 Ranger des nombres rationnels relatifs

La commande \Rangement permet de ranger, par ordre croissant ou décroissant, une liste de nombres rationnels relatifs *tous distincts*.

Cette commande s'utilise dans tous les modes.

Elle a la forme suivante :

```
\Rangement[⟨clés⟩]{⟨liste de nombres⟩}
```

où

- ⟨clés⟩ constituent un ensemble d'options pour paramétrer la commande (paramètres optionnels) ;
- ⟨liste de nombres⟩ est donnée sous la forme :
  - n1/d1,n2/d2... s'il s'agit d'une liste de nombres en écritures fractionnaires
  - n1,n2... s'il s'agit d'une liste de nombres décimaux.

```
% Par défaut, il s'agit d'un rangement de nombres décimaux dans
% l'ordre croissant avec des inégalités strictes.
\Rangement{1.2,-3.5,4,12,3.14,0.85,0.815}
```

$-3{,}5 < 0{,}815 < 0{,}85 < 1{,}2 < 3{,}14 < 4 < 12$

```
% Par défaut, il s'agit d'un rangement de nombres décimaux dans
% l'ordre croissant avec des inégalités strictes.
$\Rangement{-1.2,3.5,-4,-12,3.14,-0.85,0.815}$
```

$-12 < -4 < -1{,}2 < -0{,}85 < 0{,}815 < 3{,}14 < 3{,}5$

```
% Par défaut, il s'agit d'un rangement de nombres décimaux dans
% l'ordre croissant avec des inégalités strictes.
\[\Rangement{-0.2,-25,-5,-12.003,-14.3,-8.5,-0.5}\]
```

$$-25 < -14{,}3 < -12{,}003 < -8{,}5 < -5 < -0{,}5 < -0{,}2$$

La clé ⟨Decroissant⟩ valeur par défaut : false

donne le rangement dans l'ordre décroissant.

```
\Rangement[Decroissant]{-1.2,-3.5,4,12,3.14,-0.85,0.815}
```

$12 > 4 > 3{,}14 > 0{,}815 > -0{,}85 > -1{,}2 > -3{,}5$

La clé ⟨Strict⟩ valeur par défaut : true

permet d'utiliser des inégalités larges.

```
\Rangement[Strict=false]{11.2,11.002,11.02,11.22,11.202}
```

$11{,}002 \leqslant 11{,}02 \leqslant 11{,}2 \leqslant 11{,}202 \leqslant 11{,}22$

La clé ⟨Fraction⟩ valeur par défaut : false

permet d'effectuer un rangement de nombres rationnels.

Le rangement est donné avec des écritures fractionnaires *éventuellement* simplifiées.

La clé ⟨Details⟩ valeur par défaut : false

affiche le rangement des nombres rationnels écrits avec le même dénominateur.

```
\[\Rangement[Fraction]{1/2,2/3,5/8,4/9,6/7}\]
```

$$\frac{4}{9} < \frac{1}{2} < \frac{5}{8} < \frac{2}{3} < \frac{6}{7}$$

```
Une fois ces fractions réduites au même dénominateur, on obtient le rangement
suivant :
\[\Rangement[Fraction,Decroissant,Details]{1/3,5/4,7/6,7/8,8/9}\]
soit :
\[\Rangement[Fraction,Decroissant]{1/3,5/4,7/6,7/8,8/9}\]
```

Une fois ces fractions réduites au même dénominateur, on obtient le rangement suivant :

$$\frac{90}{72} > \frac{84}{72} > \frac{64}{72} > \frac{63}{72} > \frac{24}{72}$$

soit :

$$\frac{5}{4} > \frac{7}{6} > \frac{8}{9} > \frac{7}{8} > \frac{1}{3}$$

19 Les puissances

La commande \Puissances n'apporte aucune fioriture. Avec les nouveaux programmes du collège, les formules de calculs ne sont plus à apprendre mais à comprendre. Il faut donc détailler les calculs.

Cette commande s'utilise dans tous les modes.

Elle a la forme suivante :

```
\Puissances{⟨a⟩}{⟨b⟩}
```

où

— a est une expression et b est un nombre entier relatif.

```
\Puissances{2}{5}
```
$2\times2\times2\times2\times2$

```
$\Puissances{(-5)}{2}$
```
$(-5)\times(-5)$

```
\[\Puissances{a}{7}\]
```
$$a\times a\times a\times a\times a\times a\times a$$

```
\Puissances{5}{0}
```
1

```
\Puissances{4}{-3}
```
$\frac{1}{4\times4\times4}$

```
\Puissances{a^2}{2}
```
$a^2\times a^2$

```
\[4^3\times4^7=\underbrace{\Puissances{4}{3}}_{4^3}\times\underbrace{\Puissances{4}{7}}_{4^7}=\Puissances{4}{10}=4^{10}\]
\[n^5\times n^{-2}=\Puissances{n}{5}\times\Puissances{n}{-2}=\Puissances{n}{3}=n^3\]
```
$$4^3\times4^7=\underbrace{4\times4\times4}_{4^3}\times\underbrace{4\times4\times4\times4\times4\times4\times4}_{4^7}=4\times4\times4\times4\times4\times4\times4\times4\times4\times4=4^{10}$$

$$n^5\times n^{-2}=n\times n\times n\times n\times n\times\frac{1}{n\times n}=n\times n\times n=n^3$$

Concernant l'écriture scientifique, le package ProfCollege faisant appel au package siunitx, il n'est pas apparu nécessaire de créer une nouvelle commande. En effet, on peut utiliser :

```
\num{3.15d-5}
```
$3{,}15\times10^{-5}$

20 La proportionnalité

La commande \Propor permet d'afficher un tableau de proportionnalité (ou non), auquel sont associées les fonctions utiles[35] aux enseignants. Elle a la forme suivante :

\Propor[⟨clés⟩]{⟨Liste des éléments par colonne⟩}

---

où

— ⟨clés⟩ constituent un ensemble d'options pour paramétrer la commande (paramètres optionnels) ;
— ⟨Liste des éléments par colonne⟩ est donnée sous la forme[36] c1-l1 / c1-l2, c2-l1 / c2-l2...

```
\Propor{1/2,3/5,6/9,10/11}
```

Grandeur A	1	3	6	10
Grandeur B	2	5	9	11

Deux remarques immédiates : le tableau n'est pas centré horizontalement sur la page et le nom des grandeurs est « standard ». Si le centrage se fait avec l'environnement center, on modifie la présentation du tableau avec les clés présentées ci-après.

La clé ⟨GrandeurA⟩ valeur par défaut : Grandeur A

modifie la légende de la première ligne.

La clé ⟨GrandeurB⟩ valeur par défaut : Grandeur B

modifie la légende de la deuxième ligne.

```
\begin{center}
  \Propor[GrandeurA=Temps (s),GrandeurB=Distance (m)]{1/2,3/5,6/9}%
\end{center}
```

Temps (s)	1	3	6
Distance (m)	2	5	9

Dans la commande \Propor, les valeurs attendues sont, *par défaut*, des nombres. On peut inclure d'autres types d'expressions.

La clé ⟨Math⟩ valeur par défaut : false

permet d'inscrire des éléments mathématiques dans le tableau.

Dans ce cas, le formatage des nombres n'est pas mis en place... On utilise donc \num{3,5}.

```
\Propor[Math,GrandeurA=Rayon (cm),GrandeurB=Périmètre (cm)]{1/$2\pi$,4/$8\pi$,5/$10\pi$}
```

Rayon (cm)	1	4	5
Périmètre (cm)	2π	8π	10π

35. Flèches de définition ; de linéarité ; du coefficient de proportionnalité.
36. c1 colonne 1 ; l1 ligne 1...

La clé ⟨Stretch⟩ valeur par défaut : 1

est un paramètre multiplicatif qui permet de modifier la hauteur des lignes du tableau.

```
% Pas terrible.
\Propor[Math]{2/\num{3.4},\dots/51,$
    \dfrac{3}{4}$/\dots}
```

Grandeur A	2	…	$\frac{3}{4}$
Grandeur B	3,4	51	…

```
% C'est mieux.
\Propor[Math,Stretch=2]{2/\num{3.4},\dots
    /51,$\dfrac{3}{4}$/\dots}
```

Grandeur A	2	…	$\frac{3}{4}$
Grandeur B	3,4	51	…

La clé ⟨Largeur⟩ valeur par défaut : 1cm

modifie la largeur des colonnes « numériques » du tableau.

```
% Pas terrible.
\Propor{125000/\dots,\dots/51000000}
```

Grandeur A	125 000	…
Grandeur B	…	51 000 000

```
% C'est mieux.
\Propor[Largeur=1.75cm]{125000/\dots,
    \dots/51000000}
```

Grandeur A	125 000	…
Grandeur B	…	51 000 000

La clé ⟨CouleurTab⟩ valeur par défaut : gray!15

modifie la couleur de la première colonne du tableau.

```
\Propor[CouleurTab=Cornsilk]{2/5,3/10,7/35}
```

Grandeur A	2	3	7
Grandeur B	5	10	35

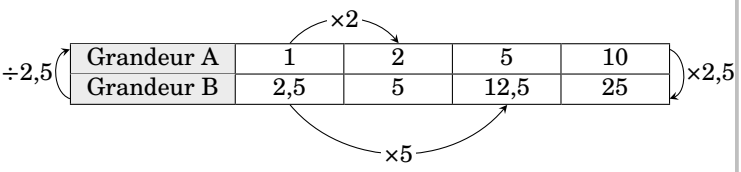
Une fois le tableau construit, il y a plusieurs « marqueurs invisibles » permettant de se repérer :

	H①	H②	.....	
Grandeur A			.....	
Grandeur B			.....	
	B①	B②	.....	

On dispose alors *des commandes*[37] suivantes permettant de relier ces marqueurs :

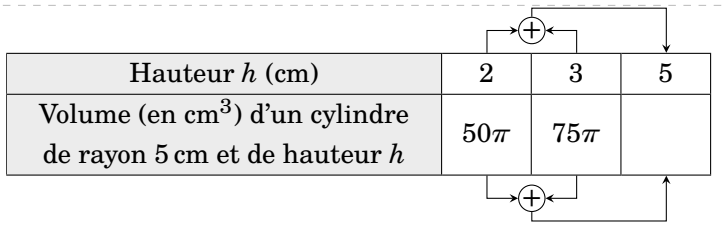
- `\FlechesPH{a}{b}{⟨texte⟩}` pour relier les marqueurs Ha et Hb par une flèche associée au texte ⟨texte⟩ ;
- `\FlechesPB{a}{b}{⟨texte⟩}` pour relier les marqueurs Ba et Bb par une flèche associée au texte ⟨texte⟩ ;
- `\FlecheCoef{⟨texte⟩}` pour tracer, *sur la droite du tableau*, une flèche indiquant (ou pas) le coefficient de proportionnalité (ou pas) associée au texte ⟨texte⟩ ;
- `\FlecheCoefDebut{⟨texte⟩}` pour tracer, *sur la gauche du tableau*, une flèche indiquant (ou pas) le coefficient de proportionnalité (ou pas) associée au texte ⟨texte⟩ ;

```
\small
\begin{center}
  \Propor{1/2.5,2/5,5/12.5,10/25}
\end{center}
\FlechesPH{1}{2}{$\times2$}
\FlechesPB{1}{3}{$\times5$}
\FlecheCoef{$\times\num{2,5}$}
\FlecheCoefDebut{$\div\num{2,5}$}
```



- `\FlecheLineaireH{a}{b}{c}{opération}` pour associer linéairement les marqueurs Ha et Hb avec opération afin d'obtenir le marqueur Hc.

```
\begin{center}
  \Propor[Stretch=1.25,%
  Math,%
  GrandeurA=Hauteur $h$ (cm),%
  GrandeurB=\begin{tabular}{c}Volume (en cm$^3$) d'un cylindre\\ de rayon \Lg{5} et de
     hauteur $h$\end{tabular},%
  Largeur=0.75cm]{2/$50\pi$,3/$75\pi$,5/}
\end{center}
\FlecheLineaireH{1}{2}{3}{$+$}
\FlecheLineaireB{1}{2}{3}{$+$}
```



Hauteur h (cm)	2	3	5
Volume (en cm^3) d'un cylindre de rayon 5 cm et de hauteur h	50π	75π	

37. Ce ne sont pas des clés !

21 Les pourcentages

Associée à la commande \Propor (page 95), la commande \Pourcentage permet d'appliquer un pourcentage (ou une augmentation, ou une réduction) et de calculer un pourcentage. Elle a la forme suivante :

```
\Pourcentage[⟨clés⟩]{t}{q}
```

où
— ⟨clés⟩ constituent un ensemble d'options pour paramétrer la commande (paramètres optionnels) ;
— t représente le taux de pourcentage et q la quantité.

Par défaut, le comportement est donné par la clé qui suit.

La clé ⟨Appliquer⟩ valeur par défaut : true

affiche la résolution « décimale » du calcul.

La clé ⟨Fractionnaire⟩ valeur par défaut : false

affiche le calcul avec l'écriture fractionnaire du pourcentage.

```
% La clé <Appliquer> n'apparaît pas car c'est la clé activée par defaut.
\Pourcentage{15}{36}
```

Pour calculer 15 % de 36, on effectue le calcul :

$$0{,}15 \times 36 = 5{,}4$$

```
\Pourcentage[Fractionnaire]{15}{36}
```

Pour calculer 15 % de 36, on effectue le calcul :

$$\frac{15}{100} \times 36 = \frac{540}{100} = 5{,}4$$

La clé ⟨Concret⟩ valeur par défaut : false

donne un caractère concret aux calculs.

La clé ⟨Unite⟩ valeur par défaut : g

permet de choisir l'unité utilisée dans les calculs.

```
\Pourcentage[Concret,Unite=km]{15}{36}
```

Pour calculer 15 % de 36 km, on effectue le calcul :

$$0{,}15 \times 36 \text{ km} = 5{,}4 \text{ km}$$

Augmentation / Diminution en pourcentage

La clé ⟨Augmenter⟩ valeur par défaut : false

écrit la résolution d'un exercice où une quantité « subit » une augmentation.

La clé ⟨AideTableau⟩ valeur par défaut : false
associe un tableau pour mieux comprendre le calcul.

La clé ⟨GrandeurA⟩ valeur par défaut : Grandeur A
modifie la légende de la première ligne du tableau.

La clé ⟨GrandeurB⟩ valeur par défaut : Total
modifie la légende de la deuxième ligne du tableau.

La clé ⟨CouleurTab⟩ valeur par défaut : gray !15
modifie la couleur de la première colonne du tableau.

La clé ⟨Formule⟩ valeur par défaut : false
utilise les formules de la classe de 3e pour la résolution.

Les clés ⟨**Concret**⟩ et ⟨**Unite**⟩ sont aussi disponibles pour la clé ⟨**Augmenter**⟩.

```
\Pourcentage[Augmenter]{15}{36}
```

Calculons ce que représente l'augmentation de 15 %. Pour calculer 15 % de 36, on effectue le calcul :

$$0{,}15 \times 36 = 5{,}4$$

On obtient une augmentation de 5,4.
Donc un total de $36 + 5{,}4 = 41{,}4$.

```
\Pourcentage[Augmenter,AideTableau]{15}{36}
```

Calculons ce que représente l'augmentation de 15 %.

Grandeur A		15
Total	36	100

×0,15

On obtient une augmentation de $0{,}15 \times 36 = 5{,}4$.
Donc un total de $36 + 5{,}4 = 41{,}4$.

```
\Pourcentage[Augmenter,AideTableau,GrandeurA=Augmentation,GrandeurB=Nombre d'habitants,
    Concret,Unite=habitants]{40}{36}
```

Calculons ce que représente l'augmentation de 40 %.

Augmentation		40
Nombre d'habitants	36	100

×0,4

On obtient une augmentation de $0{,}4 \times 36$ habitants = 14,4 habitants.
Donc un total de 36 habitants + 14,4 habitants = 50,4 habitants.

```
\Pourcentage[Augmenter,AideTableau,GrandeurA=Augmentation,GrandeurB=Nombre d'habitants,
    Concret,Unite=habitants,CouleurTab=Salmon]{15}{36}
```

Calculons ce que représente l'augmentation de 15 %.

Augmentation		15
Nombre d'habitants	36	100

×0,15

On obtient une augmentation de $0{,}15 \times 36$ habitants $= 5{,}4$ habitants.
Donc un total de 36 habitants + 5,4 habitants = 41,4 habitants.

```
% La clé <Formule> est incompatible avec la clé <AideTableau>.
\Pourcentage[Augmenter,Formule]{17}{51}
```

Augmenter de 17 % une quantité, cela revient à multiplier cette quantité par $1+\dfrac{17}{100}$. Par conséquent, si on augmente 51 de 17 %, cela donne :

$$51 \times \left(1+\frac{17}{100}\right) = 51 \times (1+0{,}17) = 51 \times 1{,}17 = 59{,}67$$

La clé ⟨Reduire⟩ valeur par défaut : false

écrit la résolution d'un exercice où une quantité « subit » une réduction.

La clé ⟨MotReduction⟩ valeur par défaut : diminution

modifie le mot « diminution » dans la résolution.

Les clés ⟨**AideTableau**⟩, ⟨**GrandeurA**⟩, ⟨**GrandeurB**⟩, ⟨**CouleurTab**⟩ et ⟨**Formule**⟩ sont également disponibles pour la clé ⟨**Reduire**⟩.

```
\Pourcentage[Reduire]{37}{105}
```

Calculons ce que représente la diminution de 37 %. Pour calculer 37 % de 105, on effectue le calcul :

$$0{,}37 \times 105 = 38{,}85$$

On obtient une diminution de 38,85.
Donc un total de $105 - 38{,}85 = 66{,}15$.

```
\Pourcentage[Reduire,MotReduction=réduction]{17}{51}
```

Calculons ce que représente la réduction de 17 %. Pour calculer 17 % de 51, on effectue le calcul :

$$0{,}17 \times 51 = 8{,}67$$

On obtient une réduction de 8,67.
Donc un total de $51 - 8{,}67 = 42{,}33$.

```
\Pourcentage[Reduire,Formule]{17}{51}
```

Réduire une quantité de 17 %, cela revient à multiplier cette quantité par $1-\dfrac{17}{100}$. Par conséquent, si on réduit 51 de 17 %, cela donne :

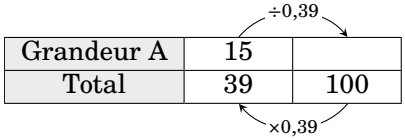
$$51 \times \left(1-\frac{17}{100}\right) = 51 \times (1-0{,}17) = 51 \times 0{,}83 = 42{,}33$$

Enfin, on peut calculer un pourcentage.

La clé ⟨Calculer⟩ valeur par défaut : false

affiche la résolution d'un calcul de pourcentage sous la forme d'un tableau.

```
\Pourcentage[Calculer]{15}{39}
```



Le choix a été fait de ne pas mettre de phrase de conclusion car dans un cas comme celui-ci, quelle réponse donner ? L'utilisateur choisira… en s'aidant de `\ResultatPourcentage` valant, dans l'exemple précédent, 38.46153846153846.
Le package `ProfCollege` utilisant le package `xfp`, on pourra, par exemple, écrire :

```
\num{\fpeval{round(\ResultatPourcentage,2)}}
```

pour afficher 38,46.

22 Les ratios

Cette notion a fait son entrée dans les programmes de 2018. La commande `\Ratio` permet d'afficher soit un tableau de proportionnalité, soit un graphique.
Elle a la forme suivante :

`\Ratio[`⟨clés⟩`]{`⟨Liste des éléments du ratio⟩`}`

---

où

- ⟨clés⟩ constituent un ensemble d'options, dont une est obligatoire, pour paramétrer la commande ;
- ⟨Liste des éléments du ratio⟩ est donnée :
  - si on souhaite une figure, sous la forme `a,b` pour un ratio $a : b$ ou sous la forme `a,b,c` pour un ratio $a : b : c$;
  - si on souhaite un tableau de proportionnalité, sous la forme[38] `nom1 / v1 / r1, nom2 / v2 / r2`….

```
\Ratio{2,3}

\Ratio{Eau//2,Sable//3,%
  Château/60/5}
```

Par défaut, la commande ne produit aucun résultat. L'utilisateur doit choisir ce qu'il souhaite.

La clé ⟨Figure⟩ valeur par défaut : false

affiche un schéma (sous forme de barre partagée) en adéquation avec le ratio demandé.

La clé ⟨Longueur⟩ valeur par défaut : 5 cm

modifie la longueur de la barre.

La clé ⟨TexteTotal⟩ valeur par défaut : quantité

modifie le texte représentant la totalité de la barre.

La clé ⟨TextePart⟩ valeur par défaut : part

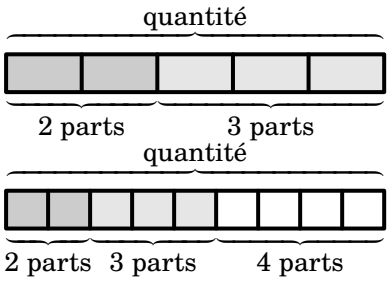
modifie le texte représentant les parts. Le pluriel est géré… mais dans les cas simples (pluriel avec un s).

Les clés ⟨CouleurUn⟩, ⟨CouleurDeux⟩, ⟨CouleurTrois⟩
valeurs par défaut : gris, 0.5gris+0.5blanc, blanc

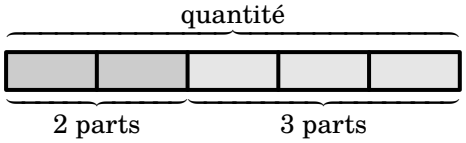
modifient les couleurs de remplissage des différentes parties du schéma. Elles sont données dans le langage METAPOST.

```
\Ratio[Figure]{2,3}

\Ratio[Figure]{2,3,4}
```

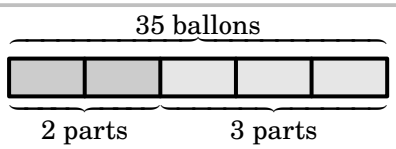



```
\Ratio[Figure,Longueur=6cm]{2,3}
```

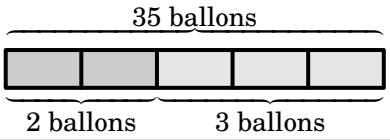


38. `nom1` « élément 1 » ; `v1` valeur 1 ; `r1` 1re composante du ratio…

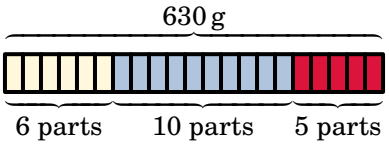
```
\Ratio[Figure,TexteTotal=35 ballons]{2,3}
```




```
\Ratio[Figure,TexteTotal=35 ballons,TextePart=ballon]{2,3}
```




```
\begin{center}
  \Ratio[Figure,TexteTotal=\Masse{630},CouleurUn=Cornsilk,CouleurDeux=LightSteelBlue,
    CouleurTrois=Crimson]{6,10,5}
\end{center}
```



La clé ⟨Tableau⟩ valeur par défaut : false

affiche un tableau de proportionnalité pré-rempli.

La clé ⟨GrandeurA⟩ valeur par défaut : Grandeur A

modifie la légende de la première ligne.

La clé ⟨GrandeurB⟩ valeur par défaut : Part(s)

modifie la légende de la deuxième ligne.

La clé ⟨Largeur⟩ valeur par défaut : 1 cm

modifie la largeur des colonnes « numériques » du tableau.

La clé ⟨Stretch⟩ valeur par défaut : 1

est un paramètre multiplicatif qui permet de modifier la hauteur des lignes du tableau.

La clé ⟨CouleurTab⟩ valeur par défaut : gray !15

modifie la couleur de la première colonne du tableau.

La clé ⟨Nom⟩ valeur par défaut : false

affiche le nom des colonnes du tableau.

```
\Ratio[Tableau,GrandeurA=Masse (g),Largeur=1.5cm]{Farine//6,Beurre//10,Sucre//5,Sablé/630/21}
```

Masse (g)				630
Part(s)	6	10	5	21

```
\Ratio[Tableau,GrandeurA=Masse (g),Nom,Largeur=1.5cm]{Farine//6,Beurre//10,Sucre//5,Sablé/630/21}
```

	Farine	Beurre	Sucre	Sablé
Masse (g)				630
Part(s)	6	10	5	21

Dans les deux cas, on peut utiliser une des commandes \FlecheRatio{} ou \FlecheInvRatio{} qui affichent le coefficient de proportionnalité.

```
\Ratio[Tableau,GrandeurA=Masse (g),Largeur=1.5cm]{Farine//6,Beurre//10,Sucre//5,Sablé/630/21}
\FlecheRatio{$\div30$}

\bigskip

\Ratio[Tableau,GrandeurA=Masse (g),Nom,Largeur=1.5cm]{Farine//6,Beurre//10,Sucre//5,Sablé/630/21}
\FlecheInvRatio{$\times30$}
```

Masse (g)				630
Part(s)	6	10	5	21

÷30

	Farine	Beurre	Sucre	Sablé
Masse (g)				630
Part(s)	6	10	5	21

×30

23 Les statistiques

La commande \Stat permet d'obtenir des éléments issues d'une série statistique qualitative ou quantitative : tableau, fréquence, angle dans le cas d'un diagramme circulaire ou semi-circulaire, les indicateurs statistiques classiques (moyenne, étendue, médiane), diagrammes en bâtons, circulaires ou semi-circulaires. Elle a la forme suivante :

```
\Stat[⟨clés⟩]{⟨Données⟩}
```

où

- ⟨clés⟩ constituent un ensemble d'options pour paramétrer la commande (paramètres optionnels) ;
- ⟨Données⟩ sont écrites :
  - sous la forme `valeur/effectif` dans le cas quantitatif ;
  - sous la forme `catégorie/effectif` dans le cas qualitatif ;
  - sous la forme `valeur1,valeur2...` dans le cas d'une liste de données ou d'un sondage.

```
% La commande \Stat fait du quantitatif par défaut.
\Stat{2/1,1.5/3,6.5/5,4.8/4,9/7,12.25/2,5.5/5}
```

La clé ⟨Qualitatif⟩ valeur par défaut : false

permet de faire des statistiques sur un caractère qualitatif.

```
\Stat[Qualitatif]{Lundi/25,Mardi/18,Mercredi/17,Jeudi/10,Vendredi/5,Samedi/7.5}
```

La clé ⟨Liste⟩ valeur par défaut : false

permet de faire des statististiques sur une liste de données quantitatives.

```
\Stat[Liste]{2,1,5,3,6.5,5,8,4,9,7,12.25,2,15,5}
```

La clé ⟨Sondage⟩ valeur par défaut : false

permet de faire des statististiques sur les résultats d'un sondage quantitatif ou qualitatif.

```
\Stat[Sondage]{2,1,5,3,6.5,5,8,4,9,7,12.25,2,15,5}
```

```
\Stat[Sondage]{Bleu,Rouge,Rouge,Bleu,Vert,Vert,Vert,Rouge}
```

On remarque que la commande *seule* n'affiche rien [39]. Il faut lui indiquer ce qu'elle doit faire.

39. En fait, les calculs sont faits…

Les tableaux de données

La clé ⟨Tableau⟩ valeur par défaut : false

affiche le tableau associé à la série statistique.

La clé ⟨**Tableau**⟩ est incompatible avec la clé ⟨**Liste**⟩.

La clé ⟨Stretch⟩ valeur par défaut : 1

est un paramètre multiplicatif qui permet de modifier la hauteur des lignes du tableau.

La clé ⟨CouleurTab⟩ valeur par défaut : gray !15

modifie la couleur utilisée pour colorier la première ligne *et* la première colonne.

La clé ⟨Largeur⟩ valeur par défaut : 1 cm

modifie la largeur des colonnes du tableau (sauf la première).

La clé ⟨TableauVide⟩ valeur par défaut : false

affiche un tableau… vide.

La clé ⟨Donnee⟩ valeur par défaut : Valeurs

modifie la légende de la première ligne du tableau.

La clé ⟨Effectif⟩ valeur par défaut : Effectif(s)

modifie la légende de la deuxième ligne du tableau.

La clé ⟨EffVide⟩ valeur par défaut : false

vide la ligne des effectifs lorsque la clé est positionnée à `true`.

La clé ⟨Frequence⟩ valeur par défaut : false

affiche, dans le tableau, les fréquences en pourcentage (arrondies à l'unité).

La clé ⟨FreqVide⟩ valeur par défaut : false

vide la ligne des fréquences lorsque la clé est positionnée à `true`.

La clé ⟨Angle⟩ valeur par défaut : false

affiche, dans le tableau, les angles (arrondis à l'unité) associés à la construction d'un diagramme circulaire.

La clé ⟨SemiAngle⟩ valeur par défaut : false

affiche, dans le tableau, les angles (arrondis à l'unité) associés à la construction d'un diagramme semi-circulaire.

La clé ⟨AngVide⟩ valeur par défaut : false

vide la ligne des angles lorsque la clé est positionnée à `true`.

la clé ⟨ECC⟩ valeur par défaut : false

affiche, dans le tableau, les effectifs cumulés croissants.

La clé ⟨ECCVide⟩ valeur par défaut : false

vide la ligne des effectifs cumulés croissants lorsque la clé est positionnée à `true`.

La clé ⟨ColVide⟩ valeur par défaut : 0

vide la colonne numérotée ⟨**ColVide**⟩ *sauf la ligne des données de la série*.

La clé ⟨Total⟩ valeur par défaut : false

affiche une colonne supplémentaire pour indiquer les totaux [40].

La clé ⟨TotalVide⟩ valeur par défaut : false

vide la colonne des totaux.

40. Pour la fréquence et les angles, le parti pris a été d'indiquer respectivement 100 et 360° (ou 180°) comme total, même si parfois avec les arrondis…

```
\Stat[Tableau]{2/1,5/3,6.5/5,8/4,9/7,12.25/2,15/5}
```

Valeurs	2	5	6,5	8	9	12,25	15
Effectif	1	3	5	4	7	2	5

```
\Stat[Qualitatif,Tableau]{Lundi/25,Mardi/18,Mercredi/17,Jeudi/10,Vendredi/5,Samedi/7.5}
```

Valeurs	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi
Effectif	25	18	17	10	5	7,5

```
\Stat[Qualitatif,Tableau,Donnee=\textbf{jour},Effectif=nombre de patients,Largeur=1.5cm]
    {Lundi/25,Mardi/18,Mercredi/17,Jeudi/10,Vendredi/5,Samedi/20}
```

jour	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi
nombre de patients	25	18	17	10	5	20

```
\Stat[Liste,Tableau]{25,18,17,10,5,20}
```

Pas de tableau possible avec la clé Liste.
Utilisez plutôt la clé Sondage si vous voulez un tableau avec cette liste.

```
\Stat[Sondage,Tableau]{25,18,17,10,5,20,25,25,25,17,5,30,20,18,17,10,30}
```

Valeurs	5	10	17	18	20	25	30
Effectif	2	2	3	2	2	4	2

```
\Stat[Sondage,Tableau]{Bleu,Rouge,Rouge,Bleu,Vert,Vert,Vert,Rouge}
```

Valeurs	Bleu	Rouge	Vert
Effectif	2	3	3

```
\Stat[Tableau,CouleurTab=LightSteelBlue,Frequence,Angle,ECC]{%
  2/1,5/3,6.5/5,8/4,9/7,12.25/2,15/5}
```

Valeurs	2	5	6,5	8	9	12,25	15
Effectif	1	3	5	4	7	2	5
Fréquence (%)	4	11	19	15	26	7	19
Angle (°)	13	40	67	53	93	27	67
E.C.C.	1	4	9	13	20	22	27

```
\Stat[Qualitatif,Tableau,Largeur=1.5cm,SemiAngle,ECC]{Lundi/25,Mardi/18,Mercredi/17,
  Jeudi/10,Vendredi/5,Samedi/20}
```

Valeurs	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi
Effectif	25	18	17	10	5	20
Angle (°)	47	34	32	19	9	38
E.C.C.	25	43	60	70	75	95

```
\Stat[Tableau,TableauVide,Stretch=1.5,Frequence,Angle,ECC]{%
  2/1,5/3,6.5/5,8/4,9/7,12.25/2,15/5}
```

Valeurs	2	5	6,5	8	9	12,25	15
Effectif	1	3	5	4	7	2	5
Fréquence (%)							
Angle (°)							
E.C.C.							

```
\Stat[Tableau,Frequence,Angle,Total]{2/1,5/3,6.5/5,8/4,9/7,12.25/2,15/5}
```

Valeurs	2	5	6,5	8	9	12,25	15	Total
Effectif	1	3	5	4	7	2	5	27
Fréquence (%)	4	11	19	15	26	7	19	100
Angle (°)	13	40	67	53	93	27	67	360

```
\Stat[Tableau,EffVide,Frequence,Angle,AngVide,Total]{2/1,5/3,6.5/5,8/4,9/7,12.25/2,15/5}
```

Valeurs	2	5	6,5	8	9	12,25	15	Total
Effectif								
Fréquence (%)	4	11	19	15	26	7	19	100
Angle (°)								

```
\Stat[Tableau,ColVide=4,Frequence,Angle,Total]{2/1,5/3,6.5/5,8/4,9/7,12.25/2,15/5}
```

Valeurs	2	5	6,5	8	9	12,25	15	Total
Effectif	1	3	5		7	2	5	27
Fréquence (%)	4	11	19		26	7	19	100
Angle (°)	13	40	67		93	27	67	360

Graphiques statistiques

La clé ⟨Graphique⟩ valeur par défaut : false

trace un diagramme statistique choisi par l'utilisateur.

La clé ⟨**Graphique**⟩ est incompatible avec la clé ⟨**Liste**⟩.

La clé ⟨**Batons**⟩ valeur par défaut : true

affiche un diagramme en bâtons.

La clé ⟨Unitex⟩ valeur par défaut : 0.5

indique l'unité sur l'axe des abscisses. Elle est donnée en *centimètre*.

La clé ⟨Unitey⟩ valeur par défaut : 0.5

indique l'unité sur l'axe des ordonnées. Elle est donnée en *centimètre*.

La clé ⟨Donnee⟩ valeur par défaut : Valeurs

indique la légende de l'axe des abscisses.

La clé ⟨Effectif⟩ valeur par défaut : Effectif(s)

indique la légende sur l'axe des ordonnées.

La clé ⟨Origine⟩ valeur par défaut : 0

modifie la valeur de l'origine du repère.

La clé ⟨AbscisseRotation⟩ valeur par défaut : false

positionne, en abscisse, le texte horizontalement ou verticalement.

La clé ⟨Angle⟩ valeur par défaut : false

affiche un diagramme circulaire.

La clé ⟨Rayon⟩ valeur par défaut : 3 cm

modifie le rayon du diagramme circulaire construit.

La clé ⟨AffichageAngle⟩ valeur par défaut : false

indique si les angles des secteurs angulaires sont affichés. Seuls sont affichés les angles supérieurs ou égaux à 15°.

La clé ⟨LectureInverse⟩ valeur par défaut : false

commence le tracé du diagramme circulaire par la gauche.

La clé ⟨Hachures⟩ valeur par défaut : false

hachure les différents secteurs du diagramme.

La clé ⟨ListeCouleurs⟩ valeur par défaut : {white}

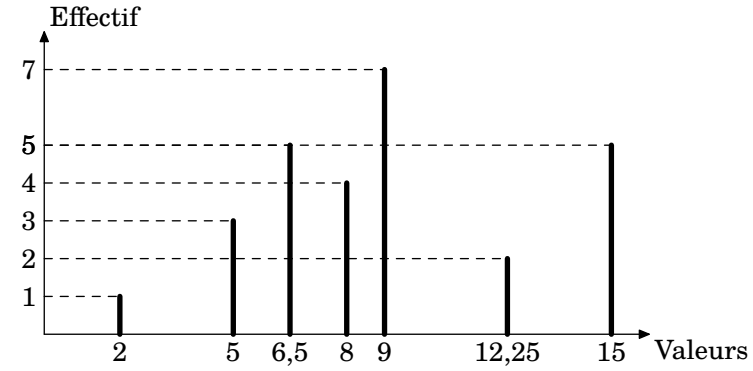
permet de colorier les différents secteurs.

Si la clé ⟨**ListeCouleurs**⟩ comporte moins de couleurs que de secteurs, les couleurs manquantes sont positionnées à `white`.
De plus, la clé ⟨**ListeCouleurs**⟩ est incompatible avec la clé ⟨**Hachures**⟩.

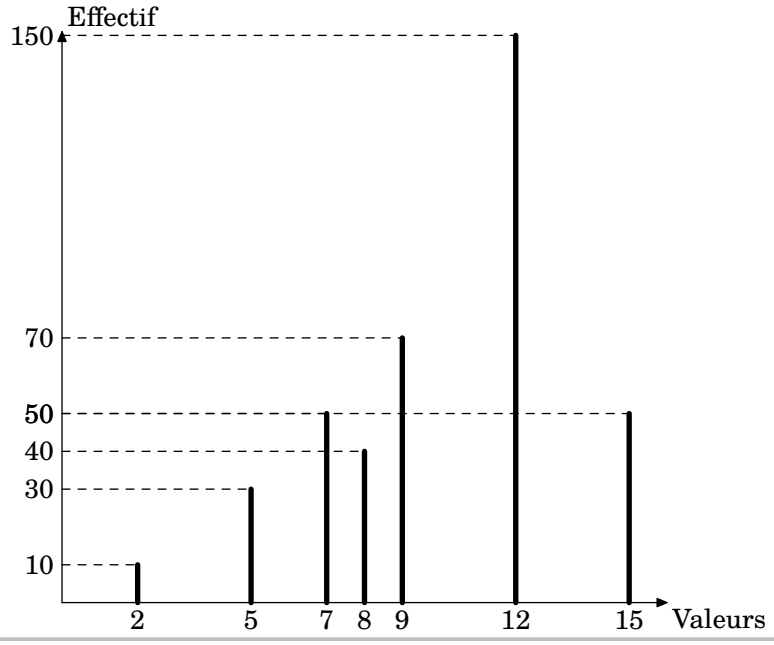
La clé ⟨SemiAngle⟩ valeur par défaut : false

affiche un diagramme semi-circulaire. Les clés ⟨**Rayon**⟩, ⟨**AffichageAngle**⟩, ⟨**ListeCouleurs**⟩, ⟨**Hachures**⟩ et ⟨**LectureInverse**⟩ sont également disponibles pour la clé ⟨**SemiAngle**⟩.

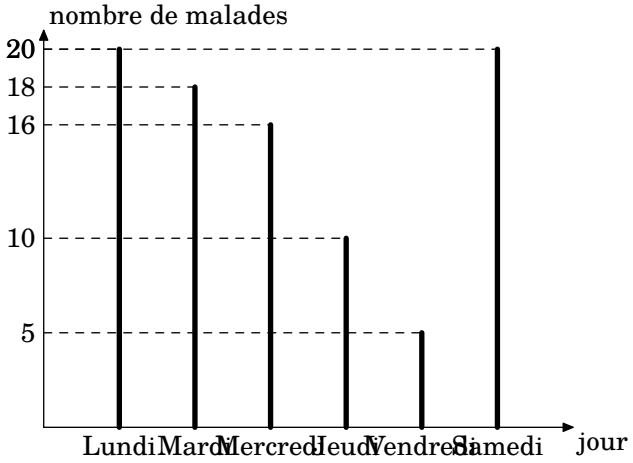
```
\Stat[Graphique]{2/1,5/3,6.5/5,8/4,9/7,12.25/2,15/5}
```



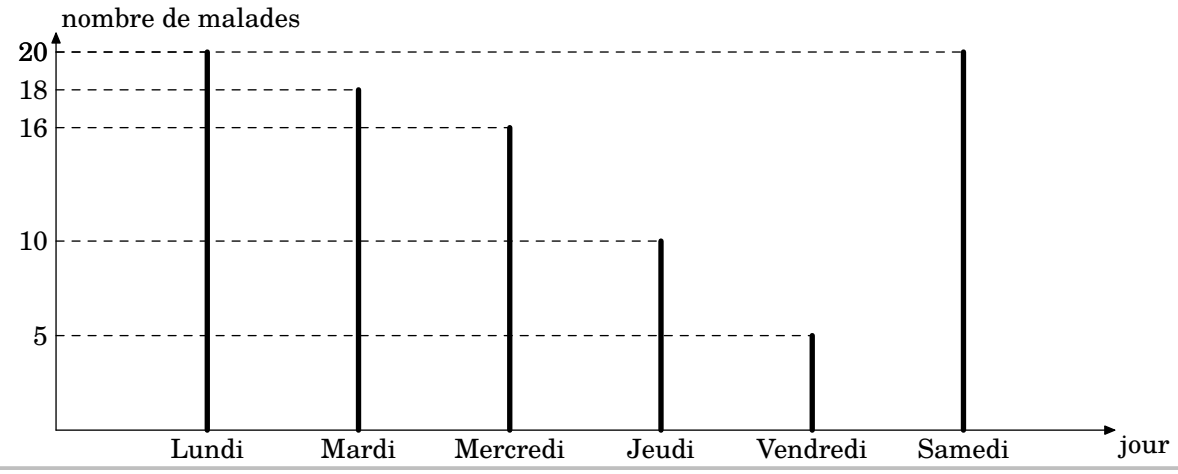

```
\Stat[Graphique,Unitey=0.05]{2/10,5/30,7/50,8/40,9/70,12/150,15/50}
```



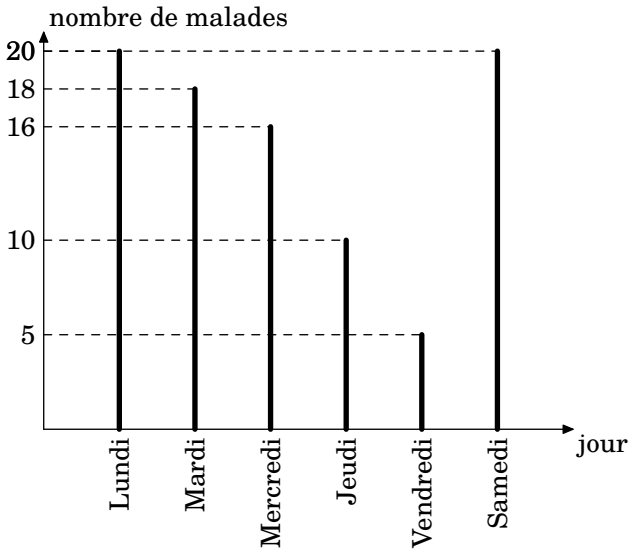

```
% Le rendu est incorrect.
\Stat[Qualitatif,Graphique,Donnee=jour,Effectif=nombre de malades]{Lundi/20,Mardi/18,
    Mercredi/16,Jeudi/10,Vendredi/5,Samedi/20}
```



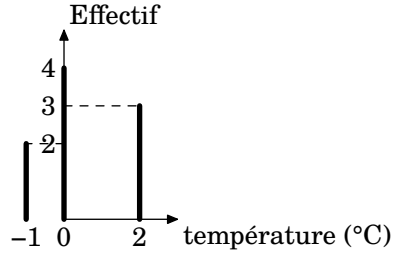
```
% 1ere solution : on change l'unité en abscisse en indiquant Unitex=1
\Stat[Qualitatif,Graphique,Donnee=jour,Unitex=1,Effectif=nombre de malades]{Lundi/20,
    Mardi/18,Mercredi/16,Jeudi/10,Vendredi/5,Samedi/20}
```



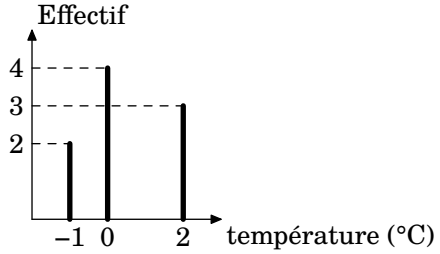

```
% 2eme solution : on utilise la clé AbscisseRotation
\Stat[Qualitatif,Graphique,Donnee=jour,AbscisseRotation,Effectif=nombre de malades]{
    Lundi/20,Mardi/18,Mercredi/16,Jeudi/10,Vendredi/5,Samedi/20}
```



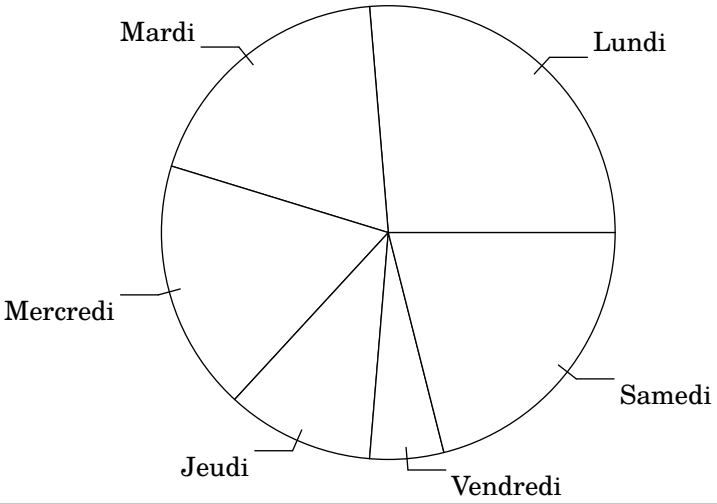

```
  \Stat[Graphique,Donnee=température
  (\Temp{})]{-1/2,0/4,2/3}
% Pas cohérent.
```



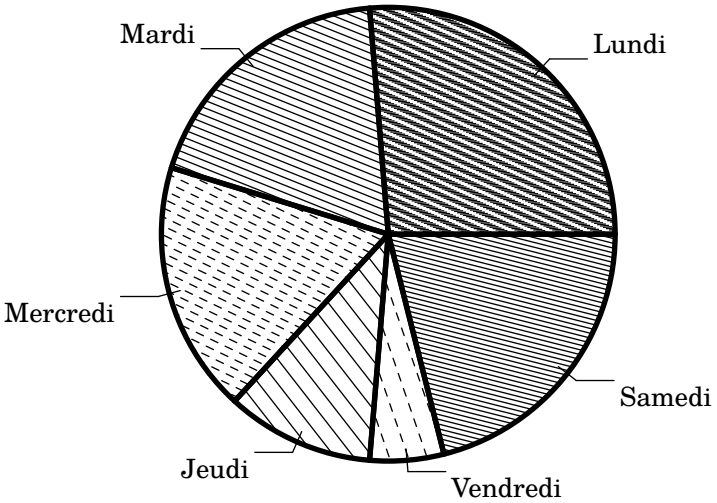

```
  \Stat[Graphique,Donnee=température
  (\Temp{}),Origine=-2]{-1/2,0/4,2/3}
% C'est mieux :).
```



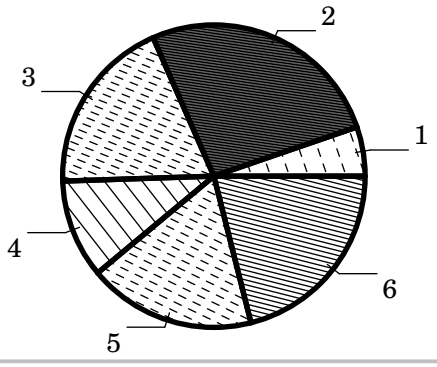
```
\Stat[Qualitatif,Graphique,Angle,]{Lundi/25,Mardi/18,Mercredi/17,Jeudi/10,Vendredi/5,
    Samedi/20}
```



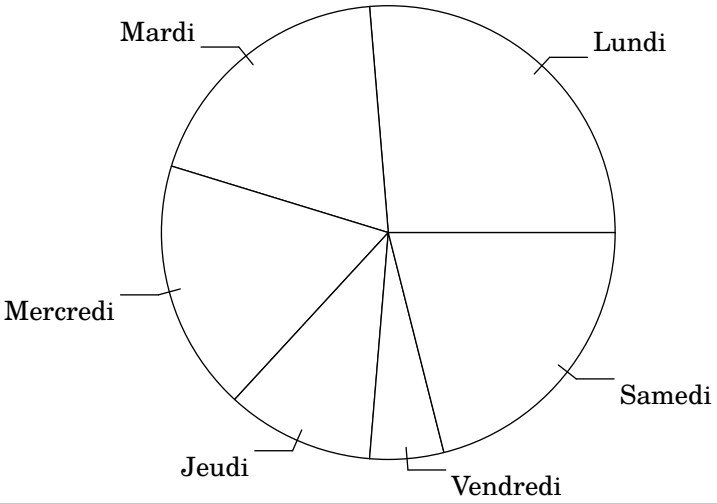

```
\Stat[Qualitatif,Graphique,Angle,Hachures]{Lundi/25,Mardi/18,Mercredi/17,Jeudi/10,
    Vendredi/5,Samedi/20}
```



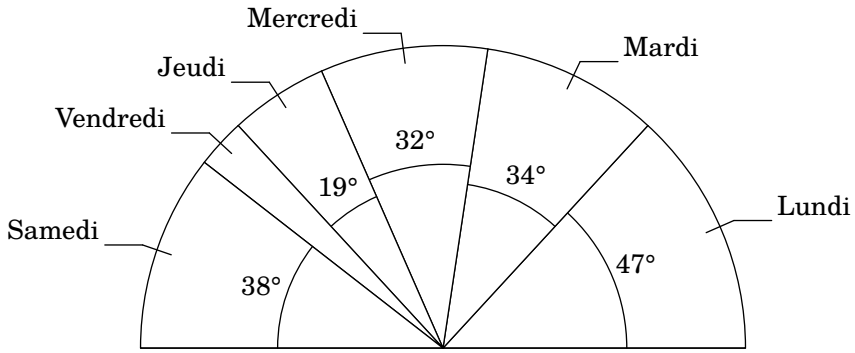

```
\Stat[Graphique,Angle,Hachures,Rayon=2cm]{2/25,3/18,5/17,4/10,1/5,6/20}
```



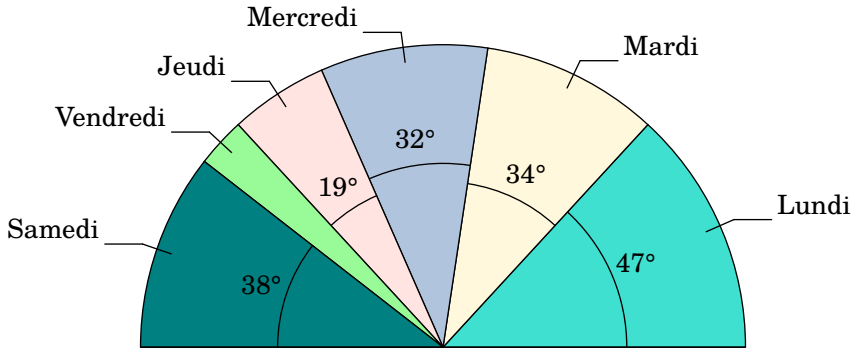
```
\Stat[Qualitatif,Graphique,Angle,LectureInverse]{Lundi/25,Mardi/18,Mercredi/17,Jeudi/10,
    Vendredi/5,Samedi/20}
```



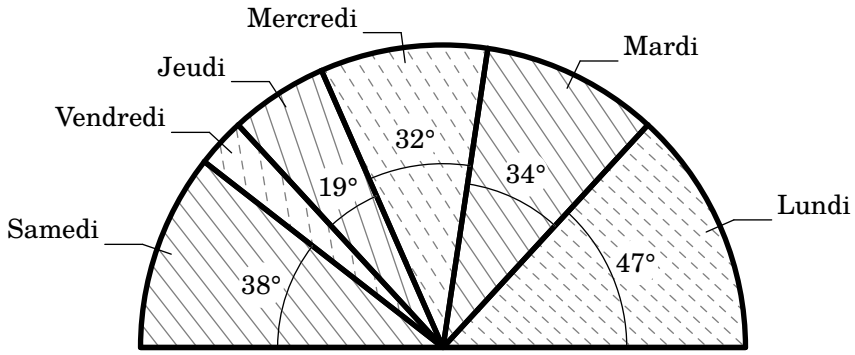

```
\Stat[Qualitatif,Graphique,SemiAngle,Rayon=4cm,AffichageAngle]{Lundi/25,Mardi/18,
    Mercredi/17,Jeudi/10,Vendredi/5,Samedi/20}
```




```
\Stat[Qualitatif,Graphique,SemiAngle,Rayon=4cm,AffichageAngle,ListeCouleurs={Turquoise,
    Cornsilk,LightSteelBlue,MistyRose,PaleGreen,Teal,GreenYellow}]{Lundi/25,Mardi/18,
    Mercredi/17,Jeudi/10,Vendredi/5,Samedi/20}
```



```
\Stat[Qualitatif,Graphique,SemiAngle,Rayon=4cm,AffichageAngle,LectureInverse,Hachures]{
    Lundi/25,Mardi/18,Mercredi/17,Jeudi/10,Vendredi/5,Samedi/20}
```



Les indicateurs statistiques

Les indicateurs statistiques disponibles sont l'effectif total, l'étendue, la moyenne et la médiane.

La clé ⟨EffectifTotal⟩ valeur par défaut : false

indique *le calcul* (s'il est nécessaire) de l'effectif total.

```
\Stat[Tableau,EffectifTotal]{2/10,5/30,7/50,8/40,9/70,12/200,15/50}
```

L'effectif total de la série est :

$$10 + 30 + 50 + 40 + 70 + 200 + 50 = 450$$

Valeurs	2	5	7	8	9	12	15
Effectif	10	30	50	40	70	200	50

```
\Stat[Qualitatif,EffectifTotal,Tableau,Largeur=2cm]{15 ans/10,16 ans/30,17 ans/50,18 ans
    /40}
```

L'effectif total de la série est :

$$10 + 30 + 50 + 40 = 130$$

Valeurs	15 ans	16 ans	17 ans	18 ans
Effectif	10	30	50	40

```
\Stat[Liste,EffectifTotal]{2,10,5,30,7,50,8,40,9,70,12,200,15,50}
```

L'effectif total de la série est 14.

```
\Stat[Sondage,EffectifTotal]{7,15,2,10,5,30,8,30,12,20,9,10,15,30,10}
```

L'effectif total de la série est :

$$1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 3 + 1 + 2 + 1 + 3 = 15$$

La clé ⟨Etendue⟩ valeur par défaut : false

affiche *le calcul* de l'étendue de la série considérée.

La clé ⟨Concret⟩ valeur par défaut : false

permet d'afficher l'unité choisie.

La clé ⟨Unite⟩ valeur par défaut : {}

indique l'unité à afficher.

```
\Stat[Etendue]{2/10,5/30,7/50,8/40,9/70,12/200,15/50}
```

L'étendue de la série est égale à $15 - 2 = 13$.

```
\Stat[Liste,Etendue]{2,10,5,30,7,50,8,40,9,70,12,200,15,50}
```

L'étendue de la série est égale à $200 - 2 = 198$.

```
\Stat[Sondage,Etendue]{7,15,2,10,5,30,8,30,12,20,9,10,15,30,10}
```

L'étendue de la série est égale à $30 - 2 = 28$.

```
\Stat[Etendue,Concret,Unite=\Lg{}]{
    150/25,155/23,160/30,165/50,170/40,175/18,180/10,185/3,190/1}
```

L'étendue de la série est égale à 190 cm − 150 cm = 40 cm.

```
\Stat[Liste,Concret,Unite={\Octet[Go]{}},Etendue]{25,180,17,100,95,20,293}
```

L'étendue de la série est égale à 293 Go − 17 Go = 276 Go.

La clé ⟨Mediane⟩ valeur par défaut : false

affiche *le calcul* de la médiane de la série considérée.

> **La clé ⟨Coupure⟩** valeur par défaut : 10
> modifie le nombre de données à écrire avant de passer à la ligne pour poursuivre l'écriture des données.

```
\Stat[Mediane]{2/10,5/30,7/50,8/40,9/70,12/200,15/50}
```

L'effectif total de la série est 450. Or, $450 = 225 + 225$. La 225e donnée est 12. La 226e valeur est 12.
Donc la médiane de la série est 12.

```
% Sans Coupure.
\Stat[Liste,Mediane]{2,10,5,30,7,50,8,40,9,70,12,200,15,50,10,5,30,7,
  50,8,40,9,70,12,200,15,50,10,5,30,7,50,8,40,9,70,12,200,15,50,10,5,30,7,
  50,8,40,9,70,12,200,15,50}
```

On range les données par ordre croissant :

2 ; 5 ; 5 ; 5 ; 5 ; 7 ; 7 ; 7 ; 7 ; 8 ;
8 ; 8 ; 8 ; 9 ; 9 ; 9 ; 9 ; 10 ; 10 ; 10 ;
10 ; 12 ; 12 ; 12 ; 12 ; 15 ; 15 ; 15 ; 15 ; 30 ;
30 ; 30 ; 30 ; 40 ; 40 ; 40 ; 40 ; 50 ; 50 ; 50 ;
50 ; 50 ; 50 ; 50 ; 50 ; 70 ; 70 ; 70 ; 70 ; 200 ;
200 ; 200 ; 200.

L'effectif total de la série est 53. Or, $53 = 26 + 1 + 26$.
La médiane de la série est la 27e donnée.
Donc la médiane de la série est 15.

```
% Avec Coupure.
\Stat[Liste,Mediane,Coupure=28]{2,10,5,30,7,50,8,40,9,70,12,200,15,50,10,5,30,7,
  50,8,40,9,70,12,200,15,50,10,5,30,7,50,8,40,9,70,12,200,15,50,10,5,30,7,
  50,8,40,9,70,12,200,15,50}
```

On range les données par ordre croissant :

2 ; 5 ; 5 ; 5 ; 5 ; 7 ; 7 ; 7 ; 7 ; 8 ; 8 ; 8 ; 8 ; 9 ; 9 ; 9 ; 9 ; 10 ; 10 ; 10 ; 10 ; 12 ; 12 ; 12 ; 12 ; 15 ; 15 ; 15 ;
15 ; 30 ; 30 ; 30 ; 30 ; 40 ; 40 ; 40 ; 40 ; 50 ; 50 ; 50 ; 50 ; 50 ; 50 ; 50 ; 50 ; 70 ; 70 ; 70 ; 70 ; 200 ; 200 ;
200 ; 200.

L'effectif total de la série est 53. Or, $53 = 26 + 1 + 26$.
La médiane de la série est la 27e donnée.
Donc la médiane de la série est 15.

```
\Stat[Sondage,Tableau]{7,15,2,10,5,30,8,30,12,20,9,10,15,30,10}

\Stat[Sondage,Mediane]{7,15,2,10,5,30,8,30,12,20,9,10,15,30,10}
```

Valeurs	2	5	7	8	9	10	12	15	20	30
Effectif	1	1	1	1	1	3	1	2	1	3

L'effectif total de la série est 15. Or, $15 = 7 + 1 + 7$. La médiane de la série est la 8e donnée. Donc la médiane de la série est 10.

La clé ⟨Moyenne⟩ valeur par défaut : false

affiche *le calcul* de la moyenne de la série considérée.

La clé ⟨Precision⟩ valeur par défaut : 2

modifie la précision du résultat du calcul de la moyenne.

La clé ⟨SET⟩ valeur par défaut : false

permet de ne pas afficher le détail du calcul de l'effectif total.

La clé ⟨Coupure⟩ valeur par défaut : 10

modifie le nombre de données à écrire avant de passer à une écriture « raccourcie » de la somme des données.

```
\Stat[Moyenne]{7/50,2/10,5/30,8/40,12/200,9/70,15/50}
```

La somme des données de la série est :

$$10 \times 2 + 30 \times 5 + 50 \times 7 + 40 \times 8 + 70 \times 9 + 200 \times 12 + 50 \times 15 = 4\,620$$

L'effectif total de la série est :

$$10 + 30 + 50 + 40 + 70 + 200 + 50 = 450$$

Donc la moyenne de la série est égale à :

$$\frac{4\,620}{450} \approx 10{,}27.$$

```
\Stat[Moyenne,SET]{2/10,5/30,7/50,8/40,9/70,12/200,15/50}
```

La somme des données de la série est :

$$10 \times 2 + 30 \times 5 + 50 \times 7 + 40 \times 8 + 70 \times 9 + 200 \times 12 + 50 \times 15 = 4\,620$$

Donc la moyenne de la série est égale à :

$$\frac{4\,620}{450} \approx 10{,}27.$$

```
\Stat[Sondage,Tableau]{7,15,2,10,5,30,8,30,12,20,9,10,15,30,10}

\Stat[Sondage,Moyenne]{7,15,2,10,5,30,8,30,12,20,9,10,15,30,10}
```

Valeurs	2	5	7	8	9	10	12	15	20	30
Effectif	1	1	1	1	1	3	1	2	1	3

La somme des données de la série est :

$$2 + 5 + \ldots + 20 + 3 \times 30 = 213$$

L'effectif total de la série est :

$$1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 3 + 1 + 2 + 1 + 3 = 15$$

Donc la moyenne de la série est égale à :

$$\frac{213}{15} = 14{,}2.$$

```
% Sans la clé <Coupure>, ça dépasse :(.
\Stat[Moyenne,Concret,Unite=\Lg{}]{
    150/25,155/23,160/30,165/50,170/40,175/18,180/10,185/3,190/1}
```

La somme des données de la série est :

$25{\times}150\text{ cm}{+}23{\times}155\text{ cm}{+}30{\times}160\text{ cm}{+}50{\times}165\text{ cm}{+}40{\times}170\text{ cm}{+}18{\times}175\text{ cm}{+}10{\times}180\text{ cm}{+}3{\times}185\text{ cm}{+}190\text{ cm} = 32\,860$ c

L'effectif total de la série est :

$$25 + 23 + 30 + 50 + 40 + 18 + 10 + 3 + 1 = 200$$

Donc la moyenne de la série est égale à :

$$\frac{32\,860\text{ cm}}{200} = 164{,}3\text{ cm}.$$

```
% Avec la clé <Coupure>, c'est mieux.
\Stat[Moyenne,Concret,Unite=\Lg{},Coupure=5]{
    150/25,155/23,160/30,165/50,170/40,175/18,180/10,185/3,190/1}
```

La somme des données de la série est :

$$25 \times 150\text{ cm} + 23 \times 155\text{ cm} + \ldots + 3 \times 185\text{ cm} + 190\text{ cm} = 32\,860\text{ cm}$$

L'effectif total de la série est :

$$25 + 23 + 30 + 50 + 40 + 18 + 10 + 3 + 1 = 200$$

Donc la moyenne de la série est égale à :

$$\frac{32\,860\text{ cm}}{200} = 164{,}3\text{ cm}.$$

On peut grouper les trois calculs mais ils seront affichés *dans un ordre imposé et non modifiable*.

```
\Stat[Concret,Unite=km,Etendue,Moyenne,Mediane]{2/25,3/18,4/17,5/10,6/5,7/20,8/2}
```

La somme des données de la série est :

$$25 \times 2 \text{ km} + 18 \times 3 \text{ km} + 17 \times 4 \text{ km} + 10 \times 5 \text{ km} + 5 \times 6 \text{ km} + 20 \times 7 \text{ km} + 2 \times 8 \text{ km} = 408 \text{ km}$$

L'effectif total de la série est :

$$25 + 18 + 17 + 10 + 5 + 20 + 2 = 97$$

Donc la moyenne de la série est égale à :

$$\frac{408 \text{ km}}{97} \approx 4{,}21 \text{ km}.$$

L'étendue de la série est égale à $8 \text{ km} - 2 \text{ km} = 6 \text{ km}$.
L'effectif total de la série est 97. Or, $97 = 48 + 1 + 48$. La médiane de la série est la 49e donnée. Donc la médiane de la série est 4 km.

24 Les probabilités

Pour afficher une échelle de probabilité ou un arbre de probabilité [41], on utilise la commande \Proba. Elle a la forme suivante :

\Proba[⟨clés⟩]{⟨Liste des évènements et probabilités⟩}

---

où

— ⟨clés⟩ constituent un ensemble d'options, dont au moins une est obligatoire, pour paramétrer la commande ;

— ⟨Liste des évènements et probabilités⟩ est donnée sous la forme :

— e1/p1 , e2/p2… [42] pour les arbres de probabilités ;

— n1/d1/e1, n2/d2/e2… [43] pour les échelles de probabilités [44].

Attention, ces listes doivent être *non vides*.

La clé obligatoire est :

— soit la clé ⟨**Echelle**⟩ ;

— soit la clé ⟨**Arbre**⟩.

Les échelles de probabilité

La clé ⟨Echelle⟩ valeur par défaut : false

affiche une échelle de probabilité.

La clé ⟨LongueurEchelle⟩ valeur par défaut : 5

modifie la longueur de l'échelle de probabilité. Elle est donnée en *centimètre*.

La clé ⟨Grille⟩ valeur par défaut : 1

affiche un partage équitable de l'échelle de probabilité basée sur la valeur donnée.

La clé ⟨Affichage⟩ valeur par défaut : 0

affiche :

— l'échelle vide si elle vaut 0 ;

— l'échelle et les flèches associées aux probabilités données si elle vaut 1 ;

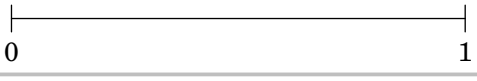
— l'échelle, les flèches associées aux probabilités données et le nom des évènements si elle vaut 2 ;

— l'échelle, les flèches associées aux probabilités données et les probabilités si elle vaut 3 ;

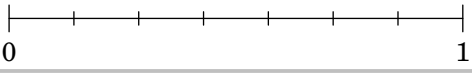
— l'échelle, les flèches associées aux probabilités données, le nom des évènements et les probabilités si elle vaut 4.

```
\Proba[Echelle]{2/3/A,4/5/B}
```

```
\Proba[Echelle,LongueurEchelle=6]{2/3/A,4/5/B}
```



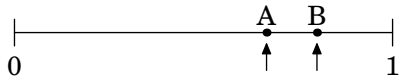

```
% On veut partager l'échelle en 7 intervalles.
\Proba[Echelle,LongueurEchelle=6,Grille=7]{2/3/A,4/5/B}
```



41. Limité aux expériences aléatoires à deux épreuves.
42. e1 évènement 1 ; p1 probabilité 1…
43. n1 numérateur 1 ; d1 dénominateur 1 ; e1 évènement 1…
44. Ce *léger* changement dans la liste des évènements a été dicté par la programmation…

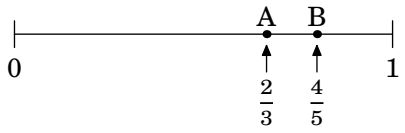
```
\Proba[Echelle,Affichage=1]{2/3/A,4/5/B}
```

```
\Proba[Echelle,Affichage=2]{2/3/A,4/5/B}
```

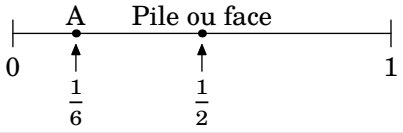



```
\Proba[Echelle,Affichage=3]{2/3/A,4/5/B}
```

```
\Proba[Echelle,Affichage=4]{2/3/A,4/5/B}
```




```
\Proba[Echelle,Affichage=4]{1/6/A,1/2/Pile ou face}
```



Les arbres de probabilité

La clé ⟨Arbre⟩ valeur par défaut : false

affiche un arbre de probabilité.

La clé ⟨Branche⟩ valeur par défaut : 2

indique la longueur des branches. Elle est donnée en *centimètre*.

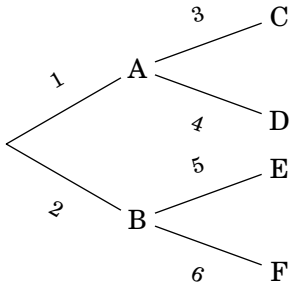
La clé ⟨Angle⟩ valeur par défaut : 60

définit l'angle entre les deux premières branches de l'arbre. L'angle entre les branches secondaires représente *la moitié* de l'angle de référence.

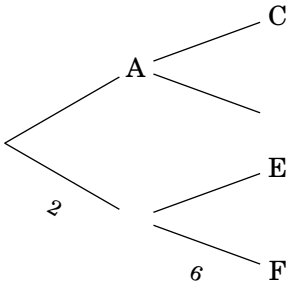
La clé ⟨Rayon⟩ valeur par défaut : 0.25

permet « d'aérer »le texte situé sur chaque nœud de l'arbre. Elle est donnée en *centimètre*.

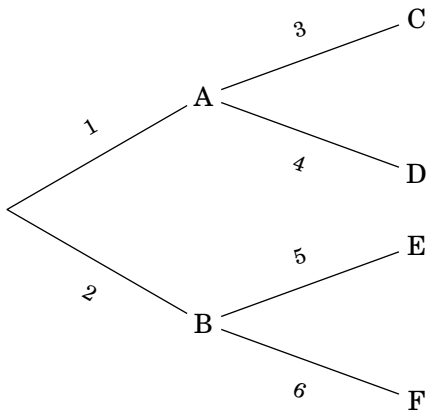
```
% Exemple farfelu mais permet de positionner les
% appellations pour le placement des noms des
% évènements et des probabilités.
\Proba[Arbre]{A/1,B/2,C/3,D/4,E/5,F/6}
```



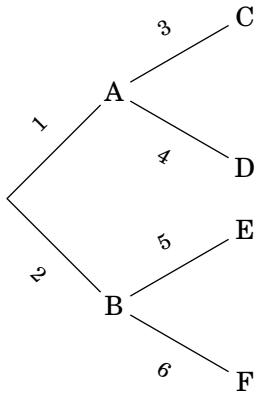

```
% Pour un DS, une remédiation.
\Proba[Arbre]{A/,/2,C/,/,E/,F/6}
```



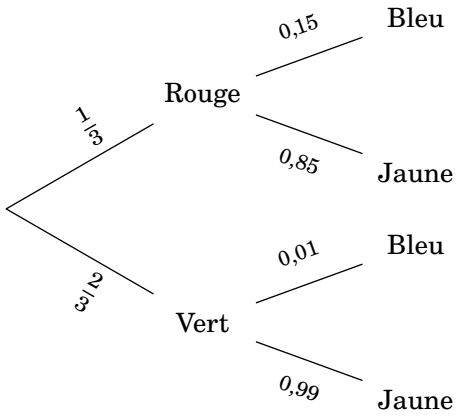
```
\Proba[Arbre,Branche=3]{A/1,B/2,C/3,D/4,E/5,F/6}
```




```
\Proba[Arbre,Angle=90]{A/1,B/2,C/3,D/4,E/5,F/6}
```




```
\[\Proba[Arbre,Branche=3,Rayon=0.75]{Rouge/$\dfrac13$,Vert/$\dfrac23$,Bleu/\num{0.15},
    Jaune/\num{0.85},Bleu/\num{0.01},Jaune/\num{0.99}}\]
```



25 Les fonctions affines

La commande \FonctionAffine permet le calcul d'image, d'antécédent… par une fonction affine. Elle a la forme suivante :

```
\FonctionAffine[⟨clés⟩]{⟨Noms des points considérés⟩}{a}{b}{c}{d}
```

où

— ⟨clés⟩ constituent un ensemble d'options, dont au moins une est obligatoire, pour paramétrer la commande ;
— a, b, c et d sont des valeurs numériques décimales relatives *connues ou non*.

```
\FonctionAffine{2}{3}{-5}{2}
```

Comme on peut le voir, la commande seule ne fait rien…

La clé ⟨Definition⟩ valeur par défaut : false

écrit la définition de la fonction à l'aide de $\mapsto$.

La clé ⟨Nom⟩ valeur par défaut : f

modifie le nom de la fonction utilisée.

La clé ⟨Variable⟩ valeur par défaut : x

modifie le nom de la variable utilisée.

```
\FonctionAffine[Definition]{-3}{2}{0}{0}
```
$f : x \mapsto -3x + 2$

```
\FonctionAffine[Definition,Variable=t,Nom=g]{2}{1.5}{0}{0}
```
$g : t \mapsto 2t + 1{,}5$

```
\FonctionAffine[Definition]{-3}{0}{0}{0}
```
$f : x \mapsto -3x$

```
\FonctionAffine[Definition]{0}{2}{0}{0}
```
$f : x \mapsto 2$

La clé ⟨Ecriture⟩ valeur par défaut : false

écrit la définition de la fonction sous sa forme littérale.

Les clés ⟨**Nom**⟩ et ⟨**Variable**⟩ sont également disponibles pour la clé ⟨**Ecriture**⟩.

```
\FonctionAffine[Ecriture]{2}{-1.5}{0}{0}
```
$f(x) = 2x - 1{,}5$

```
\FonctionAffine[Ecriture,Variable=a,Nom=p]{-3}{2}{0}{0}
```
$p(a) = -3a + 2$

```
\FonctionAffine[Ecriture]{-3}{0}{0}{0}
```
$f(x) = -3x$

```
\FonctionAffine[Ecriture]{0}{2}{0}{0}
```
$f(x) = 2$

La clé ⟨Image⟩ valeur par défaut : false

calcule l'image de la valeur a par une fonction affine définie par $x \mapsto bx+c$ [45].

La clé ⟨Ligne⟩ valeur par défaut : false

affiche le calcul en ligne.

La clé ⟨ProgCalcul⟩ valeur par défaut : false

affiche le calcul en le présentant sous la forme d'un programme de calcul.

Les clés ⟨**Nom**⟩ et ⟨**Variable**⟩ sont également disponibles pour la clé ⟨**Image**⟩.

```
\FonctionAffine[Image]{-1}{4.5}{-3}{}
```

$$f(-1) = 4{,}5 \times (-1) - 3$$
$$f(-1) = -4{,}5 - 3$$
$$f(-1) = -7{,}5$$

```
\FonctionAffine[Image,Ligne]{-2}{5}{3.5}{}
```

$$f(-2) = 5 \times (-2) + 3{,}5 = -10 + 3{,}5 = -6{,}5$$

```
\FonctionAffine[Image,ProgCalcul]{0}{4.25}{3.1}{}
```

$$f : x \xrightarrow{\times 4{,}25} 4{,}25x \xrightarrow{+3{,}1} 4{,}25x + 3{,}1$$
$$f : 0 \xrightarrow{\times 4{,}25} 0 \xrightarrow{+3{,}1} 3{,}1$$

```
\FonctionAffine[Image,Nom=\ell]{-2}{2}{-3}{}
```

$$\ell(-2) = 2 \times (-2) - 3$$
$$\ell(-2) = -4 - 3$$
$$\ell(-2) = -7$$

La clé ⟨Antecedent⟩ valeur par défaut : false

calcule l'antécédent de a par la fonction $x \mapsto bx+c$.

La clé ⟨**ProgCalcul**⟩ est également disponible pour la clé ⟨**Antecedent**⟩.

```
\FonctionAffine[Antecedent]{2}{4.5}{3}{}
```

On cherche l'antécédent de 2 par la fonction f, c'est-à-dire le nombre x tel que $f(x) = 2$. Or, la fonction f est définie par :

$$f(x) = 4{,}5x + 3$$

Par conséquent, on a :

$$4{,}5x + 3 = 2$$
$$4{,}5x = -1$$
$$x = \frac{-1}{4{,}5}$$

45. Ce choix dans l'ordre des arguments a été dicté par « Calculer l'image de 2 par la fonction… ».

```
\FonctionAffine[Antecedent,ProgCalcul]{0}{4.25}{3.1}{}
```

La fonction affine f est définie par :

$$f : x \overset{\times 4{,}25}{\longrightarrow} 4{,}25x \overset{+3{,}1}{\longrightarrow} 4{,}25x + 3{,}1$$

Nous cherchons le nombre x tel que son image par la fonction f soit 0. Donc on obtient :

$$f : \frac{-3{,}1}{4{,}25} \overset{\div 4{,}25}{\longleftarrow} -3{,}1 \overset{-3{,}1}{\longleftarrow} 0$$

On peut rechercher une fonction affine dont la représentation graphique passe par les points `(a;b)` et `(c;d)`.

La clé ⟨Retrouve⟩ valeur par défaut : false

détermine la fonction affine dont la représentation graphique passe par les points `(a;b)` et `(c;d)`.

```
\FonctionAffine[Retrouve]{2}{3}{4}{7}
```

On sait que f est une fonction affine. Donc elle s'écrit sous la forme :

$$f(x) = ax + b$$

Or, $f(2) = 3$ et $f(4) = 7$. Par conséquent, d'après la propriété des accroissements :

$$\begin{aligned} a &= \frac{f(2) - f(4)}{2 - 4} \\ a &= \frac{3 - 7}{-2} \\ a &= \frac{-4}{-2} \\ a &= 2 \end{aligned}$$

La fonction f s'écrit alors sous la forme $f(x) = 2x + b$.
De plus, comme $f(2) = 3$, alors :

$$\begin{aligned} 2 \times 2 + b &= 3 \\ 4 + b &= 3 \\ b &= -1 \end{aligned}$$

La fonction affine f cherchée est :

$$f : x \mapsto 2x - 1$$

La représentation graphique d'une fonction affine

La clé ⟨Redaction⟩ valeur par défaut : false

affiche « une » rédaction associée à la représentation graphique de la fonction. Les paramètres `a` et `b` permettent de définir la fonction affine étudiée ($x \mapsto ax+b$), `c` et `d` sont les abscisses des points à utiliser pour le tracé. Les cas des fonctions linéaires (`d` ne sera pas utilisé) et des fonctions constantes (`c` et `d` ne sont pas utilisés) sont gérés.

```
\FonctionAffine[Redaction]{2}{-5}{-1}{4}
```

Comme f est une fonction affine, alors sa représentation graphique est une droite.
Je choisis $x = -1$. Son image est $f(-1) = 2\times(-1)-5 = -2-5 = -7$. On place le point de coordonnées $(-1;-7)$.
Je choisis $x = 4$. Son image est $f(4) = 2\times 4-5 = 8-5 = 3$. On place le point de coordonnées $(4;3)$.

```
\FonctionAffine[Redaction]{-2}{0}{-1}{4}
```

Comme la fonction f est une fonction linéaire, alors sa représentation graphique est une droite passant par l'origine du repère.
Je choisis $x = -1$. Son image est $f(-1) = -2\times(-1) = 2$. On place le point de coordonnées $(-1;2)$.

```
\FonctionAffine[Redaction]{0}{4}{-1}{4}
```

Comme la fonction f est une fonction constante, alors sa représentation graphique est une droite parallèle à l'axe des abscisses passant par le point de coordonnées $(0;4)$.

La clé ⟨Graphique⟩ valeur par défaut : false

trace une représentation graphique de la fonction définie.

La clé ⟨Unitex⟩ valeur par défaut : 1

modifie l'unité sur l'axe des abscisses. Elle est donnée en *centimètre*.

La clé ⟨Unitey⟩ valeur par défaut : 1

modifie l'unité sur l'axe des ordonnées. Elle est donnée en *centimètre*.

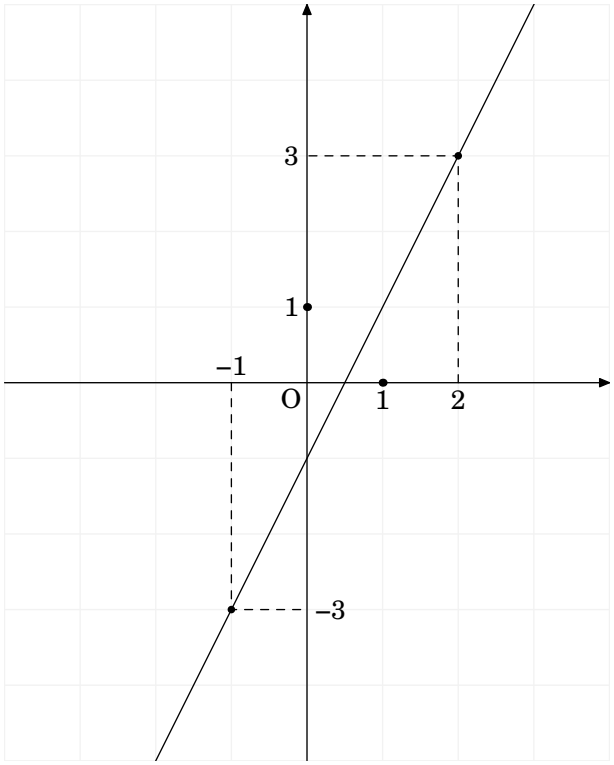
La clé ⟨VoirCoef⟩ valeur par défaut : false

affiche la lecture graphique du coefficient directeur.

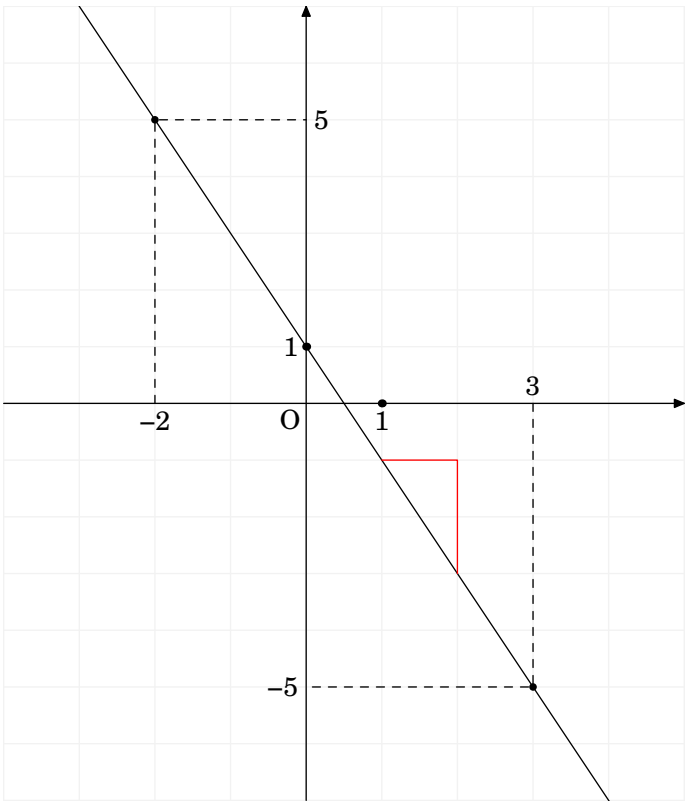
La clé ⟨ACoef⟩ valeur par défaut : 0

indique l'abscisse du point permettant la lecture graphique du coefficient directeur.

```
\FonctionAffine[Graphique]{2}{-1}{-1}{2}
```




```
\FonctionAffine[Graphique,VoirCoef,ACoef=1,Unitex=1,Unitey=0.75]{-2}{1}{-2}{3}
```



26 Les fonctions

La commande \Fonction permet de construire un tableau de valeurs associé à une fonction ou un graphique par points. Elle a la forme suivante :

\Fonction[⟨clés⟩]{⟨Liste des valeurs⟩}

---

où

— ⟨clés⟩ constituent un ensemble d'options, dont au moins une est obligatoire, pour paramétrer la commande ;

— ⟨Liste des valeurs⟩ est :

— un ensemble *non vide* de valeurs numériques dont on veut calculer l'image par la fonction considérée ;

— un ensemble de la forme tav1/x1/y1/tar1,tav2/x2/y2/tar2... avec tav1 angle polaire de la tangente « d'arrivée » au point (x1,y1) et tar1 angle polaire de la tangente de « sortie » au point (x1,y1).

```
\Fonction{2,3}
```

Comme on peut le voir, la commande seule ne fait rien…

La clé ⟨Calcul⟩ valeur par défaut : x

indique la fonction à utiliser pour les calculs effectués dans le tableau affiché. Il n'y a aucun contrôle sur le nombre à afficher !
Elle est également utilisée pour l'affichage de la définition et de l'écriture de la fonction. Elle s'écrit sous forme *informatique* : 2*x pour $2x$, x**2 pour x^2… [46]. Elle s'écrit en cohérence avec la variable utilisée.
Pour l'affichage ou l'écriture de la fonction [47], il faut protéger avec des {…} ce qui convient de l'être.

La clé ⟨Tableau⟩ valeur par défaut : false
crée et affiche un tableau de valeurs.

La clé ⟨Largeur⟩ valeur par défaut : 5 mm
modifie la largeur des cellules du tableau.

La clé ⟨Nom⟩ valeur par défaut : f
modifie le nom de la fonction.

La clé ⟨Variable⟩ valeur par défaut : x
modifie le nom de la variable.

La clé ⟨Definition⟩ valeur par défaut : false
écrit la définition de la fonction sous la forme ⋯ ↦ ….

La clé ⟨Ecriture⟩ valeur par défaut : false
écrit la fonction sous sa forme littérale.

```
\Fonction[Calcul=4*x**2-3,Tableau]{-2,-1,0,1,2}
```

x	−2	−1	0	1	2
$f(x)$	13	1	−3	1	13

```
\Fonction[Calcul=2**(x-1)+4*x,Tableau]{0,1,2,3}
```

x	0	1	2	3
$f(x)$	0,5	5	10	16

46. On peut se référer au manuel du package xfp pour l'utilisation d'autres fonctions de calculs.
47. Car des substitutions sont faites pour que LaTeX écrive correctement la forme mathématique de la fonction.

```
\Fonction[Calcul=sqrt(x-1),Tableau]{1,2,5,10}
```

x	1	2	5	10
$f(x)$	0	1	2	3

```
\Fonction[Variable=t,Calcul=(t+3)**2-1,
    Tableau]{-2,-1,0,1,2}
```

t	-2	-1	0	1	2
$f(t)$	0	3	8	15	24

Il n'y a aucun formatage sur les résultats calculés.

```
\Fonction[Calcul=ln(x-1),Tableau,Largeur=4cm]{4}
```

x	4
$f(x)$	1,098 612 288 668 11

```
% Sans accolades.
\Fonction[Calcul=2**x+3,Ecriture]{0}
\Fonction[Calcul=2**x+3,Tableau]{0}
% Avec accolades.
\Fonction[Calcul=2**{x+3},Definition]{0}
\Fonction[Calcul=2**(x+3),Tableau]{0}
```

$f(x) = 2^x + 3$

x	0
$f(x)$	4

$f : x \mapsto 2^{x+3}$

x	0
$f(x)$	8

La clé ⟨Points⟩ valeur par défaut : false

permet de construire la représentation graphique d'une fonction passant par des points définis.

La clé ⟨Tangentes⟩ valeur par défaut : false

permet d'utiliser les angles des tangentes « d'arrivée » et de « sortie » aux points considérés.

La clé ⟨PasX⟩ valeur par défaut : 1

modifie le pas horizontal du quadrillage. Il est donné en centimètre.

La clé ⟨PasX⟩ valeur par défaut : 1

modifie le pas vertical du quadrillage. Il est donné en centimètre.

La clé ⟨UniteX⟩ valeur par défaut : 1

modifie la longueur de l'unité sur l'axe des abscisses. Elle est donnée en centimètre.

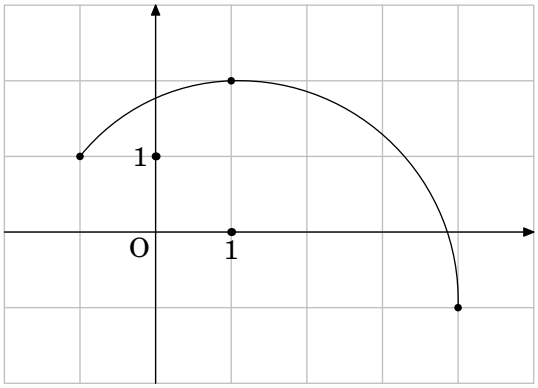
La clé ⟨UniteY⟩ valeur par défaut : 1

modifie la longueur de l'unité sur l'axe des ordonnées. Elle est donnée en centimètre.

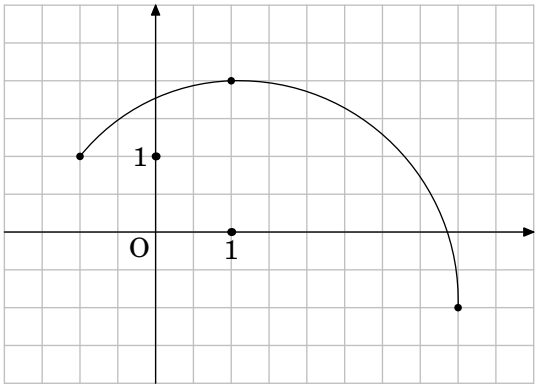
La clé ⟨Prolonge⟩ valeur par défaut : false

permet de tracer la fonction sur l'intégralité de l'axe des abscisses. Le premier et le dernier point de ⟨`Liste des valeurs`⟩ sont utilisés pour les prolongements mais ne sont pas marqués.

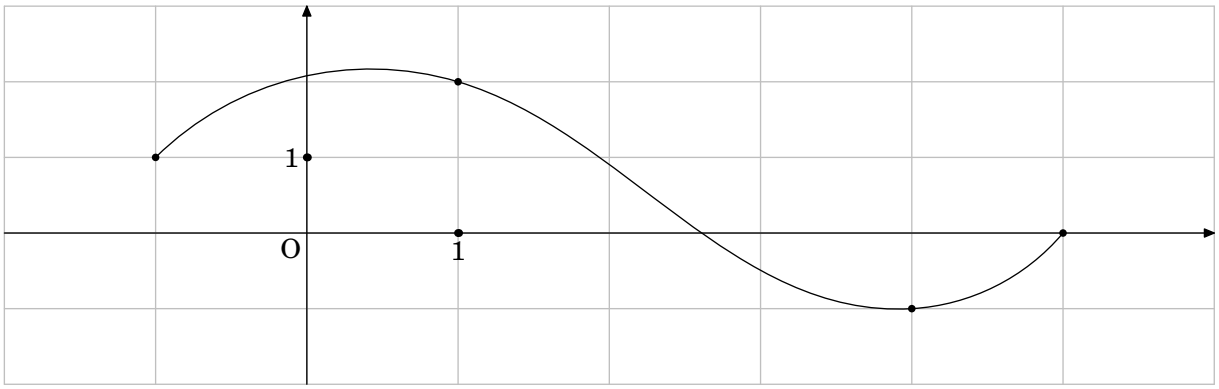
```
\Fonction[Points]{0/-1/1/0,0/1/2/0,0/4/-1/0}
```



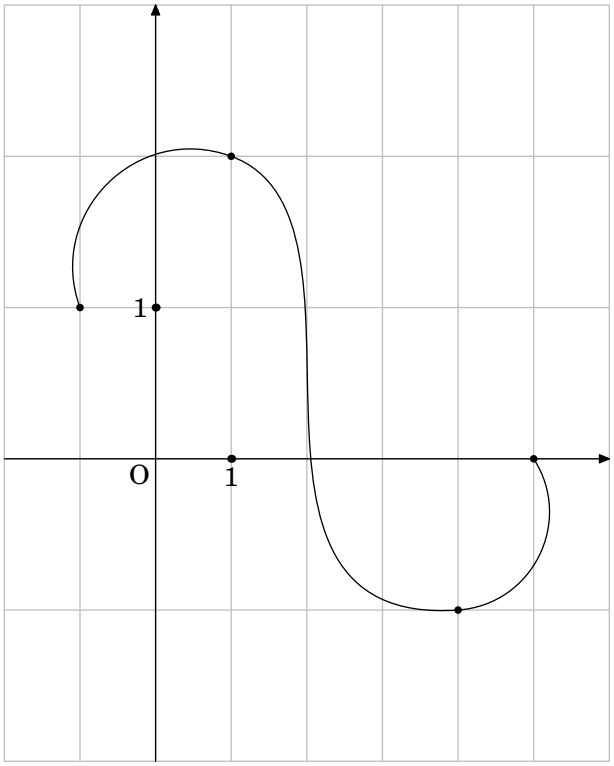

```
\Fonction[Points,PasX=0.5,PasY=0.5]{0/-1/1/0,0/1/2/0,0/4/-1/0}
```



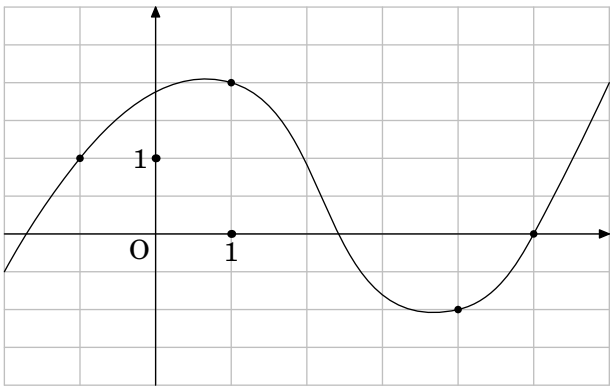

```
\Fonction[Points,UniteX=2]{0/-1/1/0,0/1/2/0,45/4/-1/45,90/5/0/0}
```



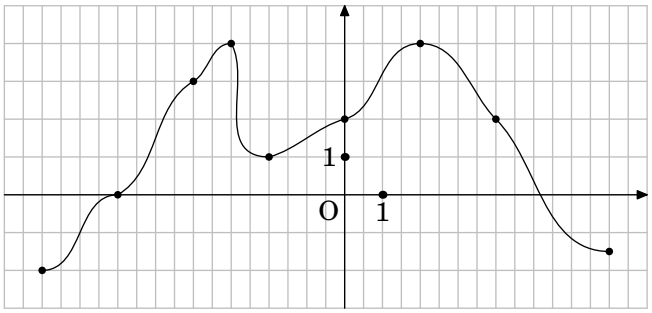
```
% Là, ce n'est pas une fonction...
\Fonction[Points,UniteY=2]{0/-1/1/0,0/1/2/0,45/4/-1/45,90/5/0/0}
```



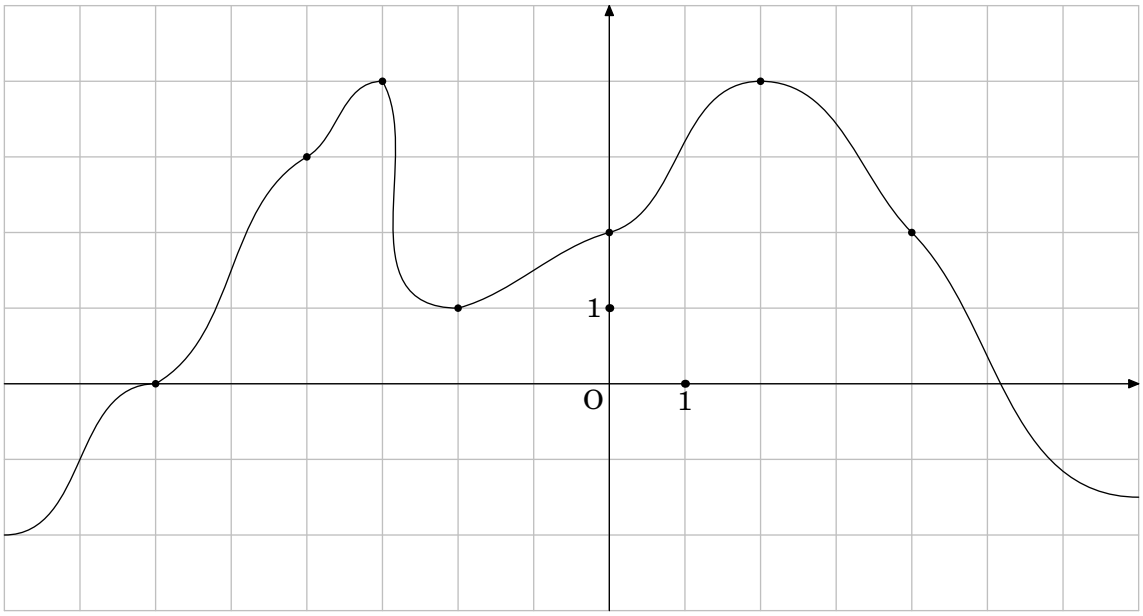

```
\Fonction[Points,PasY=0.5,UniteX=1,UniteY=1,Prolonge]{%
  0/-2/-0.5/0,0/-1/1/0,0/1/2/0,45/4/-1/45,90/5/0/0,0/6/2/0}
```



```
\Fonction[Points,Tangentes,UniteX=0.5,PasX=0.5,UniteY=0.5]{%
  0/-8/-2/0,0/-6/0/30,30/-4/3/30,0/-3/4/-60,0/-2/1/15,15/0/2/15,0/2/4/0,-45/4/2/-45,0/7/-1.5/0}
```




```
\Fonction[Points,Tangentes,Prolonge]{%
  0/-8/-2/0,0/-6/0/30,30/-4/3/30,0/-3/4/-60,0/-2/1/15,15/0/2/15,0/2/4/0,-45/4/2/-45,0/7/-1.5/0}
```



27 Le tableur

L'environnement Tableur permet d'afficher une « reproduction » d'une feuille de calcul d'un tableur. Il a la forme suivante :

```
\begin{Tableur}[⟨clés⟩]

\end{Tableur}
```

où

— ⟨clés⟩ constituent un ensemble d'options pour paramétrer la commande.

```
\begin{Tableur}
  2.5&3&3.5&\\
  6&6.5&7&\\
\end{Tableur}
```

A1 ▾ f_x $\sum$ ▾ = ▾

	A	B	C	D
1	2.5	3	3.5	
2	6	6.5	7	

La clé ⟨Colonnes⟩ valeur par défaut : 4

modifie le nombre de colonnes de la feuille de calcul.

La clé ⟨Largeur⟩ valeur par défaut : 3

modifie la largeur des colonnes de la feuille de calcul.

Elle n'est pas transcrite en cm, mais en *em* [48].

```
\begin{Tableur}[Colonnes=6]
  2.5&3&3.5&&&\\
  6&6.5&7&&&\\
\end{Tableur}
```

A1 ▾ f_x $\sum$ ▾ = ▾

	A	B	C	D	E	F
1	2.5	3	3.5			
2	6	6.5	7			

La clé ⟨Formule⟩ valeur par défaut : {}

indique, dans la ligne de formule, la formule à utiliser.

```
\begin{Tableur}[Colonnes=6,Formule=A1+3.5]
  2.5&3&3.5&&&\\
  6&6.5&7&&&\\
\end{Tableur}
```

A1 ▾ f_x $\sum$ ▾ = A1+3.5 ▾

	A	B	C	D	E	F
1	2.5	3	3.5			
2	6	6.5	7			

48. C'est la largeur d'un « M » dans la fonte utilisée.

La clé ⟨Cellule⟩ valeur par défaut : A1

indique le nom de la cellule associée à la formule écrite.

```
\begin{Tableur}[Colonnes=6,Formule=A1+3.5,Cellule=A2]
  2.5&3&3.5&&&\\
  6&6.5&7&&&\\
\end{Tableur}
```

A2 f_x $\sum$ = A1+3.5

	A	B	C	D	E	F
1	2.5	3	3.5			
2	6	6.5	7			

Pour mettre en avant une cellule, on peut utiliser la commande `\cellcolor`.

```
\begin{Tableur}[Colonnes=6,Formule=A1+3.5,Cellule=A2]
  2.5&3&3.5&&&\\
  \cellcolor{Cornsilk}6&6.5&7&&&\\
\end{Tableur}
```

A2 f_x $\sum$ = A1+3.5

	A	B	C	D	E	F
1	2.5	3	3.5			
2	6	6.5	7			

On peut également utiliser les clés suivantes pour encadrer une cellule ou un groupe de cellules.

La clé ⟨Ligne⟩ valeur par défaut : 0

indique (avec la notation d'un tableur) la ligne de la cellule à marquer.

La clé ⟨PasL⟩ valeur par défaut : 1

indique le nombre de lignes à prendre *sous* la cellule considérée pour effectuer l'encadrement.

La clé ⟨Colonne⟩ valeur par défaut : 0

indique (avec la notation d'un tableur) la colonne de la cellule à marquer.

La clé ⟨PasC⟩ valeur par défaut : 1

indique le nombre de colonnes à prendre *à droite* de la cellule considérée pour effectuer l'encadrement.

```
\begin{Tableur}[Cellule=B3,Colonne=2,Ligne=3]
  2&4&&\\
  7&14&&\\
  18&36&&\\
\end{Tableur}
```

B3 f_x $\sum$ =

	A	B	C	D
1	2	4		
2	7	14		
3	18	36		

```
\begin{Tableur}[Cellule=A1:A2,Colonne=1,Ligne=1,PasL=2]
  1&4&&\\
  2&7&&\\
  3&10&&\\
\end{Tableur}
```

A1:A2 ▾ f_x $\sum$ ▾ = ▾

	A	B	C	D
1	1	4		
2	2	7		
3	3	10		

```
\begin{Tableur}[Cellule=A1:C2,Colonne=1,Ligne=1,PasL=2,PasC=3]
  1&4&16&\\
  2&7&49&\\
  3&10&100&\\
\end{Tableur}
```

A1:C2 ▾ f_x $\sum$ ▾ = ▾

	A	B	C	D
1	1	4	16	
2	2	7	49	
3	3	10	100	

28 La distributivité

La commande \Distri a pour but de développer des expressions en utilisant la simple ou la double distributivité. On l'utilise pour développer des expressions littérales du type $(2x+3)(4x+3)$; $2(x+3)$ ou $5x(x-2)$ ainsi que pour effectuer des calculs numériques du type 8×12 ; $4\times6{,}5+4\times3{,}5$.

Cette commande s'utilise dans tous les modes.

Elle a la forme suivante :

```
\Distri[⟨clés⟩]{a}{b}{c}{d}
```

où
- ⟨clés⟩ constituent un ensemble d'options pour paramétrer la commande (paramètres optionnels) ;
- a, b, c et d sont les valeurs des nombres relatifs utilisés (paramètres obligatoires).

```
\Distri{2}{3}{4}{5}
```
$(2x+3)(4x+5)$

```
$\Distri{-3}{4}{-2}{-3}$
```
$(-3x+4)(-2x-3)$

```
\[\Distri{5}{3}{4}{-1}\]
```
$$(5x+3)(4x-1)$$

```
\[\Distri{2}{0}{4}{5}\]
```
$$2x(4x+5)$$

```
\[\Distri{2}{4}{0}{5}\]
```
$$(2x+4)\times5$$

Si cette commande ne servait qu'à écrire des expressions telles que $(2x+1)(3x-2)$, elle serait bien inutile… Les ⟨clés⟩ (paramètres optionnels) vont faire la différence.

La clé ⟨Numerique⟩ valeur par défaut : false

permet de faire un calcul numérique basé sur le développement ou la factorisation.

Avec cette clé ⟨**Numerique**⟩, le premier paramètre a est toujours nul.

La clé ⟨Etape⟩ valeur par défaut : 1

permet de choisir le type de calcul :
- si la clé ⟨**Etape**⟩ vaut 0, alors on obtient un calcul complet du type $a(b+c)$;
- si la clé ⟨**Etape**⟩ vaut -1, alors on obtient un calcul complet du type $a\times b+a\times c$.

```
\[\Distri[Etape=0,Numerique]{0}{3}{10}{2}\]
```
$$3\times12=3\times(10+2)=3\times10+3\times2=30+6=36$$

```
\[\Distri[Etape=-1,Numerique]{0}{3}{8.5}{1.5}\]
```
$$3\times8{,}5+3\times1{,}5=3\times(8{,}5+1{,}5)=3\times10=30$$

Passons au cœur de la commande \Distri : le calcul littéral.

La clé ⟨Etape⟩ valeur par défaut : 1

écrit une des étapes du développement. La valeur est choisie parmi les nombres entiers de 1 à 4.

```
Développer l'expression \[A=\Distri{2}{3}{4}{-1}\]
\begin{align*}
  A & = \Distri{2}{3}{4}{-1}\\
  A & = \Distri[Etape=2]{2}{3}{4}{-1}\\
  A & = \Distri[Etape=3]{2}{3}{4}{-1}\\
  A & = \Distri[Etape=4]{2}{3}{4}{-1}
\end{align*}
```

Développer l'expression

$$A = (2x+3)(4x-1)$$

$$A = (2x+3)(4x-1)$$
$$A = 2x \times 4x + 2x \times (-1) + 3 \times 4x + 3 \times (-1)$$
$$A = 8x^2 + (-2x) + 12x + (-3)$$
$$A = 8x^2 + 10x - 3$$

```
Développer l'expression $B=\Distri{-3}{0}{4}{2}$.
\begin{align*}
  B & = \Distri{-3}{0}{4}{2}\\
  B & = \Distri[Etape=2]{-3}{0}{4}{2}\\
  B & = \Distri[Etape=3]{-3}{0}{4}{2}\\
  B & = \Distri[Etape=4]{-3}{0}{4}{2}
\end{align*}
```

Développer l'expression $B = -3x(4x+2)$.

$$B = -3x(4x+2)$$
$$B = (-3x) \times 4x + (-3x) \times 2$$
$$B = (-12x^2) + (-6x)$$
$$B = -12x^2 - 6x$$

```
Développer l'expression
\[C=\Distri{1.5}{3}{4}{-0.5}\]
\begin{align*}
  C & = \Distri{1.5}{3}{4}{-0.5}\\
  C & = \Distri[Etape=2]{1.5}{3}{4}{-0.5}\\
  C & = \Distri[Etape=3]{1.5}{3}{4}{-0.5}\\
  C & = \Distri[Etape=4]{1.5}{3}{4}{-0.5}
\end{align*}
```

Développer l'expression

$$C = (1{,}5x+3)(4x-0{,}5)$$

$$C = (1{,}5x+3)(4x-0{,}5)$$
$$C = 1{,}5x \times 4x + 1{,}5x \times (-0{,}5) + 3 \times 4x + 3 \times (-0{,}5)$$
$$C = 6x^2 + (-0{,}75x) + 12x + (-1{,}5)$$
$$C = 6x^2 + 11{,}25x - 1{,}5$$

La clé ⟨All⟩ valeur par défaut : false

écrit l'ensemble du développement d'une expression.

La clé ⟨NomExpression⟩ valeur par défaut : A

modifie le nom utilisée pour repérer l'expression à développer.

La clé ⟨Fin⟩ valeur par défaut : 4

indique quelle est la valeur de la clé ⟨**Etape**⟩ à utiliser pour terminer le calcul.

Il faut *impérativement* que cette clé soit utilisée à l'intérieur d'un environnement mathématique type `align*`. De plus, toutes les autres clés sont désactivées.

```
\begin{align*}
  \Distri[All]{2}{4}{3}{7}
\end{align*}
```

$$A = (2x+4)(3x+7)$$
$$A = 2x \times 3x + 2x \times 7 + 4 \times 3x + 4 \times 7$$
$$A = 6x^2 + 14x + 12x + 28$$
$$A = 6x^2 + 26x + 28$$

```
\begin{align*}
  \Distri[All,NomExpression=E]{3}{-5}{7}{1}
\end{align*}
```

$$E = (3x-5)(7x+1)$$
$$E = 3x \times 7x + 3x \times 1 + (-5) \times 7x + (-5) \times 1$$
$$E = 21x^2 + 3x + (-35x) + (-5)$$
$$E = 21x^2 - 32x - 5$$

```
\begin{align*}
  \Distri[All,Fin=3]{3}{1}{3}{0}
\end{align*}
```

$$A = (3x+1) \times 3x$$
$$A = 3x \times 3x + 1 \times 3x$$
$$A = 9x^2 + 3x$$

Néanmoins, il faut veiller à « la bonne » écriture des calculs obtenus grâce à la clé ⟨**All**⟩.

```
\begin{align*}
  \Distri[All,NomExpression=Z,Fin=3]{0}{
    -1}{5}{-2}
\end{align*}
```

$$Z = -1(5x-2)$$
$$Z = (-1) \times 5x + (-1) \times (-2)$$
$$Z = (-5x) + 2$$

```
\begin{align*}
  Z&=\Distri{0}{-1}{5}{-2}\\
  Z&=\Distri[Etape=2]{0}{-1}{5}{-2}\\
  Z&=\Distri[Etape=4]{0}{-1}{5}{-2}
\end{align*}
```

$$Z = -1(5x-2)$$
$$Z = (-1) \times 5x + (-1) \times (-2)$$
$$Z = -5x + 2$$

Il n'y a pas de clé prévue pour un développement direct *en ligne*. Deux raisons à cela :
— pédagogiquement, l'intérêt est très limité car cela engendre davantage d'erreurs de calculs ;
— un `\multido` [49] fait le travail.

```
$A\multido{\i=1+1}{4}{=\Distri[Etape=\i]{2}{4}{7}{8}}$
```

$A = (2x+4)(7x+8) = 2x \times 7x + 2x \times 8 + 4 \times 7x + 4 \times 8 = 14x^2 + 16x + 28x + 32 = 14x^2 + 44x + 32$

La clé ⟨Lettre⟩ — valeur par défaut : x

permet de modifier le « nom » de la lettre utilisée dans un calcul littéral : h pour une hauteur, n pour un nombre…

```
\Distri[Lettre=n]{5}{-2}{-3}{7}
```

$(5n-2)(-3n+7)$

```
\Distri[Lettre=a]{1}{-1}{-1}{1}
```

$(a-1)(-a+1)$

Des lettres moins *conventionnelles* [50] peuvent être utilisées mais il faut être prudent pour les protéger du mode mathématique [51] :

```
\Distri[Lettre=\text{\faRocket},Etape=3]{2}{3}{5}{6}
```

$10🚀^2 + 12🚀 + 15🚀 + 18$

49. En utilisant le package `multido`.
50. Ici, un élément du package `fontawesome5`.
51. La commande `\text{}` provient du recommandé package `mathtools`. Il est chargé par le package `ProfCollege`.

Les clés ne se transmettent pas !

```
\begin{align*}
  D &= \Distri[Lettre=\text{\faRocket}]{2}{3}{5}{6}
    \\
  D &= \Distri[Etape=2]{2}{3}{5}{6}
\end{align*}
```

$$D = (2🚀 + 3)(5🚀 + 6)$$
$$D = 2x \times 5x + 2x \times 6 + 3 \times 5x + 3 \times 6$$

La clé ⟨Fleches⟩ valeur par défaut : false

fait apparaître la (ou les) flèche(s) du développement.

La clé ⟨CouleurFH⟩ valeur par défaut : blue

modifie la couleur des flèches hautes.

La clé ⟨CouleurFB⟩ valeur par défaut : red

modifie la couleur des flèches basses.

```
\[\Distri[Fleches]{2}{0}{3}{-7}\]
```

$$2x\,(3x - 7)$$

```
\[\Distri[Fleches]{-2}{3}{4}{0}\]
```

$$(-2x + 3) \times 4x$$

```
\[\Distri[Fleches]{-2}{3}{-4}{2}\]
```

$$(-2x + 3)(-4x + 2)$$

```
\[\Distri[Fleches,CouleurFH=purple,%
  CouleurFB=cyan]{-2}{3}{-4}{2}\]
```

$$(-2x + 3)(-4x + 2)$$

La clé ⟨AideMul⟩ valeur par défaut : false

fait apparaître le signe multiplicatif entre les deux facteurs.

Cette aide n'est pas nécessaire quand le deuxième facteur est un nombre seul…

```
\[\Distri[]{-2}{4}{0}{2}\]
```

$$(-2x + 4) \times 2$$

```
% Multiplication entre facteurs.
\[\Distri[AideMul]{-2}{3}{-4}{2}\]

\[\Distri[AideMul]{-2}{0}{-4}{2}\]
```

$$(-2x + 3) \times (-4x + 2)$$

$$-2x \times (-4x + 2)$$

La clé ⟨Reduction⟩ valeur par défaut : false

souligne les termes à regrouper *uniquement* dans la double distributivité et à l'étape 3.

La clé ⟨CouleurReduction⟩ valeur par défaut : black

change la couleur *du soulignement*.

```
\[\Distri[Etape=3,Reduction,CouleurReduction=purple]{-2}{3}{-4}{2}\]
```

$$8x^2 \underline{+ (-4x) + (-12x)} + 6$$

Les clés ⟨AideAdda⟩ et ⟨AideAddb⟩ valeurs par défaut : false

fait apparaître l'écriture du développement considéré sous la forme :

- $k(a+b)$ avec la clé ⟨**AideAdda**⟩ ou ⟨**AideAddb**⟩ ;
- $(a+b)(c+d)$ avec les clés ⟨**AideAdda**⟩ et ⟨**AideAddb**⟩.

La clé ⟨CouleurAide⟩ valeur par défaut : red

modifie la couleur de l'aide apportée par les clés ⟨**AideAdda**⟩ et ⟨**AideAddb**⟩.

```
\Distri[AideAddb]{2}{0}{4}{-1}
```
$2x(4x + (-1))$

```
\Distri[AideAdda]{-3}{-5}{0}{2}
```
$(-3x + (-5)) \times 2$

```
\Distri[AideAdda]{-5}{-2}{3}{-1}
```
$(-5x + (-2))(3x - 1)$

```
\Distri[AideAddb]{-5}{-2}{3}{-1}
```
$(-5x - 2)(3x + (-1))$

```
\Distri[AideAdda,AideAddb]{-5}{-2}{3}{-1}
```
$(-5x + (-2))(3x + (-1))$

```
\Distri[AideAdda,AideAddb,CouleurAide=purple]{-5}{-2}{3}{-1}
```
$(-5x+(-2))(3x+(-1))$

Un résumé des clés présentées est fourni par l'exemple ci-dessous.

```
\begin{align*}
  A&=\Distri{-5}{-2}{3}{-1}\\
  A&=\Distri[AideMul]{-5}{-2}{3}{-1}\\
  A&=\Distri[AideMul,AideAdda,AideAddb]{-5}{-2}{3}{-1}\\
  \\
  A&=\Distri[Fleches,CouleurFH=orange,CouleurFB=black,AideMul,AideAdda,AideAddb]{-5}{-2}{3}{-1}\\
  \\
  A&=\Distri[Etape=2]{-5}{-2}{3}{-1}\\
  A&=\Distri[Etape=3,CouleurReduction=purple,Reduction]{-5}{-2}{3}{-1}\\
  A&=\Distri[Etape=4]{-5}{-2}{3}{-1}
\end{align*}
```

$$
\begin{aligned}
A &= (-5x-2)(3x-1)\\
A &= (-5x-2)\times(3x-1)\\
A &= (-5x+(-2))\times(3x+(-1))\\
A &= (-5x+(-2))\times(3x+(-1))\\
A &= (-5x)\times 3x+(-5x)\times(-1)+(-2)\times 3x+(-2)\times(-1)\\
A &= (-15x^2)+5x+(-6x)+2\\
A &= -15x^2-x+2
\end{aligned}
$$

Somme et différence de développements

Qu'en est-il de la somme ou la différence de deux développements ? On peut procéder comme sur l'exemple ci-dessous où le calcul final est à faire à la main…

```
\begin{align*}
  A&=\Distri[Etape=1]{4}{5}{6}{7}+\Distri[Etape=1]{2}{-3}{5}{-1}\\
  A&=\Distri[Etape=2]{4}{5}{6}{7}+\Distri[Etape=2]{2}{-3}{5}{-1}\\
  A&=\Distri[Etape=3]{4}{5}{6}{7}+\Distri[Etape=3]{2}{-3}{5}{-1}\\
  A&=\Distri[Etape=4]{4}{5}{6}{7}+\Distri[Etape=4]{2}{-3}{5}{-1}\\
  A&=34x^2+41x+38
\end{align*}
```

$$
\begin{aligned}
A &= (4x+5)(6x+7)+(2x-3)(5x-1)\\
A &= 4x\times 6x+4x\times 7+5\times 6x+5\times 7+2x\times 5x+2x\times(-1)+(-3)\times 5x+(-3)\times(-1)\\
A &= 24x^2+28x+30x+35+10x^2+(-2x)+(-15x)+3\\
A &= 24x^2+58x+35+10x^2-17x+3\\
A &= 34x^2+41x+38
\end{aligned}
$$

Ce serait un peu bête, non ? Pour l'automatiser, nous disposons de trois clés et d'une *commande*.

La clé ⟨RAZ⟩ valeur par défaut : false

réinitialise tous les calculs liés à une somme (ou à une différence) de développements.

La commande `\Resultat`

affiche le résultat final en se basant sur les clés ⟨**Somme**⟩ et ⟨**Difference**⟩.

La clé ⟨Somme⟩ valeur par défaut : false

effectue la somme des divers coefficients d'un développement. Il faut positionner la clé *uniquement* à la dernière étape et sur tous les développements nécessitant une somme.

```
\begin{align*}
  A&=\Distri[RAZ,Etape=1]{4}{5}{6}{7}+\Distri[Etape=1]{2}{-3}{5}{-1}\\
  A&=\Distri[Etape=2]{4}{5}{6}{7}+\Distri[Etape=2]{2}{-3}{5}{-1}\\
  A&=\Distri[Etape=3]{4}{5}{6}{7}+\Distri[Etape=3]{2}{-3}{5}{-1}\\
  A&=\Distri[Somme,Etape=4]{4}{5}{6}{7}+\Distri[Somme,Etape=4]{2}{-3}{5}{-1}\\
  A&=\Resultat
\end{align*}
```

$$
\begin{aligned}
A &= (4x+5)(6x+7)+(2x-3)(5x-1)\\
A &= 4x\times 6x+4x\times 7+5\times 6x+5\times 7+2x\times 5x+2x\times(-1)+(-3)\times 5x+(-3)\times(-1)\\
A &= 24x^2+28x+30x+35+10x^2+(-2x)+(-15x)+3\\
A &= 24x^2+58x+35+10x^2-17x+3\\
A &= 34x^2+41x+38
\end{aligned}
$$

La clé ⟨Difference⟩ valeur par défaut : false

effectue la différence des divers coefficients d'un développement. Il faut positionner la clé *uniquement* à la dernière étape et sur tous les développements nécessitant une différence.

La clé ⟨Oppose⟩ valeur par défaut : false

fait apparaître une ligne de calcul supplémentaire pour permettre l'utilisation de la propriété « soustraire un nombre, c'est ajouter son opposé ».

```
\begin{align}
  A&=\Distri[RAZ,Etape=1]{4}{5}{6}{7}-\Distri[Etape=1]{2}{0}{5}{-1}\\
  A&=\Distri[Etape=2]{4}{5}{6}{7}-(\Distri[Etape=2]{2}{0}{5}{-1})\\
  A&=\Distri[Etape=3]{4}{5}{6}{7}-(\Distri[Etape=3]{2}{0}{5}{-1})\\
  A&=\Distri[Somme,Etape=4]{4}{5}{6}{7}-(\Distri[Difference,Etape=4]{2}{0}{5}{-1})\\
  A&=\Resultat
\end{align}
```

$$A = (4x+5)(6x+7) - 2x(5x-1) \quad (1)$$
$$A = 4x \times 6x + 4x \times 7 + 5 \times 6x + 5 \times 7 - (2x \times 5x + 2x \times (-1)) \quad (2)$$
$$A = 24x^2 + 28x + 30x + 35 - (10x^2 + (-2x)) \quad (3)$$
$$A = 24x^2 + 58x + 35 - (10x^2 - 2x) \quad (4)$$
$$A = 14x^2 + 60x + 35 \quad (5)$$

```
\begin{align}
  A&=\Distri[RAZ,Etape=1]{4}{5}{6}{7}-\Distri[Etape=1]{2}{0}{5}{-1}\\
  A&=\Distri[Etape=2]{4}{5}{6}{7}-(\Distri[Etape=2]{2}{0}{5}{-1})\\
  A&=\Distri[Etape=3]{4}{5}{6}{7}-(\Distri[Etape=3]{2}{0}{5}{-1})\\
  A&=\Distri[Etape=4]{4}{5}{6}{7}-(\Distri[Etape=4]{2}{0}{5}{-1})\\
  A&=\Distri[Somme,Etape=4]{4}{5}{6}{7}+\Distri[Oppose,Difference,Etape=4]{2}{0}{5}{-1}
    \nonumber\\
  A&=\Resultat
\end{align}
```

$$A = (4x+5)(6x+7) - 2x(5x-1) \quad (1)$$
$$A = 4x \times 6x + 4x \times 7 + 5 \times 6x + 5 \times 7 - (2x \times 5x + 2x \times (-1)) \quad (2)$$
$$A = 24x^2 + 28x + 30x + 35 - (10x^2 + (-2x)) \quad (3)$$
$$A = 24x^2 + 58x + 35 - (10x^2 - 2x) \quad (4)$$
$$A = 24x^2 + 58x + 35 + (-10x^2) + 2x$$
$$A = 14x^2 + 60x + 35 \quad (5)$$

Basée sur une idée de Laurent Lassalle Carrere, on peut proposer la commande suivante :

```
\newcommand\DoubleFlecheDifference[9][]{%
  % #1 : option
  % #2 à #9 : les valeurs intervenant dans les deux distributivités.
\setKV[ClesDistributivite]{#1}%
\begin{align*}
  \useKV[ClesDistributivite]{NomExpression}&=\Distri[#1,RAZ,Etape=1]{#2}{#3}{#4}{#5}-
    \Distri[#1,Etape=1]{#6}{#7}{#8}{#9}\\
  \useKV[ClesDistributivite]{NomExpression}&=\Distri[Etape=2]{#2}{#3}{#4}{#5}-(\Distri
    [Etape=2]{#6}{#7}{#8}{#9})\\
  \useKV[ClesDistributivite]{NomExpression}&=\Distri[Etape=3]{#2}{#3}{#4}{#5}-(\Distri
    [Etape=3]{#6}{#7}{#8}{#9})\\
  \useKV[ClesDistributivite]{NomExpression}&=\ifboolKV[ClesDistributivite]{Oppose}{
    \Distri[Etape=4]{#2}{#3}{#4}{#5}-(\Distri[Etape=4]{#6}{#7}{#8}{#9})\\}{\Distri[
    Somme,Etape=4]{#2}{#3}{#4}{#5}-(\Distri[Difference,Etape=4]{#6}{#7}{#8}{#9})\\}%
  \ifboolKV[ClesDistributivite]{Oppose}{\useKV[ClesDistributivite]{NomExpression}&=
    \Distri[RAZ,Somme,Etape=4]{#2}{#3}{#4}{#5}+\Distri[Oppose,Difference,Etape=4]{#6}{
    #7}{#8}{#9}\\}{}
  \useKV[ClesDistributivite]{NomExpression}&=\Resultat
\end{align*}
}
```

```
\DoubleFlecheDifference[AideAdda,AideAddb]{4}{5}{6}{7}{2}{-3}{5}{-1}

\DoubleFlecheDifference[Oppose]{4}{5}{6}{7}{2}{-3}{5}{-1}
```

$$
\begin{aligned}
A &= (4x + (+5))(6x + (+7)) - (2x + (-3))(5x + (-1)) \\
A &= 4x \times 6x + 4x \times 7 + 5 \times 6x + 5 \times 7 - (2x \times 5x + 2x \times (-1) + (-3) \times 5x + (-3) \times (-1)) \\
A &= 24x^2 + 28x + 30x + 35 - (10x^2 + (-2x) + (-15x) + 3) \\
A &= 24x^2 + 58x + 35 - (10x^2 - 17x + 3) \\
A &= 14x^2 + 75x + 32
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
A &= (4x + 5)(6x + 7) - (2x - 3)(5x - 1) \\
A &= 4x \times 6x + 4x \times 7 + 5 \times 6x + 5 \times 7 - (2x \times 5x + 2x \times (-1) + (-3) \times 5x + (-3) \times (-1)) \\
A &= 24x^2 + 28x + 30x + 35 - (10x^2 + (-2x) + (-15x) + 3) \\
A &= 24x^2 + 58x + 35 - (10x^2 - 17x + 3) \\
A &= 24x^2 + 58x + 35 + (-10x^2) + 17x + (-3) \\
A &= 14x^2 + 75x + 32
\end{aligned}
$$

Cas des égalités remarquables

La clé ⟨Remarquable⟩ valeur par défaut : false

développe les expressions en utilisant les égalités remarquables.

```
\Distri[Remarquable]{2}{3}{}{}
```

$(2x+3)^2$

```
\Distri[Remarquable]{2}{-3}{}{}
```

$(2x-3)^2$

```
\Distri[Remarquable]{2}{3}{2}{-3}
```

$(2x+3)(2x-3)$

```
\begin{align*}
  D&=\Distri[Remarquable]{2}{3}{}{}&E&=\Distri[Remarquable]{1}{-4}{}{}&F&=\Distri[Lettre
    =t,Remarquable]{3}{2}{3}{-2}\\
  D&=\Distri[Remarquable,Etape=2]{2}{3}{}{}&E&=\Distri[Remarquable,Etape=2]{1}{-4}{}{}&F
    &=\Distri[Lettre=t,Remarquable,Etape=2]{3}{2}{3}{-2}\\
  D&=\Distri[Remarquable,Etape=3]{2}{3}{}{}&E&=\Distri[Remarquable,Etape=3]{1}{-4}{}{}&F
    &=\Distri[Lettre=t,Remarquable,Etape=3]{3}{2}{3}{-2}
\end{align*}
```

$$
\begin{aligned}
D &= (2x+3)^2 & E &= (x-4)^2 & F &= (3t+2)(3t-2)\\
D &= (2x)^2+2\times 2x\times 3+3^2 & E &= x^2-2\times x\times 4+4^2 & F &= (3t)^2-2^2\\
D &= 4x^2+12x+9 & E &= x^2-8x+16 & F &= 9t^2-4
\end{aligned}
$$

```
\begin{align*}
  D&=\Distri[RAZ,Remarquable]{2}{3}{}{}-\Distri[Remarquable]{4}{-5}{}{}\\
  D&=\Distri[Remarquable,Etape=2]{2}{3}{}{}-(\Distri[Remarquable,Etape=2]{4}{-5}{}{})\\
  D&=\Distri[Remarquable,Etape=3]{2}{3}{}{}-(\Distri[Remarquable,Etape=3]{4}{-5}{}{})\\
  D&=\Distri[Remarquable,Somme,Etape=3]{2}{3}{}{}+\Distri[Difference,Oppose,Remarquable,
    Etape=3]{4}{-5}{}{}\\
  D&=\Resultat
\end{align*}
```

$$
\begin{aligned}
D &= (2x+3)^2-(4x-5)^2\\
D &= (2x)^2+2\times 2x\times 3+3^2-((4x)^2-2\times 4x\times 5+5^2)\\
D &= 4x^2+12x+9-(16x^2-40x+25)\\
D &= 4x^2+12x+9+(-16x^2)+40x+(-25)\\
D &= -12x^2+52x-16
\end{aligned}
$$

Cas des écritures de la forme $(a+bx)(c+dx)$

Parfois, il faut développer des expressions telles que $(2+3x)(4-2x)$. On peut alors écrire :

```
\begin{align*}
  C&=(2+3x)(4-2x)\\
  C&=\Distri{3}{2}{-2}{4}\\
  C&=\Distri[Etape=2]{3}{2}{-2}{4}\\
  C&=\Distri[Etape=3]{3}{2}{-2}{4}\\
  C&=\Distri[Etape=4]{3}{2}{-2}{4}\\
\end{align*}
```

$$
\begin{aligned}
C &= (2+3x)(4-2x)\\
C &= (3x+2)(-2x+4)\\
C &= 3x\times(-2x)+3x\times 4+2\times(-2x)+2\times 4\\
C &= (-6x^2)+12x+(-4x)+8\\
C &= -6x^2+8x+8
\end{aligned}
$$

Le calcul littéral étant déjà assez compliqué comme cela, la « transformation » des deux premières lignes est délicate pour beaucoup d'élèves. Il vaut mieux développer directement[52]…

La clé ⟨Echange⟩ valeur par défaut : 0

permet de faire les développements directement pour des expressions du type $(a+bx)(c+dx)$. Elle prend :

- la valeur 1 si le premier facteur est du type $a+bx$;
- la valeur 2 si le deuxième facteur est du type $a+bx$;
- la valeur 3 si les deux facteurs sont du type $a+bx$.

```
% Seul le premier facteur est du type a+bx.
\begin{align*}
  A&=\Distri[Echange=1]{2}{3}{4}{5}\\
  A&=\Distri[Etape=2,Echange=1]{2}{3}{4}{5}\\
  A&=\Distri[Etape=3,Echange=1]{2}{3}{4}{5}\\
  A&=\Distri[Etape=4,Echange=1]{2}{3}{4}{5}
\end{align*}
```

$$
\begin{aligned}
A &= (2+3x)(4x+5)\\
A &= 2\times 4x+2\times 5+3x\times 4x+3x\times 5\\
A &= 8x+10+12x^2+15x\\
A &= 12x^2+23x+10
\end{aligned}
$$

```
% Seul le deuxième facteur est du type a+bx.
\begin{align*}
  B&=\Distri[Echange=2]{2}{3}{4}{5}\\
  B&=\Distri[Etape=2,Echange=2]{2}{3}{4}{5}\\
  B&=\Distri[Etape=3,Echange=2]{2}{3}{4}{5}\\
  B&=\Distri[Etape=4,Echange=2]{2}{3}{4}{5}
\end{align*}
```

$$
\begin{aligned}
B &= (2x+3)(4+5x)\\
B &= 2x\times 4+2x\times 5x+3\times 4+3\times 5x\\
B &= 8x+10x^2+12+15x\\
B &= 10x^2+23x+12
\end{aligned}
$$

```
% Les deux facteurs sont du type a+bx.
\begin{align*}
  C&=\Distri[Echange=3]{2}{3}{4}{5}\\
  C&=\Distri[Etape=2,Echange=3]{2}{3}{4}{5}\\
  C&=\Distri[Etape=3,Echange=3]{2}{3}{4}{5}\\
  C&=\Distri[Etape=4,Echange=3]{2}{3}{4}{5}
\end{align*}
```

$$
\begin{aligned}
C &= (2+3x)(4+5x)\\
C &= 2\times 4+2\times 5x+3x\times 4+3x\times 5x\\
C &= 8+10x+12x+15x^2\\
C &= 15x^2+22x+8
\end{aligned}
$$

52. Depuis la version 0.85

```
\begin{align*}
  A&=\Distri[RAZ,Echange=3,Etape=1]{2}{3}{4}{2}-\Distri[Echange=3,Etape=1]{1}{2}{-4}{1}
    \\
  A&=\Distri[Echange=3,Etape=2]{2}{3}{4}{2}-(\Distri[Echange=3,Etape=2]{1}{2}{-4}{1})\\
  A&=\Distri[Echange=3,Etape=3]{2}{3}{4}{2}-(\Distri[Echange=3,Etape=3]{1}{2}{-4}{1})\\
  A&=\Distri[Echange=3,Etape=4]{2}{3}{4}{2}-(\Distri[Echange=3,Etape=4]{1}{2}{-4}{1})\\
  A&=\Distri[Echange=3,Etape=4,Somme]{2}{3}{4}{2}+\Distri[Oppose,Echange=3,Etape=4,
    Difference]{1}{2}{-4}{1}\\
  A&=\Resultat
\end{align*}
```

$$
\begin{aligned}
A &= (2+3x)(4+2x) - (1+2x)(-4+x) \\
A &= 2\times 4 + 2\times 2x + 3x\times 4 + 3x\times 2x - (1\times(-4) + 1\times x + 2x\times(-4) + 2x\times x) \\
A &= 8 + 4x + 12x + 6x^2 - ((-4) + x + (-8x) + 2x^2) \\
A &= 6x^2 + 16x + 8 - (2x^2 - 7x - 4) \\
A &= 6x^2 + 16x + 8 + (-2x^2) + 7x + 4 \\
A &= 4x^2 + 23x + 12
\end{aligned}
$$

29 La résolution d'équations du premier degré

La commande \ResolEquation permet de rédiger la résolution [53] d'une équation du premier degré à une inconnue à coefficients entiers ou décimaux [54]. Elle a la forme suivante :

```
\ResolEquation[⟨clés⟩]{a}{b}{c}{d}
```

où

— ⟨clés⟩ constituent un ensemble d'options pour paramétrer la commande (paramètres optionnels) ;
— a, b, c et d sont les coefficients de l'équation écrite sous la forme

$$ax + b = cx + d$$

```
\ResolEquation{5}{4}{-2}{3}
```

$$\begin{aligned} 5x + 4 &= -2x + 3 \\ 7x + 4 &= 3 \\ 7x &= -1 \\ x &= \frac{-1}{7} \end{aligned}$$

```
\ResolEquation{0.2}{0.8}{0.8}{1.2}
```

$$\begin{aligned} 0{,}2x + 0{,}8 &= 0{,}8x + 1{,}2 \\ 0{,}8 &= 0{,}6x + 1{,}2 \\ -0{,}4 &= 0{,}6x \\ \frac{-0{,}4}{0{,}6} &= x \end{aligned}$$

On peut évidemment résoudre les équations du type $ax + b = cx$ (avec $d = 0$), $ax + b = d$ (avec $c = 0$) et $ax = d$ (avec $b = c = 0$) :

```
\ResolEquation{2}{4}{5}{0}
```

$$\begin{aligned} 2x + 4 &= 5x \\ 4 &= 3x \\ \frac{4}{3} &= x \end{aligned}$$

```
\ResolEquation{2}{4}{0}{5}
```

$$\begin{aligned} 2x + 4 &= 5 \\ 2x &= 1 \\ x &= \frac{1}{2} \end{aligned}$$

```
\ResolEquation{2}{0}{0}{5}
```

$$\begin{aligned} 2x &= 5 \\ x &= \frac{5}{2} \end{aligned}$$

```
\ResolEquation{2}{4}{2}{0}
```

L'équation $2x + 4 = 2x$ n'a aucune solution.

```
\ResolEquation{-3}{1}{-3}{1}
```

L'équation $-3x + 1 = -3x + 1$ a une infinité de solutions.

53. Dans le cas général, le choix d'une résolution amenant *systématiquement* à une division par un nombre positif a été pris. Seuls les cas $ax = d$ et $ax + b = d$ échappent à cette règle.
54. Les nombres décimaux sont indiqués sous leur forme informatique.

Plusieurs clés sont valables de manière générale pour paramétrer la commande.

La clé ⟨Lettre⟩ valeur par défaut : x

permet d'utiliser d'autres lettres dans la résolution d'équations (p pour un prix, h pour une hauteur…).

```
\ResolEquation[Lettre=n]{1}{2}{7}{7}
```

$$\begin{aligned} n+2 &= 7n+7 \\ 2 &= 6n+7 \\ -5 &= 6n \\ \frac{-5}{6} &= n \end{aligned}$$

Le mode mathématique est « imposé » par l'écriture des macros. Lorsqu'on souhaite un symbole tel que 🚀[55], il faut le « protéger »[56] :

```
\ResolEquation[Lettre=\text{\faRocket}]{2}{3}{7}{-1}
```

$$\begin{aligned} 2🚀+3 &= 7🚀-1 \\ 3 &= 5🚀-1 \\ 4 &= 5🚀 \\ \frac{4}{5} &= 🚀 \end{aligned}$$

On peut même utiliser une image[57]…

```
\newsavebox{\dessin}
\sbox{\dessin}{\raisebox{-1em}{\includegraphics[scale=0.35]{Arthur-1}}}
\ResolEquation[Lettre=\usebox{\dessin}]{2}{4}{7}{-2}
```

$$\begin{aligned} 2\,\text{ } + 4 &= 7\,\text{ } - 2 \\ 4 &= 5\,\text{ } - 2 \\ 6 &= 5\,\text{ } \\ \frac{6}{5} &= \text{ } \end{aligned}$$

La clé ⟨Solution⟩ valeur par défaut : false

permet d'afficher la phrase de conclusion[58]. Ne pas l'afficher peut être utile dans le cas d'un exercice concret.

La clé ⟨LettreSol⟩ valeur par défaut : true

permet, lorsqu'elle est positionnée à `false`, de n'afficher que la valeur numérique de la solution de l'équation.

55. Du package `fontawesome5`.
56. Avec chargement du package `mathtools`. C'est fait par le package `ProfCollege`.
57. Celle-ci a été créée avec METAPOST.
58. On remarquera l'écriture simplifiée ou non de la solution de l'équation.

```
\ResolEquation[Solution]{2}{5}{-7}{3}
```

$$2x + 5 = -7x + 3$$
$$9x + 5 = 3$$
$$9x = -2$$
$$x = \frac{-2}{9}$$

L'équation $2x + 5 = -7x + 3$ a une unique solution : $x = \frac{-2}{9}$.

```
\ResolEquation[Solution,LettreSol=false]{2}{5}
    {1}{3}
```

$$2x + 5 = x + 3$$
$$x + 5 = 3$$
$$x = -2$$

L'équation $2x + 5 = x + 3$ a une unique solution : -2.

```
\ResolEquation[Solution]{8}{-2}{2}{2}
```

$$8x - 2 = 2x + 2$$
$$6x - 2 = 2$$
$$6x = 4$$
$$x = \frac{4}{6}$$

L'équation $8x - 2 = 2x + 2$ a une unique solution : $x = \frac{4}{6}$.

Dans cet exemple, il serait bien de pouvoir simplifier l'écriture de la solution obtenue. Cela se fait avec les deux clés suivantes, utilisées *simultanément*.

La clé ⟨Entier⟩ valeur par défaut : false

indique que les coefficients utilisés sont entiers.

La clé ⟨Simplification⟩ valeur par défaut : false

effectue la simplification de la solution obtenue.

```
\ResolEquation[Entier,Simplification]{8}{-2}{2}{2}
```

$$8x - 2 = 2x + 2$$
$$6x - 2 = 2$$
$$6x = 4$$
$$x = \frac{4}{6}$$
$$x = \frac{2}{3}$$

Parfois, on peut vouloir tester une valeur[59] pour savoir si elle est ou pas solution d'une équation.

59. Les cas des valeurs fractionnaires ne sont pas gérés…

La clé ⟨Verification⟩ valeur par défaut : false

teste si un nombre est ou n'est pas solution d'une équation.

La clé ⟨Nombre⟩ valeur par défaut : 0

indique le nombre à tester.

La clé ⟨Egalite⟩ valeur par défaut : false

permet, dans le cadre d'une introduction aux équations, de tester une égalité.

```
Est-ce que le nombre $-2$ est solution de l'équation $2x-1=7x+3$ ?
\par
\ResolEquation[Verification,Nombre=-2]{2}{-1}{7}{3}
```

Est-ce que le nombre -2 est solution de l'équation $2x-1=7x+3$?
Testons la valeur $x=-2$:

$$\begin{aligned} 2\times(-2)-1 \\ -4-1 \\ -5 \end{aligned} \qquad \begin{aligned} 7\times(-2)+3 \\ -14+3 \\ -11 \end{aligned}$$

Comme $-5\neq-11$, alors $x=-2$ n'est pas une solution de l'équation $2x-1=7x+3$.

```
Est-ce que l'égalité $5n-2=4n$ est vraie lorsque $n=2$ ? Justifier.
\par
\ResolEquation[Lettre=n,Verification,Nombre=2,Egalite]{5}{-2}{4}{0}
```

Est-ce que l'égalité $5n-2=4n$ est vraie lorsque $n=2$? Justifier.
Testons la valeur $n=2$:

$$\begin{aligned} 5\times2-2 \\ 10-2 \\ 8 \end{aligned} \qquad \begin{aligned} 4\times2 \\ 8 \\ 8 \end{aligned}$$

Comme $8=8$, alors l'égalité $5n-2=4n$ est vérifiée pour $n=2$.

Les méthodes de résolution

Cinq[60] méthodes ont été mises en place : la méthode des soustractions et ses variantes ; la méthode basée sur la propriété « tout terme qui change de membre change de signe » ; la méthode de « composition ».

La méthode des soustractions

C'est celle par défaut.

```
\ResolEquation{2}{5}{7}{3}
```

$$\begin{aligned} 2x+5&=7x+3\\ 5&=5x+3\\ 2&=5x\\ \frac{2}{5}&=x \end{aligned}$$

60. En fait, une sixième méthode mise en place se trouve à la page 157.

La clé ⟨Decomposition⟩ valeur par défaut : false

indique la décomposition des calculs qui apparaît en continu dans la résolution de l'équation.

La clé ⟨CouleurSous⟩ valeur par défaut : red

permet de changer la couleur des indications de décomposition.

```
\ResolEquation[Decomposition]{-2}{5}{7}{3}
```

$$\begin{aligned} -2x+5 &= 7x+3 \\ -2x+2x+5 &= 7x+2x+3 \\ 5 &= 9x+3 \\ 5-3 &= 9x+3-3 \\ 2 &= 9x \\ \frac{2}{9} &= \frac{9}{9}x \\ \frac{2}{9} &= x \end{aligned}$$

```
\ResolEquation[CouleurSous=blue!50,Decomposition]{-2}{5}{7}{3}
```

$$\begin{aligned} -2x+5 &= 7x+3 \\ -2x+2x+5 &= 7x+2x+3 \\ 5 &= 9x+3 \\ 5-3 &= 9x+3-3 \\ 2 &= 9x \\ \frac{2}{9} &= \frac{9}{9}x \\ \frac{2}{9} &= x \end{aligned}$$

Il est courant, pédagogiquement, de faire apparaître les flèches [61] indiquant les soustractions (ou additions) à faire.

La clé ⟨Fleches⟩ valeur par défaut : false

affiche les flèches indiquant les opérations (additions, soustractions ou divisions) à faire dans la résolution de l'équation.

La clé ⟨Ecart⟩ valeur par défaut : 0.5

permet, lorsque la clé ⟨**Fleches**⟩ est utilisée avec la clé ⟨**Decomposition**⟩, de modifier le décalage (en centimètre) imposé à chaque flèche (qu'elle soit à gauche ou à droite). Ce décalage se fait sur la première ligne de la résolution, qui sert de référence pour les flèches suivantes.

```
\ResolEquation[Fleches]{2}{4}{3}{7}
```

$$\begin{array}{rcl} & 2x+4 = 3x+7 & \\ -2x \curvearrowright & 4 = x+7 & \curvearrowleft -2x \\ -7 \curvearrowright & -3 = x & \curvearrowleft -7 \end{array}$$

61. La couleur des flèches n'est pas modifiable.

```
\ResolEquation[Fleches]{2}{4}{5}{7}
```

$$\begin{array}{rl} & 2x+4=5x+7 \\ -2x & 4=3x+7 \quad -2x \\ -7 & -3=3x \quad -7 \\ \div 3 & \dfrac{-3}{3}=x \quad \div 3 \end{array}$$

```
% Ça ne convient pas.
\ResolEquation[Decomposition,Fleches]{2}{
    6}{-2}{4}
```

$$\begin{array}{rl} & 2x+6=-2x+4 \\ +2x & 2x+2x+6=-2x+2x+4 \quad +2x \\ & 4x+6=4 \\ -6 & 4x+6-6=4-6 \quad -6 \\ & 4x=-2 \\ \div 4 & \dfrac{4}{4}x=\dfrac{-2}{4} \quad \div 4 \\ & x=\dfrac{-2}{4} \end{array}$$

```
% C'est mieux.
\ResolEquation[Decomposition,Fleches,
    Ecart=1.5]{2}{6}{-2}{4}
```

$$\begin{array}{rl} & 2x+6=-2x+4 \\ +2x & 2x+2x+6=-2x+2x+4 \quad +2x \\ & 4x+6=4 \\ -6 & 4x+6-6=4-6 \quad -6 \\ & 4x=-2 \\ \div 4 & \dfrac{4}{4}x=\dfrac{-2}{4} \quad \div 4 \\ & x=\dfrac{-2}{4} \end{array}$$

La clé ⟨FlecheDiv⟩ valeur par défaut : false

indique *uniquement* le dernier couple de flèches, celui correspondant à la division finale. Cette clé s'utilise lorsqu'on ne souhaite pas utiliser la clé ⟨**Fleches**⟩.

```
\ResolEquation[FlecheDiv]{-3}{5}{1}{2}
```

$$\begin{array}{rl} & -3x+5=x+2 \\ & 5=4x+2 \\ & 3=4x \\ \div 4 & \dfrac{3}{4}=x \quad \div 4 \end{array}$$

Les variantes de la méthode des soustractions s'obtiennent avec les deux clés suivantes.

La clé ⟨Pose⟩ [62] valeur par défaut : false

propose une présentation différente de la méthode par défaut.

Les clés ⟨**Lettre**⟩, ⟨**CouleurSous**⟩, ⟨**Entier**⟩, ⟨**Simplification**⟩, ⟨**Solution**⟩ sont également disponibles avec la clé ⟨**Pose**⟩.

62. Cette méthode a été proposée par des collègues lors d'échanges sur les cahiers de vacances 2020 de l'académie de Lille.

```
\ResolEquation[Pose]{5}{3}{-2}{7}
```

$$
\begin{array}{rcl}
5x+3 & = & -2x+7 \\
+2x & & +2x \\
7x+3 & = & 7 \\
-3 & & -3 \\
7x & = & 4 \\
\div 7 & & \div 7 \\
x & = & \frac{4}{7}
\end{array}
$$

La clé ⟨Laurent⟩ [63] valeur par défaut : false

propose une présentation différente de la méthode par défaut.

Les clés ⟨**Lettre**⟩, ⟨**CouleurSous**⟩, ⟨**Entier**⟩, ⟨**Simplification**⟩, ⟨**Solution**⟩ sont également disponibles avec la clé ⟨**Laurent**⟩.

```
\ResolEquation[Laurent]{5}{3}{-2}{7}
```

$$
\begin{array}{rcl}
5x+3 \overset{-3}{} & = & -2x+7 \overset{-3}{} \\
5x \overset{+2x}{} & = & -2x \overset{+2x}{} +4 \\
\frac{7x}{7} & = & \frac{4}{7} \\
x & = & \frac{4}{7}
\end{array}
$$

63. Cette méthode a été proposée par Laurent Lassalle Carrere.

La méthode « Tout terme qui change de membre change de signe »

La clé ⟨Terme⟩ valeur par défaut : false

résout l'équation avec la méthode « Tout terme qui change de membre change de signe ».

La clé ⟨Decomposition⟩ valeur par défaut : false

insiste sur la méthode en elle-même.

La clé ⟨CouleurTerme⟩ valeur par défaut : black

modifie la couleur utilisée lors la mise en valeur de la décomposition.

Les clés ⟨Lettre⟩, ⟨Entier⟩, ⟨Simplification⟩, ⟨Solution⟩, ⟨Fleches⟩ et ⟨FlecheDiv⟩ sont également disponibles avec la clé ⟨Terme⟩.

```
\ResolEquation[Terme]{2.5}{3}{1.25}{2.9}
```

$$\begin{aligned} 2{,}5x+3&=1{,}25x+2{,}9\\ 2{,}5x-1{,}25x+3&=2{,}9\\ 1{,}25x+3&=2{,}9\\ 1{,}25x&=2{,}9-3\\ 1{,}25x&=-0{,}1\\ x&=\frac{-0{,}1}{1{,}25} \end{aligned}$$

```
\ResolEquation[Terme,Decomposition,CouleurTerme=purple]{2.5}{3}{1.25}{2.9}
```

$$\begin{aligned} 2{,}5x+3&=1{,}25x+2{,}9\\ 2{,}5x-1{,}25x+3&=2{,}9\\ 1{,}25x+3&=2{,}9\\ 1{,}25x&=2{,}9-3\\ 1{,}25x&=-0{,}1\\ x&=\frac{-0{,}1}{1{,}25} \end{aligned}$$

```
\ResolEquation[Terme,FlecheDiv]{0.9}{2}{0}{4}
```

$$\begin{aligned} 0{,}9x+2&=4\\ 0{,}9x&=4-2\\ 0{,}9x&=2\\ \div 0{,}9\ \Big(\quad x&=\frac{2}{0{,}9}\quad\Big)\ \div 0{,}9 \end{aligned}$$

La méthode de composition

La clé ⟨Composition⟩ valeur par défaut : false

utilise la composition des termes pour résoudre l'équation.

La clé ⟨CouleurCompo⟩ valeur par défaut : black

modifie la couleur utilisée lors la mise en valeur de la composition.

Les clés ⟨**Decomposition**⟩, ⟨**Lettre**⟩, ⟨**Entier**⟩, ⟨**Simplification**⟩, ⟨**Solution**⟩, ⟨**Fleches**⟩ et ⟨**FlecheDiv**⟩ sont également disponibles avec la clé ⟨**Composition**⟩.

```
\ResolEquation[Composition]{5}{-2}{3.9}{4}
```

$$
\begin{aligned}
5x - 2 &= 3{,}9x + 4 \\
1{,}1x + 3{,}9x - 2 &= 3{,}9x + 4 \\
1{,}1x - 2 &= 4 \\
1{,}1x - 2 &= 6 - 2 \\
1{,}1x &= 6 \\
x &= \frac{6}{1{,}1}
\end{aligned}
$$

```
\ResolEquation[Composition,Decomposition,CouleurCompo=blue,FlecheDiv]{5}{-2.3}{3.9}{4.1}
```

$$
\begin{aligned}
5x - 2{,}3 &= 3{,}9x + 4{,}1 \\
1{,}1x + 3{,}9x - 2{,}3 &= 3{,}9x + 4{,}1 \\
1{,}1x - 2{,}3 &= 4{,}1 \\
1{,}1x - 2{,}3 &= 6{,}4 - 2{,}3 \\
1{,}1x &= 6{,}4 \qquad \div 1{,}1 \\
x &= \frac{6{,}4}{1{,}1}
\end{aligned}
$$

La méthode des symboles
On peut vouloir présenter les équations comme à l'école primaire [64].

$$\text{🚀} + \text{🚀} + \text{🚀} + \text{🚀} + \text{🚀} + \text{🚀} + \text{🚀} + 5 = \text{🚀} + \text{🚀} + \text{🚀} + 3$$

La clé ⟨Symbole⟩ valeur par défaut : false

utilise la décomposition de la multiplication des inconnues en une somme d'inconnues pour résoudre l'équation proposée.

Les coefficients a et c doivent être positifs et entiers.

La clé ⟨CouleurSymbole⟩ valeur par défaut : orange

affiche le symbole choisi en couleur.

La clé ⟨Bloc⟩ valeur par défaut : false

affiche un bloc autour du groupe de symboles lors de la dernière étape.

Les clés ⟨**Lettre**⟩, ⟨**Entier**⟩ et ⟨**Simplification**⟩ sont aussi disponibles avec la clé ⟨**Symbole**⟩.

```
\ResolEquation[Symbole,Lettre=\text{\faRocket}]{7}{5}{3}{3}
```

$$\begin{aligned}
\text{🚀} + \text{🚀} + \text{🚀} + \text{🚀} + \text{🚀} + \text{🚀} + \text{🚀} + 5 &= \text{🚀} + \text{🚀} + \text{🚀} + 3\\
\text{🚀} + \text{🚀} + \text{🚀} + \text{🚀} + \text{🚀} + \text{🚀} + \text{🚀} + 5 &= \text{🚀} + \text{🚀} + \text{🚀} + 3\\
\text{🚀} + \text{🚀} + \text{🚀} + \text{🚀} + 5 &= 3\\
\text{🚀} + \text{🚀} + \text{🚀} + \text{🚀} &= -2\\
\text{🚀} &= \frac{-2}{4}
\end{aligned}$$

```
\ResolEquation[Symbole,Lettre=\text{\faRocket},Bloc,Entier,Simplification]{6}{5}{2}{3}
```

$$\begin{aligned}
\text{🚀} + \text{🚀} + \text{🚀} + \text{🚀} + \text{🚀} + \text{🚀} + 5 &= \text{🚀} + \text{🚀} + 3\\
\text{🚀} + \text{🚀} + \text{🚀} + \text{🚀} + \text{🚀} + \text{🚀} + 5 &= \text{🚀} + \text{🚀} + 3\\
\text{🚀} + \text{🚀} + \text{🚀} + \text{🚀} + 5 &= 3\\
\boxed{\text{🚀} + \text{🚀} + \text{🚀} + \text{🚀}} + 5 &= 3\\
\text{🚀} + \text{🚀} + \text{🚀} + \text{🚀} &= -2\\
\text{🚀} &= \frac{-2}{4}\\
\text{🚀} &= \frac{-1}{2}
\end{aligned}$$

64. Pour une introduction, pour une remédiation…

Autres équations…

Au cycle 4, on peut traiter des équations se ramenant au premier degré. Par conséquent, il faut gérer les équations-produits et les équations [65] du type $x^2 = a$.

La clé ⟨Produit⟩ — valeur par défaut : false

permet de résoudre une équation-produit du type $(ax+b)(cx+d)=0$.

La clé ⟨Facteurs⟩ — valeur par défaut : false

compléte la rédaction en insistant sur le vocabulaire « facteurs ».

La clé ⟨Equivalence⟩ — valeur par défaut : false

permet d'afficher les symboles d'équivalence.

Les clés ⟨**Lettre**⟩, ⟨**Entier**⟩, ⟨**Simplification**⟩ et ⟨**Solution**⟩ sont également disponibles avec la clé ⟨**Produit**⟩.

```
% Pour l'équation $(2x+3)(-4x+1)=0$
\ResolEquation[Produit]{2}{3}{-4}{1}
```

C'est un produit nul donc :

$$\begin{array}{rcr} 2x+3=0 & \text{ou} & -4x+1=0 \\ 2x=-3 & & -4x=-1 \\ x=\dfrac{-3}{2} & & x=\dfrac{-1}{-4} \end{array}$$

```
% Pour l'équation $(2x+3)(-4x+1)=0$
\ResolEquation[Produit,Lettre=n,Entier,
    Simplification]{2}{8}{-3}{-9}
```

C'est un produit nul donc :

$$\begin{array}{rcr} 2n+8=0 & \text{ou} & -3n-9=0 \\ 2n=-8 & & -3n=9 \\ n=\dfrac{-8}{2} & & n=\dfrac{9}{-3} \\ n=-4 & & n=-3 \end{array}$$

```
% Pour l'équation $2x(-6x-15)=0$
\ResolEquation[Produit,Lettre=n,Entier,
    Simplification]{2}{0}{-6}{-15}
```

C'est un produit nul donc :

$$\begin{array}{rcr} 2n=0 & \text{ou} & -6n-15=0 \\ n=0 & & -6n=15 \\ & & n=\dfrac{15}{-6} \\ & & n=\dfrac{-5}{2} \end{array}$$

```
% Pour l'équation $(2x+4)(7x-1)=0$
\ResolEquation[Produit,Entier,Simplification,
    Solution]{2}{4}{7}{-1}
```

C'est un produit nul donc :

$$\begin{array}{rcr} 2x+4=0 & \text{ou} & 7x-1=0 \\ 2x=-4 & & 7x=1 \\ x=\dfrac{-4}{2} & & x=\dfrac{1}{7} \\ x=-2 & & \end{array}$$

L'équation $(2x+4)(7x-1)=0$ a deux solutions : $x=-2$ et $x=\dfrac{1}{7}$.

65. On peut le voir comme étant à la limite des programmes…

```
\ResolEquation[Produit,Facteurs,Entier,
    Simplification]{2}{3}{-4}{1}
```

C'est un produit nul donc l'un au moins des facteurs est nul :

$$\begin{array}{lll} 2x+3=0 & \text{ou} & -4x+1=0 \\ 2x=-3 & & -4x=-1 \\ x=\dfrac{-3}{2} & & x=\dfrac{-1}{-4} \\ & & x=\dfrac{1}{4} \end{array}$$

```
\ResolEquation[Produit,Equivalence,Entier,
    Simplification]{2}{3}{-4}{1}
```

$$(2x+3)(-4x+1)=0$$

$$\begin{array}{lll} \iff 2x+3=0 & \text{ou} & -4x+1=0 \\ \iff 2x=-3 & & -4x=-1 \\ \iff x=\dfrac{-3}{2} & & x=\dfrac{-1}{-4} \\ \iff & & x=\dfrac{1}{4} \end{array}$$

Quant aux équations du type $x^2=a$, la clé suivante permet de les résoudre.

La clé ⟨Carre⟩ valeur par défaut : false

permet de résoudre une équation du type $x^2=a$ où a est un nombre relatif.

La clé ⟨Exact⟩ valeur par défaut : false

indique la valeur décimale de la racine carrée considérée.

La clé ⟨**Lettre**⟩ sont également disponibles avec la clé ⟨**Carre**⟩.

```
% x^2=-15
\ResolEquation[Carre]{-15}{}{}{}
```

Comme -15 est négatif, alors l'équation $x^2=-15$ n'a aucune solution.

```
% x^2=0
\ResolEquation[Carre]{0}{}{}{}
```

L'équation $x^2=0$ a une unique solution : $x=0$.

```
% x^2=15
\ResolEquation[Carre]{15}{}{}{}
```

Comme 15 est positif, alors l'équation $x^2=15$ a deux solutions :

$$x=\sqrt{15} \quad \text{et} \quad x=-\sqrt{15}$$

```
% t^2=30
\ResolEquation[Lettre=t,Carre]{30}{}{}{}
```

Comme 30 est positif, alors l'équation $t^2=30$ a deux solutions :

$$t=\sqrt{30} \quad \text{et} \quad t=-\sqrt{30}$$

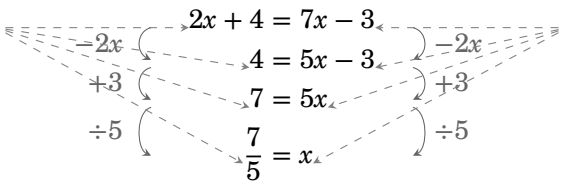
```
% t^2=56.25
\ResolEquation[Lettre=t,Carre,Exact]{56.25}{}{}{}
```

Comme 56,25 est positif, alors l'équation $t^2=56{,}25$ a deux solutions :

$$\begin{array}{lll} t=\sqrt{56{,}25} & \text{et} & t=-\sqrt{56{,}25} \\ t=7{,}5 & \text{et} & t=-7{,}5 \end{array}$$

Compléments pour une remédiation

Chaque équation [66] dispose de points d'ancrage permettant de positionner correctement les diverses flèches.



Chaque ancre est repérée par un nœud Ti*k*Z nommé sous la forme {pic cs:A-7} [67]. Le nombre est donné par le compteur Nbequa. Il débute à 0.

Il n'y a, *au maximum*, que quatre ancres dans chaque membre de l'équation ; nommées de A à D pour le membre de gauche et de E à H pour le membre de droite.

On peut ainsi imaginer une présentation telle que celle ci-dessous.

```
\ResolEquation{2}{4}{7}{-3}
% On positionne le commentaire de gauche.
\leftcomment{A-8}{B-8}{A-8}{\dots}
% On positionne le commentaire de droite.
\rightcomment{E-8}{F-8}{E-8}{\dots}
```

$$\begin{aligned} \dots \quad & 2x + 4 = 7x - 3 \\ & 4 = 5x - 3 \\ & 7 = 5x \\ & \frac{7}{5} = x \end{aligned} \quad \dots$$

66. Sauf celles présentées avec les clés ⟨**Pose**⟩, ⟨**Laurent**⟩ et ⟨**Symbole**⟩.
67. Car ils sont définis par la librairie tikzmark.

30 Bulles et cartes mentales

Le package apporte deux environnements pour la création de cartes mentales.

L'environnement Mind

« englober » la carte mentale.

L'environnement Bulle

crée une bulle de la carte mentale.

La clé ⟨Nom⟩ valeur par défaut : Bulle

indique le « nom » de la bulle. Cela permet de relier deux bulles.

La clé ⟨Largeur⟩ valeur par défaut : 5 cm

modifie la largeur de la bulle.

La clé ⟨Pointilles⟩ valeur par défaut : false

modifie le style tracé extérieur de la bulle.

La clé ⟨CTrace⟩ valeur par défaut : black

modifie la couleur du tracé extérieur de la bulle.

La clé ⟨Epaisseur⟩ valeur par défaut : 1 pt

modifie l'épaisseur du tracé extérieur de la bulle.

La clé ⟨Rayon⟩ valeur par défaut : 1

modifie le rayon des « coins arrondis » de la bulle.

La clé ⟨CFond⟩ valeur par défaut : white

indique la couleur de remplissage bulle.

La clé ⟨Ancre⟩ valeur par défaut : {0,0}

indique les coordonnées du *centre* de la bulle. Elles sont en centimètres (si on ne précise aucune unité). Elles sont *absolues* dans le repère de Ti*k*Z.

```
\begin{Mind}
  \begin{Bulle}

  \end{Bulle}
  \begin{Bulle}

  \end{Bulle}
\end{Mind}
```

```
\begin{Mind}
  \begin{Bulle}
    Bonjour à tous
  \end{Bulle}
\end{Mind}
```

Bonjour à tous

```
\begin{Mind}
  \begin{Bulle}[Pointilles]
    Bonjour à tous
  \end{Bulle}
\end{Mind}
```

Bonjour à tous

```
\begin{Mind}
  \begin{Bulle}[CFond=yellow!15]
    Bonjour à tous
  \end{Bulle}
\end{Mind}
```

Bonjour à tous

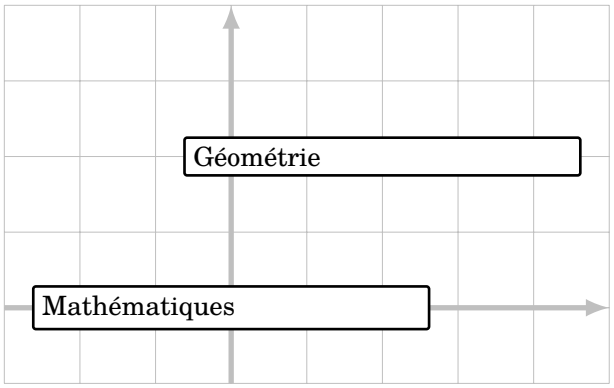
```
\begin{Mind}
  \begin{Bulle}[CTrace=orange,Rayon=5]
    Bonjour à tous
  \end{Bulle}
\end{Mind}
```

Bonjour à tous

```
\begin{Mind}
  \begin{Bulle}[CTrace=green,Epaisseur=2pt]
    Bonjour à tous
  \end{Bulle}
\end{Mind}
```

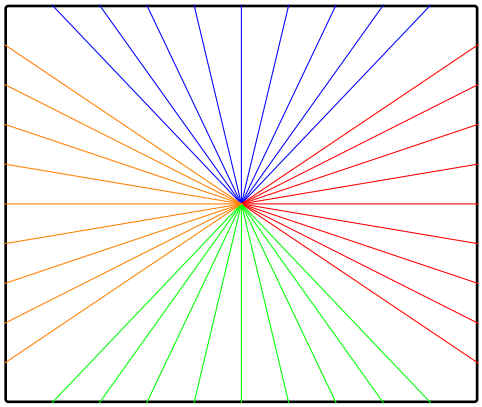
Bonjour à tous

```
\begin{Mind}
  % Aide pour la compréhension de l'exemple.
  \draw[help lines,gray!50] (-3,-1) grid (5,4);
  \draw[>=latex,->,gray!50,line width=2pt]
    (-3,0) to (5,0);
  \draw[>=latex,->,gray!50,line width=2pt]
    (0,-1) to (0,4);
  % Fin de l'aide.
  \begin{Bulle}[Nom=CadreTitre]
    Mathématiques
  \end{Bulle}
  \begin{Bulle}[Nom=Geo,Ancre={2,2}]
    Géométrie
  \end{Bulle}
\end{Mind}
```



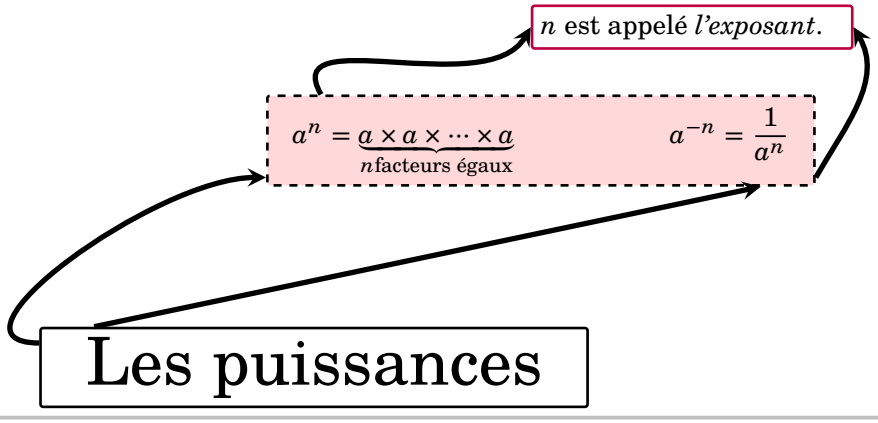
Outre les points d'ancrage créés par Ti*k*Z (`center`, `north east`, `south.west`…), chaque environnement du type \begin{Bulle}…\end{Bulle} crée 36 (!) points d'ancrages. Ils sont notés de 1 à 9 sur chaque côté, en tournant dans le sens des aiguilles d'une montre.

```
\begin{Mind}
  \begin{Bulle}[Largeur=6cm]%
    \vspace{5cm}
  \end{Bulle}
  % Les points d'ancrage en haut (H).
  \foreach \x in {1,...,9}{%
    \draw[blue] (Bulle.center) -- (Bulle-H-\x);}
  % Les points d'ancrage à droite (D).
  \foreach \x in {1,...,9}{%
    \draw[red] (Bulle.center) -- (Bulle-D-\x);}
  % Les points d'ancrage en bas (B).
  \foreach \x in {1,...,9}{%
    \draw[green] (Bulle.center) -- (Bulle-B-\x);}
  % Les points d'ancrage à gauche (G).
  \foreach \x in {1,...,9}{%
    \draw[orange] (Bulle.center) -- (Bulle-G-\x);}
\end{Mind}
```



Pour relier deux bulles, on peut utiliser un code tel que celui de la page suivante. Aucune commande supplémentaire de flèches n'a été codée : avec toutes les options disponibles dans Ti*k*Z, il était inutile de réinventer tout cela.

```
\begin{Mind}
  \begin{Bulle}[Nom={CadreTitre},Largeur=7cm]
    \begin{center}
      \Huge Les puissances
    \end{center}
  \end{Bulle}
  \begin{Bulle}[Nom={Definitions},Pointilles,Ancre={3,3},Largeur=7cm,CFond=red!15]
    \setlength{\abovedisplayskip}{0pt}
    \[a^{n}=\underbrace{a\times a\times\dots\times a}_{n\text{facteurs égaux}}%
      \hspace{2cm} a^{-n}=\frac{1}{a^n}\]%
  \end{Bulle}
  \begin{Bulle}[Nom={Vocabulaire},CTrace=purple,Ancre={5,4.5},Largeur=4cm]
    $n$ est appelé {\em l'exposant}.
  \end{Bulle}
  \draw[-stealth,line width=2pt] (CadreTitre-H-1) -- (Definitions-B-1);
  \draw[-stealth,line width=2pt,out=180,in=180] (CadreTitre-G-8) to (Definitions-G-1);
  \draw[-stealth,line width=2pt,out=120,in=-120] (Definitions-H-1) to (Vocabulaire-G-5);
  \draw[-stealth,line width=2pt,out=60,in=-60] (Definitions-D-9) to (Vocabulaire-D-5);
\end{Mind}
```



31 Calculatrice

La commande[68] `\Calculatrice` affiche une suite de touches ou un écran de calculatrice. Elle a la forme suivante :

`\Calculatrice[`⟨clé⟩`]{`⟨Liste ⟩`}`

---

où

— ⟨clé⟩ est un paramètre optionnel ;
— ⟨Liste⟩ une suite de commandes de la forme :
  — "Calcul à afficher"/"Réponse à afficher" dans le cas d'un affichage d'écran ;
  — /b/c pour une touche de « fonction » et b/c pour une touche de « nombre ».

```
\Calculatrice{/Acos/$\cos$,/(,/4,/5,/)}
```

La clé ⟨Ecran⟩ valeur par défaut : false

affiche un écran de calculatrice contenant des informations.

La clé ⟨NbLignes⟩ valeur par défaut : 0

modifie le nombre de lignes vides entre le calcul et la réponse.

```
\Calculatrice[Ecran]{"cos(45)"/"0.7071067812"}
```

Si la partie « touches » de calculatrice est gérée sans particularités, la partie « Ecran » nécessite un *vocabulaire* précis au niveau des commandes pour avoir un affichage correct :

```
\Calculatrice[Ecran]{"2e5"/"200000"}
```

```
\Calculatrice[Ecran,NbLignes=2]{"2e5"/"200000"}
```

```
\Calculatrice[Ecran]{"2 5"/"10"}
```

```
\Calculatrice[Ecran]{"2j 5"/"2.5"}
```

```
\Calculatrice[Ecran]{"2k 5"/"20"}
```

```
\Calculatrice[Ecran]{"2l 5"/"40"}
```

```
\Calculatrice[Ecran]{"2$5"/"0.4"}%$
```

```
\Calculatrice[Ecran]{"2^5"/"32"}
```

68. D'après https://tex.stackexchange.com/questions/290321/mimicking-a-calculator-inputs-and-screen

```
\Calculatrice[Ecran]{"444"/"2k 5 37"}
```

```
\Calculatrice[Ecran]{"v(16)"/"4"}
```

```
\Calculatrice[Ecran]{"v(-16)"/"ERREUR:Maths"}
```

```
\Calculatrice[Ecran]{"10$6&Simp"/"5$3"}
```

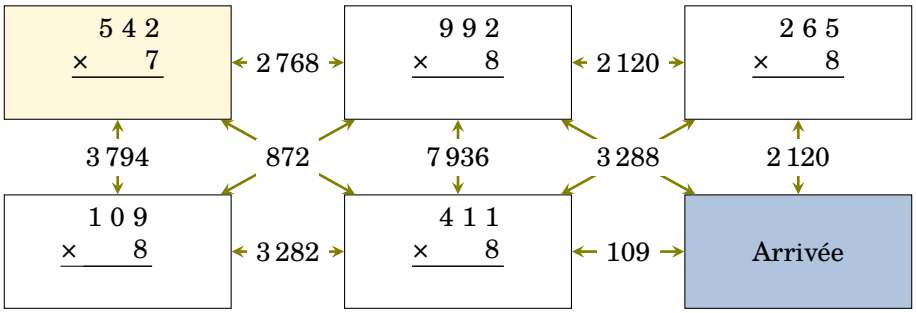
```
\Calculatrice[Ecran]{"16;5"/"3.2"}
```

```
\Calculatrice[Ecran]{"q"/"3.141592654"}
```

```
\Calculatrice[Ecran]{"R@p"/"3.141592654"}
```

32 Labyrinthe

La commande \Labyrinthe permet de construire un « labyrinthe » tel que celui ci :

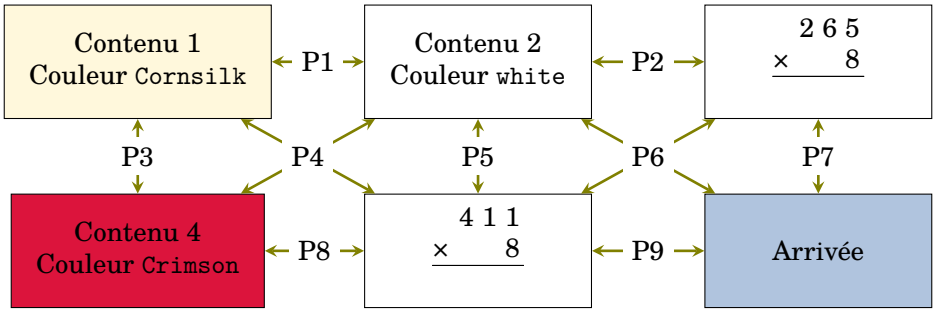


Elle a la forme suivante :

```
\Labyrinthe[⟨clés⟩]{Contenu 1 / Couleur 1, Contenu 2 / Couleur 2...}{P1 / P2 ...}
```

où

— ⟨clés⟩ constituent un ensemble d'options pour paramétrer la commande (paramètres optionnels) ;
— `Contenu 1 / Couleur 1, Contenu 2 / Couleur 2...` sont les paramètres des cases du labyrinthe *lus horizontalement de haut en bas*.
— `P1 / P2...` sont les réponses proposées pour que l'élève puisse trouver le bon chemin. Tout comme les cases du labyrinthe, elles sont lues *horizontalement de haut en bas*.



La clé ⟨Colonnes⟩ valeur par défaut : 3

modifie le nombre de colonnes du labyrinthe.

La clé ⟨Lignes⟩ valeur par défaut : 6

modifie le nombre de lignes du labyrinthe.

La clé ⟨Hauteur⟩ valeur par défaut : 2

modifie la hauteur des cases du labyrinthe. Elle est donnée en centimètre et elle est vue comme une valeur *minimale*.

La clé ⟨Longueur⟩ valeur par défaut : 4

modifie la hauteur des cases du labyrinthe. Elle est donnée en centimètre et elle est vue comme une valeur *minimale*.

La clé ⟨EcartH⟩ valeur par défaut : 1

modifie l'écart horizontal entre deux cases du labyrinthe. Elle est donnée en centimètre.

La clé ⟨EcartV⟩ valeur par défaut : 1

modifie l'écart vertical entre deux cases du labyrinthe. Elle est donnée en centimètre.

La clé ⟨CouleurF⟩ valeur par défaut : gray !50

modifie la couleur des flèches.

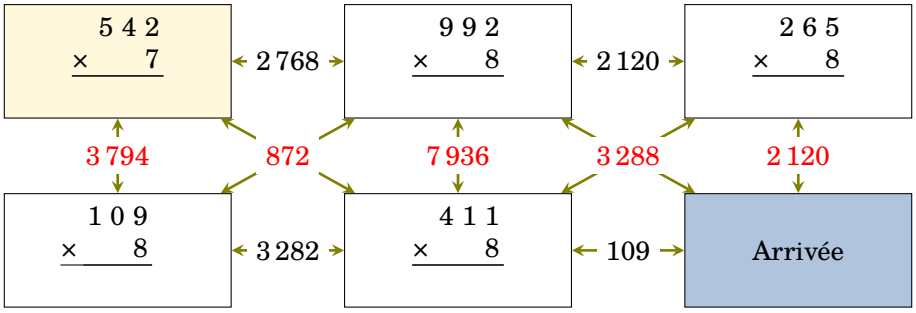
La clé ⟨Texte⟩ valeur par défaut : black

modifie la couleur des propositions de réponses.

La clé ⟨Passages⟩ valeur par défaut : false

affiche (ou pas) les propositions de réponses

```
% À définir avant.
\newcommand\Trou[1]{}
\newcommand\MulSimple[2]{%
  \opmul[voperator=bottom,resultstyle=\Trou]{#1}{#2}
}
%
\begin{center}
  \Labyrinthe[CouleurF=Olive,Passages,Longueur=3,Hauteur=1.5,EcartH=1.5,Colonnes=3,
    Lignes=2]{%
    \MulSimple{542}{7}/Cornsilk,%
    \MulSimple{992}{8}/white,%
    \MulSimple{265}{8}/white,%
    \MulSimple{109}{8}/white,%
    \MulSimple{411}{8}/white,%
    Arrivée/LightSteelBlue}{%
    \num{2768}/%
    \num{2120}/%
    \color{red}\num{3794}/%
    \color{red}\num{872}/%
    \color{red}\num{7936}/%
    \color{red}\num{3288}/%
    \color{red}\num{2120}/%
    \num{3282}/%
    \num{109}}
\end{center}
```



33 Des cartes à jouer

La commande `\Cartes` permet d'afficher des cartes à jouer pouvant ainsi permettre un travail en autonomie. Sa forme est la suivante :

`\Cartes[`⟨clés⟩`]{`⟨contenu(s) du jeu⟩`}`

---

où

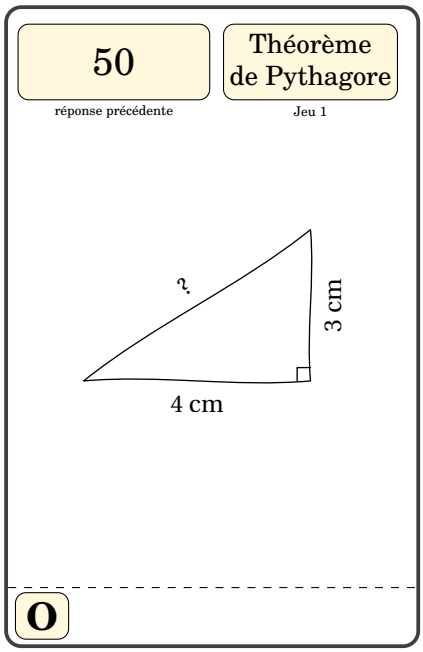
— ⟨`clés`⟩ constituent un ensemble d'options pour paramétrer la commande (paramètres optionnels) ;
— ⟨`contenu(s) du jeu`⟩ indique le contenu de la carte ou des cartes.

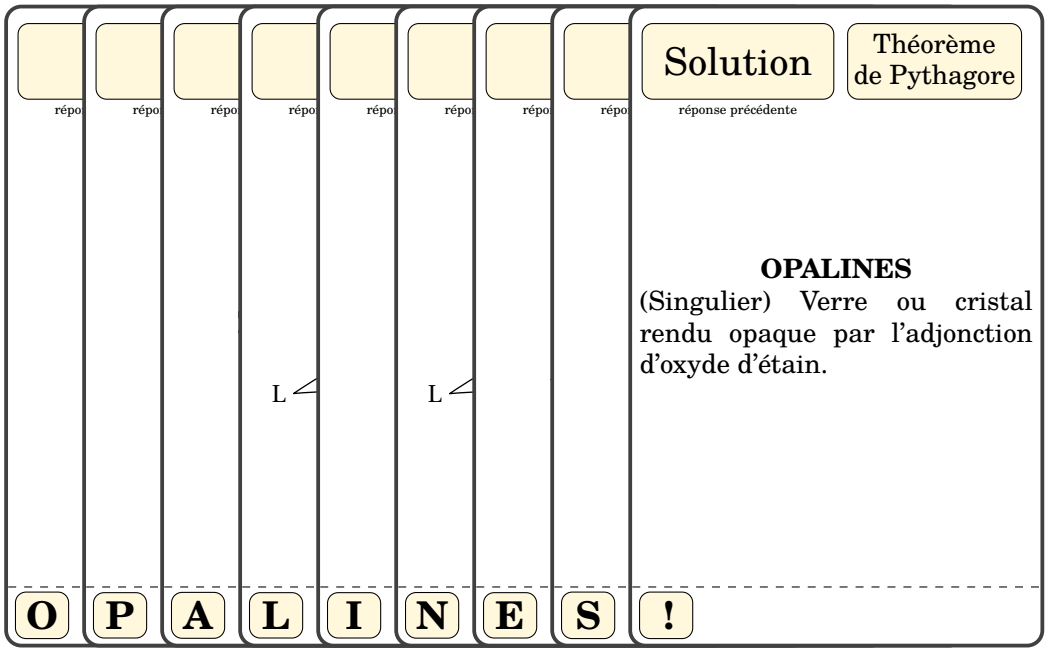
Les cartes en boucle

Ou Loop Cards en anglais. Ce sont des cartes qui s'autoréférencient. Par exemple, la carte ci-contre indique :

— le thème de la carte (ici, le théorème de Pythagore) ;
— le nom du jeu (ici, Jeu 1) ;
— la valeur 50 qui est la réponse à une des autres cartes du jeu ;
— la lettre O qui va servir pour la solution ci-dessous.

⟨`contenu(s) du jeu`⟩ a la forme `Valeur/Lettre/Énoncé`.





La clé ⟨Loop⟩ valeur par défaut : true

construit des cartes utilisées dans un jeu « bouclé » où la solution d'une carte indique la prochaine carte à utiliser.

La clé ⟨Landscape⟩ valeur par défaut : false
modifie l'orientation de la carte.

La clé ⟨Largeur⟩ valeur par défaut : 59
modifie la largeur des cartes. Elle est donnée en mm.

La clé ⟨Hauteur⟩ valeur par défaut : 89
modifie la hauteur des cartes. Elle est donnée en mm.

La clé ⟨Marge⟩ valeur par défaut : 4
modifie la marge présente *sur tous les côtés* de la carte. Elle est donnée en mm.

La clé ⟨Couleur⟩ valeur par défaut : Cornsilk
modifie la couleur utilisée pour les cadres présents sur la carte.

La clé ⟨Theme⟩ valeur par défaut : Théorème\\de Pythagore
modifie le thème du jeu de cartes.

La clé ⟨HauteurTheme⟩ valeur par défaut : 15
modifie la hauteur du cadre de thème. Elle est donnée en mm.

La clé ⟨Titre⟩ valeur par défaut : false
fait apparaître « le nom du jeu » indiqué dans la clé ⟨**NomTitre**⟩.

La clé ⟨NomTitre⟩ valeur par défaut : Jeu 1
modifie « le nom du jeu ».

La clé ⟨Trame⟩ valeur par défaut : false
fait apparaître, *sur une seule page*, l'ensemble des cartes du jeu.

Même si on peut modifier les largeur et hauteur des cartes, les dimensions choisies par défaut sont celles adaptées à une plastification avec des pochettes fournies dans les magasins spécialisés.

```
\Cartes[Landscape,Theme=Le calcul littéral ($\star\star$)]{%
  \small$x^2-2x-1$/A/Développer l'expression
  suivante :\[A=(2x+3)(x-1)\]
}
```

$x^2 - 2x - 1$
réponse précédente

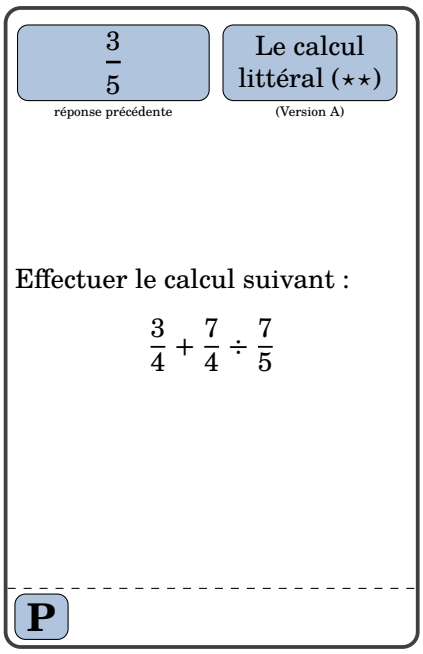
Le calcul littéral (⋆⋆)

Développer l'expression suivante :

$$A = (2x + 3)(x - 1)$$

A

```
\Cartes[Couleur=LightSteelBlue,Titre,NomTitre=(Version A),Theme=Le calcul littéral ($
  \star\star$)]{%
  $\frac35$/P/Effectuer le calcul suivant :
  \[\frac34+\frac74\div\frac75\]
}
```



Lors de la création de la trame des cartes, il faut séparer les différents contenus par le symbole §. De plus, une nouvelle page est automatiquement commencée, facilitant ainsi l'impression.

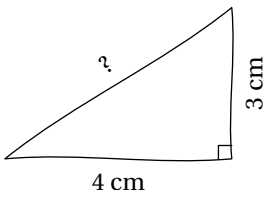
```
% La commande \SolutionCarte{Solution}{Commentaires} permet de
% construire la dernière carte du jeu.
\Cartes[Trame,Titre,NomTitre=Jeu 1]{%
  50/O/\[\includegraphics{Jeu0-EntierHypo-1}\]%
  §5/P/\[\includegraphics{Jeu0-EntierHypo-2}\]%
  §13/A/\[\includegraphics{Jeu0-EntierHypo-3}\]%
  §8/L/\[\includegraphics{Jeu0-EntierHypo-4}\]%
  §6/I/\[\includegraphics{Jeu0-EntierHypo-5}\]%
  §20/N/\[\includegraphics{Jeu0-EntierHypo-6}\]%
  §4/E/\[\includegraphics{Jeu0-EntierHypo-7}\]%
  §3/S/\[\includegraphics{Jeu0-EntierHypo-8}\]%
  §Solution/!/\SolutionCarte{OPALINES}{(Singulier) Verre ou cristal
    rendu opaque par l'adjonction d'oxyde d'étain.}%
}
```

50

réponse précédente

Théorème de Pythagore

Jeu 1



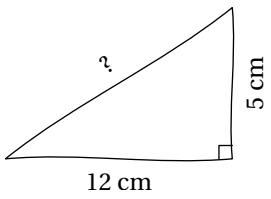
O

5

réponse précédente

Théorème de Pythagore

Jeu 1



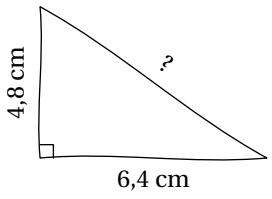
P

13

réponse précédente

Théorème de Pythagore

Jeu 1



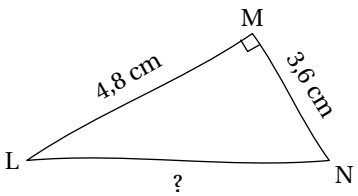
A

8

réponse précédente

Théorème de Pythagore

Jeu 1



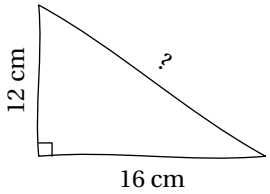
L

6

réponse précédente

Théorème de Pythagore

Jeu 1



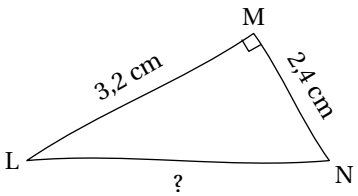
I

20

réponse précédente

Théorème de Pythagore

Jeu 1



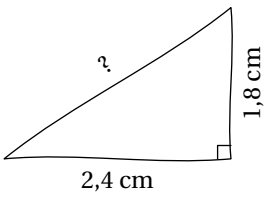
N

4

réponse précédente

Théorème de Pythagore

Jeu 1



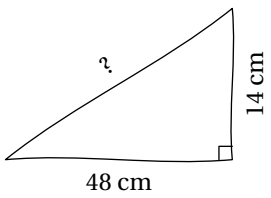
E

3

réponse précédente

Théorème de Pythagore

Jeu 1



S

Solution

réponse précédente

Théorème de Pythagore

Jeu 1

OPALINES

(Singulier) Verre ou cristal rendu opaque par l'adjonction d'oxyde d'étain.

!

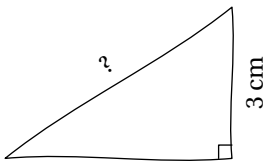
Les « Flash-Cards »

Ce sont des cartes individuelles auto-correctives. On les obtient en positionnant la clé ⟨**Loop**⟩ à `false`.

Dans l'utilisation de la commande \Cartes, ⟨contenu(s) du jeu⟩ a la forme Énoncé/Solution.

```
\Cartes[Loop=false]{\[\includegraphics{Jeu0-EntierHypo-1}\] Déterminer la
  longueur manquante. On détaillera la
  démarche./\Pythagore[Entier,Exact]{ABC}{3}{4}{}
}
```

Théorème de Pythagore



Déterminer la longueur manquante. On détaillera la démarche.

Solution

Dans le triangle ABC rectangle en B, le théorème de Pythagore permet d'écrire :

$$AC^2 = AB^2 + BC^2$$
$$AC^2 = 3^2 + 4^2$$
$$AC^2 = 9 + 16$$
$$AC^2 = 25$$
$$AC = 5 \text{ cm}$$

```
\Cartes[Landscape,Loop=false,Theme=Le calcul littéral ($\star\star$)]{Développer l'
    expression
  suivante :\[A=(2x+3)(x-1)\]/
  \begin{align*}
    A&=\Distri{2}{3}{1}{-1}\\
    A&=\Distri[Etape=2]{2}{3}{1}{-1}\\
    A&=\Distri[Etape=3]{2}{3}{1}{-1}\\
    A&=\Distri[Etape=4]{2}{3}{1}{-1}
  \end{align*}
}
```

Le calcul littéral (⋆⋆)

Développer l'expression suivante :

$$A = (2x + 3)(x - 1)$$

Solution

$$A = (2x + 3)(x - 1)$$
$$A = 2x \times x + 2x \times (-1) + 3 \times x + 3 \times (-1)$$
$$A = 2x^2 + (-2x) + 3x + (-3)$$
$$A = 2x^2 + x - 3$$

La clé ⟨Backgroundav⟩ valeur par défaut : false

permet d'afficher une image en fond du recto de la carte.

La clé ⟨ImageAv⟩ valeur par défaut : 4813762.jpg

modifie l'image utilisée en fond du recto de la carte.

La clé ⟨Backgroundar⟩ valeur par défaut : false

permet d'afficher une image en fond du verso de la carte.

La clé ⟨ImageAr⟩ valeur par défaut : 4813762.jpg

modifie l'image utilisée en fond du verso de la carte.

```
\Cartes[Loop=false,BackgroundAr]{%
 Calculer la longueur $AC$ dans le triangle $ABC$
 rectangle en $B$ tel que :
 \begin{itemize}
 \item $AB=\Lg{3}$;
 \item et $BC=\Lg{4}$.
 \end{itemize}/\Pythagore[Entier,Exact]{ABC}{3}{4}{}%
}
```

Théorème de Pythagore

Calculer la longueur AC dans le triangle ABC rectangle en B tel que :

— $AB = 3\,\text{cm}$;
— et $BC = 4\,\text{cm}$.

Solution

Dans le triangle ABC rectangle en B, le théorème de Pythagore permet d'écrire :

$$AC^2 = AB^2 + BC^2$$
$$AC^2 = 3^2 + 4^2$$
$$AC^2 = 9 + 16$$
$$AC^2 = 25$$
$$AC = 5\,\text{cm}$$

La clé ⟨ThemeSol⟩ valeur par défaut : Solution

modifie « le thème » de la carte solution.

```
  \Cartes[Loop=false,ThemeSol=Réponse]{%
  Calculer la longueur $AC$ dans le triangle $ABC$
  rectangle en $B$ tel que :
  \begin{itemize}
  \item $AB=\Lg{3}$;
  \item et $BC=\Lg{4}$.
  \end{itemize}/\Pythagore[Entier,Exact]{ABC}{3}{4}{}%
}
```

Théorème de Pythagore

Calculer la longueur AC dans le triangle ABC rectangle en B tel que :
- $AB = 3\,\text{cm}$;
- et $BC = 4\,\text{cm}$.

Réponse

Dans le triangle ABC rectangle en B, le théorème de Pythagore permet d'écrire :

$$AC^2 = AB^2 + BC^2$$
$$AC^2 = 3^2 + 4^2$$
$$AC^2 = 9 + 16$$
$$AC^2 = 25$$
$$AC = 5\ \text{cm}$$

Les clés ⟨**Couleur**⟩, ⟨**Theme**⟩, ⟨**Hauteur**⟩, ⟨**Largeur**⟩, ⟨**HauteurTitre**⟩, ⟨**Trame**⟩ sont disponibles également lorsque la clé ⟨**Loop**⟩ est positionnée à `false`.

Quant à l'utilisation de la clé ⟨**Trame**⟩, on retrouve l'utilisation du caractère § pour séparer les contenus des différentes cartes. Il ne reste plus qu'à imprimer en recto-verso…

```
\Cartes[BackgroundAr,Loop=false,Trame,Couleur=Crimson]{%
  Calculer la longueur $AC$ dans le triangle $ABC$
  rectangle en $B$ tel que :
  \begin{itemize}
  \item $AB=\Lg{3}$;
  \item et $BC=\Lg{4}$.
  \end{itemize}/\Pythagore[Entier,Exact]{ABC}{3}{4}{}%
  §\[\includegraphics{Jeu3-Complet-1}\]/\Pythagore[Exact]{CBA}{5}{12}{}%
  §\[\includegraphics{Jeu3-Complet-2}\]/\Pythagore[Exact,Entier]{KJI}{17}{15}{}%
  §\[\includegraphics{Jeu3-Complet-3}\]/\Pythagore[Exact,Entier]{NML}{3.6}{4.8}{}%
  §Calculer la longueur $IA$ dans le triangle $IAC$
  rectangle et isocèle en $C$ tel que
  $AC=\Lg{3}$./\Pythagore[Racine]{ICA}{3}{3}{}%
  §Calculer la longueur $KM$ dans le triangle $KMT$
  rectangle en $T$ tel que :
  \begin{itemize}
  \item $KT=\Lg{9,6}$;
  \item et $MT=\Lg{2,8}$.
  \end{itemize}/\Pythagore[Exact,Entier]{KTM}{2.8}{9.6}{}%
  §\[\includegraphics{Jeu3-Complet-4}\]/\Pythagore[Racine]{TIH}{4}{7}{}%
  §Calculer la longueur $RS$ dans le triangle $IRS$
  rectangle en $S$ tel que :
  \begin{itemize}
  \item $IR=\Lg{10}$;
  \item et $IS=\Lg{5}$.
  \end{itemize}/\Pythagore[Racine]{RSI}{10}{5}{}%
  §/}
```

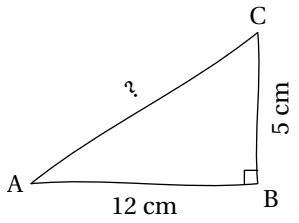
Théorème de Pythagore

Calculer la longueur AC dans le triangle ABC rectangle en B tel que :

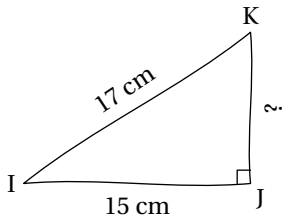
— $AB = 3\,\text{cm}$;

— et $BC = 4\,\text{cm}$.

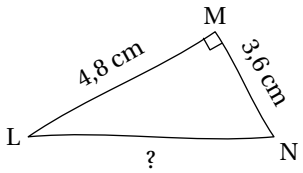
Théorème de Pythagore



Théorème de Pythagore



Théorème de Pythagore



Théorème de Pythagore

Calculer la longueur IA dans le triangle IAC rectangle et isocèle en C tel que $AC = 3\,\text{cm}$.

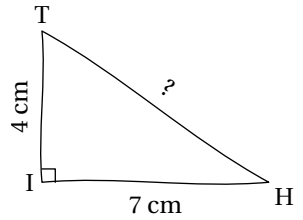
Théorème de Pythagore

Calculer la longueur KM dans le triangle KMT rectangle en T tel que :

— $KT = 9{,}6\,\text{cm}$;

— et $MT = 2{,}8\,\text{cm}$.

Théorème de Pythagore



Théorème de Pythagore

Calculer la longueur RS dans le triangle IRS rectangle en S tel que :

— $IR = 10\,\text{cm}$;

— et $IS = 5\,\text{cm}$.

Théorème de Pythagore

Solution

Dans le triangle KJI rectangle en J, le théorème de Pythagore permet d'écrire :

$$KI^2 = KJ^2 + JI^2$$
$$17^2 = KJ^2 + 15^2$$
$$289 = KJ^2 + 225$$
$$KJ^2 = 289 - 225$$
$$KJ^2 = 64$$
$$KJ = 8 \text{ cm}$$

Solution

Dans le triangle CBA rectangle en B, le théorème de Pythagore permet d'écrire :

$$CA^2 = CB^2 + BA^2$$
$$CA^2 = 5^2 + 12^2$$
$$CA^2 = 25 + 144$$
$$CA^2 = 169$$
$$CA = \sqrt{169}$$
$$CA = 13 \text{ cm}$$

Solution

Dans le triangle ABC rectangle en B, le théorème de Pythagore permet d'écrire :

$$AC^2 = AB^2 + BC^2$$
$$AC^2 = 3^2 + 4^2$$
$$AC^2 = 9 + 16$$
$$AC^2 = 25$$
$$AC = 5 \text{ cm}$$

Solution

Dans le triangle KTM rectangle en T, le théorème de Pythagore permet d'écrire :

$$KM^2 = KT^2 + TM^2$$
$$KM^2 = 2{,}8^2 + 9{,}6^2$$
$$KM^2 = 7{,}84 + 92{,}16$$
$$KM^2 = 100$$
$$KM = 10 \text{ cm}$$

Solution

Dans le triangle ICA rectangle en C, le théorème de Pythagore permet d'écrire :

$$IA^2 = IC^2 + CA^2$$
$$IA^2 = 3^2 + 3^2$$
$$IA^2 = 9 + 9$$
$$IA^2 = 18$$
$$IA = \sqrt{18}$$

Solution

Dans le triangle NML rectangle en M, le théorème de Pythagore permet d'écrire :

$$NL^2 = NM^2 + ML^2$$
$$NL^2 = 3{,}6^2 + 4{,}8^2$$
$$NL^2 = 12{,}96 + 23{,}04$$
$$NL^2 = 36$$
$$NL = 6 \text{ cm}$$

Solution

Solution

Dans le triangle RSI rectangle en S, le théorème de Pythagore permet d'écrire :

$$RI^2 = RS^2 + SI^2$$
$$10^2 = RS^2 + 5^2$$
$$100 = RS^2 + 25$$
$$RS^2 = 100 - 25$$
$$RS^2 = 75$$
$$RS = \sqrt{75}$$

Solution

Dans le triangle TIH rectangle en I, le théorème de Pythagore permet d'écrire :

$$TH^2 = TI^2 + IH^2$$
$$TH^2 = 4^2 + 7^2$$
$$TH^2 = 16 + 49$$
$$TH^2 = 65$$
$$TH = \sqrt{65}$$

34 Des dominos à jouer

La commande \Dominos permet d'afficher des dominos pouvant ainsi permettre un travail en autonomie ou en groupes. Sa forme est la suivante :

\Dominos[⟨clés⟩]{⟨contenu(s) du jeu⟩}

---

où

— ⟨clés⟩ constituent un ensemble d'options pour paramétrer la commande (paramètres optionnels) ;
— ⟨contenu(s) du jeu⟩ indique le contenu des dominos sous la forme q1/r1§q2/r2§... avec q1,q2... les « questions » sur les dominos 1 ; 2... et r1,r2... les « réponses » sur les dominos 1 ; 2...

La clé ⟨Trame⟩ valeur par défaut : true

affiche la trame permettant de positionner *tous les dominos*.

La clé ⟨Lignes⟩ valeur par défaut : 7

modifie le nombre de lignes de dominos à construire et par conséquent la hauteur des dominos.

La clé ⟨Colonnes⟩ valeur par défaut : 5

modifie le nombre de colonnes de dominos à construire et par conséquent la largeur des dominos.

La clé ⟨Logo⟩ valeur par défaut : false

crée et affiche une trame uniquement rempli d'un logo choisi avec la clé ⟨**Image**⟩.

La clé ⟨Image⟩ valeur par défaut : tiger.pdf

indique l'image à utiliser pour le logo.

Le calcul des dimensions d'un domino se fait en accord avec les dimensions \textheight et \textwidth de la page.

```
\Dominos[Trame=false]{$\dfrac12+\dfrac13$/$\dfrac76$}
```

$\frac{1}{2}+\frac{1}{3}$ / $\frac{7}{6}$

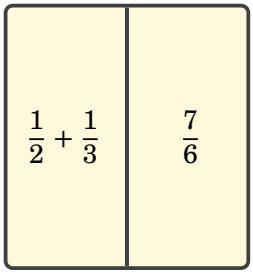
```
\Dominos[Trame=false,Lignes=10,Colonnes=3]{$\dfrac12+\dfrac13$/$\dfrac76$}
```

$\frac{1}{2}+\frac{1}{3}$ / $\frac{7}{6}$

La clé ⟨Couleur⟩ valeur par défaut : white

modifie la couleur de fond du domino.

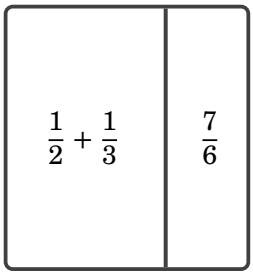
```
\Dominos[Trame=false,Couleur=Cornsilk]{$\dfrac12+\dfrac13$/$\dfrac76$}
```



La clé ⟨Ratio⟩ valeur par défaut : 0.5

modifie le positionnement de la séparation du domino.

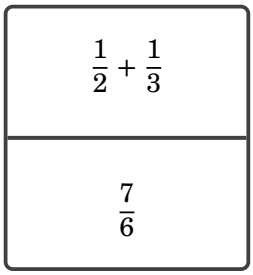
```
\Dominos[Trame=false,Ratio=0.3]{$\dfrac12+\dfrac13$/$\dfrac76$}
```



La clé ⟨Superieur⟩ valeur par défaut : false

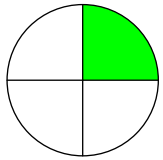
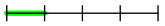
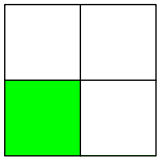
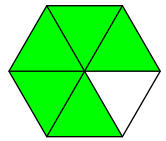
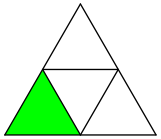
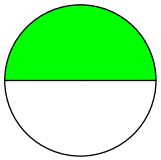
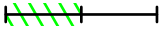
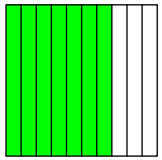
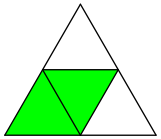
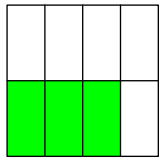
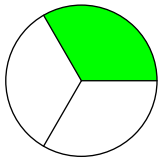
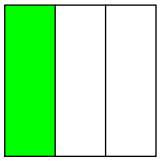
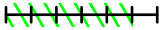
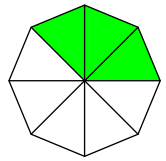
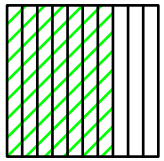
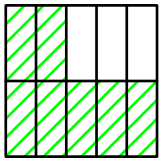
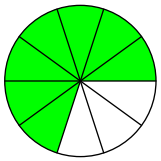
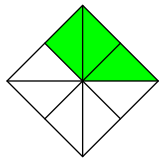
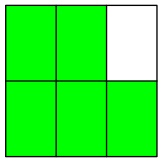
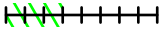
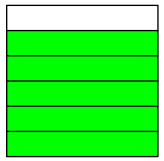
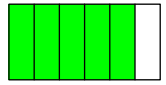
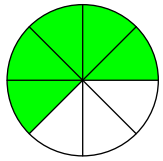
affiche la question et la réponse du domino en format horizontal.

```
\Dominos[Trame=false,Superieur]{$\dfrac12+\dfrac13$/$\dfrac76$}
```



Voici un exemple utilisant uniquement le package ProfCollege.

```
% D'après l'IREM de Lorraine.
% Prévu pour une feuille A4 en orientation paysage.
% Le résultat de la page suivante est une inclusion du fichier pdf
% obtenu en compilant le code.
\documentclass[12pt]{article}
\usepackage{ProfCollege}
\usepackage[utf8]{inputenc}
\usepackage[T1]{fontenc}
\usepackage[a4paper,margin=1cm,noheadfoot,landscape]{geometry}
\pagestyle{empty}
\begin{document}
\Dominos{$\dfrac14$/\Fraction[Rayon=1cm,Reponse]{1/4}%
  §\Fraction[Segment,Longueur=2cm,Reponse]{1/4}/$\dfrac12$%
  §\Fraction[Rectangle,Longueur=2cm,Largeur=2cm,Reponse,Multiple=2]{1/4}/$\dfrac13$%
  §un quart/$\dfrac7{10}$%
  §$\dfrac14$/\Fraction[Regulier,Rayon=1cm,Cotes=6,Reponse]{5/6}%
  §\Fraction[Triangle,Reponse,Longueur=2cm,Parts=2]{1/4}/$\dfrac38$%
  §la moitié/\num{0.5}%
  §\Fraction[Rayon=1cm,Reponse]{1/2}/\Fraction[Segment,Hachures,Longueur=2cm,Reponse]{1/3}%
  §\Fraction[Segment,Hachures,Longueur=2cm,Reponse]{1/2}/\Fraction[Reponse,Rectangle,Longueur=2cm,
    Largeur=2cm]{7/10}%
  §\Fraction[Rectangle,Longueur=2cm,Largeur=1cm,Reponse]{1/2}/$\dfrac56$%
  §\Fraction[Triangle,Reponse,Longueur=2cm,Parts=2]{2/4}/\Fraction[Reponse,Rectangle,Multiple=2,
    Longueur=2cm]{3/8}%
  §\Fraction[Reponse,Rayon=1cm]{1/3}/$\dfrac13$%
  §\Fraction[Reponse,Rectangle,Longueur=2cm]{1/3}/sept dixièmes%
  §un tiers/\Fraction[Segment,Reponse,Hachures,Longueur=2cm]{5/6}%
  §\Fraction[Rectangle,Longueur=2cm,Largeur=1cm,Reponse]{1/3}/\Fraction[Regulier,Rayon=1cm,Cotes
    =8,Reponse]{3/8}%
  §\rotatebox{45}{\Fraction[Segment,Longueur=3cm,Reponse,Hachures]{7/10}}/\Fraction[Rectangle,
    Longueur=2cm,Reponse,Hachures]{7/10}%
  §\Fraction[Rectangle,Longueur=2cm,Reponse,Hachures,Multiple=2]{7/10}/cinq sixièmes%
  §\Fraction[Reponse,Rayon=1cm]{7/10}/\Fraction[Regulier,Rayon=1cm,Cotes=4]{3/8}%
  §\Fraction[Rectangle,Reponse,Longueur=2cm,Multiple=2]{5/6}/\Fraction[Segment,Reponse,Hachures,
    Longueur=2cm]{3/8}%
  §\Fraction[Rectangle,Reponse,Longueur=2cm,Multiple=6]{5/6}/\Fraction[Rectangle,Reponse,Longueur
    =2cm,Largeur=1cm]{5/6}%
  §trois huitièmes/\Fraction[Reponse,Rayon=1cm]{5/8}%
  §/§/§/§/§/§/§/§/§/§/§/§/§/§/}
\end{document}
```

$\frac{1}{4}$			$\frac{1}{2}$		$\frac{1}{3}$	un quart	$\frac{7}{10}$	$\frac{1}{4}$	
	$\frac{3}{8}$	la moitié	0,5						$\frac{5}{6}$
			$\frac{1}{3}$		sept dixièmes	un tiers			
			cinq sixièmes						
trois huitièmes									

35 Professeur principal

Un enseignant de mathématiques peut être un professeur principal. Il peut donc être utile de savoir construire des diagrammes en radar…

Des diagrammes en radar

La commande `\Radar` permet la construction de tels diagrammes. Elle a la forme suivante :

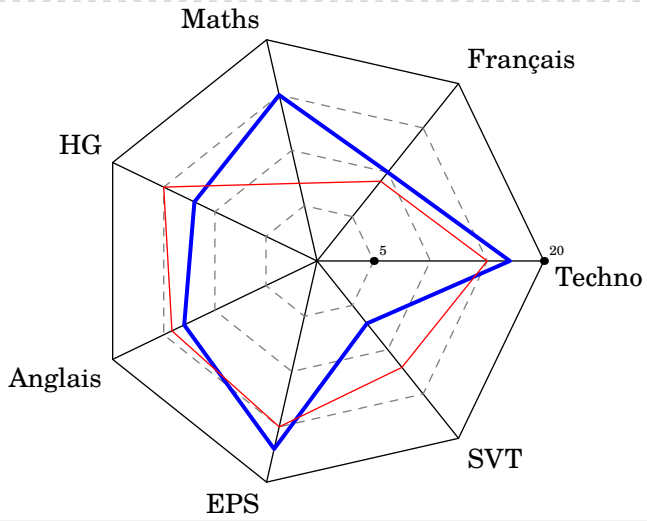
`\Radar[`⟨clés⟩`]{`⟨Liste des éléments du diagramme en radar⟩`}`

---

où

— ⟨clés⟩ constituent un ensemble d'options pour paramétrer la commande (paramètres optionnels) ;
— ⟨Liste des éléments du diagramme en radar⟩ est donnée, en notant `moy.` pour moyenne, sous la forme `moy.élève / discipline 1 / moy.classe, moy.élève / discipline 2 / moy.classe,...`

```
\Radar{10/Français/8.99,15/Maths/7.02,12/HG/15.01,13/Anglais/14.2,17/EPS/15,7.05/SVT
    /12,17/Techno/15}
```



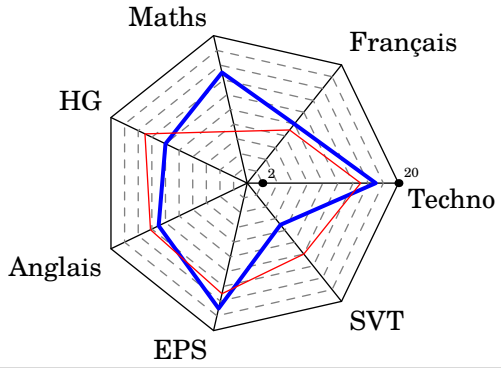
La clé ⟨Rayon⟩ valeur par défaut : 3 cm

modifie le rayon du cercle de base du diagramme.

La clé ⟨Pas⟩ valeur par défaut : 5

indique que les graduations du diagramme vont de `Pas` en `Pas`.

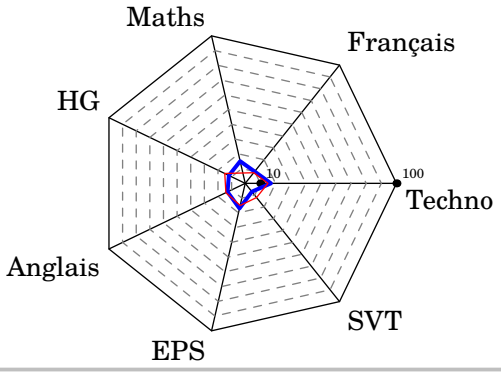
```
\Radar[Pas=2,Rayon=2cm,]{10/Français/8.99,15/Maths/7.02,12/HG/15.01,13/Anglais/14.2,17/
    EPS/15,7.05/SVT/12,17/Techno/15}
```



La clé ⟨Reference⟩ valeur par défaut : 20

modifie la note maximale du barème

```
\Radar[Reference=100,Rayon=2cm,Pas=10]{10/Français/8.99,15/Maths/7.02,12/HG/15.01,13/
    Anglais/14.2,17/EPS/15,7.05/SVT/12,17/Techno/15}
```



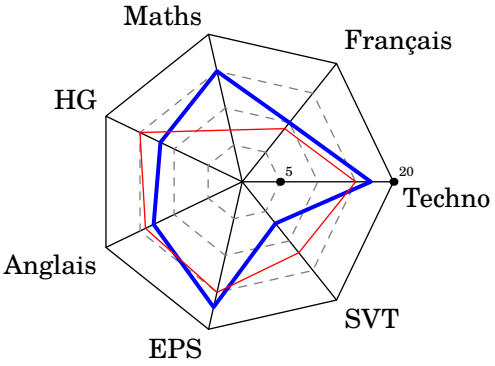
Cependant, la création de 25 diagrammes en radar peut s'avérer fastidieuse, même avec un copier-coller…

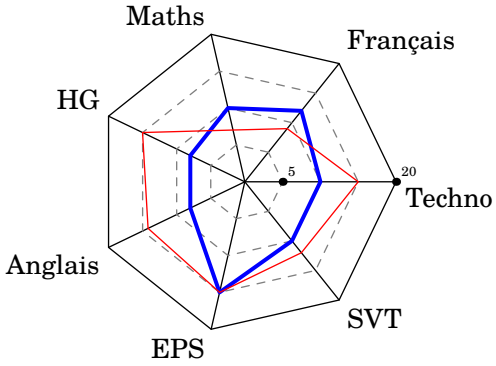
Les clés ⟨MoyenneClasse⟩ et ⟨Disciplines⟩ valeurs par défaut : false

permettent, *une fois le premier diagramme construit*, de se passer des disciplines et des moyennes de classe.

```
\begin{multicols}{2}
  \Radar[Rayon=2cm]{10/Français/8.99,15/Maths/7.02,12/HG/15.01,13/Anglais/14.2,17/EPS
    /15,7.05/SVT/12,17/Techno/15}

  \Radar[Disciplines,MoyenneClasse,Rayon=2cm]{12//,10//,8//,8//,15//,10//,10//}
\end{multicols}
```





Si le nombre de disciplines est modifié (par exemple par une option), il faut indiquer *toutes* les moyennes.

Des jauges de positionnement

On peut aussi faire un bilan du travail effectué à l'aide de « jauges ». On utilise la commande \Jauge qui a la forme suivante :

```
\Jauge[⟨clés⟩]{⟨Niveau atteint en pourcentage⟩}
```

où

— ⟨clés⟩ constituent un ensemble d'options pour paramétrer la commande (paramètres optionnels).

```
\Jauge{75}
```

La clé ⟨TexteOrigine⟩ valeur par défaut : 0

modifie le texte de l'origine de la jauge.

La clé ⟨TexteReference⟩ valeur par défaut : 0

modifie le texte de la valeur maximale de la jauge.

La clé ⟨Nom⟩ valeur par défaut : Défaut

modifie le nom associé à la jauge et affiché.

```
\Jauge[Nom=Christophe,TexteOrigine=\tiny 0,TexteReference=\tiny 100]{80}
```

La clé ⟨CouleurBarre⟩ valeur par défaut : black

modifie la couleur de la barre de niveau de la jauge.

La clé ⟨CouleurFond⟩ valeur par défaut : gray !15

modifie la couleur de fond de la jauge.

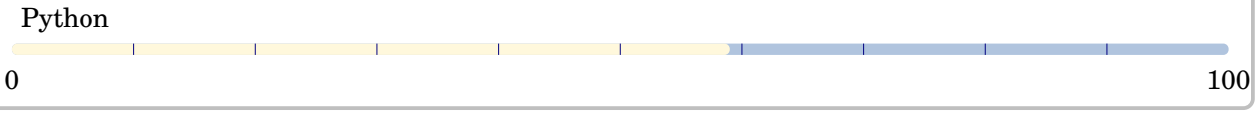
La clé ⟨Graduation⟩ valeur par défaut : false

affiche les graduations représentant 10 %, 20 %…

La clé ⟨CouleurGraduation⟩ valeur par défaut : white

modifie la couleur des graduations.

```
\Jauge[Nom=Python,CouleurBarre=Cornsilk,CouleurFond=LightSteelBlue,Graduation,
    CouleurGraduation=NavyBlue]{59}
```



Pour des bilans, on peut « superposer » à la barre une coloration en fonction de niveaux (4)

La clé ⟨Niveau⟩ valeur par défaut : false

affiche une jauge indiquant la position par rapport à quatre niveaux.

La clé ⟨LimiteI⟩ valeur par défaut : 25

modifie la limite supérieure du niveau « Insuffisant ». Elle est donnée en pourcentage.

La clé ⟨LimiteF⟩ valeur par défaut : 50

modifie la limite supérieure du niveau « Faible ». Elle est donnée en pourcentage.

La clé ⟨LimiteS⟩ valeur par défaut : 75

modifie la limite supérieure du niveau « Satisfaisant ». Elle est donnée en pourcentage.

La clé ⟨CouleurI⟩ valeur par défaut : red

modifie la couleur associée au niveau « Insuffisant ».

La clé ⟨CouleurF⟩ valeur par défaut : orange

modifie la couleur associée au niveau « Faible ».

La clé ⟨CouleurS⟩ valeur par défaut : yellow

modifie la couleur associée au niveau « Satisfaisant ».

La clé ⟨CouleurM⟩ valeur par défaut : green

modifie la couleur associée au niveau « Maîtrisé ». C'est celui situé au dessus de la cle ⟨**LimiteS**⟩.

```
\Jauge[Nom=Mathématiques,Niveau]{80}
\Jauge[Nom=Mathématiques,Niveau]{20}
\Jauge[Nom=Mathématiques,Niveau]{55}
\Jauge[Nom=Mathématiques,Niveau]{33}
```

36 Quelques éléments pratiques…

ProfCollege met à disposition quelques commandes « utiles » :

- \Demain qui va afficher la date de… demain.

```
\today{} -- \Demain
```

18 mars 2021 – 19 mars 2021

- \pointilles qui va tracer des pointillés jusqu'à la fin de ligne ou sur une longueur donnée.

```
Bonjour \pointilles

Ça va ? \pointilles[2cm] Fine !
```

Bonjour .....
Ça va ? ..... Fine !

Cette commande commence bien par une minuscule. La version majuscule est déjà prise…

- \Lignespointilles{n} qui va tracer n lignes en pointillés.

```
\Lignespointilles{5}

Bonjour \Lignespointilles{5}
```

.....
.....
.....
.....
.....
Bonjour .....
.....
.....
.....
.....

- \MultiCol permet de faire un multicolonnage non équilibré. Elle a la forme :

\MultiCol{⟨largeurs des colonnes⟩}{⟨Contenu de chaque colonne⟩}

où :
— ⟨Largeurs des colonnes⟩ sont données sous la forme l1,l2...;
— ⟨Contenu des colonnes⟩ est donné sous la forme Contenu 1 § Contenu 2...

Le nombre de contenus doit être en accord avec le nombre de largeurs déclarées.

```
\MultiCol{0.35/0.35/0.2}{%
  \begin{tcolorbox}
    Chris est parti à \Temps{;;;9;33} de chez lui et termine sa course à
    \Temps{;;;10;26}. La durée de sa course a été de \Temps{;;;;53}.
  \end{tcolorbox}
  §
  \begin{tcolorbox}
    Lorsque $x=-5$, l'expression \[(2x+1)\times(x-2)\] est égale à 63.
  \end{tcolorbox}
  §
  \begin{tcolorbox}
    \setlength{\abovedisplayskip}{0pt}
    \[\frac{\dfrac23+\dfrac56}{7}=\frac19\]
  \end{tcolorbox}
}
```

Chris est parti à 9 h 33 min de chez lui et termine sa course à 10 h 26 min. La durée de sa course a été de 53 min.

Lorsque $x = -5$, l'expression

$$(2x + 1) \times (x - 2)$$

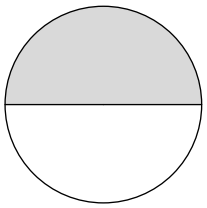
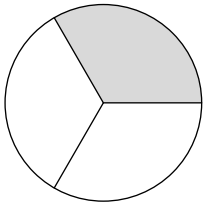
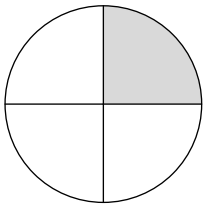
est égale à 63.

$$\frac{\frac{2}{3}+\frac{5}{6}}{7}=\frac{1}{9}$$

37 Exemples

Utilisation de \Fraction

```
% Thomas Dehon.
\begin{center}
  \begin{tabular}{|*{3}{>{\centering\arraybackslash}m{.3\linewidth}|}}
    \hline
    {\large La proportion}&{\large correspond à la fraction}&{\large et a pour écriture
    décimale}\\
    \hline
    \begin{minipage}[t][30mm][c]{28mm}\Fraction[Disque,Rayon=13mm,Reponse,Couleur=0.85
    white]{1/2}\end{minipage}&&\\ \hline
    \begin{minipage}[t][30mm][c]{28mm}\Fraction[Disque,Rayon=13mm,Reponse,Couleur=0.85
    white]{1/3}\end{minipage}&&\\ \hline
    \begin{minipage}[t][30mm][c]{28mm}\Fraction[Disque,Rayon=13mm,Reponse,Couleur=0.85
    white]{1/4}\end{minipage}&&\\
    \hline
  \end{tabular}
\end{center}
```

La proportion	correspond à la fraction	et a pour écriture décimale
		
		
		

Utilisation de `\Pythagore`

```
% Laurent Lassalle Carrere.
L'affirmation suivante est-elle vraie ?
\begin{description}
\item[Affirmation] Le triangle $EFG$ tel que $EF=\Lg{4.8}$, $FG=\Lg{3.6}$ et $EG=\Lg{6}$
     est un triangle rectangle.
\end{description}
\textbf{Correction :}\par
\Pythagore[Reciproque]{EFG}{6}{4.8}{3.6}
```

L'affirmation suivante est-elle vraie ?

Affirmation Le triangle EFG tel que $EF = 4{,}8\,\text{cm}$, $FG = 3{,}6\,\text{cm}$ et $EG = 6\,\text{cm}$ est un triangle rectangle.

Correction :
Dans le triangle EFG, $[EG]$ est le plus grand côté.

$$\left.\begin{array}{l} EG^2 = 6^2 = 36 \\ EF^2 + FG^2 = 4{,}8^2 + 3{,}6^2 = 23{,}04 + 12{,}96 = 36 \end{array}\right\} EG^2 = EF^2 + FG^2$$

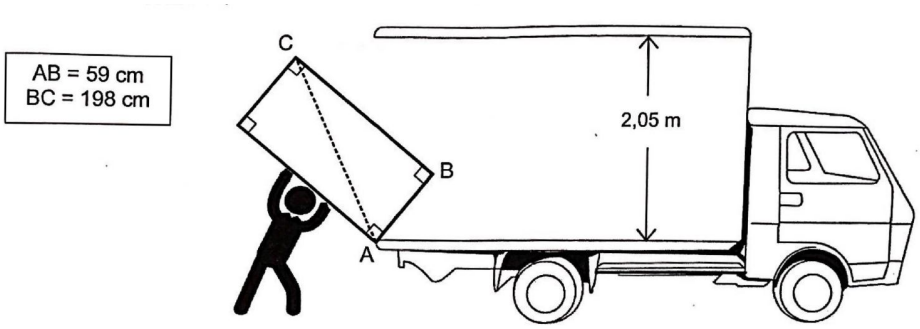
Comme $EG^2 = EF^2 + FG^2$, alors le triangle EFG est rectangle en F d'après la réciproque du théorème de Pythagore.

```
% Laurent Lassalle Carrere.
Lors de son déménagement, Allan doit transporter son réfrigérateur
dans un camion. Pour l'introduire dans le camion, Allan le pose sur le
bord comme indiqué sur la figure. Le schéma n'est pas à l'échelle.

\[\includegraphics[width=0.75\linewidth]{demenagement-eps-converted-to.pdf}\]

Allan pourra-t-il redresser le réfrigérateur en position verticale
pour le rentrer dans le camion sans bouger le point d'appui A ? Justifier.
\par\textbf{Correction :}\par
\Pythagore{ABC}{59}{198}{}
\par Le réfrigérateur est trop grand en diagonale, Allan ne pourra pas
le redresser en position verticale sans bouger le point d'appui A.
```

Lors de son déménagement, Allan doit transporter son réfrigérateur dans un camion. Pour l'introduire dans le camion, Allan le pose sur le bord comme indiqué sur la figure. Le schéma n'est pas à l'échelle.



Allan pourra-t-il redresser le réfrigérateur en position verticale pour le rentrer dans le camion sans bouger le point d'appui A ? Justifier.

Correction :

Dans le triangle ABC rectangle en B, le théorème de Pythagore permet d'écrire :

$$\begin{aligned} AC^2 &= AB^2 + BC^2 \\ AC^2 &= 59^2 + 198^2 \\ AC^2 &= 3\,481 + 39\,204 \\ AC^2 &= 42\,685 \\ AC &= \sqrt{42\,685} \\ AC &\approx 206{,}6 \text{ cm} \end{aligned}$$

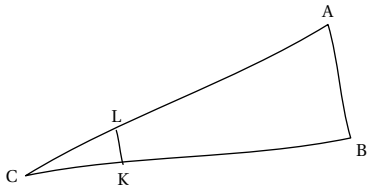
Le réfrigérateur est trop grand en diagonale, Allan ne pourra pas le redresser en position verticale sans bouger le point d'appui A.

Utilisation de \Pythagore, \Thales et \Trigo

```
% Laurent Lassalle Carrere.
\begin{minipage}{0.65\linewidth}
  La figure ci-contre est dessinée à main levée. On donne les informations suivantes :
  \begin{itemize}
  \item[\textbullet] ABC est un triangle tel que :\par AC = 10,4 cm, AB =4 cm et BC = 9,6 cm ;
  \item[\textbullet] les points A, L et C sont alignés ;
  \item[\textbullet] les points B, K et C sont alignés ;
  \item[\textbullet] la droite (KL) est parallèle à la droite (AB) ;
  \item[\textbullet] CK = 3~cm.
  \end{itemize}
\end{minipage}\hfill
\begin{minipage}{0.35\linewidth}
  \begin{center}
    \includegraphics{LCC-Triangle-1}
  \end{center}
\end{minipage}
\begin{enumerate}[(a)]
\item Prouver que le triangle ABC est rectangle en B.
\item Déterminer, en cm, la longueur CL.
\item À l'aide de la calculatrice, calculer une valeur approchée de la mesure de l'angle $\widehat{\text{CAB}}$, au degré
     près.
\end{enumerate}
\par\textbf{Correction :}
\begin{multicols}{2}
  \begin{enumerate}[(a)]
  \item \Pythagore[Reciproque,ReciColonnes]{ABC}{10.4}{9.6}{4}
  \item \Thales[ChoixCalcul=1]{CABLK}{CL}{3}{LK}{10.4}{9.6}{4}
  \item \Trigo[Cosinus]{CBA}{9.6}{10.4}{}
  \end{enumerate}
\end{multicols}
\bigskip
```

La figure ci-contre est dessinée à main levée. On donne les informations suivantes :

- ABC est un triangle tel que :
  AC = 10,4 cm, AB =4 cm et BC = 9,6 cm ;
- les points A, L et C sont alignés ;
- les points B, K et C sont alignés ;
- la droite (KL) est parallèle à la droite (AB) ;
- CK = 3 cm.



(a) Prouver que le triangle ABC est rectangle en B.

(b) Déterminer, en cm, la longueur CL.

(c) À l'aide de la calculatrice, calculer une valeur approchée de la mesure de l'angle $\widehat{\text{CAB}}$, au degré près.

Correction :

(a) Dans le triangle ABC, $[AC]$ est le plus grand côté.

AC^2	$AB^2 + BC^2$
$10{,}4^2$	$9{,}6^2 + 4^2$
	$92{,}16 + 16$
$108{,}16$	$108{,}16$

Comme $AC^2 = AB^2 + BC^2$, alors le triangle ABC est rectangle en B d'après la réciproque du théorème de Pythagore.

(b) Dans le triangle CAB, L est un point de la droite (CA), K est un point de la droite (CB).
Comme les droites (LK) et (AB) sont parallèles, alors le théorème de Thalès permet d'écrire :

$$\frac{CL}{CA} = \frac{CK}{CB} = \frac{LK}{AB}$$

On remplace par les longueurs connues :

$$\frac{CL}{10{,}4} = \frac{3}{9{,}6} = \frac{LK}{4}$$

$$CL = \frac{10{,}4 \times 3}{9{,}6}$$

$$CL = \frac{31{,}2}{9{,}6}$$

$$CL = 3{,}25 \text{ cm}$$

(c) Dans le triangle CBA, rectangle en B, on a :

$$\cos(\widehat{BCA}) = \frac{CB}{CA}$$

$$\cos(\widehat{BCA}) = \frac{9{,}6}{10{,}4}$$

$$\widehat{BCA} \approx 23°$$

Utilisation de \Stat et \Pourcentage

Pour être vendues, les pommes sont calibrées : elles sont réparties en caisses suivant la valeur de leur diamètre.

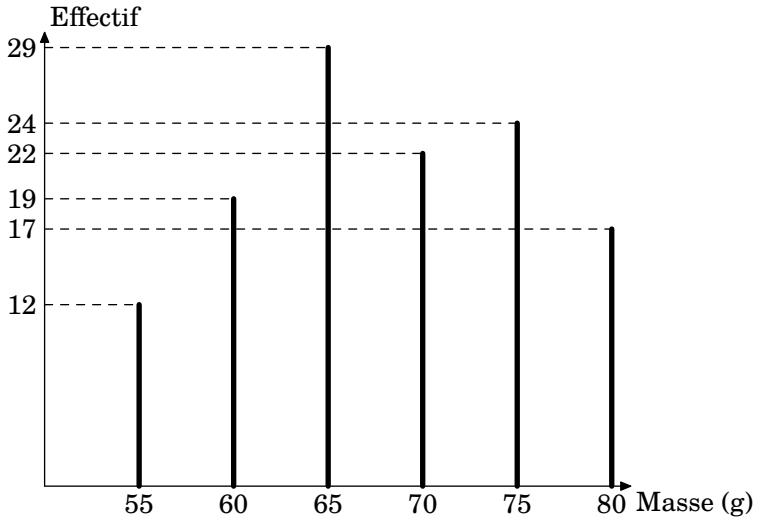
Dans un lot de pommes, un producteur a évalué le nombre de pommes pour chacun des six calibres rencontrés dans le lot. Il a obtenu le tableau suivant :

Calibre (en mm)	55	60	65	70	75	80
Effectif (nombre de pommes)	12	19	29	22	24	17

1. Construire un diagramme en bâtons relatif à cet échantillon de pommes.
2. Calculer, par rapport à l'effectif total, le pourcentage de pommes dont le diamètre d est supérieur ou égal à 70 mm et inférieur à 80 mm. On donnera le résultat arrondi à l'unité.
3. Quelle est l'étendue des calibres des pommes ?
4. Quel est le calibre moyen des pommes de ce lot ?
5. Quel est le calibre médian des pommes de ce lot ?

```
\textbf{Correction}
\begin{enumerate}
\item \Stat[Graphique,Unitey=0.2,Unitex=0.25,Donnee=Masse (\Masse{}),Origine=50]{
     55/12,60/19,65/29,70/22,75/24,80/17}
\item \Stat[EffectifTotal]{55/12,60/19,65/29,70/22,75/24,80/17}
  \\$22+24=46$ pommes ont un diamètre $d$ supérieur ou égal à
  \Lg[mm]{70} et inférieur à \Lg[mm]{80}.
  \\Ces pommes représentent un pourcentage :
  \begin{center}
    \Pourcentage[Calculer,GrandeurA=$d$ compris entre
    \SI{70}{\milli\meter} et
    \SI{80}{\milli\meter}]{46}{123}
  \end{center}
  soit un pourcentage d'environ \num{\fpeval{round(\ResultatPourcentage)}}~\%.
\item \Stat[Etendue,Concret,Unite={\Lg[mm]{}}]{55/12,60/19,65/29,70/22,75/24,80/17}
\item \Stat[Moyenne,Concret,Unite={\Lg[mm]{}}]{55/12,60/19,65/29,70/22,75/24,80/17}
\item \Stat[Mediane,Concret,Unite={\Lg[mm]{}}]{55/12,60/19,65/29,70/22,75/24,80/17}
\end{enumerate}
```

Correction

1. 

2. L'effectif total de la série est :

$$12 + 19 + 29 + 22 + 24 + 17 = 123$$

$22 + 24 = 46$ pommes ont un diamètre d supérieur ou égal à 70 mm et inférieur à 80 mm.
Cela représente un pourcentage :

$\div 1{,}23$

d compris entre 70 mm et 80 mm	46	
Total	123	100

$\times 1{,}23$

soit un pourcentage d'environ 37 %.

3. L'étendue de la série est égale à 80 mm − 55 mm = 25 mm.
4. La somme des données de la série est :

$$12 \times 55 \text{ mm} + 19 \times 60 \text{ mm} + 29 \times 65 \text{ mm} + 22 \times 70 \text{ mm} + 24 \times 75 \text{ mm} + 17 \times 80 \text{ mm} = 8\,385 \text{ mm}$$

L'effectif total de la série est :

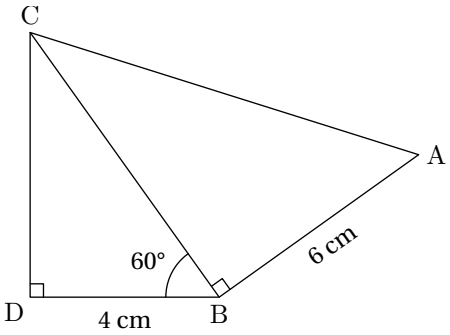
$$12 + 19 + 29 + 22 + 24 + 17 = 123$$

Donc la moyenne de la série est égale à :

$$\frac{8\,385 \text{ mm}}{123} \approx 68{,}17 \text{ mm}.$$

5. L'effectif total de la série est 123. Or, $123 = 61 + 1 + 61$. La médiane de la série est la 62e donnée. Donc la médiane de la série est 70 mm.

Utilisation de `\Resultat`...



On donne $BD = 4\,\text{cm}$; $BA = 6\,\text{cm}$ et $\widehat{DBC} = 60°$. *On ne demande pas de faire une figure en vraie grandeur.*

1. Prouver que $BC = 8\,\text{cm}$.
2. Calculer AC.
3. Déterminer la valeur arrondie au degré de $\widehat{BAC}$.
4. Déterminer la valeur arrondie au degré de $\widehat{ACB}$.

```
\textbf{Correction :}
\begin{multicols}{2}
  \begin{enumerate}
  \item \Trigo[Cosinus]{BDC}{4}{}{60}%
  \item \Pythagore[Exact,Entier]{ABC}{6}{\ResultatTrigo}{}
  \item \Trigo[Tangente]{ABC}{6}{\ResultatPytha}{}
  \item \SommeAngles{CAB}{\ResultatTrigo}{90}%
    L'angle $\widehat{BCA}$ mesure environ \ang{\ResultatAngle}.
  \end{enumerate}
\end{multicols}
```

Correction :

1. Dans le triangle BDC, rectangle en D, on a :

$$\begin{aligned}\cos(\widehat{DBC}) &= \frac{BD}{BC}\\ \cos(60°) &= \frac{4}{BC}\\ BC &= \frac{4}{\cos(60°)}\\ BC &= 8\text{ cm}\end{aligned}$$

2. Dans le triangle ABC rectangle en B, le théorème de Pythagore permet d'écrire :

$$\begin{aligned}AC^2 &= AB^2 + BC^2\\ AC^2 &= 6^2 + 8^2\\ AC^2 &= 36 + 64\\ AC^2 &= 100\\ AC &= 10\text{ cm}\end{aligned}$$

3. Dans le triangle ABC, rectangle en B, on a :

$$\begin{aligned}\tan(\widehat{BAC}) &= \frac{BC}{AB}\\ \tan(\widehat{BAC}) &= \frac{6}{10}\\ \widehat{BAC} &\approx 31°\end{aligned}$$

4. Dans le triangle CAB, on a :

$$\begin{aligned}\widehat{CAB} + \widehat{ABC} + \widehat{BCA} &= 180°\\ 31° + 90° + \widehat{BCA} &= 180°\\ 121° + \widehat{BCA} &= 180°\\ \widehat{BCA} &= 180° - 121°\\ \widehat{BCA} &= 59°\end{aligned}$$

L'angle $\widehat{BCA}$ mesure environ 59°.

38 Compléments

Les couleurs

Le package ProfCollege charge le package xcolor. Cela permet d'utiliser de nombreuses couleurs dans le code LaTeX.

On peut utiliser ces couleurs de plusieurs façons :

— en utilisation directe :

```
Le \textcolor{blue}{célèbre} XMEN \textcolor{red}{Wolverine} !
```

Le célèbre XMEN Wolverine !

— en jouant sur la densité (en pourcentage) :

```
Le \textcolor{blue!50}{célèbre} XMEN \textcolor{red!25}{Wolverine} !
```

Le célèbre XMEN Wolverine !

— en mélangeant des couleurs :

```
% blue!40!red : 40% blue -- 60% red
% red!25!blue : 25% red -- 75% blue
Le \textcolor{blue!40!red}{célèbre} XMEN
\textcolor{red!25!blue}{Wolverine} !
```

Le célèbre XMEN Wolverine !

— en définissant de nouvelles couleurs :

```
% Dans le préambule.
\definecolor{wolf}{RGB}{253,183,27}
% Dans le corps du document.
Le célèbre XMEN \textcolor{wolf}{Wolverine} !
```

Le célèbre XMEN Wolverine !

Compilation en shell-escape

Cette partie n'est pas utile aux utilisateurs de LuaLaTeX.

La compilation en shell-escape est utilisée couramment dans les commandes du package ProfCollege. Il s'agit d'une compilation qui permet d'utiliser des programmes autres que le compilateur (pdfLaTeX ou XeLaTeX) pendant la création du document. Pouvant potentiellement lancer n'importe quel programme, elle est donc à utiliser en toute connaissance de cause…

Pour une telle compilation,

— avec la distribution TeX Live, on utilise la ligne de commande :

```
pdflatex -shell-escape nomfichier
```

— avec la distribution MikTeX, on utilise la ligne de commande :

```
pdflatex -enable-write18 nomfichier
```

Même si la compilation en shell-escape est recommandée lors de l'utilisation du package ProfCollege, certains utilisateurs peuvent vouloir l'éviter. Pour cela, il suffit d'écrire :

```
\usepackage[nonshellescape]{ProfCollege}
```

L'inconvénient est qu'il faut faire les trois étapes de compilation *à la main* :

```
pdflatex  nomfichier
sh nomfichier+mp.sh
pdflatex nomfichier
```

METAPOST– couleurs du package `Pfc-Svgnames.mp`

Elles ont été obtenues grâce au fichier `/usr/local/texlive/2020/texmf-dist/tex/latex/xcolor/svgnam.def` de la distribution TEXLive 2020.

AliceBlue	AntiqueWhite	Aqua	Aquamarine	Azure
Beige	Bisque	Black	BlanchedAlmond	Blue
BlueViolet	Brown	BurlyWood	CadetBlue	Chartreuse
Chocolate	Coral	CornflowerBlue	Cornsilk	Crimson
Cyan	DarkBlue	DarkCyan	DarkGoldenrod	DarkGray
DarkGreen	DarkGrey	DarkKhaki	DarkMagenta	DarkOliveGreen
DarkOrange	DarkOrchid	DarkRed	DarkSalmon	DarkSeaGreen
DarkSlateBlue	DarkSlateGray	DarkSlateGrey	DarkTurquoise	DarkViolet
DeepPink	DeepSkyBlue	DimGray	DimGrey	DodgerBlue
FireBrick	FloralWhite	ForestGreen	Fuchsia	Gainsboro
GhostWhite	Gold	Goldenrod	Gray	Green
GreenYellow	Grey	Honeydew	HotPink	IndianRed
Indigo	Ivory	Khaki	Lavender	LavenderBlush
LawnGreen	LemonChiffon	LightBlue	LightCoral	LightCyan
LightGoldenrod	LightGoldenrodYellow	LightGray	LightGreen	LightGrey
LightPink	LightSalmon	LightSeaGreen	LightSkyBlue	LightSlateBlue
LightSlateGray	LightSlateGrey	LightSteelBlue	LightYellow	Lime
LimeGreen	Linen	Magenta	Maroon	MediumAquamarine
MediumBlue	MediumOrchid	MediumPurple	MediumSeaGreen	MediumSlateBlue
MediumSpringGreen	MediumTurquoise	MediumVioletRed	MidnightBlue	MintCream
MistyRose	Moccasin	NavajoWhite	Navy	NavyBlue
OldLace	Olive	OliveDrab	Orange	OrangeRed
Orchid	PaleGoldenrod	PaleGreen	PaleTurquoise	PaleVioletRed
PapayaWhip	PeachPuff	Peru	Pink	Plum
PowderBlue	Purple	Red	RosyBrown	RoyalBlue
SaddleBrown	Salmon	SandyBrown	SeaGreen	Seashell
Sienna	Silver	SkyBlue	SlateBlue	SlateGray
SlateGrey	Snow	SpringGreen	SteelBlue	Tan
Teal	Thistle	Tomato	Turquoise	Violet
VioletRed	Wheat	White	WhiteSmoke	Yellow
YellowGreen				

Personnalisation de la fonte utilisée dans les figures METAPOST

Cette partie n'est pas utile aux utilisateurs de LuaLaTeX.

Par défaut, la fonte utilisée est la fonte `fourier` avec un corps de taille `10pt`. C'est un choix *personnel* de l'auteur. Mais on peut vouloir utiliser une autre fonte [69], par exemple `lmodern`.

Pour cela, on crée un fichier `PfC-Local.mp` (par exemple) pour y copier le fichier `PfC-LaTeX.mp` fourni avec le package. On adapte les lignes 4 et 7 :

Défaut

```
1  vardef LATEX primary s =
2    write "verbatimtex" to "mptextmp.mp";
3    write "%&latex" to "mptextmp.mp";
4    write "\documentclass[]{article}" to "mptextmp.mp";
5    write "\usepackage[utf8]{inputenc}" to "mptextmp.mp";
6    write "\usepackage[T1]{fontenc}" to "mptextmp.mp";
7    write "\usepackage{fourier}" to "mptextmp.mp";
8    write "\usepackage{mathtools,amssymb}" to "mptextmp.mp";
9    write "\usepackage{siunitx}" to "mptextmp.mp";
10   write "\sisetup{locale=FR,detect-all,output-decimal-
       marker={,},group-four-digits}" to "mptextmp.mp";
11   write "\usepackage[french]{babel}" to "mptextmp.mp";
12   write "\begin{document}" to "mptextmp.mp";
13   write "etex" to "mptextmp.mp";
14   write "btex "&s&" etex" to "mptextmp.mp";
15   write EOF to "mptextmp.mp";
16   scantokens "input mptextmp"
17 enddef;
```

Personnalisation

```
1  vardef LATEX primary s =
2    write "verbatimtex" to "mptextmp.mp";
3    write "%&latex" to "mptextmp.mp";
4    write "\documentclass[12pt]{article}" to "mptextmp.mp";
5    write "\usepackage[utf8]{inputenc}" to "mptextmp.mp";
6    write "\usepackage[T1]{fontenc}" to "mptextmp.mp";
7    write "\usepackage{lmodern}" to "mptextmp.mp";
8    write "\usepackage{mathtools,amssymb}" to "mptextmp.mp";
9    write "\usepackage{siunitx}" to "mptextmp.mp";
10   write "\sisetup{locale=FR,detect-all,output-decimal-
       marker={,},group-four-digits}" to "mptextmp.mp";
11   write "\usepackage[french]{babel}" to "mptextmp.mp";
12   write "\begin{document}" to "mptextmp.mp";
13   write "etex" to "mptextmp.mp";
14   write "btex "&s&" etex" to "mptextmp.mp";
15   write EOF to "mptextmp.mp";
16   scantokens "input mptextmp"
17 enddef;
```

Ensuite, on adapte le préambule du fichier source `tex` :

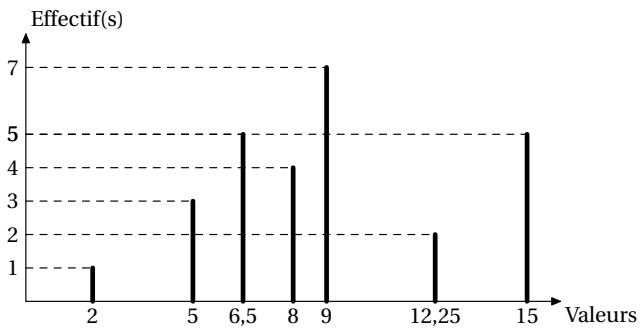
Défaut

```
\documentclass{article}
\usepackage{ProfCollege}
\begin{document}
  \Stat[Graphique]{2/1,5/3,6.5/5,8/4,9/7,12.25/2,15/5}
\end{document}
```

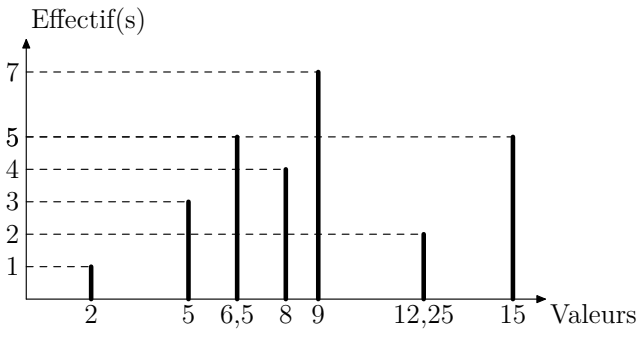
Personnalisation

```
\documentclass{article}
\usepackage{ProfCollege}
% Commandes du package gmp.
\usempxclass[12pt]{article}
\usempxpackage{lmodern}
\gmpoptions{everymp={input PfC-local;}}
%%%
\begin{document}
  \Stat[Graphique]{2/1,5/3,6.5/5,8/4,9/7,12.25/2,15/5}
\end{document}
```

Défaut



Personnalisation



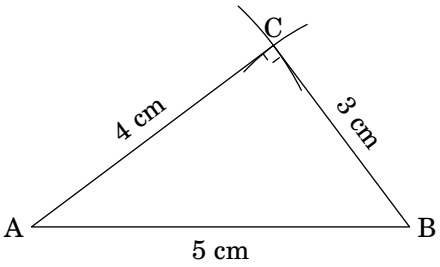
69. Cette personnalisation a été suggérée par Maxime Chupin.

Un peu de géométrie avec ProfCollege

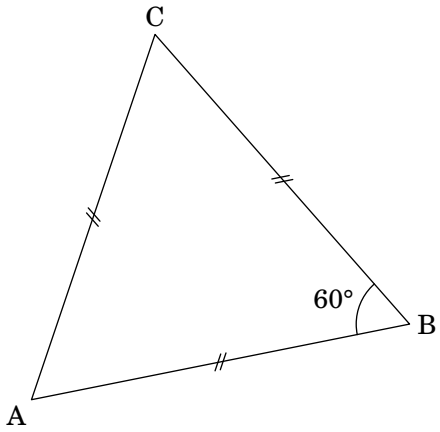
Le package ProfCollege est livré avec PfC-Geometrie.mp (package METAPOST)[70]. Associé au package LaTeX gmp ou à LuaLaTeX, il permet l'inclusion des différentes figures associées aux commandes proposées.

Mais, on peut vouloir aller plus loin et l'utiliser pour faire des figures autres que celles prévues… *directement* à l'intérieur[71] du fichier source LaTeX. Même si une connaissance de METAPOST est nécessaire, elle reste superficielle. Voici quelques exemples :

```
pair A,B,C;
A=u*(1,1);
B-A=u*(5,0);
C=cercles(A,4u) intersectionpoint cercles(B,3u);
trace polygone(A,B,C);
trace coupdecompas(A,C,10);
trace coupdecompas(B,C,10);
label.lft(btex A etex,A);
label.rt(btex B etex,B);
label.top(btex C etex,C);
trace codeperp(A,C,B,5) dashed evenly;
trace appelation(A,B,-3mm,btex 5 cm etex);
trace appelation(A,C,3mm,btex 4 cm etex);
trace appelation(C,B,3mm,btex 3 cm etex);
```




```
pair A,B,C;
A=u*(1,1);
B-A=u*(5,1);
C=rotation(B,A,60);
marque_s:=marque_s/3;
trace Codelongueur(A,B,B,C,C,A,2);
trace Codeangle(C,B,A,0,\btex \ang{60} etex);
trace polygone(A,B,C);
label.llft(btex A etex,A);
label.rt(btex B etex,B);
label.top(btex C etex,C);
```



Chaque code METAPOST est positionné :
- dans un environnement `mplibcode` pour les utilisateurs de LuaLaTeX ;
- dans un environnement `mpost` pour les utilisateurs de pdfLaTeX ou XeLaTeX.

Voici les commandes dont dispose PfC-Geometrie.mp :

Commandes de tracé/remplissage

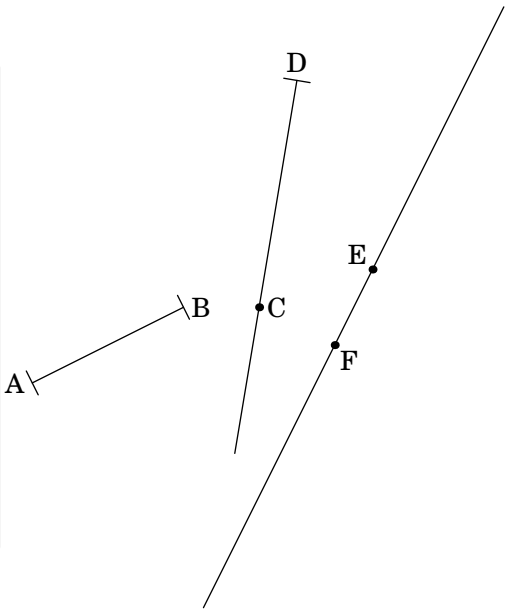
- `trace` pour… tracer ;
- `remplis` pour remplir avec une couleur METAPOST ;

Commandes de tracés « à la règle »

- `segment(A,B)`, `droite(A,B)`, `demidroite(A,B)` pour, respectivement, le segment $[AB]$, la droite (AB), la demi-droite $[AB)$;

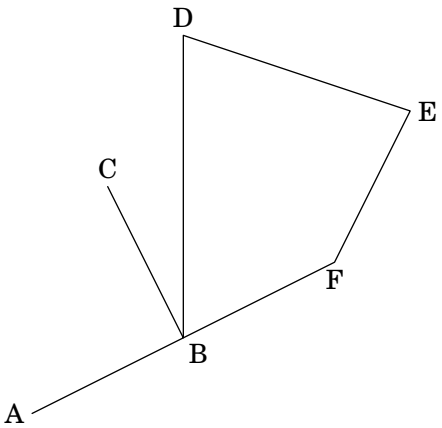
70. Les habitués de METAPOST remarqueront certainement de très nombreuses similitudes avec `geometriesyr16.mp` du même auteur. Ils n'auront pas tort mais PfC-Geometrie.mp ne dispose pas de toutes les commandes de `geometriesyr16.mp`.
71. Ce n'est pas le choix de l'auteur.

```
pair A,B,C,D,E,F;
A=u*(1,1);
B-A=u*(2,1);
C-B=u*(1,0);
D-C=u*(0.5,3);
E-D=u*(1,-2.5);
F-E=u*(-0.5,-1);
trace segment(A,B);
trace droite(E,F);
trace demidroite(D,C);
% La labelisation des points n'est pas
% indiquée dans ce code mais elle est
% obligatoire pour obtenir la figure
% ci-contre.
```



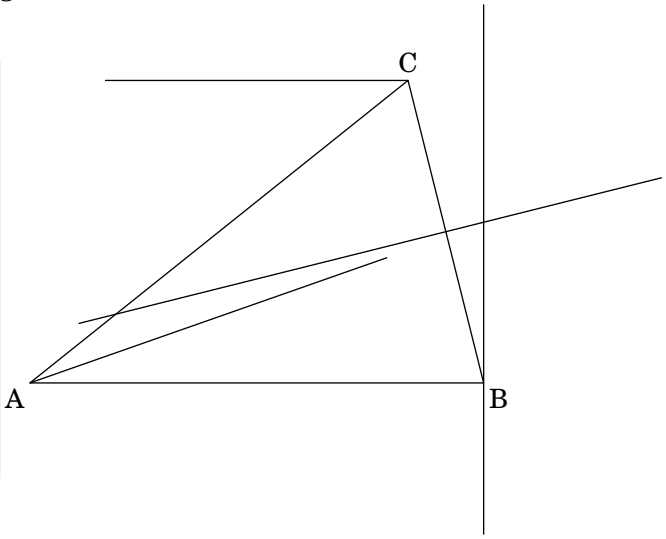
— `chemin(A,B,C,D)` pour la ligne brisée $ABCD$;
— `polygone(A,B,C,D)` pour le polygone $ABCD$;

```
pair A,B,C,D,E,F;
A=u*(1,1);
B-A=u*(2,1);
C-B=u*(-1,2);
trace chemin(A,B,C);
D-C=u*(1,2);
E-D=u*(3,-1);
F-E=u*(-1,-1);
trace polygone(B,D,E,F);
label.lft(btex A etex,A);
label.lrt(btex B etex,B);
label.top(btex C etex,C);
label.top(btex D etex,D);
label.rt(btex E etex,E);
label.bot(btex F etex,F);
```



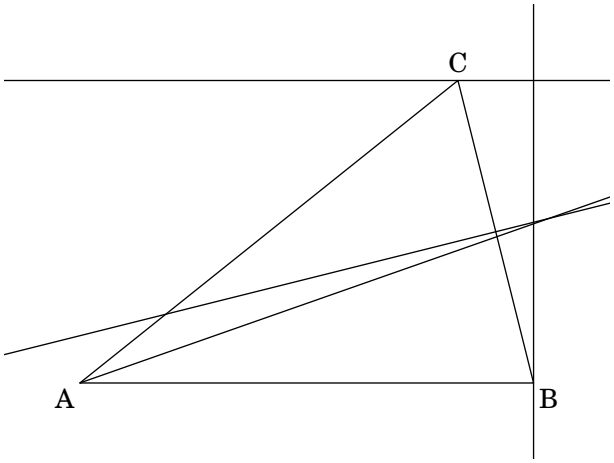
— `perpendiculaire(A,B,I)` pour la perpendiculaire à la droite (AB) passant par I ;
— `parallele(A,B,I)` pour la parallèle à la droite (AB) passant par I ;
— `mediatrice(A,B)` pour la médiatrice du segment $[AB]$;
— `bissectrice(A,B,C)` pour la bissectrice de l'angle $\widehat{ABC}$.

```
pair A,B,C;
A=u*(1,1);
B-A=u*(6,0);
C-A=u*(5,4);
trace polygone(A,B,C);
trace perpendiculaire(A,B,B);
trace parallele(A,B,C);
trace mediatrice(B,C);
trace bissectrice(B,A,C);
label.llft(btex A etex,A);
label.lrt(btex B etex,B);
label.top(btex C etex,C);
```



On remarque que la parallèle est un peu « courte »… On peut « l'allonger » en changeant le paramètre :
— `_tfig` valeur par défaut : 5cm
Mais il faut certainement « forcer » les dimensions du cadre de la figure avec la commande `clip`.

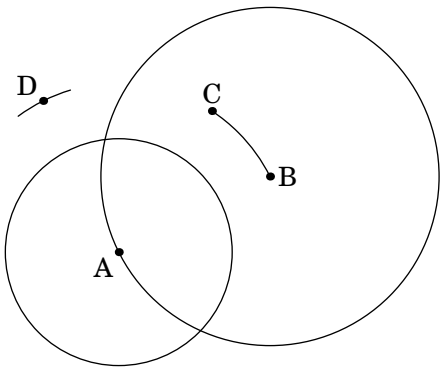
```
_tfig:=10cm;
pair A,B,C;
A=u*(1,1);
B-A=u*(6,0);
C-A=u*(5,4);
trace polygone(A,B,C);
trace perpendiculaire(A,B,B);
trace parallele(A,B,C);
trace mediatrice(B,C);
trace bissectrice(B,A,C);
label.llft(btex A etex,A);
label.lrt(btex B etex,B);
label.top(btex C etex,C);
clip currentpicture to polygone((0,0),(8u,0),(8u,8u),(0,8u));
```



Commandes de tracés « au compas »

— `cercles(A,2u)` pour le cercle de centre A et de rayon 2 cm ;
— `cercles(A,B)` pour le cercle de centre A et passant par B ;
— `arccerccle(A,B,C)` pour l'arc de cercle AB (dans le sens positif) de centre C ;
— `coupdecompas(A,B,10)` pour un coup de compas centré en A et passant par B de longueur 20 (l'unité étant la longueur du cercle associé divisée par 360).

```
pair A,B,C,D;
A=u*(0,0);
B-A=u*(2,1);
C=rotation(B,A,30);
D-A=u*(-1,2);
trace cercles(A,1.5u);
trace cercles(B,A);
trace arccercle(B,C,A);
trace coupdecompas(A,D,10);
dotlabel.llft(btex A etex,A);
dotlabel.rt(btex B etex,B);
dotlabel.top(btex C etex,C);
dotlabel.ulft(btex D etex,D);
```



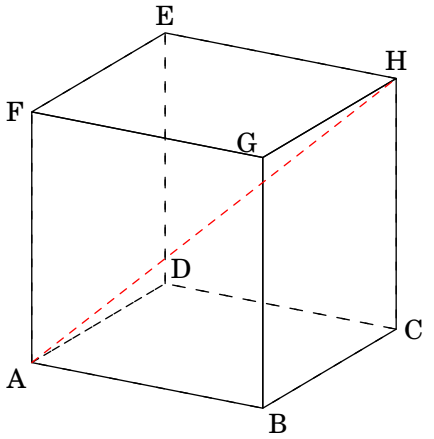
Commandes de codage et paramètres

- `marquesegment(A,B)` pour coder les extrémités du segment $[AB]$;
- `marquedemidroite(A,B)` pour coder l'origine de la demi-droite $[AB)$;
- `codeperp(A,B,C,5)` pour coder l'angle $\widehat{ABC}$ avec un angle droit dont la longueur vaut 5 fois celle du vecteur unité ;
- `Codelongueur(A,B,2)` pour coder la longueur AB avec le codage n° 2 (cinq codages sont disponibles : 1 à 5) ;
- `Codeangle(A,B,C,0,btex \ang{60} etex)` pour coder l'angle $\widehat{ABC}$ avec le codage 0 (trois codages sont disponibles : 0 à 2) en indiquant sa mesure ;
- `marque_a` Rayon des arcs de cercles de codage des angles. valeur par défaut : 20
- `marque_s` Longueur des traits de codage des longueurs. valeur par défaut : 5

En géométrie spatiale

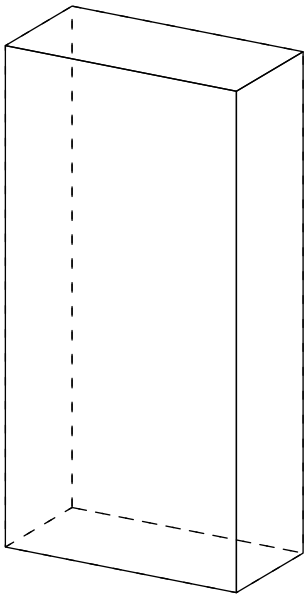
- `cube`

```
trace cube;
label.llft(btex A etex,Projette(
  Sommet1));
label.lrt(btex B etex,Projette(Sommet
  2));
label.rt(btex C etex,Projette(Sommet
  3));
label.urt(btex D etex,Projette(Sommet
  4));
label.top(btex E etex,Projette(Sommet
  5));
label.lft(btex F etex,Projette(Sommet
  6));
label.ulft(btex G etex,Projette(
  Sommet7));
label.top(btex H etex,Projette(Sommet
  8));
trace segment(Sommet1,Sommet8) dashed
   evenly withcolor red;
```



- `pave.`

```
trace pave(0.5,1,2);
```



39 Problèmes connus

• **Utilisation avec `beamer`** La classe `beamer` charge le package `xcolor` sans option alors que `ProfCollege` nécessite les options `table` et `svgnames`. Pour faire cohabiter les deux, il faut les passer en option de classe :

```
\documentclass[xcolor={table,svgnames}]{beamer}
```

• **L'environnement `Tableur`** Cet environnement nécessite l'écriture de ▼. Pour certaines fontes, il est indisponible…
Par exemple, cette documentation (compilée avec LuaLaTeX) utilise les fontes `TeX Gyre Schola` et sa déclinaison mathématique `TeX Gyre Schola Math` ne possède pas ▼.
Il a fallu écrire dans le préambule :

```
\setmainfont{TeX Gyre Schola}
\setmathfont{TeX Gyre Schola Math}

\setmathfont{STIX Two Math}[
  range={\blacktriangledown}
]
```

40 Historique

Version 0.95 Corrections de bugs. Développements ajoutés aux commandes \Stat, \Fraction. Ajout d'un environnement Tableur. Ajout des commandes \Cartes et \Dominos.

Version 0.90 Suppression du package microtype au profit de la librairie babel de TikZ. Ajout de commandes concernant les longueurs, les aires… Ajout d'options à la commande \Tableau. Ajout d'une option à la commande \Thales.

Version 0.88 Ajout de la commande \Labyrinthe.

Version 0.87 Amélioration de la commande \Thales.

Version 0.85 Adaptation à LuaLaTeX. Correction de quelques soucis d'affichage. Gestion d'un cas particulier de \SommeAngles. Amélioration de \Distri. Amélioration de \Simplification. Ajout d'une commande \Jauge dans la partie dédiée au professeur principal. Amélioration de la commande \Thales.

Version 0.75 Indépendance vis-à-vis du package METAPOST geometriesyr16. Refonte de la création des figures. Amélioration de la figure associée à la commande \Ratio (possibilité d'utiliser les accents). Amélioration de la commande \Relie. Un peu de couleur dans la commande \Tables.

Version 0.70 Ajout d'une commande \Calculatrice. Ajout d'options pour les tableaux de la commande \Stat. Ajout de la commande \Tables. Ajout d'une option à la commande \Tableau.

Version 0.68 Ajout des égalités remarquables pour la commande \Distri.

Version 0.67 Préparation à la mise en place sur ctan.org.

Version 0.66 Ajout d'une commande \Ratio. Amélioration de l'affichage du calcul d'une moyenne et d'une médiane.

Version 0.64 Ajout de deux nouvelles options à la commande \Pythagore. Amélioration de la partie « Introduction » de ce document.

Version 0.63 Amélioration de la commande \Thales (réciproque). Ajout d'une option de tracé dans la commande \Reperage.

Version 0.62 Refonte des commandes \Resultat... afin de favoriser la réutilisation au détriment d'un affichage correct. Ajout d'une option à la commande \Fraction.

Version 0.61 Ajout d'une option à la commande \Simplification. Ajout d'options à la commande \Stat. Ajout d'options à la commande \Thales.

Version 0.60 Ajout d'une nouvelle présentation de la résolution d'une équation. Ajout d'une option à la commande \SommeAngles.

Version 0.59 Amélioration de la commande \Pythagore permettant d'utiliser des carrés obtenus précédemment. Amélioration de la macro \Reperage pour améliorer la gestion de l'affichage sur les droites graduées.

Version 0.58 Ajout d'un affichage potentiel des mesures des angles sur les diagrammes circulaire et semi-circulaire.

Version 0.57 Ajout de la commande \Fraction. Correction des écritures des grands nombres dans les commandes \Pythagore et \Thales. Ajout d'un questionnaire « Vrai - Faux » dans la commande \QCM. Ajout d'une option nonshellescape pour ne pas utiliser la compilation externe durant la création d'un document.

Version 0.56 Amélioration de la commande \Decomposition.

Version 0.54 Ajout de la commande \QFlash. Amélioration des figures METAPOST.

Version 0.52 Ajout de la commande \QCM.

Version 0.51 Ajout de la commande \Relie.

Version 0.50 Mise à jour majeure dans la gestion des clés des différentes commandes.

Version 0.37 Ajout d'une macro \Puissances. Ajout d'une quatrième présentation de la résolution d'une équation. Reprise de la macro \Decomposition. Suppression de spurious blank. Reprise de la macro \Distri pour qu'elle accepte des valeurs décimales et permettre un affichage des développements numériques. Ajout des équations produit nul.

Version 0.34 Mise à Jour \Pourcentage. Corrections mineures (« spurious blank »).
Amélioration de \Pythagore (unité et récupération du résultat), de \Trigo (récupération du résultat) et \Thales (récupération des résultats). Justification du texte dans les bulles. Mise à jour de \Distri (gestion des espaces).

Version 0.29 Correction de quelques bugs (Partie trigonométrie).

Version 0.28 Ajout des pourcentages. Mise à jour de la partie proportionnalité.

Version 0.27 Ajout du repérage. Ajout d'une conclusion lors du tracé de la représentation graphique d'une fonction affine.

Version 0.26 Ajout des schémas de probabilités. Correction de quelques bugs.

Version 0.25 Ajout des rappels de formules.

Version 0.24 Ajout de la résolution d'équations-produits et d'équations du type $x^2 = a$.

Version 0.22 Mise à jour de la commande `\ResolEquation`.
Ajout d'une option supplémentaire dans `\Tableau`

Version 0.20 Ajout de la résolution d'équation-produit et du type $x^2 = a$.

Version 0.19 Ajout d'une clé ⟨**TColonnes**⟩ dans les tableaux d'unités classiques.

Version 0.18 Mise à jour (dans la résolution d'équations du premier degré).

Version 0.17 Tableaux de valeurs d'une fonction.

Version 0.16 Mise à jour (Fonction affine / Théorème de Pythagore).

Version 0.15 Fonction affine (image, antécédent, déterminer, représentation graphique). Mise à jour de la simplification de fractions.

Version 0.14 Tableaux des unités classiques.

Version 0.13 Position relative de deux droites (classe de 6e).

Version 0.12 Cartes mentales.

Version 0.11 Ajout d'une clé ⟨**DALL**⟩ pour la distributivité.

Version 0.10 Tableau de proportionnalité (ou pas)

Version 0.09 Résolution d'équations du premier degré ($ax + b = cx + d$)

Version 0.08 Ajout du PPCM dans la rédaction de la réciproque du théorème de Thalès.

Version 0.07 Statistiques (tableau / calculs (étendue / médiane / moyenne) / diagrammes en bâtons, circulaire et semi-circulaire)

Version 0.06 Réciproque du théorème de Thalès.

Version 0.05 Trigonométrie (calculs de longueur et d'angles).

Version 0.04 Théorème de Thalès.

Version 0.03 Simplification de fractions.

Version 0.02 Décomposition d'un nombre entier en un produit de nombres premiers.

Version 0.01 Théorème de Pythagore (direct et réciproque) / Distributivité (simple et double) / Sommes des angles dans un triangle.