

# $\LaTeX$ et TikZ projet éducatif

JOSEPH BONNÉ\*

Professeur de Physique-Chimie  
Lycée Français JEAN-MONNET à BRUXELLES  
A. E. F. E.

1<sup>er</sup> décembre 2016

## Résumé

De nombreuses publications très majoritairement dans le domaine scientifique sont composées avec  $\LaTeX$ . Les fonctionnalités de ce logiciel permettent d'obtenir un document écrit de grande qualité intégrant si on le souhaite au fur et à mesure de son élaboration les tables des matières, des figures et des tableaux, des graphes, un index, un glossaire, des annexes et une bibliographie. Si la consultation du document se fait sur écran, on peut alors y ajouter des liens hypertextes entre références ou pour se rendre sur Internet. Il est alors possible d'incorporer des animations, des sons et des vidéos. Le document peut aussi se présenter sous la forme d'un diaporama. La démarche d'esprit est très semblable à celle qui permet de créer des pages HTML. À ce titre on peut dire que  $\LaTeX$  est bien plus un langage de programmation qu'un traitement de texte.

TikZ est un logiciel qui permet de réaliser un schéma à partir de lignes de code. Il est complètement intégré à  $\LaTeX$  dont il ne constitue qu'un des «packages». Il faut noter que le logiciel Geogebra, très utilisé par les professeurs de mathématiques pour réaliser une figure, fournit à la demande un code complet mais optimisable de la figure en TikZ.

Ces logiciels demandent un apprentissage car ils nécessitent non seulement de la rigueur dans l'écriture du code bien qu'il y ait souvent plusieurs solutions pour résoudre une question posée mais surtout, ils permettent d'utiliser concrètement et utilement de nombreux concepts mathématiques : dimensions, coordonnées, transformations (échelle, translation, rotation ...). D'autre part, ils peuvent régulièrement permettre un travail très formateur de recherche d'informations – souvent en anglais – pour résoudre un problème, dans les modes d'emploi et sur les forums. Avec TikZ, il ne sera pas inutile de constituer une banque évolutive de dessins.

Beaucoup de nos élèves auront à publier des articles dans le cadre de leurs études et nombreux sont les logiciels qui le permettent avec plus ou moins de bonheur.

Dans l'enseignement secondaire et malgré l'habitude d'utiliser les ordinateurs, lorsque les élèves ont à réaliser un compte-rendu avec les logiciels de traitement de texte habituels, la tendance est trop souvent de mettre davantage l'accent sur la décoration plutôt que sur le fond. L'intuitif prend le pas sur la structuration d'un travail qui s'en trouve trop souvent malmené.

$\LaTeX$  et TikZ peuvent non seulement aider à remédier à ces tendances mais aussi favoriser la compréhension de notions mathématiques en les rendant concrètes. Ces logiciels sont une école de la rigueur : aucun document ne peut être créé en cas d'erreur de syntaxe dans le document source sachant que  $\LaTeX$  donne des indications pour corriger le code.

Ces logiciels sont essentiellement créés par des universitaires qui les font évoluer à la demande notamment pour des raisons pédagogiques sans jamais réaliser de rupture avec les versions précédentes (les codes écrits avec les premières versions du début des années 80 fonctionnent toujours) et tout cela gratuitement.

Ce document se veut d'abord être à l'usage du professeur de physique et de chimie en vue d'un apprentissage chez les élèves. Le but est de tenter de convaincre que dans le cadre des réformes visant à promouvoir le numérique, l'informatique et la programmation, ce projet peut apporter quelque chose de nouveau et d'utile. Ce projet se voudrait interdisciplinaire dans la mesure où il ne vise pas exclusivement les enseignants de physique et de chimie. Si les professeurs de mathématiques peuvent y voir beaucoup d'intérêt, ce projet pourrait fédérer de nombreuses disciplines, l'accent étant toujours mis sur le contenu du document élaboré.

---

\*joseph.bonne@lyceefrançais.be

# Sommaire

<b>Introduction</b>	<b>5</b>
<b>Comment se procurer ces logiciels?</b>	<b>5</b>
Utilisation «online» . . . . .	5
Installation après téléchargement . . . . .	5
<b>APPRENTISSAGE</b>	<b>6</b>
<b>Exemple n° 1 – Sample Paper du site overleaf.com</b>	<b>7</b>
<b>1 Comment se structure un code <math>\LaTeX</math>?</b>	<b>7</b>
1.1 Les commentaires dans le code source . . . . .	7
1.2 Les spécificités typographiques de la langue française . . . . .	7
1.3 Une police de caractères respectant la typographie française en mode mathématique . . . . .	8
1.4 Les marges et les espaces . . . . .	8
1.4.1 Les marges . . . . .	8
1.4.2 Les dimensions . . . . .	9
1.4.2.1 Unités ordinaires . . . . .	9
1.4.2.2 Unités particulières . . . . .	9
1.4.2.3 Dimensions prédéfinies . . . . .	9
1.4.3 La page . . . . .	9
1.4.4 Les espaces . . . . .	10
1.4.4.1 Généralités . . . . .	10
1.4.4.2 Indentation . . . . .	10
1.4.4.3 Distance interparagraphe . . . . .	10
1.4.4.4 Interligne . . . . .	10
1.4.4.5 Espacements . . . . .	11
1.4.4.5.1 Espace non fixe . . . . .	11
1.4.4.5.2 Espace fixe . . . . .	11
1.4.4.5.3 Autres espaces horizontaux . . . . .	11
1.5 Modifier un mot ou un groupe de mots . . . . .	11
1.5.1 Taille de police . . . . .	11
1.5.2 Styles de caractères . . . . .	12
1.5.3 Note de fin de page . . . . .	12
1.6 La présentation . . . . .	12
1.6.1 La table des matières . . . . .	13
1.7 Placer une image avec une légende . . . . .	13
1.8 Placer un tableau avec une légende . . . . .	13
1.8.1 Généralités . . . . .	13
1.8.2 Tableau à largeur automatique ou à largeur fixe . . . . .	14
1.8.3 Fusion de colonnes ou de lignes . . . . .	14
1.9 Les listes . . . . .	15
1.9.1 Liste à puce . . . . .	15
1.9.2 Liste énumérée . . . . .	15
1.9.3 Liste descriptive . . . . .	15
1.9.4 Le package enumitem . . . . .	15
1.10 Références croisées . . . . .	16
1.11 La structure du document . . . . .	16
1.11.1 Le package titlesec . . . . .	16
1.12 Placer côte à côte . . . . .	16
1.12.1 Placer 2 textes côte à côte avec l’environnement minipage . . . . .	16
1.12.2 Placer du texte sur 2 colonnes avec l’environnement multicol . . . . .	18

1.12.3 Placer un texte, une image et un tableau côte à côte avec l'environnement minipage . . . . .	18
1.12.4 Utilisation de la commande <code>\parbox</code> . . . . .	19

## Exemple n° 2 – Comptes-rendus de TP de Physique-Chimie 21

<b>2 Quelques exemples dans différents domaines :</b>	<b>21</b>
2.1 Mécanique . . . . .	22
2.1.1 Sujet . . . . .	22
2.1.2 Résultat souhaité . . . . .	23
2.1.3 Conseils pour le compte-rendu . . . . .	24
2.2 Chimie . . . . .	25
2.2.1 Sujet . . . . .	25
2.2.2 Résultat souhaité . . . . .	26
2.2.3 Conseils pour le compte-rendu . . . . .	27
2.3 Électricité . . . . .	29
2.3.1 Sujet . . . . .	29
2.3.2 Résultat souhaité . . . . .	30
2.3.3 Conseils pour le compte-rendu . . . . .	31

## ANNEXES 33

<b>A Deux grands packages de chimie</b>	<b>34</b>
A.1 Le package <code>chemformula</code> . . . . .	34
A.2 Le package <code>chemfig</code> . . . . .	34
<b>B Figures de base avec <code>TikZ</code></b>	<b>37</b>
B.1 Avec la commande <code>\draw</code> . . . . .	37
B.2 La commande <code>\fill</code> et l'option <code>fill</code> . . . . .	37
B.3 Avec la commande <code>\node</code> . . . . .	38
B.3.1 Placer un node dans un <code>draw</code> . . . . .	39
B.3.2 un <code>draw</code> dans un node . . . . .	39
B.3.3 Assemblage de plusieurs figures . . . . .	39
B.3.4 Plusieurs figures à la suite . . . . .	39
B.3.5 L'environnement <code>scope</code> . . . . .	39
B.3.6 Répéter avec <code>\foreach</code> . . . . .	39
B.4 Indications sur une figure . . . . .	40
B.4.1 . . . . .	40
<b>C Banque de dessins réalisés avec <code>TikZ</code></b>	<b>41</b>
C.1 Chimie . . . . .	41
C.2 Physique . . . . .	43
C.2.1 Mécanique . . . . .	43
C.2.2 Électricité . . . . .	51
C.2.3 Ondes . . . . .	54
C.3 Optique . . . . .	56
C.4 Liens entre node et texte ou autre node . . . . .	60
C.4.1 Insertion d'un node contenant un texte dans un texte . . . . .	60
C.4.2 Méthode <code>remember picture</code> et <code>overlay</code> . . . . .	60
<b>D Banque de codes <math>\LaTeX</math></b>	<b>61</b>
D.1 Quelques commandes de type texte . . . . .	61
D.2 Quelques commandes de type symbole . . . . .	61
D.3 Quelques formules en mode mathématique . . . . .	61
D.4 Quelques encadrements . . . . .	61
D.5 Traits divers ne faisant pas partie de <code>TikZ</code> . . . . .	62
D.6 Écriture des nombres et unités . . . . .	62

D.7 Compléments sur les tableaux . . . . .	62
D.7.1 L'environnement cases . . . . .	62
D.7.2 L'environnement tabularx . . . . .	63
D.7.3 Le package booktabs . . . . .	63
<b>E Exemple n° 1 – Sample Paper de overleaf.com</b>	<b>64</b>
<b>CORRIGÉS</b>	<b>67</b>
<b>F Sample Paper de overleaf.com avec l'ensemble des modifications proposées dans l'exemple n° 1</b>	<b>68</b>
<b>G Quelques expériences avec le calcaire</b>	<b>71</b>
<b>H Caractéristiques d'une lampe à filament</b>	<b>73</b>
<b>I Équilibre de 3 forces</b>	<b>75</b>
<b>Glossaire</b>	<b>77</b>
<b>Références bibliographiques</b>	<b>79</b>

# Introduction

## Comment se procurer ces logiciels ?

### Utilisation «online»

Il existe plusieurs sites «online» permettant d'élaborer un document avec  $\LaTeX$  sans avoir à installer quoi que se soit sur son propre ordinateur. Parmi ceux-ci : <https://www.overleaf.com/>. Pour bénéficier des services, il faut créer un compte.

New Project/Sample Paper permet de se familiariser avec  $\LaTeX$  :

À gauche, les fichiers du projet : `main.tex` document source, fichier principal de travail dont le code est affiché au milieu et `frog.jpg` un fichier image. Cette image est utilisée dans le document (automatiquement compilé) à droite. Les modifications ne se font jamais sur le document compilé mais uniquement dans le code source. Après chaque modification une nouvelle compilation est effectuée, sauf s'il y a une erreur auquel cas un message l'indique.

L'icône pdf permet de télécharger le document compilé au format pdf.

Comme ce document est structuré, comporte un titre, contient une image, un tableau, des listes et des formules mathématiques, il est tout-à-fait indiqué pour débiter.

### Installation après téléchargement

Pour s'initier à  $\LaTeX$  l'utilisation «online» est recommandée. Les compilations successives sont cependant assez lentes. On peut donc choisir d'installer  $\LaTeX$  sur l'ordinateur : plusieurs distributions existent parmi lesquelles TeXlive qui a l'avantage d'être multiplateforme. On peut télécharger cette distribution en suivant ce lien : <https://www.tug.org/texlive/acquire-netinstall.html>. L'installation complète, largement automatisée, est assez longue mais recommandée : elle peut durer plus d'une heure. Plus de 3000 «packages» constituent  $\LaTeX$  aujourd'hui. TeXlive sort une nouvelle version chaque année en juin.

Ensuite, il faut télécharger un éditeur : parmi ceux-ci, TeXmaker [http://www.xmlmath.net/texmaker/index\\_fr.html](http://www.xmlmath.net/texmaker/index_fr.html) est particulièrement convivial et personnalisable. C'est avec l'éditeur que le code est écrit : l'auto-complétion intégrée dans TeXmaker rend la tâche plus facile en proposant pendant la frappe des commandes qu'il suffit de confirmer. TeXmaker contient tout ce qu'il faut pour compiler le code et obtenir le document final.

Remarque : avec Ubuntu, si TeXlive a été installé ainsi :

```
usr/local/texlive/<année>/texmf-dist/...
```

on peut alors procéder facilement aux mises à jour en écrivant sur le Terminal :

```
sudo tlmgr update --all suivi du mot de passe.
```

Si la mise à jour est importante, il est conseillé de se débarrasser préalablement des anciens fichiers `.aux`, `.out`, ... avant de recompiler de nouveau un fichier `.tex` dans lequel on a réalisé des modifications.

# **APPRENTISSAGE**

# Exemple n° 1 – Sample Paper du site overleaf.com

## 1 – Comment se structure un code $\LaTeX$ ?

On prend comme exemple `New Project/Sample Paper` du site `overleaf.com`.<sup>1</sup>

Tout code  $\LaTeX$  se compose de 2 parties : le préambule qui commence par une commande `\documentclass[]{} et le corps du document source placé dans l'environment document c'est-à-dire entre \begin{document} et \end{document}`

Toutes les commandes commencent par `\` (backslash). Elles sont très souvent suivies d'accolades, elles-mêmes souvent précédées de crochets contenant des options.

Ci-dessous sont présentées quelques modifications possibles du projet `New Project/Sample Paper` du site `overleaf`.<sup>2</sup>

### 1.1 – Les commentaires dans le code source

Dans un code source, il peut être utile de faire apparaître des commentaires ou de mettre en commentaires des extraits de code (par exemple lors d'une recherche d'erreur). Ceux-ci sont alors ignorés à la compilation.

Il y a plusieurs façons de procéder :

- Tout ce qui est écrit sur la même ligne après `%` est du commentaire. On dit que `%` est un caractère réservé.  
Remarque : En conséquence, pour écrire un pourcentage par exemple `20 %`, il faut écrire dans le code : `20 \%`
- Tout ce qui est compris entre les commandes `\iffalse` et `\fi` est du commentaire. On peut ainsi mettre tout un bloc de lignes de code en commentaire.
- Tout ce qui est écrit après `\end{document}` est ignoré.

#### Exercice :

- Mettre en commentaire dans le corps du document la sous-section «How to Leave Comments» et observer les changements à la compilation automatique : disparition du paragraphe correspondant et modification de la numérotation des paragraphes suivants dans le document.
- Mettre en commentaire dans le préambule la ligne `\usepackage[colorinlistoftodos]{todonotes}` (ce package est maintenant devenu inutile : il gérait uniquement les commandes `\todo` de la sous-section mise en commentaire).

Au lieu de mettre en commentaire, on peut aussi effacer ces lignes de code.

### 1.2 – Les spécificités typographiques de la langue française

`Sample Paper` fournit un document en anglais et obéit aux règles typographiques anglaises.

`\usepackage[english]{babel}` dans le préambule commande un package qui gère les règles typographiques de la langue indiquée entre crochets.

#### Exercice :

Remplacer `[english]` par `[french]` et observer les changements sur le document :

- La date passe en français.
- `Abstract` devient `Résumé`.
- Des indentations (alinéas) apparaissent. Des espacements sont modifiés.
- Les puces des listes sont modifiées.
- Un message d'erreur apparaît :  
Il faut ajouter `\usepackage[T1]{fontenc}` dans le préambule. Ce package gère les accents, cédilles ...  
Il complète `\usepackage[utf8]{inputenc}` qui gère de nombreux caractères non alphanumériques.  
Remarque : Après une compilation,  $\LaTeX$  crée des fichiers intermédiaires qui n'apparaissent pas dans le projet. Il peut être parfois utile de les supprimer en cliquant sur l'indication «*recompile from scratch*» qui apparaît quand il y a un message d'erreur.

1. Le code se trouve aussi en annexe E page 64 de ce document.

2. L'ensemble des modifications du document source se trouve en annexe F page 68.

**Remarques :**

- Plusieurs langues peuvent être utilisées dans le document, par exemple le français langue principale du document et l'anglais, on écrira alors `\usepackage[english,french]{babel}` et dans le corps du document source la commande `\selectlanguage{english}` juste avant une partie en anglais : ainsi les règles de césure des mots anglais seront prises en compte.

À cette fin il suffit de mettre entre accolades la commande suivie par le texte en anglais :

```
\selectlanguage{english} Text in english
```

ou ne pas mettre entre accolades et écrire la commande `\selectlanguage{french}` juste avant la suite en français.

- Il existe un package permettant de faire du remplissage en faux-texte latin, utile pour faire des essais : Mettre alors `\usepackage{lipsum}` dans le préambule. Dans le corps du document source on écrit la commande `\lipsum`. On obtient alors un texte de plusieurs paragraphes. Avec `\lipsum[1-3]` les paragraphes 1, 2 et 3 (sur 150) sont écrits.

**Exercices :**

- Mettre la commande `\lipsum[2]` dans l'environnement `abstract`.
- En téléchargeant le pdf, il est aussi possible par copier-coller de récupérer quelques phrases du `lipsum` puis de les placer dans le code.

## 1.3 – Une police de caractères respectant la typographie française en mode mathématique

$\TeX$  utilise 2 modes d'écriture dans le document, le *mode texte* et le *mode mathématique*. Chacun de ces modes obéit à des règles spécifiques.

Le code mathématique est obligatoirement entouré de balises :

- À l'intérieur d'un texte, une expression mathématique est entre deux `$`
- On peut mettre en évidence hors-texte une expression mathématique en la plaçant entre `$$` et `$$` ou entre `\[` et `\]`

Il existe aussi des règles typographiques spécifiques à la langue française :

- minuscules latines en italique.
- majuscules latines et lettres grecques droites (romanes)

Par défaut,  $\TeX$  utilise la police Computer Modern avec les règles américaines pour le mode mathématique. Un package de police respecte les règles de typographie française : `\usepackage[upright]{fourier}` à placer dans le préambule.

**Exercices :**

- Repérer dans le code source les expressions mathématiques.
- Placer `\usepackage[upright]{fourier}` dans le préambule et observer le changement de police ainsi que les modifications des expressions mathématiques sur le document compilé.

**Remarques :**

- Les lettres grecques, l'exposant et l'indice relèvent du mode mathématique.  
Exemples : `$\alpha$` donne  $\alpha$  `$a^2$` donne  $a^2$  `$A_0$` donne  $A_0$
- À l'intérieur du mode mathématique on peut écrire du texte par la commande `\text{}`  
Exemple : `$V_\text{éq}$` donne  $V_{\text{éq}}$

## 1.4 – Les marges et les espaces

### 1.4.1 – Les marges

Par défaut  $\TeX$  entoure le texte de grandes marges. Celles-ci peuvent être personnalisées grâce à la commande : `\usepackage[top=1.5cm,bottom=1.5cm,left=2cm,right=.5cm]{geometry}` à placer dans le préambule. Il y a de nombreuses autres façons de déclarer les marges (par exemple `margin=1cm` laisse une marge de 1 cm sur les 4 côtés de la feuille).

Il existe des commandes permettant de modifier les marges pour une partie du document :

```
\setlength{\leftskip}{1cm}
```

ajoute 1 cm à la marge gauche



`\setlength{\rightskip}{-.5cm}` enlève 0,5 cm à la marge droite.

L'environnement `quote` augmente la marge des 2 côtés sans indentation du contenu.

L'environnement `quotation` augmente la marge des 2 côtés avec indentation du contenu.

#### Exercices :

- Placer `\usepackage[top=1.5cm,bottom=1.5cm,left=2cm,right=.5cm]{geometry}` dans le préambule et observer le changement des marges.
- Placer `\setlength{\leftskip}{1cm}` juste avant un texte et `\setlength{\leftskip}{0cm}` juste après pour observer le décalage de marge uniquement sur ce texte.

### 1.4.2 – Les dimensions

#### 1.4.2.1 – Unités ordinaires

De nombreuses unités peuvent être utilisées. Les plus fréquentes : le centimètre `cm`, le millimètre `mm` et le point `pt`. Il faut environ 3 points pour faire 1 mm.

Attention à la syntaxe : `top=1.5cm` et `top=1.5 cm` sont corrects mais `top=1,5cm` n'est pas correct.

#### 1.4.2.2 – Unités particulières

- `1 ex` : longueur correspondant à la hauteur de la lettre `x` de la police courante.
- `1 em` : longueur flexible un peu plus petite que le nombre de points déclarés dans `\documentclass [] {}` et un peu plus grande que la largeur de la lettre `M`.

#### 1.4.2.3 – Dimensions prédéfinies

Elles sont nombreuses. Quelques exemples :

`\baselineskip` : distance entre 2 lignes.

`\textwidth` : distance entre les marges gauche et droite.

`\linewidth` : largeur disponible (Attention : par exemple, dans une `minipage`, c'est la largeur de la `minipage`)

`.4\linewidth` : longueur égale à 40% de `\linewidth`

### 1.4.3 – La page

La toute première commande du préambule est `\documentclass [] {}`

Dans les accolades on écrit la classe de document à élaborer :

- S'il s'agit d'un document papier, la plupart du temps c'est `article`. Pour des documents plus importants, afin d'accéder à des commandes supplémentaires, on peut utiliser `report` ou `book`.
- S'il s'agit d'un diaporama, on utilisera la classe `beamer`, classe comportant de nombreuses commandes spécifiques.

Quelques options entre crochets :

- Par défaut  $\LaTeX$  travaille en format américain. Il est donc indispensable de mettre en option `a4paper` pour une page au format A4 (21×29,7 cm)  
Remarque : Il y a de nombreux formats prédéfinis. Il est aussi personnalisable avec les options `paperwidth=` et `paperheight=`
- Par défaut  $\LaTeX$  utilise la taille 11pt. Il est possible de choisir 10pt ou 12pt.
- Le document est en format paysage avec `landscape` sinon par défaut il est en portrait.
- L'option `twoside` permet de distinguer les pages paires et les pages impaires : par exemple les marges droites et gauches sont inversées automatiquement si dans la commande du package `geometry` les options `left` et `right` n'ont pas la même valeur.

#### Exercices :

- Ajouter l'option `12pt` dans `\documentclass [] {article}` pour observer le document avec une police plus grande.
- Ajouter l'option `twoside` dans `\documentclass [] {article}` pour observer le décalage entre les pages paires et impaires.

## 1.4.4 – Les espaces

### 1.4.4.1 – Généralités

#### Exercices :

On peut faire les observations suivantes en utilisant l'un des textes dans le code source :

- Mettre des espaces supplémentaires dans le code entre les mots ne change rien.
- Provoquer un retour à la ligne dans le code ne change rien.
- `\` provoque un retour à la ligne sans changement de paragraphe.
- `\[5mm]` provoque un retour à la ligne sans changement de paragraphe mais avec un espacement supplémentaire de 5 mm .
- Laisser une ligne blanche dans le code crée un nouveau paragraphe dans le document. Mettre plusieurs lignes blanches dans le code est équivalent à une seule.
- Accessoirement : si le dernier mot d'une ligne est immédiatement collé à %, ce mot sera collé au premier mot de la ligne de code suivante.

### 1.4.4.2 – Indentation

Par défaut  $\LaTeX$  génère des indentations (alinéas). On peut régler cette longueur.

Par exemple si `\setlength{\parindent}{1cm}` est placé dans le préambule, tous les alinéas auront une largeur de 1 cm. Si la commande est placée dans le corps du document source elle agira sur tout ce qui suit jusqu'à la prochaine commande du même type si elle existe.

#### Remarques :

- Pour ne pas avoir d'indentation : `\setlength{\parindent}{0pt}`
- Il faut renouveler la commande `\setlength{\parindent}{}` dans les environnements susceptibles de contenir des indentations (abstract ou minipage par exemple).
- `\noindent` supprime une indentation non désirée.

### 1.4.4.3 – Distance interparagraphe

Par défaut  $\LaTeX$  ne laisse pas d'espace particulier entre 2 paragraphes, c'est la distance entre 2 lignes. On peut régler cette distance.

Par exemple si `\setlength{\parskip}{2mm}` est placé dans le préambule, tous les paragraphes auront une distance augmentée de 2 mm. Si la commande est placée dans le corps du document source elle agira sur tout ce qui suit jusqu'à la prochaine commande du même type si elle existe.

#### Remarques :

- Il faut renouveler la commande `\setlength{\parskip}{}` dans les environnements contenant des paragraphes.
- Une distance supplémentaire peut être ajoutée avec `\bigskip`, `\medskip` ou `\smallskip`
- On peut imposer un changement de page avec `\newpage`

### 1.4.4.4 – Interligne

- `\linespread{1.2}\selectfont` placé dans le préambule crée une interligne agrandit l'interligne d'un facteur 1,2. Cette commande agit sur la totalité du document.
- `\renewcommand{\baselinestretch}{1.5}` fonctionne sur le même principe.
- `\setlength{\baselineskip}{6mm}` dans le corps du document source crée une interligne de 6 mm, jusqu'à la prochaine commande du même type, mais n'agit ni dans les environnements ni dans les tableaux.

#### Exercices :

- Placer `\setlength{\parindent}{0pt}` dans le préambule pour supprimer les indentations.
- Placer `\setlength{\parskip}{2mm}` dans le préambule pour placer un intervalle supplémentaire de 2 mm entre chaque paragraphe.
- Placer `\renewcommand{\baselinestretch}{1.5}` dans le préambule pour créer une distance plus grande entre les lignes.

### 1.4.4.5 – Espacements

#### 1.4.4.5.1 – Espace non fixe

`\vfil` permet de centrer verticalement dans l'espace libre

`\hfil` permet de centrer horizontalement dans l'espace libre

`\vfill` pousse jusqu'au bout verticalement.

`\hfill` pousse jusqu'au bout horizontalement.

#### Remarques :

- Si une page commence ou finit par une commande d'espace, elle peut ne pas être prise en compte. Dans ce cas, il faut penser à ajouter dans le code un caractère invisible pour commencer ou finir la page. Plusieurs sont possibles (qui ne sont pas équivalents) : `{}` `\strut` `\null`
- Plusieurs commandes d'espacements non fixes peuvent se concurrencer sur la même page. Ainsi pour placer un mot au tiers horizontal d'une ligne, on peut placer à sa gauche `\hfill` et à sa droite `\hfill\hfill`

#### 1.4.4.5.2 – Espace fixe

`\vspace{5mm}` ou parfois `\vspace*{5mm}` introduit un espacement vertical de 5 mm

`\hspace{5mm}` ou parfois `\hspace*{5mm}` introduit un espacement horizontal de 5 mm

#### 1.4.4.5.3 – Autres espaces horizontaux

Le tilde `~` collé entre 2 mots crée un espace insécable : c'est donc très pratique pour que le nombre et son unité ne soient pas sur 2 lignes différentes.

	code	résultat
	<code>A\!B</code>	AB
normal	<code>A B</code>	A B
insécable	<code>A~B</code>	A B
	<code>A\enspace B</code>	A B
	<code>A\quad B</code>	A B
	<code>A\qquad B</code>	A B

## 1.5 – Modifier un mot ou un groupe de mots

### 1.5.1 – Taille de police

code	résultat
<code>{\tiny a}</code>	a
<code>{\scriptsize a}</code>	a
<code>{\footnotesize a}</code>	a
<code>{\small a}</code>	a
<code>{\normalsize a}</code>	a
<code>{\large a}</code>	a
<code>{\Large a}</code>	a
<code>{\LARGE a}</code>	a
<code>{\huge a}</code>	a
<code>{\Huge a}</code>	a

#### Remarques :

- Avec `\fontsize{16pt}{18pt}\selectfont` la taille de police devient 16 points et l'interligne 18 points. `\normalsize` permet de revenir à la taille et à l'interligne courants.
- `\scalebox{2}{Lorem ipsum}` permet de grossir ou réduire un texte.

### 1.5.2 – Styles de caractères

code	code	résultat
<code>{\itshape italique}</code>	<code>\textit{italique}</code>	<i>italique</i>
<code>{\slshape penché}</code>	<code>\textsl{penché}</code>	<i>penché</i>
<code>{\bfseries gras}</code>	<code>\textbf{gras}</code>	<b>gras</b>
<code>{\ttfamily machine}</code>	<code>\texttt{machine}</code>	machine
<code>{\scshape Petites Capitales}</code>	<code>\textsc{Petites Capitales}</code>	PETITES CAPITALES
<code>{\sffamily sans serif}</code>	<code>\textsf{sans serif}</code>	sans serif
<code>{\em emphase}</code>	<code>\emph{emphase}</code>	<i>emphase</i>

L'avantage de la première méthode est la combinaison de plusieurs commandes :

`{\itshape\bfseries\scriptsize italique gras et petit}` donne *italique gras et petit*

#### Exercice :

Choisir un texte et le modifier ainsi : `{\itshape\bfseries\footnotesize texte}`

#### Remarques :

- Le style `machine` est aussi utilisé pour écrire du code dans un document sans qu'il soit compilé. Pour cela, on tape la commande `\verb!!` avec le code placé entre les 2 balises identiques au choix.
- Pour un ensemble de lignes de code, on peut utiliser l'environnement `verbatim`.

### 1.5.3 – Note de fin de page

Il est toujours possible d'ajouter une note de fin de page avec la commande `\footnote{ }`.

#### Remarques :

- On ne peut toutefois pas écrire dans une note de fin de page du code en utilisant les commandes ou les environnements qui le permettent dans le texte ( par exemple `\verb` ). S'il est nécessaire de placer du code dans une note de fin de page, il faut recourir à une astuce : utiliser la commande `\texttt{ }` en faisant attention aux caractères réservés ( par exemple remplacer `\` par `\boi` ou `{` par `\{` )
- On peut rencontrer le même problème par exemple dans un glossaire, dans un index, ...et le résoudre de la même façon.
- Des packages existent pour résoudre ces questions mais ils ne sont pas simples d'utilisation.

## 1.6 – La présentation

La commande `\maketitle` permet l'affichage du titre du document, d'une date et des auteurs.

Quelques précisions :

- Le titre du document est à placer dans `\title{ }`
- S'il y a plusieurs auteurs, il faut procéder ainsi : `\author{ \and }`
- La date au moment de la compilation est donnée par : `\date{\today}`
- Pour qu'il n'y ait pas de date affichée : `\date{ }`

#### Exercices :

- Compléter les commandes de la présentation en mettant les noms des auteurs en petites capitales.
- Mettre aussi `\maketitle` en commentaire et vérifier la disparition de la présentation.

#### Remarque :

`\thanks{ }` placé juste après le nom de l'auteur permet de placer un commentaire en relation avec l'auteur en note de bas de page.

### 1.6.1 – La table des matières

Elle est automatiquement construite avec la commande `\tableofcontents`<sup>3</sup>

#### Remarques :

- `\addto\captionsfrench{\renewcommand{\contentsname}{Sommaire}}` la renomme Sommaire.
- `\setcounter{tocdepth}{5}` dans le préambule porte le nombre de niveaux à 5 au lieu de 3 par défaut dans la table des matières.
- Il est toujours possible d'ajouter un élément dans la table des matières avec la commande `\addcontentsline{toc}{part}{}` (part peut être remplacé par section, subsection...). Si la lecture du document se fait sur l'écran, pour que les liens internes pointent bien sur la page souhaitée, il faut placer cette commande après la commande `\phantomsection`.
- Sans indication contraire,  $\LaTeX$  numérote les pages.
  - Pour que les pages ne soient pas numérotées, ajouter dans le préambule `\pagestyle{empty}`
  - Pour qu'une page spécifique ne soit pas numérotée, ajouter au code de la page la commande `\thispagestyle{empty}`.
  - Pour que les numéros de page ne soient pas centrés en tenant compte des pages paires et impaires, ajouter dans le préambule `\pagestyle{headings}`. D'autres indications s'ajoutent en haut de la page rappelant la section ou la sous-section relative à la page.

## 1.7 – Placer une image avec une légende

Le code proposé dans *Sample Paper* relatif au placement d'une image est constitué d'un environnement `figure`. Il s'agit d'un environnement qui produit une image «flottante» :  $\LaTeX$  se débrouille pour la placer au mieux selon des critères esthétiques intégrés et parfois discutables.

La commande `\caption` dépend aussi de l'environnement `figure`.

#### Exercices :

- Mettre en commentaire les lignes de l'environnement `figure` sauf `\includegraphics[width=0.3\textwidth]{frog.jpg}`. L'extension `.jpg` n'est pas obligatoire. On remarque que l'image se place dans l'ordre imposé par le code (l'image n'est plus flottante) mais qu'elle n'est plus centrée :
- Dans l'environnement `figure`, la commande `\centering` centrerait ce qui était dans l'environnement. En supprimant cet environnement en laissant `\centering` tout le document serait centré après cette commande. Par contre `\hfil` n'agit que sur l'image pour la centrer (`\hfill` la pousserait à droite)

La commande `\includegraphics[]{}` possède plusieurs options intéressantes :

`width=0.3\textwidth` l'image a pour largeur 30% de la largeur disponible.

`height=3cm` l'image a pour hauteur 3 cm.

`scale=2` l'image est à l'échelle 2.

`angle=30` l'image est tournée d'un angle de 30° dans le sens trigonométrique.

`\usepackage{capt-of}` dans le préambule permet de placer une légende sous l'image. La légende est placée avec la commande `\captionof{figure}{ }`

#### Exercice :

Placer la commande `\captionof{figure}{ }` après la commande de l'image et copier-coller entre les accolades par exemple la légende de la commande `\caption{ }` précédemment mise en commentaire. Cette légende est toujours centrée.

## 1.8 – Placer un tableau avec une légende

### 1.8.1 – Généralités

Le code proposé dans *Sample Paper* relatif au placement d'un tableau est constitué d'un environnement `table`. Il s'agit d'un environnement qui produit un tableau «flottant» :  $\LaTeX$  se débrouille pour la placer au mieux selon des critères esthétiques intégrés et parfois discutables.

La commande `\caption` dépend aussi de l'environnement `table`.

3. On peut créer de la même façon une liste des figures et une liste des tableaux : `\listoffigures` et `\listoftables`

**Exercices :**

- Mettre en commentaire les lignes de l'environnement `table` sauf l'environnement `tabular`  
On remarque que le tableau se place dans l'ordre imposé par le code (le tableau n'est plus flottant) mais qu'il n'est plus centré :
- Dans l'environnement `table`, la commande `\centering` centrait ce qui était dans l'environnement. En supprimant cet environnement en laissant `\centering` tout le document serait centré après cette commande. Par contre `\hfill` n'agit que sur le tableau pour la centrer (`\hfill` le pousserait à droite)

`\usepackage{capt-of}` dans le préambule permet de placer une légende sous le tableau. La légende est placée avec la commande `\captionof{table}{ }`

**Exercice :**

Placer la commande `\captionof{table}{ }` après l'environnement `tabular` et copier-coller entre les accolades par exemple la légende de la commande `\caption{ }` précédemment mise en commentaire. Cette légende est toujours centrée.

**Remarque :**

- `\addto\captionsfrench{\def\tablename{\scshape Tableau}}` dans le préambule remplace `TABLE` par `TABEAU`
- Si le tableau doit dépasser la page, en mettant `\usepackage{longtable}` dans le préambule, il est possible d'utiliser l'environnement `longtable` comme l'environnement `tabular`. par défaut, le tableau est centré.

**1.8.2 – Tableau à largeur automatique ou à largeur fixe**

Sample Paper propose un tableau :

<code>\begin{tabular}{l r}</code>	On peut construire un tableau avec l'environnement <code>tabular</code>
<code>Item &amp; Quantity \\ \hline</code>	<code>{l r}</code> signifie qu'il y a 2 colonnes. Dans la première l'alignement est à gauche <code>l</code> , dans la seconde l'alignement est à droite <code>r</code> . Il est possible de centrer <code>c</code>
<code>Widgets &amp; 42 \\</code>	<code> </code> signifie qu'il y a un trait vertical entre les 2 colonnes.
<code>Gadgets &amp; 13</code>	Chaque cellule du tableau est séparée de la suivante dans le code par <code>&amp;</code>
<code>\end{tabular}</code>	Chaque fin de ligne de code se termine par <code>\\</code>
	Si on ajoute la commande <code>\hline</code> un trait horizontal est tracé.

**Exercices :**

- Placer des lignes verticales et horizontales de telle sorte que toutes les cellules soient encadrées. Doubler le trait vertical entre les 2 colonnes et le trait entre la première et la deuxième ligne. Ajouter à gauche une colonne centrée avec les numéros de lignes.
- On peut élargir les lignes par exemple d'un facteur 2 avec la commande `\renewcommand{\arraystretch}{2}`  
Cette commande agit sur tous les tableaux qui suivent ou jusqu'à une commande du même type.
- Placer la commande `\usepackage{array}` dans le préambule.  
Remplacer `{|c|l||r|}` par `{|>\centering\arraybackslash}p{3cm}|p{3cm}||>\raggedleft\arraybackslash}p{3cm}|}`  
Cette méthode permet d'élargir les colonnes aux valeurs souhaitées.
- Avec des colonnes de largeur fixe, il est possible, à l'intérieur d'une cellule de placer des éléments les uns au dessous des autres par la commande `\newline`. Les lignes s'élargissent en conséquence.
- Dans le cas où plusieurs éléments sont placés les uns au dessous des autres, il est possible de choisir l'alignement en ligne : `p{3cm}` aligne en haut des cellules, `m{3cm}` aligne au centre et `b{3cm}` aligne en bas.

**1.8.3 – Fusion de colonnes ou de lignes**

`\multicolumn{2}{c|}{ }` fusionne dans une ligne 2 colonnes et le contenu est centré. Pour fusionner des lignes il faut placer `\usepackage{multirow}` dans le préambule.

`\multirow{3}{*}{ }` fusionne dans une colonne 3 lignes. Le contenu est centré.

Il ne faut pas oublier d'adapter les lignes horizontales en utilisant

`\cline{1-3}` pour tracer une ligne horizontale de la colonne 1 à la colonne 3.

## 1.9 – Les listes

### 1.9.1 – Liste à puce

L'environnement `itemize` permet de créer une liste à puce. Chaque élément de la liste commence par la commande `\item` ou `\item[ ]`. par défaut de crochets, la puce est —. Sinon la puce est ce qu'il y a entre les crochets.

#### Remarques :

- Avec `\item[ ]` il n'y a pas de puce mais un simple décalage.
- On peut créer une liste dans une liste. Quatre niveaux sont possibles par défaut avec la même puce.
- `\renewcommand{\labelitemi}{ }` remplace l'ensemble des puces du niveau 1 par la puce codée entre les accolades. Si cette commande est placée avant l'environnement, elle agira sur tous les environnements `itemize` jusqu'à une commande du même type. Si cette commande est placée dans l'environnement, elle n'agira que dans l'environnement.
- Les commandes suivantes sont relatives aux autres niveaux : `\labelitemii`, `\labelitemiii` et `\labelitemiv`
- En plaçant `\setlength{\itemsep}{ }` dans l'environnement, on règle la distance entre les items du niveau.

### 1.9.2 – Liste énumérée

L'environnement `enumerate` permet de créer une liste numérotée. Chaque élément de la liste commence par la commande `\item`.

#### Remarques :

- On peut créer une liste dans une liste. Quatre niveaux sont possibles. Par défaut, le niveau 1 est un chiffre suivi d'un point, le niveau 2 est une lettre de l'alphabet minuscule entre parenthèses, le niveau 3 est un chiffre romain minuscule suivi d'un point, le niveau 4 est une lettre de l'alphabet majuscule suivi d'un point.
- `\renewcommand{\theenumi}{\alph{enumi}}` remplace l'ensemble des chiffres du niveau 1 par des lettres minuscules. Au lieu de `\alph{ }` on peut utiliser `\Alph{ }` pour obtenir des lettres majuscules, `\arabic{ }` pour obtenir des chiffres, `\roman{ }` pour obtenir des chiffres romains minuscules, `\Roman{ }` pour obtenir des chiffres romains majuscules.
- Accessoirement, la commande `\setcounter{enumi}{ }` impose la valeur du compteur du niveau 1. L'item suivant sera alors numéroté avec la valeur entre accolades augmentée de 1. (Pour les lettres, la valeur correspond à l'ordre de la lettre dans l'alphabet)

### 1.9.3 – Liste descriptive

L'environnement `description` permet de créer une liste descriptive. Chaque élément de la liste commence par la commande `\item[ ]`. Ce qui est entre crochets est en caractère gras.

### 1.9.4 – Le package `enumitem`

Ce package permet davantage d'options dans les listes.

Placer `\usepackage{enumitem}` dans le préambule, mettre entre crochets juste après `\begin{itemize}` :

- `label=` pour le code de la puce dans `itemize`
- `label=\Alph*` ou `\arabic*` ou `\alph*` ou `\roman*` ou `\Roman*` pour le code de la numérotation dans `enumerate`. Des compléments sont acceptés : `label=\Alph*)` -
- `itemsep=` pour la distance entre 2 items
- `leftmargin=` pour le décalage
- `leftmargin=*` pas de décalage
- `topsep=` pour l'espace avant le premier item
- `resume` Si 2 environnements `enumerate` se trouvent dans un document, l'option `resume` indiquée dans le deuxième environnement `enumerate` permet la continuité de la numérotation.

## 1.10 – Références croisées

Il est possible de placer un label dans le texte, dans la légende d'une figure ou d'un tableau, dans une liste. Pour cela, on écrit entre les accolades de la commande `\label{ }` un mot spécifique qui sert de référence. Le label n'apparaît pas dans le document final.

La commande `\ref{ }` permettra alors d'obtenir dans le document final :

- Le numéro de la section, sous-section ou paragraphe dans lequel est situé le label s'il est dans un texte ou dans une liste non énumérée.
- Le numéro de la figure ou du tableau si le label est dans une légende.
- Le numéro d'ordre si le label est dans une liste énumérée.

La commande `\pageref{ }` permettra alors d'obtenir le numéro de la page contenant le label.

## 1.11 – La structure du document

Pour la classe `article` les titres et sous-titres se hiérarchisent par défaut de la façon suivante :

`\part{}`, `\section{}`, `\subsection{}`, `\subsubsection{}`, `\paragraph{}`, `\subparagraph{ }`

### Remarques :

- La numérotation peut être modifiée :  
Ainsi `\renewcommand\thesection{Chapitre \Alph{section} -}` donnera Chapitre A - au lieu de 1. Le principe ressemble beaucoup à celui des listes numérotées.
- Par défaut il y a 4 niveaux de numérotation. On peut modifier cela en ajoutant dans le préambule la commande suivante :  
`\setcounter{secnumdepth}{5}` porte à 5 le nombre de niveaux de numérotation.
- En étoilant la commande par exemple `\section*{ }` elle ne sera pas numérotée et n'apparaîtra pas dans la table des matières.
- Pour faire apparaître le contenu d'une commande étoilée de titre, il faut procéder ainsi :  
`\addcontentsline{toc}{section}{ }` pour une section.

### 1.11.1 – Le package `titlesec`

Ce package permet davantage de souplesse pour la structure du document.

Il faut placer `\usepackage{titlesec}` dans le préambule. Les commandes suivantes peuvent être placées dans le préambule ou dans le corps du document source. Par exemple :

`\titleformat{\part}{\huge\bfseries\filcenter}{}{0pt}{}` signifie que le titre de la partie est écrit en taille très grande, en gras et au centre, sans numérotation. `\filleft` place à droite le titre.

`\titlespacing*{\part}{0cm}{0cm}{0cm}` augmente les espaces par défaut des distances indiquées successivement à gauche, au-dessus et en-dessous. Ces distances peuvent être négatives.

`\titleformat{\section}{\LARGE\bfseries}{\thesection}{0pt}{--}` signifie que le titre de la section est écrit en taille grande, en gras et à gauche par défaut, avec numérotation du type 1-.

## 1.12 – Placer côte à côte

### 1.12.1 – Placer 2 textes côte à côte avec l'environnement `minipage`

L'environnement `minipage` permet de placer dans des pages de largeur à indiquer. La longueur d'une `minipage` est celle de son contenu.

Par exemple, si on veut placer 2 textes de largeur 7 cm l'un à côté de l'autre :

```
\begin{minipage}{7cm}
\lipsum[1]
\end{minipage}
\begin{minipage}{7cm}
\lipsum[2]
```



```
\end{minipage}
```

Ce qui donne :

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

#### Remarques :

- Si on laisse une ligne blanche entre les 2 codes des minipages, celles-ci seront l'une en-dessous de l'autre.
- Par défaut, les 2 minipages sont placées à gauche et centrées. Le code suivant permet de les séparer avec des espaces calculés automatiquement. `\vline` trace un trait vertical de la longueur de la plus grande minipage. Les minipages sont alignées en haut avec `[t]` ou en bas avec `[b]`

```
— \hfill
  \begin{minipage}[t]{7cm}
  \lipsum[1]
  \end{minipage}
  \hfill\vline\hfill
  \begin{minipage}[t]{7cm}
  \lipsum[2]
  \end{minipage}
  \hfill\strut
```

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

### 1.12.2 – Placer du texte sur 2 colonnes avec l'environnement multicol

L'environnement `multicol` permet de placer en colonnes. Par défaut les colonnes ont à peu près la même longueur :

```
\begin{multicols}{2}
\lipsum[1]
\end{multicols}
```

Ce qui donne :

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit

amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

#### Remarques :

- En remplaçant `multicols` par `multicols*` les colonnes sont emplies une à une.
- `\columnbreak` force un saut de colonne
- `\setlength{\columnsep}{1cm}` sépare 2 colonnes par une bande verticale de 1 cm
- `\setlength{\columnseprule}{1pt}` sépare 2 colonnes par un trait vertical d'épaisseur 1 pt.

### 1.12.3 – Placer un texte, une image et un tableau côte à côte avec l'environnement minipage

La seule difficulté consiste à bien régler les alignements. Les commandes `\strut` ou `\null` peuvent être utiles. Dans cet exemple, le texte, l'image et le tableau sont alignés en haut et l'alignement a été réalisé avec `\vspace{-1ex}` dans un souci esthétique.

```
\hfill
\begin{minipage}[t]{5cm}
\lipsum[2]
\end{minipage}
\hfill\vline\hfill
\begin{minipage}[t]{5cm}
```

```

\vspace{-1ex}
\hfil\includegraphics[width=3cm]{frog.jpg}
\end{minipage}
\hfill\vline\hfill
\begin{minipage}[t]{5 cm}
\vspace{-1ex}
\hfil\begin{tabular}{|c|l||r|}
\hline
1&Item & Quantity \\\hline\hline
\multicolumn{2}{|c|}|{Widgets} & \multirow{2}{*}{42 } \\\cline{1-2}
3&Gadgets & \\\hline
\end{tabular}
\end{minipage}
\hfill\strut

```

### 1.12.4 – Utilisation de la commande \parbox

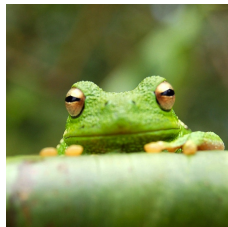
La commande `\parbox[]{}{}` peut être utilisée de la même façon que l'environnement `minipage`.

```

\hfill
\parbox[t]{5cm}{\lipsum[2]}%$\left\lbrace \parbox[t]{5cm}{\lipsum[2]}\right. $
\hfill\vline\hfill
\parbox[t]{5cm}{\vspace{-1ex}\hfil\includegraphics[width=3cm]{frog.jpg}}
\hfill\vline\hfill
\parbox[t]{5cm}{\vspace{-1ex}\hfil\begin{tabular}{|c|l||r|}
\hline
1&Item & Quantity \\\hline\hline
\multicolumn{2}{|c|}|{Widgets} & \multirow{2}{*}{42 } \\\cline{1-2}
3&Gadgets & \\\hline
\end{tabular}}
\hfill\strut

```

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.



1	Item	Quantity
Widgets		42
3	Gadgets	

#### Remarque :

Dans cet exemple, il faut aussi noter la méthode pour obtenir une grande accolade à gauche et rien à droite :

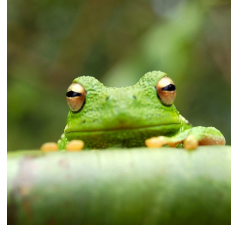
```

\hfil$\left\lbrace \parbox{15cm}{
\setlength{\parskip}{5mm}
\lipsum[2]

```

```
\hfil\includegraphics[width=3cm]{frog.jpg}\right. $
```

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.



# Exemple n° 2 – Comptes-rendus de TP de Physique-Chimie

## 2 – Quelques exemples dans différents domaines :

Dans cette partie, il s'agit de construire le code  $\LaTeX$  incluant des dessins et graphes en TikZ.

Méthode d'apprentissage :

- Cette partie est suivie d'annexes dans lesquelles on pourra trouver les renseignements pour construire le code.
- Des références indiquent des endroits où trouver ces renseignements.
- Une correction est proposée en annexe.

## 2.1 – Mécanique

### 2.1.1 – Sujet

#### Matériel :

- Support vertical
- 2 poulies de bonne qualité pouvant être fixées en différents endroits du support.
- Boîte de masses marquées
- Ficelles
- Rapporteur d'angle.

#### Expériences et travail à réaliser :

- On travaillera dans un plan vertical. Réaliser un équilibre de 3 forces de directions différentes à l'aide des ficelles au bout desquelles sont placées des masses marquées différentes. L'une de ces directions est verticale, les 2 autres sont obtenues grâce aux poulies.
- Bien noter les 3 angles autour du point de concours des 3 forces ainsi que les 3 masses correspondant aux 3 directions des forces.
- Réaliser un schéma fidèle à l'expérience en respectant bien les angles.
- À partir du point de concours des forces, tracer des vecteurs de longueurs proportionnelles aux masses.
- Vérifier que la somme de ces 3 vecteurs est nulle.

#### Objectifs pédagogiques :

- En physique :
  - Trouver la loi des équilibres d'un solide soumis à 3 forces concourantes.
  - Découvrir le rôle de la poulie dans la transmission de la force.
  - Considérer le poids comme force particulière.
- En informatique :
  - Enrichir progressivement un code de dessin en utilisant la documentation.
- En mathématique :
  - Faire une somme vectorielle
  - Travailler dans différents types de coordonnées (cartésiennes, polaires, absolues et relatives)
  - Savoir se servir des rotations dans les 2 sens.

## 2.1.2 – Résultat souhaité

## Équilibre de 3 forces

JEAN HEYMARD

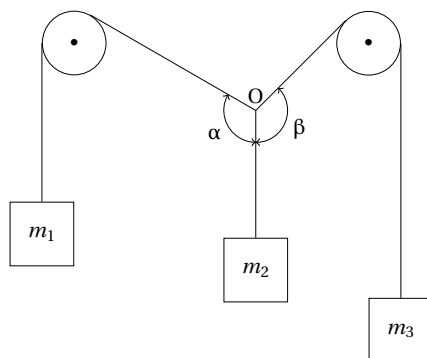
PAUL OCHON

22 avril 2016

## Résumé

L'objectif de cette expérience est de montrer que la somme vectorielle des forces appliquées sur un solide en équilibre est nulle.

## 1 Montage expérimental



Le montage est réalisé dans le plan vertical à l'aide de poulies sur roulement à billes et de fils de masses négligeables. Les 3 masses sont différentes :

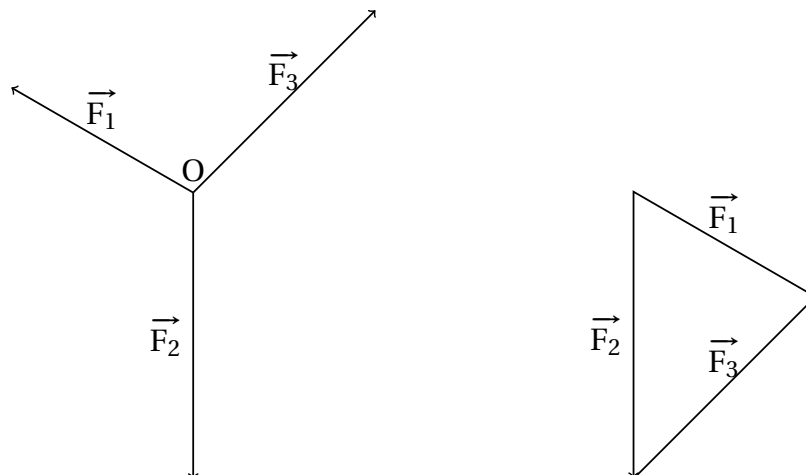
$$m_1 = 73 \text{ g} \quad m_2 = 100 \text{ g} \quad m_3 = 90 \text{ g}$$

On mesure au rapporteur :

$$\alpha = 120^\circ$$

$$\beta = 135^\circ$$

## 2 Représentation vectorielle des forces



## 3 Conclusion

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = \vec{0}$$

### 2.1.3 – Conseils pour le compte-rendu

La démarche présentée ci-dessous n'est qu'une proposition.

Correction annexe I page 75.

#### Exercices :

- Préparer un préambule minimum inspiré de l'Exemple n° 1 :

```
\documentclass[ ]{article}
\usepackage[ ] {geometry}
\usepackage[french]{babel}
\usepackage[T1]{fontenc}
\usepackage[utf8]{inputenc}
\usepackage[upright]{fourier}
\usepackage{amsmath}
\usepackage{graphicx}
```

```
\title{}
\author{}
\date{\today}
\begin{document}
\maketitle
```

```
\end{document}
```

Ajouter `\usepackage{tikz}`.

- Schéma de l'expérience.

On peut s'inspirer aussi de l'exemple C.2.1 page 50. Une variante est proposée ci-dessous (il faudra éventuellement modifier les angles en fonction des résultats expérimentaux) :

On peut commencer par la masse  $m_1$ , node qu'on peut appeler (m1) au «nord» (m1.north) duquel on accroche la ficelle la reliant à la poulie, node circulaire qu'on peut appeler (p1).

À l'extrémité haute du fil tracé, on peut créer un node invisible qu'on peut appeler (f1) de même dimension que la poulie afin de pouvoir accrocher la poulie sur (f1.east).

Le point de départ du fil descendant vers le point de concours O peut être (p1.60) si le fil penche d'un angle de  $30^\circ$ . Le point O est un node ou un coordinate. Pour les parties droite et centrale de la figure on procède comme pour la partie gauche.

Pour les angles, on peut s'inspirer aussi de l'exemple C.2.1 page 50.



## 2.2 – Chimie

### 2.2.1 – Sujet

#### Quelques réactions avec le calcaire.

##### Matériel :

- tubes à essais
- tube à dégagement adapté avec bouchon
- morceau de calcaire  $\text{CaCO}_3$
- acide chlorhydrique  $\text{HCl}$
- eau de chaux  $\text{Ca(OH)}_2$
- soude  $\text{NaOH}$

##### Expériences à réaliser :

*Les protocoles avec consignes de sécurité sont fournis aux élèves.*

- On attaque un morceau de calcaire avec de l'acide chlorhydrique.
- On met en évidence le gaz carbonique produit avec le trouble de l'eau de chaux.
- On caractérise l'ion calcium par précipitation avec la soude.

##### Objectifs pédagogiques :

- En chimie :
  - Connaître quelques réactions caractéristiques classiques.
  - Savoir observer puis rédiger avec concision une expérience simple.
  - Savoir écrire convenablement une équation chimique.
- En informatique :
  - Savoir faire preuve de rigueur dans l'utilisation d'une syntaxe précise imposée par le logiciel.
- En mathématique :
  - Savoir utiliser convenablement les coordonnées absolues et relatives dans un plan.
  - Savoir effectuer une translation et une rotation.

## 2.2.2 – Résultat souhaité

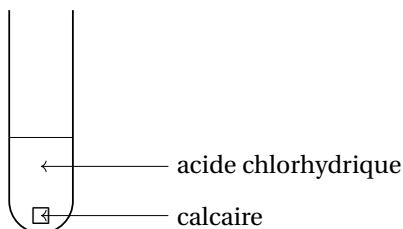
## Quelques expériences avec le calcaire

JEAN DUPONT

RENÉ DURAND

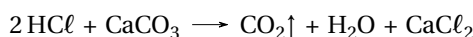
16 avril 2016

### 1 Action de l'acide chlorhydrique sur le calcaire

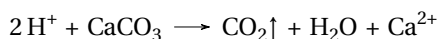


Le calcaire est attaqué par l'acide chlorhydrique : on observe un dégagement gazeux. Le calcaire finit par disparaître en solution.

L'équation de la réaction est :



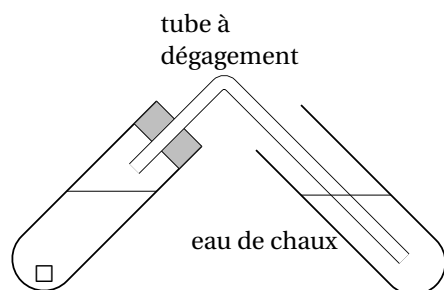
En n'utilisant que les espèces réactives :



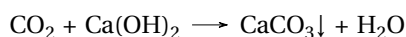
Conclusion : le dégagement gazeux est du gaz carbonique.

La solution contient du chlorure de calcium soluble dans l'eau.

### 2 Action du gaz carbonique sur l'eau de chaux

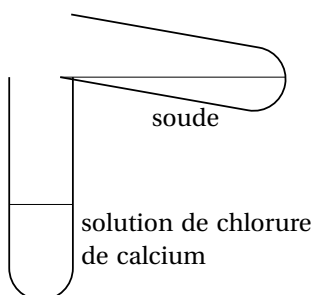


On fait barboter le gaz carbonique fabriqué dans l'eau de chaux. On observe alors la formation d'un trouble selon la réaction :

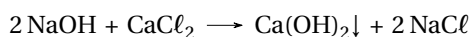


Le trouble est donc du calcaire (carbonate de calcium) insoluble dans l'eau.

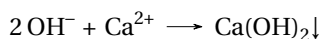
### 3 Action de la soude sur la solution de chlorure de calcium



La soude attaque la solution de chlorure de calcium pour donner un précipité blanc selon la réaction :



En n'écrivant pas les ions spectateurs :



Le précipité blanc est de l'hydroxyde de calcium.

### 2.2.3 – Conseils pour le compte-rendu

La démarche présentée ci-dessous n'est qu'une proposition.

Correction annexe G page 71.

#### Exercices :

- On le réalise par exemple sur le site `overleaf.com`. Faire `New Project/Blank Paper`

Préparer un préambule minimum inspiré de l'Exemple n° 1 :

```
\documentclass[ ]{article}
\usepackage[ ] {geometry}
\usepackage[french]{babel}
\usepackage[T1]{fontenc}
\usepackage[utf8]{inputenc}
\usepackage[upright]{fourier}
\usepackage{amsmath}
\usepackage{graphicx}

\title{}
\author{}
\date{\today}
\begin{document}
\maketitle

\end{document}
```

Ajouter `\usepackage{tikz}` et `\usepackage{chemformula}`.

- Schéma de la première expérience.

Un dessin se place dans un environnement `tikzpicture` ou derrière une commande `\tikz{}` (Les accolades ne sont pas utiles s'il n'y a qu'une seule instruction.). Chaque instruction se termine par `;`. Voir B page 37.

Le *tube* est une succession de figures simples : segment de 3 cm, arc de cercle de rayon 0,5 cm et de nouveau segment. Voir B.3.4 page 39.

L'épaisseur du trait peut être choisie en option (`ultra thin`, `very thin`, `thin`, `semithick`, `thick`, `very thick`, `ultra thick`, `line width=`)

Le *niveau de liquide* est un segment tracé entre 2 coordinate. Voir l'exemple de la *burette* C.1 page 41 pour placer les coordinate puis tracer le segment.

Le *morceau de calcaire* est un carré obtenu par la commande `\square`. Il est placé dans un node au-dessus de l'arc (option `above`), à la moitié de sa longueur (option `pos=.5`) selon la méthode décrite aussi dans l'exemple de la *burette* C.1 page 41. Chaque node peut recevoir une référence entre parenthèses selon la syntaxe `node [ ] ( ) { }`. Le *morceau de calcaire* est par exemple référencé (C). Voir les détails B.3 page 38. L'étiquette «calcaire» est un node placé à l'extrémité d'un segment en forme de flèche (option `<-`) reliant le centre du carré (C. `center`) à ce node.

Enfin l'étiquette «acide chlorhydrique» est un node placé à l'extrémité d'un segment en forme de flèche reliant de 5 mm du haut du carré (`[yshift=5mm]C.north`) à ce node. Une façon plus simple d'obtenir le même résultat pourrait être (0.5, -2.5).

- Schéma de la troisième expérience.

On reprend tout d'abord le schéma du *tube à essai* du §1.

Pour dessiner le *tube à essai penché*, on peut procéder de la façon suivante :

- Placer dans un environnement `scope` le code du *premier tube à essai* sans le *niveau de liquide*.
- Mettre en option une translation de 8 mm et une rotation de 80°. Voir B.3.5 page 39.
- La difficulté pour tracer correctement le trait horizontal représentant le *niveau de liquide* est la longueur du trait. On peut procéder par tâtonnement. Il existe des méthodes pour éviter cela : réécrire le code du *tube à essai* en remplaçant `\draw` par `\clip`. Tout ce qui est en dehors de la surface fermée ainsi définie ne sera pas

tracée (tant que le code est à l'intérieur du `scope`).

- Placer un `coordinate` à l'origine du premier segment du *tube à essai* et tirer un trait horizontal vers la droite de longueur suffisante. Il faut utiliser avec `\draw` l'option `rotate=-80` dans le `scope` car le repère a lui aussi été tourné de  $80^\circ$ .
- Schéma de la deuxième expérience.
 

On reprend tout d'abord le schéma du *tube à essai* du §1. On ajoute un *bouchon* coloré en gris clair (option `fill=lightgray`) par la commande `\rectangle`. Voir B.1 page 37. On laisse l'ensemble vertical.

On ajoute le *tube à dégagement* : c'est d'abord un segment vertical bien centré suivi d'une partie horizontale plus longue. Voir de nouveau B.1 page 37.

Pour arrondir l'angle droit : option `rounded corners`. Voir *l'erenmeyer* C.1 page 41.

Pour transformer le trait en *tube* : options `double`, `double distance=`

Pour effectuer une rotation de  $45^\circ$  dans le sens horaire de l'ensemble, on peut ajouter à `scope` l'option `rotate around=-45:(0.5,1)`.

Remarque : `rotate=-45` est équivalent à `rotate around=-45:(0,0)`

Pour le deuxième *tube à essai*, on peut refaire un autre `scope` avec l'option `rotate around=45:(0.5,1)`

Le *niveau des liquides* dans chaque *tube* peut de nouveau être ajusté avec la méthode `\clip`.
- Les schémas sont placés à gauche des textes grâce à des minipages. Voir 1.12.1 page 16.
- Pour écrire les équations, voir A.1 page 34.

## 2.3 – Électricité

### 2.3.1 – Sujet

#### Caractéristiques d'une lampe à incandescence

##### Matériel :

- Générateur de tension réglable 0 à 12 V
- Lampe à incandescence
- 2 multimètres
- Fils électriques.

##### Expériences à réaliser :

- Réaliser un montage dans lequel le générateur alimente la lampe. On doit pouvoir mesurer l'intensité du courant avec un ampèremètre monté en série avec la lampe et connaître la tension aux bornes de la lampe.
- Remplir un tableau de 8 mesures effectuées.
- Tracer un graphe  $U = f(I)$
- Calculer la résistance de la lampe pour chacune des mesures.
- Répondre à la question : comment évolue la résistance d'un filament métallique quand sa température augmente?

##### Objectifs pédagogiques :

- En physique :
  - Réaliser un montage et savoir le schématiser
  - Connaître et comprendre la notion de résistance et l'influence de la température lorsqu'elle est métallique.
- En informatique :
  - Savoir utiliser le mode d'emploi de la bibliothèque de composants de TikZ  
*Les élèves reçoivent une fiche contenant les commandes permettant de dessiner les composants du circuit.*
  - Connaître une méthode de tracé d'un graphe.
- En mathématique :
  - Faire un tableau de mesures et en déduire un graphe avec des échelles convenablement choisies.

## 2.3.2 – Résultat souhaité

## Caractéristiques d'une lampe à filament

ARTHUR MARTIN

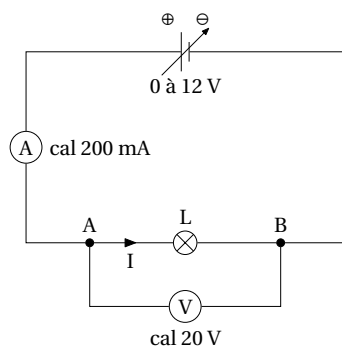
ANNE HIMAL

22 avril 2016

## Résumé

On soumet une lampe à différentes tensions. On relève l'intensité et on calcule la résistance. On en déduit l'évolution de la résistance en fonction de la température du filament.

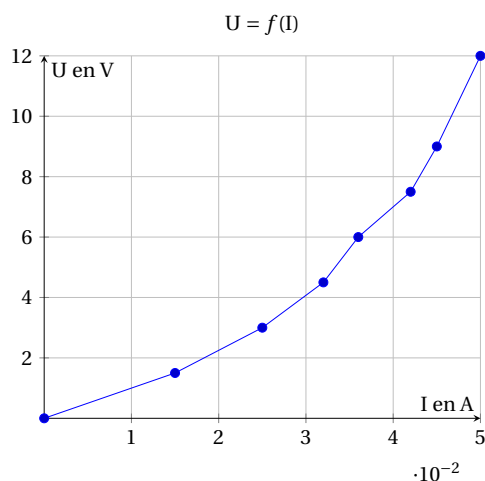
## 1 Montage



## 2 Tableau de mesures

U (en V)	0	1,5	3	4,5	6	7,5	9	12
I (en A)	0	0,015	0,025	0,032	0,038	0,042	0,045	0,050
$R = \frac{U}{I}$ (en $\Omega$ )		100	120	141	158	179	200	240

## 3 Graphe



## 4 Conclusion

Au fur et à mesure que la tension augmente, l'intensité augmente dans le filament qui chauffe de plus en plus. Les calculs de résistance montrent que plus la température du filament est élevée plus la résistance du filament est élevée. Sur le graphe, l'augmentation de la résistance se traduit par une pente de plus en plus forte de la courbe  $U = f(I)$

### 2.3.3 – Conseils pour le compte-rendu

La démarche présentée ci-dessous n'est qu'une proposition.

Correction annexe H page 73.

#### Exercices :

- On le réalise par exemple sur le site `overleaf.com`. Faire `New Project/Blank Paper`

Préparer un préambule minimum inspiré de l'exemple précédent :

```
\documentclass[ ]{article}
\usepackage[ ] {geometry}
\usepackage[french]{babel}
\usepackage[T1]{fontenc}
\usepackage[utf8]{inputenc}
\usepackage[upright]{fourier}
\usepackage{amsmath}
\usepackage{graphicx}
\usepackage{tikz}

\title{}
\author{}
\date{\today}
\begin{document}
\maketitle

\end{document}
```

- Réalisation du schéma du montage.

Il est nécessaire d'ajouter après `\usepackage{tikz}` une bibliothèque spécifique pour le tracé des circuits électriques : `\usetikzlibrary{circuits.ee.IEC}` ainsi que `\usetikzlibrary{babel}` en raison des spécificités de la typographie française.

On ajoutera aussi les lignes suivantes pour construire voltmètre et ampèremètre.

```
\tikzset{circuit declare symbol = Vmeter}
\tikzset{set Vmeter graphic = {draw, generic circle IEC, minimum size=5mm, info=center:V}}
\tikzset{circuit declare symbol = Ameter}
\tikzset{set Ameter graphic = {draw, generic circle IEC, minimum size=5mm, info=center:A}}
```

La même méthode peut permettre de construire d'autres dipôles.

Des exemples de code de circuits électriques sont présentés C.2.2 page 52.

- Réalisation du tableau.

Le tableau présenté a été réalisé avec l'environnement `tabularx`. Voir D.7.2 page 63.

- Réalisation du graphe.

Le package `pgfplots` permet d'obtenir un graphe avec un code réduit à l'essentiel. pour cela, il faut ajouter `\usepackage{pgfplots}` dans le préambule.

On crée un environnement `axis` dans un environnement `tikzpicture` :

Les coordonnées des points du graphe sont écrits ainsi dans la commande `\addplot coordinates {( , )( , ) ( , )( , )};`

Différentes options peuvent être utilisées avec l'environnement `axis` :

```
title={ } Le titre est placé au dessus du graphe.
xlabel= nom de l'axe horizontal, placé en dessous.
grid=major grille principale.
axis x line=center système d'axes classique.
```

smooth lisse le graphe.



# **ANNEXES**

## A – Deux grands packages de chimie

### A.1 – Le package chemformula

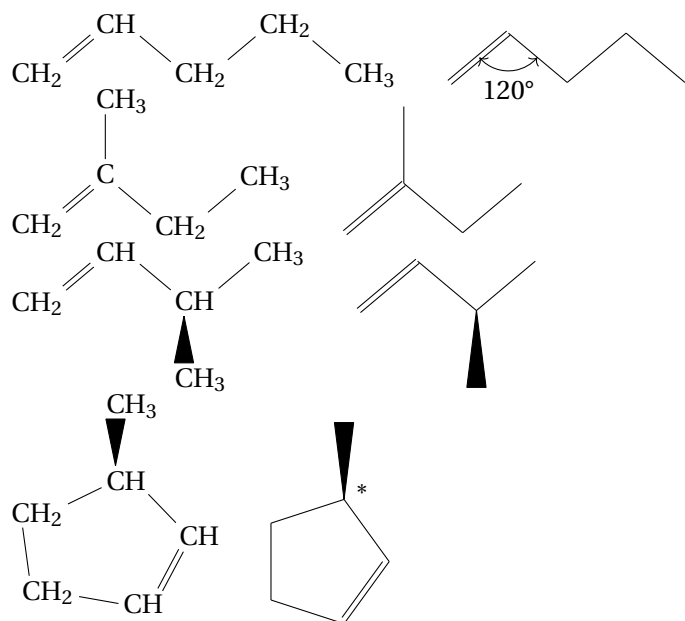
On place `\usepackage{chemformula}` dans le préambule. On peut aussi ajouter `\usepackage{chemmacros}` pour quelques commandes supplémentaires.

$\text{Ba}(\text{OH})_2 \downarrow$	<code>\ch{Ba(OH)2 v}</code>
couple $\text{CO}_2/\text{HCO}_3^-$	<code>couple \ch{CO2 / HCO3-}</code>
$\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$	<code>\ch{CO2 + H2O &lt;&gt; H+ + HCO3-}</code>
$K_{a1} = \frac{[\text{H}^+][\text{HCO}_3^-]}{[\text{CO}_2]}$	<code>\\${Ka}_1=\frac{\left[ \ch{H+}\right]\cdot\left[ \ch{HCO3-}\right]}{\left[ \ch{CO2}\right]}</code>
$\begin{array}{ccccccc} \text{CaCO}_3 & + & 2\text{HCl} & \longrightarrow & \text{CO}_2 \uparrow & + & \\ \text{calcaire} & & \text{acide chlorhydrique} & & \text{GAZ dioxyde de carbone} & & \\ \text{CaCl}_2 & + & \text{H}_2\text{O} & & & & \\ \text{chlorure de calcium} & & \text{eau} & & & & \end{array}$	<code>\ch{!(calcaire)( CaCO3 ) + !(acide~chlorhydrique)( 2 HCl ) -&gt; !(GAZ~dioxyde~de~carbone)( CO2 ^ ) + !(chlorure~de~calcium)( CaCl2 ) + !(eau)( H2O )}</code>
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 6\text{e}^- \longrightarrow 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$	<code>\ch{Cr2O7^2- + 14 H+ + 6 e- -&gt; 2 Cr^3+ + 7 H2O}</code>

### A.2 – Le package chemfig

On place `\usepackage{chemfig}` dans le préambule.

$\text{H} \cdot \cdot \dot{\text{C}} \cdot \cdot \text{:}\ddot{\text{O}}\text{:}$ ou $\text{H} \cdot \cdot \dot{\text{C}} \cdot \cdot \text{ }\ddot{\text{O}}\text{ }$	<code>\lewis{0.,H}\qqquad \lewis{0.2.4.6.,C}\qqquad \lewis{0:2.4:6.,O}\qqquad \text{ou}\qqquad \lewis{0.,H}\qqquad \lewis{0.2.4.6.,C}\qqquad \lewis{02.46.,O}</code>
--	--



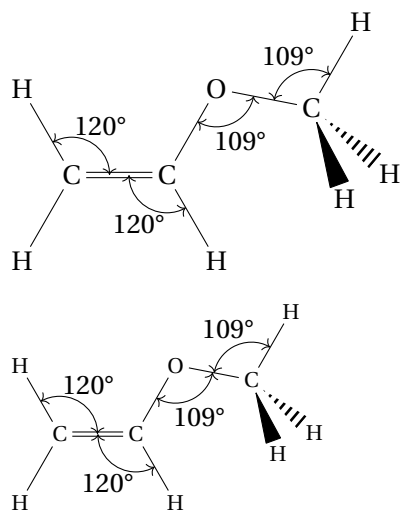
```
\chemfig{CH_2=[:40]CH-[: -40]CH_2 -[:40]CH
_2-[: -40]CH_3}\quad
\chemfig{@{A}=[:40]@{B}-[: -40]@{C}
-[:40]-[: -40]}
\chemmove{\draw pic[draw,<->,"120°", angle
eccentricity=1.5]{angle};}
```

```
\chemfig{CH_2=[:40]C(-[2]CH_3)-[: -40]CH
_2-[:40]CH_3}\quad
\chemfig{=[:40](-[2])-[: -40]-[:40]}
```

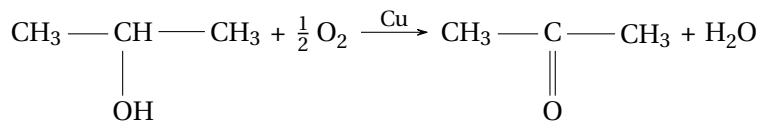
```
\chemfig{CH_2=[:40]CH-[: -40]CH((<[6]CH_3))
-[:40]CH_3}\quad
\chemfig{=[:40]-[: -40]((<[6]))-[:40]}
```

```
\chemfig{C?H_2-[: -10]CH=[: :72]CH-[: :72]CH
(<[2]CH_3)-[: :72]C?H_2}
\quad\chemfig{*5(==@{A}-@{B}(<[2]@{C})--)}
\chemmove{\draw pic["*",angle eccentricity
=.5]{angle};}
```

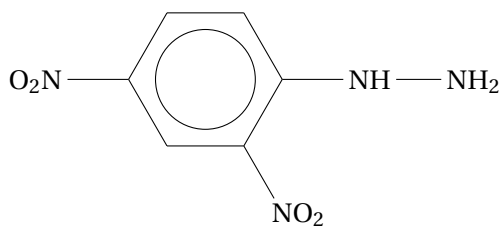
```
\chemfig*{@{b}C(-[:120]@{a}H) (-[: -120]H)=@{c
} C(-[: -60]@{e}H)-[:60]@{d}O-[: : -71]@{f}
C(<[: -70]H)(<[: -40]H)-[: :71]@{g}H}
\chemmove{\draw pic[draw,<->,"120°",angle
eccentricity=1.5] {angle=c--b--a};}
\chemmove{\draw pic[draw,<->,"120°",angle
eccentricity=1.5] {angle=b--c--e};}
\chemmove{\draw pic[draw,<->,"109°",angle
eccentricity=1.5] {angle=c--d--f};}
\chemmove{\draw pic[draw,<->,"109°",angle
eccentricity=1.5] {angle=g--f--d};}
```



```
\chemfig*[] [scale=.8] {@{b}C(-[:120]@{a}H)
(-[: -120]H)=@{c} C(-[: -60]@{e}H)-[:60]@{
d}O-[: : -71]@{f}C(<[: -70]H)(<[: -40]H)
-[: :71]@{g}H}
\chemmove{\draw pic[draw,<->,"120°",angle
eccentricity=1.5] {angle=c--b--a};}
\chemmove{\draw pic[draw,<->,"120°",angle
eccentricity=1.5] {angle=b--c--e};}
\chemmove{\draw pic[draw,<->,"109°",angle
eccentricity=1.5] {angle=c--d--f};}
\chemmove{\draw pic[draw,<->,"109°",angle
eccentricity=1.5] {angle=g--f--d};}
```



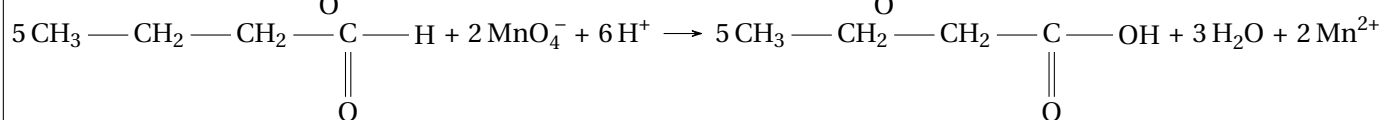
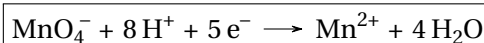
```
\ch{"\chemfig{CH_3-CH([6]-OH)-CH_3}" + $\frac
{1}{2}$ O2 ->[Cu] "\chemfig{CH_3-C([6]=O)-
CH_3}" + H2O}
```



```
\chemfig{O_2N-**6(--(-NO_2)-(-NH-NH_2)---)}
```

```
{\setbondstyle{white}
```

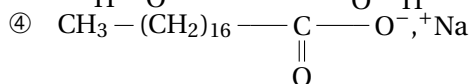
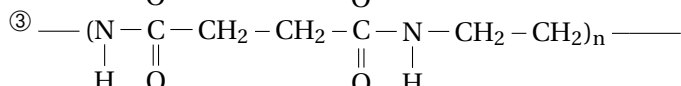
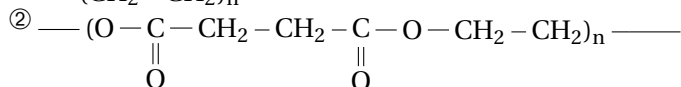
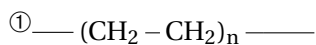
```
\chemfig{CH_2([6]-OH)-CH([6]-OH)-CH([6]-OH) -
CH([6]-OH)-CH([6]-OH)-CH([6]=O)}}}
```



```
\fbox{\parbox{\linewidth}{\ch{MnO4- + 8 H+ + 5 e- -> Mn^{2+} + 4 H2O}}\}
```

```
\ch{"\chemfig{CH_3-CH_2-CH_2-C([6]=O)-H}" + H2O -> "\chemfig{CH_3-CH_2-CH_2-C([6]=O)-OH}" + 2 H
+ + 2 e-}\}
```

```
\ch{5 "\chemfig{CH_3-CH_2-CH_2-C([6]=O)-H}" + 2 MnO4- + 6 H+ -> 5 "\chemfig{CH_3-CH_2-CH_2-C
([6]=O)-OH}" + 3 H2O + 2 Mn^{2+}}}
```



```
\setatomsep{2em}
```

```
\ding{192}\chemfig{-\symbol{40}CH_2-CH_2\symbol{41}_n--}\ \ding{193} \chemfig{-\symbol{40}O-C
([6]=O)-CH_2-CH_2-C([6]=O)-O-CH_2-CH_2\symbol{41}_n--}\}
```

```
\ding{194} \chemfig{-\symbol{40} N([6,,]-H)-C([6]=O)-CH_2-CH_2-C([6]=O)-N([6]-H)-CH_2-CH_2\
symbol{41}_n--}\ \ding{195}\quad\chemfig{CH_3-\symbol{40} CH_2\symbol{41}_{16}--C([6]=O)--O
^{-},^{+}Na}
```













## B – Figures de base avec TikZ

Pour réaliser les figures décrites ci-après, il faut placer `\usepackage{tikz}` dans le préambule. Bien que TikZ soit parfaitement intégré à  $\text{\LaTeX}$ , des règles de syntaxes spécifiques devront être respectées.

Le code d'une figure s'inscrit soit dans un environnement `tikzpicture` soit derrière une commande `\tikz`. Chaque instruction doit se terminer par `;`

### B.1 – Avec la commande `\draw`

Des dessins peuvent être insérés dans le texte. Par défaut, le dessin est placé comme après un mot et au-dessus de la ligne de base :

nom dessin	code	paramètres
segment 	<code>\tikz\draw (0,0)--(1em,1ex);</code>	
	<code>\tikz\draw (0,0)- (1em,1ex);</code>	
	<code>\tikz\draw (0,0) -(1em,1ex);</code>	
cercle 	<code>\tikz\draw (0,0)circle(0.5ex);</code>	(0,0) coordonnées du centre (0.5ex) rayon
arc de cercle 	<code>\tikz\draw (0,0)arc(0:270:0.5em);</code>	(0,0) coordonnées du centre :0.5em) rayon (0:270: ) par rapport au centre : arc entre 0° et 270°
ellipse 	<code>\tikz\draw (0,0)ellipse(0.5em and 0.5ex);</code>	(0,0) coordonnées du centre (0.5em and 0.5ex) demi-axes suivant x et y
arc d'ellipse 	<code>\tikz\draw (0,0)arc(0:-270:0.5em and 0.5ex);</code>	(0,0) coordonnées du centre:0.5em and 0.5ex) demi-axes suivant x et y (0:-270: ) par rapport au centre : arc entre 0° et -270° (sens horlogique)
rectangle 	<code>\tikz\draw (0,0)rectangle++(1em,1ex);</code>	(0,0) coordonnées du coin gauche en bas ++(1em,1ex) coordonnées relatives du coin droit en haut
sinus 	<code>\tikz\draw (0,0)sin(1em,1em);</code>	
cosinus 	<code>\tikz\draw (0,1em)cos(1em,0);</code>	
parabole 	<code>\tikz\draw (0,0)parabola(1em,1em);</code>	
parabole 	<code>\tikz\draw(0,0)parabola bend (1em,1em)(2em,0em);</code>	


#### Remarques :


- Si les coordonnées ne sont pas affectées d'unités, elles sont par défaut en cm.
- Il y a différentes façons d'écrire les coordonnées :
  - (3,2) coordonnées absolues : par rapport à l'origine (0,0) dans le repère cartésien
  - ++(3,2) coordonnées relatives : par rapport aux dernières coordonnées écrites dans l'instruction.
  - ++(up:2),++(down:2),++(right:2),++(left:2) respectivement 2 cm vers le haut, vers le bas, vers la droite et vers la gauche par rapport aux dernières coordonnées écrites dans l'instruction.
  - (30:2) coordonnées polaires. Dans cet exemple, 30° et 2 cm
- En remplaçant `\draw` par `\path`, le tracé n'est pas visible.

### B.2 – La commande `\fill` et l'option `fill`

Le tracé et son contenu peuvent être colorés :

#### Exemples :

`\tikz\draw[fill=lightgray,draw](0,0)arc(0:-270:1em and 1ex);`  par défaut `draw=black`

`\tikz\fill[lightgray,draw=black](0,0)arc(0:-270:1em and 1ex);`  par défaut `draw=white`

### B.3 – Avec la commande `\node`

Certaines figures précédentes peuvent être obtenues autrement :

nom dessin	code
cercle ○	<code>\tikz\node[draw,circle,minimum size=1ex,inner sep=0]{};</code>
ellipse ○	<code>\tikz\node[draw,ellipse,minimum width=1em,minimum height=1ex,inner sep=0]{};</code> <code>\usetikzlibrary{shapes}</code> dans le préambule
rectangle □	<code>\tikz\node[draw,minimum width=1em,minimum height=1ex,inner sep=0]{};</code>

#### Remarques :

- Signification des options utilisées dans le tableau :  
`draw` sans cette indication le tracé n'est pas visible mais le contenu entre les accolades l'est.  
`minimum width`= largeur minimum de la figure : elle est augmentée en fonction du contenu entre les accolades.  
`minimum height`= hauteur minimum de la figure : elle est augmentée en fonction du contenu entre les accolades.  
`minimum size`= variante tenant compte à la fois de la largeur et de la hauteur.  
`inner sep`= distance entre le contenu des accolades et la figure.
- La syntaxe d'un node est `\node [] () at (,){};` Par défaut le centre est aux coordonnées (0,0). Entre parenthèses on peut écrire une référence (lettre ou mot).

L'intérêt de définir une référence pour un node est de définir ainsi un certain nombre de points précis autour et dans ce node.

#### Exemples :


```

Lorem ipsum
\tikz{
\node[draw,ellipse,minimum width=6mm,minimum height=3mm](A){};
\node[draw,minimum width=3mm,minimum height=6mm](B)at(2,0){};
\draw(A)--(B);
}

```

Lorem ipsum 

Le même code avec en dernière ligne `\draw(A.north)--(B.-45);`

Lorem ipsum 

On peut remplacer `.north` par `.north east`, `north west`, idem avec `.south`. Autres extensions possibles : `.mid`, `.center` et `.base`.

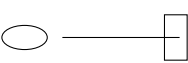
On peut remplacer `.-45` par n'importe quel angle (en degrés) positif ou négatif.

L'option `outer sep`= laisse un espace entre la figure et le trait ou au contraire s'il est négatif, il rentre dans la figure :

```

Lorem ipsum
\begin{tikzpicture}
\node[draw,ellipse,minimum width=6mm,minimum height=3mm,outer sep=2mm](A){};
\node[draw,minimum width=3mm,minimum height=6mm,outer sep=-2mm](B)at(2,0){};
\draw(A)--(B);
\end{tikzpicture}

```

Lorem ipsum 

- On peut remplacer `\node` par `\coordinate`. La syntaxe est `\coordinate()at(,);` Il n'y a pas d'accolades.

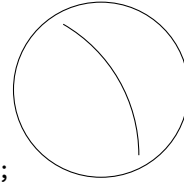
### B.3.1 – Placer un node dans un draw

```
\tikz\draw(0,0)arc(0:60:2)node[draw,circle,above]{};
```



### B.3.2 – un draw dans un node

```
\tikz\node[draw,circle]{\tikz\draw(0,0)arc(0:60:2)};
```

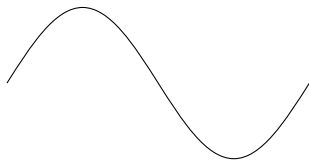


### B.3.3 – Assemblage de plusieurs figures

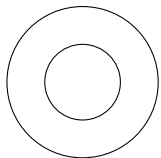
#### B.3.4 – Plusieurs figures à la suite



```
\tikz[xscale=.7]\draw(0,0)--(down:3) arc(-180:0:.5)
--++(up:3);
```

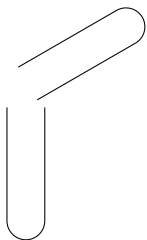


```
\tikz\draw(0,0)\sin(1,1)\cos(2,0)\sin(3,-1)\cos(4,0);
```



```
\tikz[scale=.5]\draw circle(1)circle(2);
```

#### B.3.5 – L'environnement scope

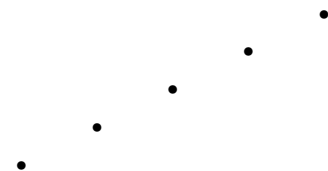


```
\begin{tikzpicture}[scale=.5]
\draw(0,0)--(down:3)arc(-180:0:.5)--++(up:3);
\begin{scope}[yshift=2mm,xshift=.8cm,rotate=120]
\draw(0,0)--(down:3)arc(-180:0:.5)--++(up:3);
\end{scope}
\end{tikzpicture}
```

#### B.3.6 – Répéter avec `\foreach`



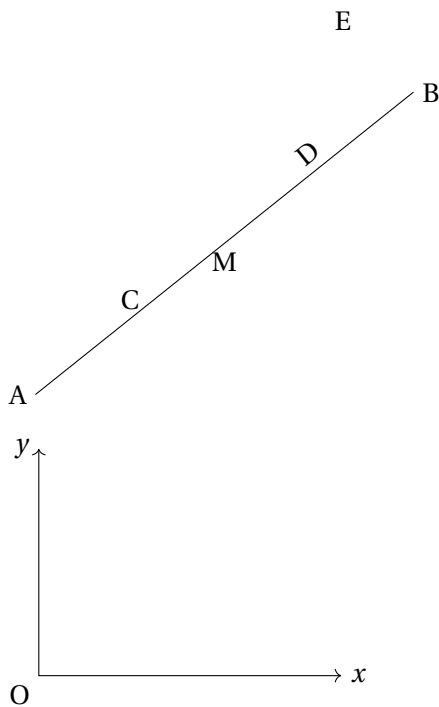
```
\begin{tikzpicture}[scale=.7]
\draw (0,0)--(10,0);
\foreach \x in {1,3,...,9} \draw (\x,-.2)--++(0,.4);
\end{tikzpicture}
```



```
\begin{tikzpicture}[scale=.5]
\foreach \x/\y in {1/0,3/1,5/2,7/3,9/4} \node at (\x,\y)
){$\bullet$};
\end{tikzpicture}
```

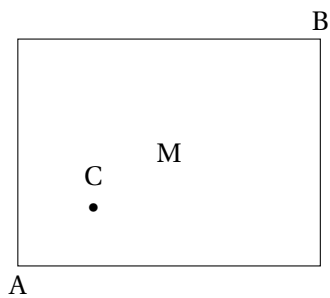
## B.4 – Indications sur une figure

### B.4.1 –

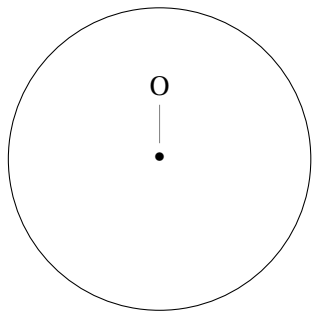


```
\tikz\draw(0,0)
node[left]{A}
--
node[below]{M}
(5,4)
node[right]{B}
node[pos=.25,above]{C}
node[pos=.75,above,sloped]{D}
node[above left=1cm]{E};
```

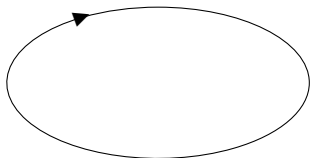
```
\tikz\draw[<->](0,3)
node[left]{\$y\$}
|-
node[below left]{0}
(4,0)
node[right]{\$x\$};
```



```
\tikz\draw(0,0)
node[below]{A}
rectangle
node[M]
(4,3)
node[above]{B}
node[pos=.25,label=C]{\$bullet\$};
```



```
\tikz\draw (0,0)
node[pin=0]{\$bullet\$}
circle(2);
```

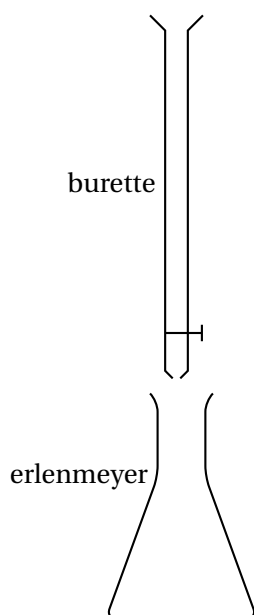


```
\tikz\draw (0,0)
arc(0:120:2 and 1)
node[rotate=20]{\$blacktriangleright\$}
arc(120:360:2 and 1);
```



## C – Banque de dessins réalisés avec TikZ

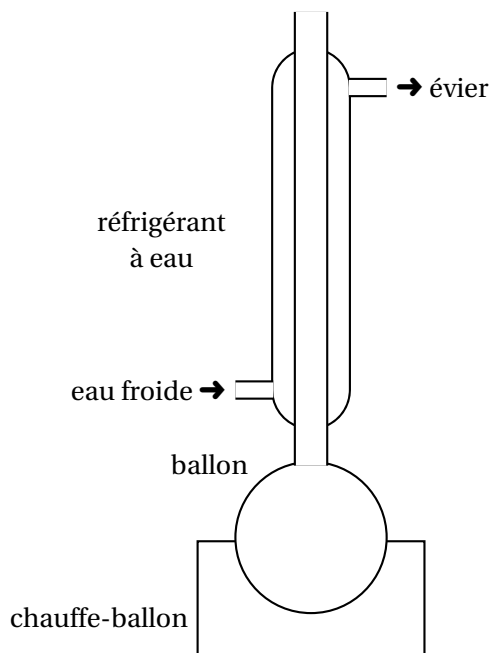
### C.1 – Chimie



```

\begin{tikzpicture}
\draw[thick] (0,0) -- (.2,-.2)--++(0,-4)coordinate(A) node[left,pos
=.5]{burette}--++(0,-.5)--++(.1,-.1);
\begin{scope}[xshift=7mm,xscale=-1]%
\draw [thick] (0,0) -- (.2,-.2)--++(0,-4)coordinate(B)--++ (0,-.5)
--++(.1,-.1);
\end{scope}
\draw[thick,-|,shorten >= -2mm] (A) -- (B);
\begin{scope}[yshift=-5cm]
\draw [thick,rounded corners] (0,0) -- (.1,-.1) --++(0,-1)
node[left]{erlenmeyer}--++(-110:2)--++(2,0)--++(110:2) --++(0,1)
--++(.1,.1);
\end{scope}
\end{tikzpicture}

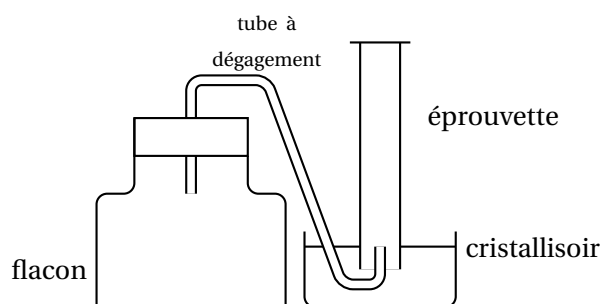
```



```

\begin{tikzpicture}
\draw[thick] (-1.5,-7.5)node[left,yshift=.5cm]
{chauffe-ballon}rectangle++(3,1.5);
\draw[fill=white,thick] (0,-5.95)circle(1)
node[name=A,above left=1cm]{ballon};
\draw[double,thick,double distance=10mm,line cap=round] (0,0)
--(0,-4)
node[left=1cm,pos=.5,align=center]
{réfrigérant\à eau};
\draw[double,thick,double distance=2mm] (-1,-4)
node[left]{eau froide \ding{220}}--++(.5,0);
\draw[double,thick,double distance=2mm] (.5,0)--++(.5,0)
node[right]{\ding{220} évier};
\draw[double,thick,double distance=4mm] (0,1)--(0,-5);
\end{tikzpicture}

```



```

\begin{tikzpicture}
%cristallisoir
\begin{scope}[xshift=2.5cm,yshift=-3.5cm]
\draw[rounded corners,thick] (0,0) --++ (0,-.2)
coordinate(K)---++ (0,-.8) --++ (2,0) ---++ (0,.8)
coordinate(L)node[right]{cristallisoir}---++ (0,.2);
\draw[thick] (K)--(L);
\end{scope}

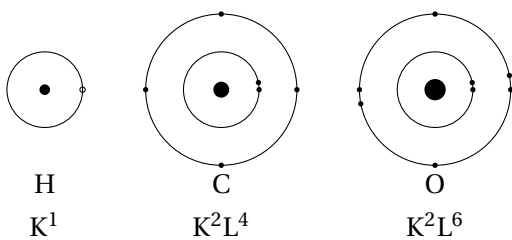
%éprouvette
\begin{scope}[xshift=3.5cm,yshift=-1cm,rotate=180]
\draw[double,double distance=5mm,thick] (0,0)---++(0,1)
coordinate(M)node[right=5mm]{éprouvette}---++(0,2);
\draw[thick] (-.4,0) -- (.4,0);

\end{scope}

%tube
\begin{scope}[xshift=1cm,yshift=-3cm]
\draw[rounded corners,thick,double,double distance=1mm]
(0,0)---++(0,1.5)---++(1,0)
node[above,align=center,text width=1.5cm]{\scriptsize
tube à dégagement}---++(1,-2.7)---++(.5,0)---++(0,.5);
%
\end{scope}

%bocal
\begin{scope}[xshift=2.5mm,yshift=-2cm]
\draw[thick,fill=white] (0,0)
coordinate(G)rectangle(1.5,-.5)coordinate(E);
\draw[rounded corners,thick] (E)---++(0,-.5)
---++(.5,0)---++(0,-1)coordinate(F)---++(0,-.5)coordinate(
I);
\draw[rounded corners,thick] (G)---++(0,-1)
---++(-.5,0)---++(0,-1)coordinate(H)node[left]
{flacon}---++(0,-.5)coordinate(J);
%\draw(F)--(H);
\draw[thick] (I)--(J);
\end{scope}
\end{tikzpicture}

```



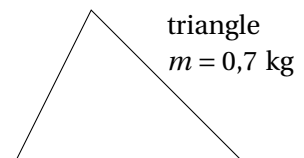
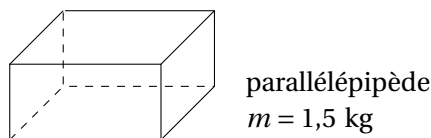
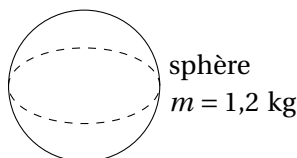
```

\begin{tikzpicture}
\fill circle (2pt) ;
\draw[postaction={decorate},decoration={markings
,mark=at position 0 with {\draw circle(1pt) ;}
}]circle (.5cm)node[below=1cm]{H}node[below=1.5cm]
{K^1$};      %texte sous le dessin
\end{tikzpicture}
\quad
\begin{tikzpicture}
\fill circle (3pt) ;
\draw [postaction={decorate},decoration={markings
,mark=at position 0 with {\fill circle(1pt) ;}
,mark=at position .03 with {\fill circle(1pt) ;}
}]circle (.5cm);
\draw [postaction={decorate},decoration={markings
,mark=at position 0 with {\fill circle(1pt) ;}
,mark=at position .25 with {\fill circle(1pt) ;}
,mark=at position .5 with {\fill circle(1pt) ;}
,mark=at position .75 with {\fill circle(1pt) ;}
}]circle(1cm)node[below=1cm]{C}node[below=1.5cm]
{K^2L^4$};
\end{tikzpicture}
\quad
\begin{tikzpicture}
\fill circle (4pt) ;
\draw [postaction={decorate},decoration={markings
,mark=at position 0 with {\fill circle(1pt) ;}
,mark=at position .03 with {\fill circle(1pt) ;}
,mark=at position .25 with {\fill circle(1pt) ;}
,mark=at position .5 with {\fill circle(1pt) ;}
,mark=at position .53 with {\fill circle(1pt) ;}
,mark=at position .75 with {\fill circle(1pt) ;}
}]circle(1cm)node[below=1cm]{O}node[below=1.5cm]
{K^2L^6$};
\end{tikzpicture}

```

## C.2 – Physique

### C.2.1 – Mécanique



```

\hfill
\begin{tikzpicture}
\draw circle (1)node[text width=2cm, right=1cm]{sphère\\$m=1,2$~kg};
\draw[dashed] ellipse (1 and .5);
\end{tikzpicture}
\hfill
\begin{tikzpicture}

```

```

\draw rectangle node[text width=2cm, right=2cm]{parallélepède\\$m=1,5$~kg}++(2,1);
\draw[dashed] (0,0)---++(45:1);
\draw(0,1)---++(45:1)node[inner sep=0pt](A){};
\draw(2,1)---++(45:1);
\draw(2,0)---++(45:1);
\draw(A)-|++(2,-1);
\draw[dashed] (A)|-++(2,-1);
\end{tikzpicture}
\hfill
\begin{tikzpicture}
\draw (0,0)--(1,2)--(3,0)node[text width=2cm, above=1cm]{triangle\\$m=0,7$~kg}--cycle;
\end{tikzpicture}
\hfill{}

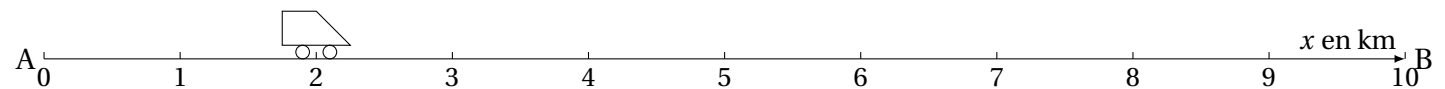
```



```

\begin{tikzpicture}
\draw[-latex] (0,0)--(18,0)node[above left]{$x$ };
\foreach \x/\i in {4/1,10/2,13/3,17/4}\draw[xshift=\x ](\x,-.1)node[below]{$x_{\i}$}--(\x,.1) ;
\end{tikzpicture}

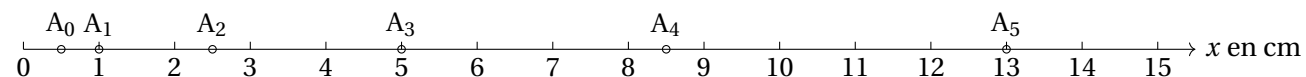
```



```

\begin{tikzpicture}[scale=.9]
\draw[-latex] (0,0)node[ left]{\large A}--(20,0)node[above left]{$x$ en km}node[right]{\large B};
\foreach \x in {0,1,...,10} \draw(\x*2,1mm)--(\x*2,0)node[below]{\x};
\draw(3.8,0.1)circle(.1);
\draw(4.2,0.1)circle(.1);
\draw(3.5,0.2)---++(1,0)---++(-.5,.5)---++(-.5,0)---cycle;
\end{tikzpicture}

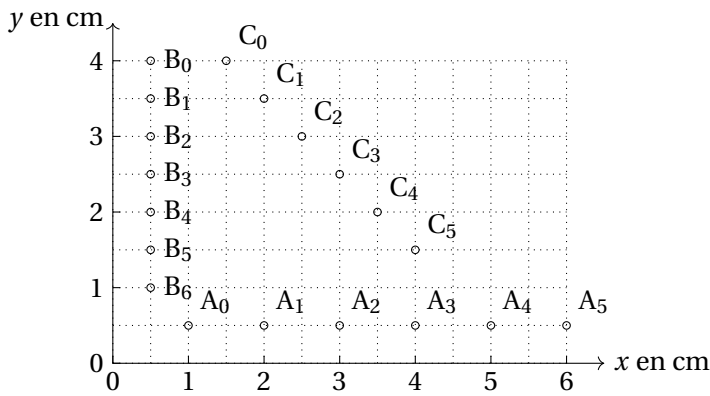
```



```

\begin{tikzpicture}
\draw[->] (0,0)--(15.5,0)node[right]{$x$ en cm};
\foreach \x in {0,...,15}\draw(\x,0)node[below]{\x}--(\x,.1);
\foreach \a in {0,...,5}\node[draw,circle,inner sep=1pt,label=above:$A_{\a}$] at(.5+.5*\a*\a,0)
{};
\end{tikzpicture}

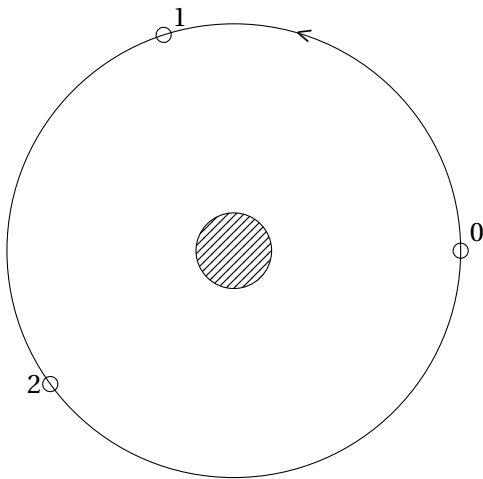
```



```

\begin{tikzpicture}
\draw[dotted, step=5mm] (0,0)grid(6,4);
\draw[<->] (0,4.5)node[left]{$y$ en cm}
|-(-6.5,0)node[right]{$x$ en cm};
\foreach \x in {0,...,6}
\draw(\x,0)node[below]{\x}--(\x,.1);
\foreach \y in {0,...,4}
\draw(0,\y)node[left]{\y}--(.1,\y);
\foreach \a in {0,...,5}
\node[draw,circle,inner sep=1pt,label=above
right:$A_\a$] at(\a+1,.5){};
\foreach \b in {0,...,6}
\node[draw,circle,inner sep=1pt,label=right:$
B_\b$] at(.5,4-.5*\b){};
\foreach \c in {0,...,5}
\node[draw,circle,inner sep=1pt,label=above
right:$C_\c$] at(.5*\c+1.5,4-.5*\c){};
\end{tikzpicture}

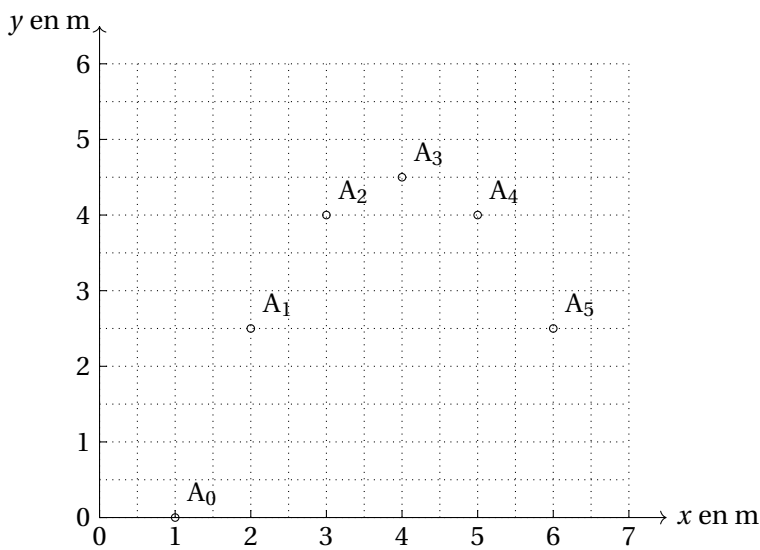
```



```

\begin{tikzpicture}
\draw [pattern=north east lines](0,0)circle
(.5);
\draw [ postaction ={ decorate }, decoration
={ markings
, mark =at position 0 with {\draw circle(.1)
node[above right]{0}};
, mark =at position 0.3 with {\draw circle
(.1)node[above right]{1}};
, mark =at position 0.2 with {\node[transform
shape]{>}};
, mark =at position 0.6 with {\draw circle
(.1)node[ left]{2}};}}](0,0)circle (3) ;
\end{tikzpicture}

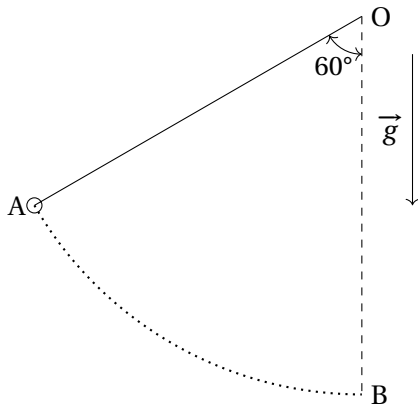
```



```

\begin{tikzpicture}
\draw[dotted, step=5mm] (0,0)grid(7,6);
\draw[<->] (0,6.5)node[left]
{$y$ en m}|-(7.5,0)node[right]{$x$ en m};
\foreach \x in {0,...,7}
\draw(\x,0)node[below]{\x}--(\x,.1);
\foreach \y in {0,...,6}
\draw(0,\y)node[left]{\y}--(.1,\y);
\foreach \a in {0,...,5}
\node[draw,circle,inner sep=1pt,label=above
right:$A_\a$] at(\a+1,-.5*\a*\a+3*\a){};
\end{tikzpicture}

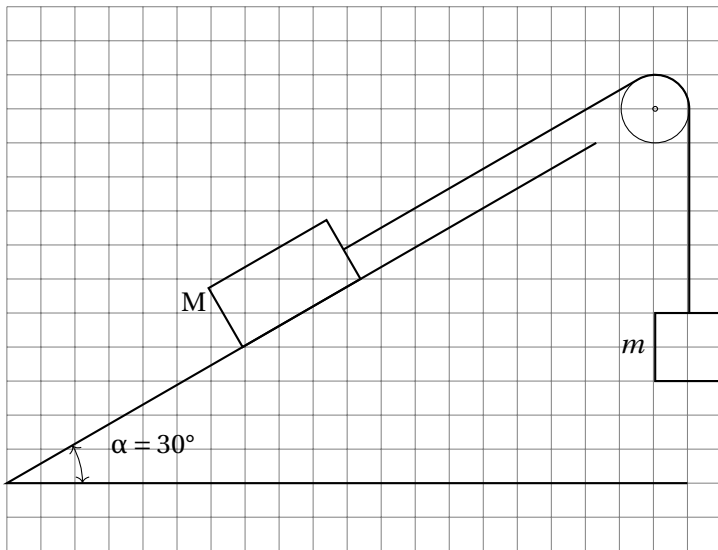
```



```

\begin{tikzpicture}
\draw (0,0)coordinate(A)node[left]{A}circle
(.1)
-- (30:5)coordinate(B)node[right]{0};
\draw[dashed] (B)---+(0,-5)
node[right]{B}coordinate(C);
\draw pic [ draw ,<->,"60\degrees" ,
angle eccentricity =1.5] { angle =A--B--C};
\draw[dotted,thick] (0,0)arc(-150:-90:5);
\draw [->] (5,2) ---+(0,-2)
node [pos=.5,left]{\overrightarrow{g}};
\end{tikzpicture}

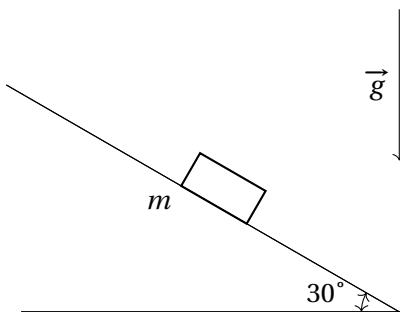
```



```

\begin{tikzpicture}[scale=.9]
\draw[step=.5,help lines](0,-1)grid(10.5,7);
\draw[thick] (10,0)coordinate(D) -- (0,0)
coordinate(E) -- (30:10)coordinate(F) ;
\draw pic[draw,<->,angle radius=1cm," $\alpha=30\degrees$ ",angle eccentricity=2]
{angle=D--E--F};
\draw(30:11)circle(.5)circle(1pt);
\draw[thick,rotate=30](4,0)node[above left=5mm]{$M$}rectangle(6,1);
\draw [thick,rotate=30](6,.5) -- ++(5,0)arc
(90:-30:.5)---+(-120:3)coordinate(C);
\draw[thick] (C)---+(-.5,0)---+(0,-1)node[pos
=.5,left]{$m$}---+(1,0)---+(0,1)
---+(-.5,0);
\end{tikzpicture}

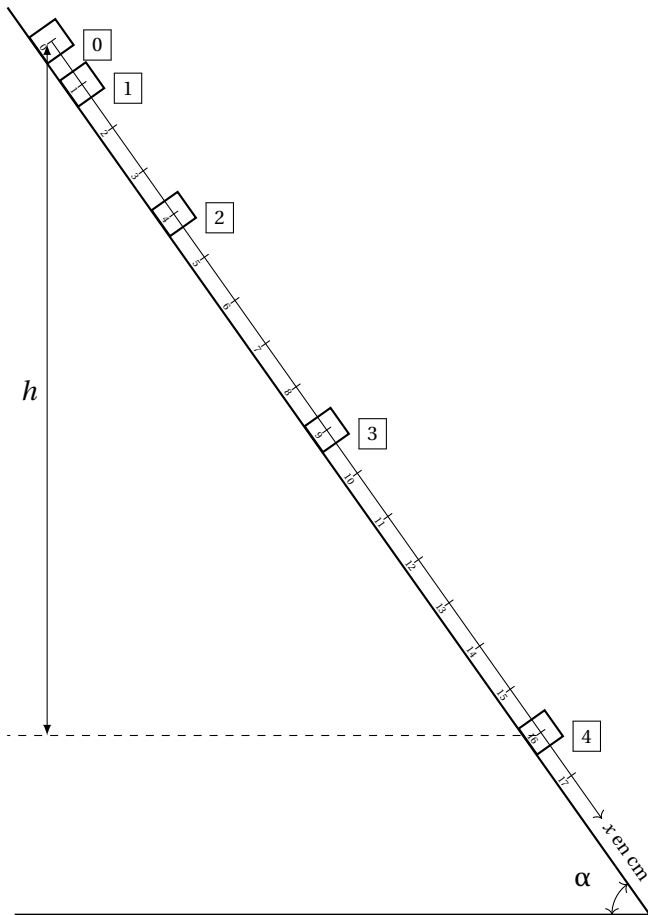
```



```

\begin{tikzpicture}
\draw (0,0)coordinate(A) -- (5,0)coordinate(B)
) -- ++(150:6)coordinate(C);
\draw (C)--(B)--(A)pic[draw ,<->,"30\degre" ,
angle eccentricity =2] {angle= C--B--A};
\draw[rotate=-30,thick] (1,2.5)node[below
left]{$m$}rectangle ++(1,.5);
\draw [->] (5,4) ---+(0,-2)node [pos=.5,left]
{\overrightarrow{g}};
\end{tikzpicture}

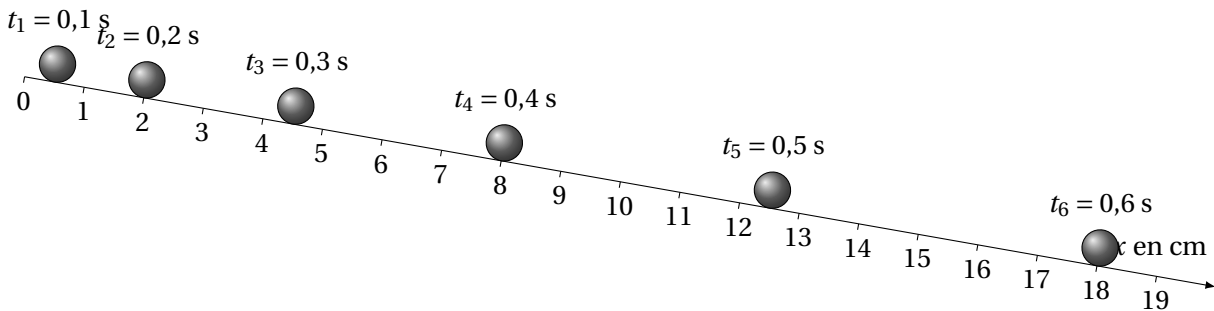
```



```

\begin{tikzpicture}[scale=0.7]
\draw[->,rotate=-54.7,transform shape] (0,0)
-- (18,0)node[right]{$x$ en cm};
\foreach \i in {0,...,17}
\draw[rotate=-54.7,xshift=\i cm](0,-.1)
coordinate(A\i)node[below=-1mm,transform
shape]{\tiny\i}---+(0,.2);
\foreach \x/\j in {0/0,1/1,4/2,9/3,16/4}
\draw[rotate=-54.7,xshift=\x cm,thick]
(-.3,-.3)rectangle(.3,.3)
node[right]{\scriptsize\fbbox{\j}};
\draw[rotate=-54.7,thick] (-1,-0.31)
coordinate(A)---+(21,0)
coordinate(B)---+(-125.3:12)coordinate(C);
\draw pic[draw,<->,"$\alpha$",
angle eccentricity=2] {angle=A--B--C};
\draw [dashed] (A16)---+(-10,0);
\draw[latex-latex] (A0)--(A0|-A16)
node[pos=.5,left]{$h$};
\end{tikzpicture}

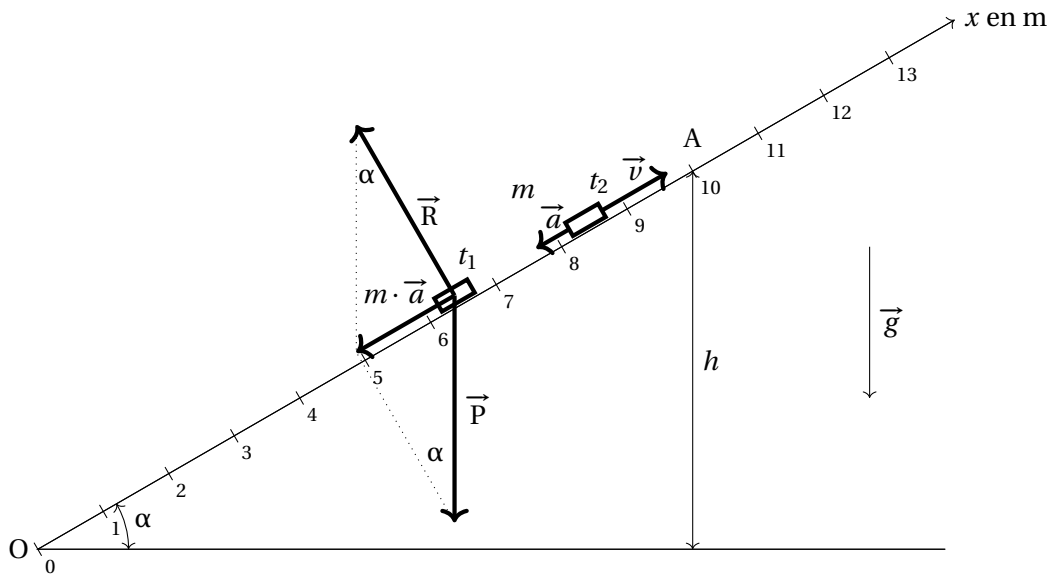
```



```

\begin{tikzpicture}[rotate=-10]
\foreach \x in {0,...,19}
\draw (\x,-1mm) node[below]{\x}-- (\x,0);
\draw[-latex] (0,0) -- (20,0)node[yshift=3mm,above left]
{$x$ en cm};
\foreach \x/\t in {1/0\symbol{44}1,2/0
\symbol{44}2,3/0\symbol{44}3,4/0 \symbol{44}4,5/0\symbol{44}5,6/0\symbol{44}6}
\draw[ball color=gray] (.5*\x*\x,.3) circle (.3) node[above=3mm]{$t_{\x}=\t$ s};
\end{tikzpicture}

```

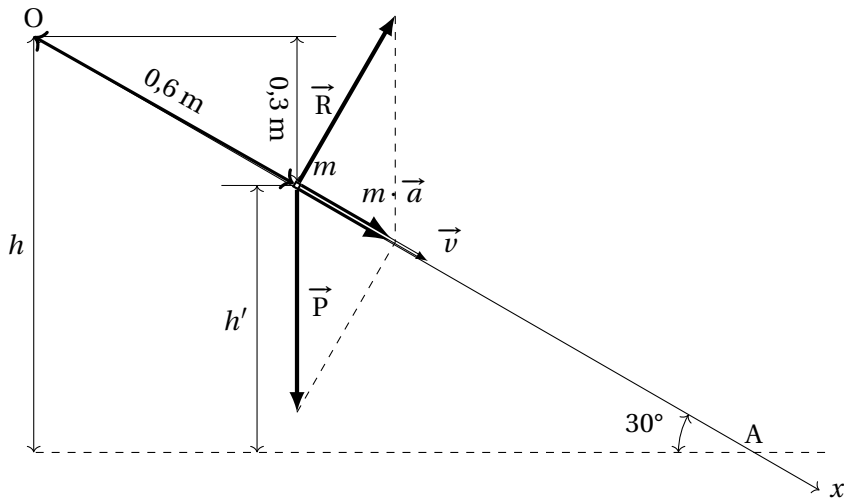


```

\begin{tikzpicture}
\begin{scope}[rotate=30]
\draw [->] (0,0) coordinate(B) -- (14,0) node[right]{$x$ en m} coordinate(C);
\foreach \x in {0,...,13} \draw(\x,.1)--(\x,-.1) node[below right=-1mm]{\scriptsize\x};
\coordinate(D) at (10,0);
\node[above=2mm] at (10,0){A};
\draw [ultra thick] (6.2,.05) rectangle++(.5,.2) node[above]{$t_1$};
\draw [ultra thick] (8.2,.05) node[above left=5mm]{$m$} rectangle++(.5,.2) node[above]{$t_2$};
\draw[ultra thick,->] (8.7,.15)--++(1,0) node[pos=.5,above]{$\overrightarrow{v}$};
\draw[ultra thick,->] (8.2,.15)--++(-.5,0) node[pos=.5,above]{$\overrightarrow{a}$};
\begin{scope}[rotate around={-30:(6.45,.15)}]
\draw[ultra thick,->] (6.45,.15)--++(0,-3) coordinate(YP) node[pos=.5,right] {$\overrightarrow{P}$}
} node[pos=.7,left]{$\alpha$};
\end{scope}
\draw[ultra thick,->] (6.45,.15)--++(0,2.6)
coordinate(YR) node[pos=.5,right] {$\overrightarrow{R}$} node[pos=.7,left]{$\alpha$};
\draw[ultra thick,->] (6.45,.15)--++(-1.5,0)
coordinate(YA) node[pos=.6,above=2mm] {$m\overrightarrow{a}$};
\end{scope}
\draw[dotted] (YR)--(YA)--(YP);
\draw[->] (11,4)--++(0,-2) node[pos=.5,right]
{$\overrightarrow{g}$};
\draw(0,0) node[left]{0}--(12,0) coordinate(A);
\draw (A)--(B)--(C) pic[draw,<->,angle radius=12mm,
"$\alpha$",angle eccentricity =1.2]{angle=A--B--C};
\draw[<->] (D)--(D|-B) node[pos=.5,right]{$h$};
\end{tikzpicture}

```

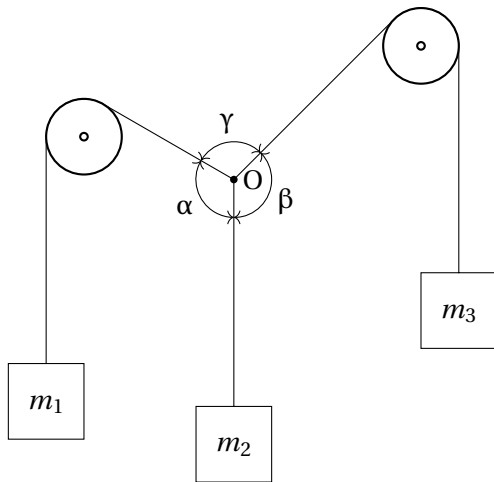




```

\begin{tikzpicture}
\begin{scope}[rotate around={-30:(11,0)}]
\draw[->] (0,0) coordinate[label=0] (O)--(12,0) node[right] {$x$};
\coordinate[label=A] (A) at (11,0);
\node[thick,draw,rotate=-30,yshift=1pt,label=45:$m$,inner sep=1pt] (M) at (4,0){};
\end{scope}
\draw[dashed] (1.5,0) coordinate(B)--(12,0);
\draw pic[draw,<->,"30\degres",angle radius =1cm, angle eccentricity =1.5]{angle= 0--A--B};
\draw[<->] (O)--node[left] {$h$}(O|A);
\draw[-latex,ultra thick] (M)--node[right] {$\overrightarrow{P}$}++(down:3) coordinate(P);
\draw[-latex,line width=3pt] (M)--node[above right] {$m\cdot\overrightarrow{a}$}++(-30:1.5)
coordinate(a);
\draw[-latex,ultra thick] (M)--node[left] {$\overrightarrow{R}$}++(60:2.6) coordinate(R);
\draw[-latex,double] (M)--++(-30:2) node[above right] {$\overrightarrow{v}$};
\draw[dashed] (P)--(a)--(R);
\draw[very thick,<->] (O)--node[sloped,above]{0,6~m}(M);
\draw[very thin] (M)--coordinate(X)++(left:1cm);
\draw[very thin] (O)--++(right:4cm);
\draw[<->] (X)--node[left] {$h'$}(X|A);
\draw[<->] (M|O)--(M) node[below,pos=0.5,sloped]{0,3~m};
\end{tikzpicture}

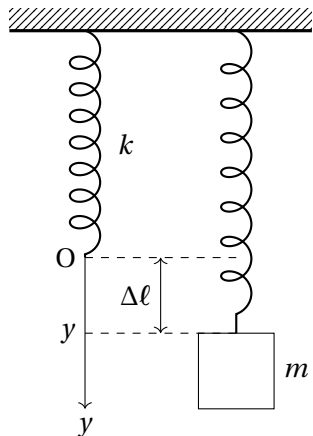
```



```

\begin{tikzpicture}
\draw(0,0)node[below=3mm]{$m_1$}---+ (.5,0)
---+(0,-1)---+(-1,0)---+(0,1)--cycle---+(0,3)
coordinate(A)arc(180:60:.5)
coordinate(B)---+(-30:2)coordinate(C)---+(45:3)
coordinate(D)arc(135:0:.5)coordinate(E)---+(0,-3)
node[below=3mm]{$m_3$}---+ (.5,0)---+(0,-1)
---+(-1,0)---+(0,1)---+ (.5,0) ;
\draw(C)---+(0,-3)node[below=3mm](F){$m_2$}
---+ (.5,0)---+(0,-1)---+(-1,0)---+(0,1)---+ (.5,0) ;
\path(A)---+ (.5,0)coordinate(A');
\draw[thick](A') circle(.05)circle(.5);
\path(E)---+ (-.5,0)coordinate(E');
\draw[thick](E') circle(.05)circle(.5);
\draw pic [ draw ,<->,"$\alpha $" , angle eccentricity
=1.5]
{ angle =B--C--F};
\draw pic [ draw ,<->,"$\beta $" , angle eccentricity
=1.5]
{ angle =F--C--D};
\draw pic [ draw ,<->,"$\gamma $" , angle eccentricity
=1.5]
{ angle =D--C--B};
\fill(C) circle (.05)node[right]{0};
\end{tikzpicture}

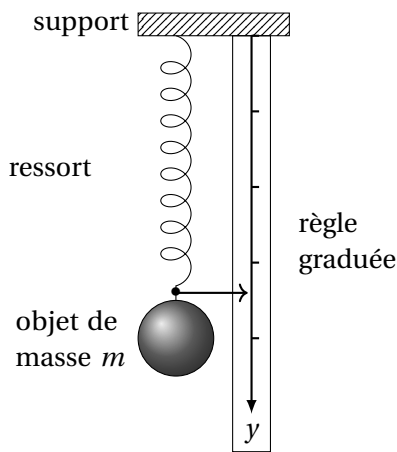
```



```

\begin{tikzpicture}
\draw[very thick] (0,0) -- (4,0);
\fill [pattern=north east lines](0,0)rectangle(4,0.3);
\draw[thick,decorate,decoration=
{coil,segment length=10pt,amplitude=0.2cm,aspect=.8}]
(1,0)---+(0,-3)coordinate(B)
node[pos=.5,right=3mm]{$k$};%
\draw[->](B)node[left]{0}---+(0,-2)node[below]{$y$};
\draw[thick,decorate,decoration=
{coil,segment length=13pt,
amplitude=0.2cm,aspect=.8}]
(3,0)---+(0,-4)coordinate(A);
\draw(A)---+(-.5,0)---+(0,-1)
---+(1,0)---+(0,1)node[pos=.5,right]{$m$}---+(-.5,0);
\draw[dashed] (A) ---+ (-2,0)node[left]{$y$};
\draw[dashed] (B) ---+ (2,0);
\draw[<->] (2,-3) ---+ (0,-1)node[pos=.5,left]{$\Delta
\ell$};
\end{tikzpicture}

```



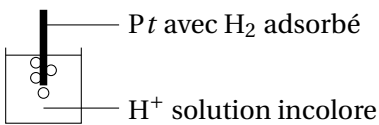
```

\begin{tikzpicture}
\draw[decorate,decoration={coil,segment length=10pt,
amplitude=0.2cm,aspect=.8}](0,0)--node [left=1cm]{
ressort}(0,-3.5);
\draw[ball color=gray](0,-4)circle(.5)node[left, text
width=2cm]{objet de masse $m$};
\draw [pattern=north east lines](-.5,0)rectangle node [
left=1cm]{support}+(2,.3);
\draw[thick,-latex](1,0)--++(0,-5)node[below]{$y$};
\draw(.75,0) rectangle node[right=.5cm, text width=2cm
]{règle\ graduée}+(.5,-5.5);
\foreach \y in {0,...,-4}\draw[thick](1,\y)--++(0.1,0);
\draw[thick,->] (0,-3.4)node{$\bullet$}--++(.95,0);
\end{tikzpicture}

```

**C.2.2 – Électricité**

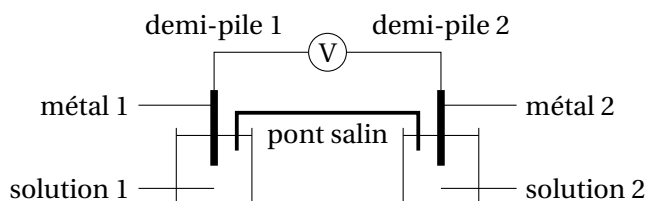
H<sup>+</sup>/H<sub>2</sub>



```

\begin{tikzpicture}
\draw(0,0)--++(0,-1)--++(1,0)--++(0,1);
\draw[line width=1mm](.5,.5) node[above=3mm]{$H^+/H_2$}
--++(0,-1);
\draw(0,-.1)--++(1,0);
\draw(.5,.3)--++(1,0)node[right] {$Pt$ avec $H_2$ adsorbé};
\draw(.5,-.8)--++(1,0)node[right] {$H^+$~solution incolore
};
\draw(.5,-.6)circle(2pt);
\draw(.4,-.4)circle(2pt);
\draw(.4,-.2)circle(2pt);
\draw(.6,-.3)circle(2pt);
\end{tikzpicture}

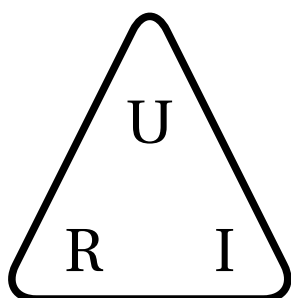
```



```

\begin{tikzpicture}[circuit ee IEC]
\begin{scope}
\draw (.5,.5)--++(0,.5)to [Vmeter]++(3,0)
--++(0,-.5);
\draw [line width=.5mm] (.8,-.3)--++(0,.5)
--++(2.4,0) node[midway,below]{pont salin}
--++(0,-.5);
\draw(0,0)--++(0,-1)--++(1,0)--++(0,1);
\draw[line width=1mm](.5,.5) node[above=5mm]
{demi-pile 1}--++(0,-1);
\draw(0,-.1)--++(1,0);
\draw(.5,.3)--++(-1,0) node[left]{métal 1};
\draw(.5,-.8)--++(-1,0) node[left]{solution
1};
\end{scope}
\begin{scope}[xshift=3cm]
\draw(0,0)--++(0,-1)--++(1,0)--++(0,1);
\draw[line width=1mm](.5,.5) node[above=5mm]{
demi-pile 2}--++(0,-1);
\draw(0,-.1)--++(1,0);
\draw(.5,.3)--++(1,0) node[right]{métal 2};
\draw(.5,-.8)--++(1,0) node[right]{solution
2};
\end{scope}
\end{tikzpicture}

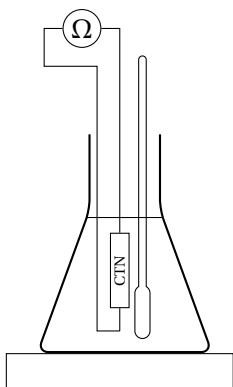
```



```

\begin{tikzpicture}[scale=2]
\draw[line width=1mm, rounded corners=5mm] (0,0) node [below
=1.2cm]
{{\Huge U}}-- (-1,-2)node [yshift=-5mm,above right=1cm]
{{\Huge R}} -- (1,-2) node [yshift=-5mm,above left=1cm]{{\
Huge I}}-- cycle;
\end{tikzpicture}

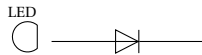
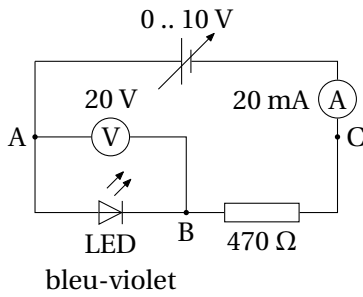
```



```

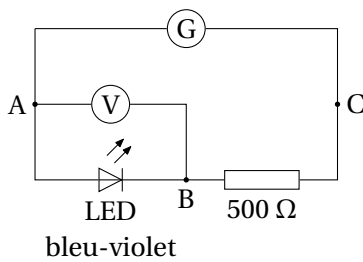
\begin{tikzpicture}[circuit ee IEC]
\draw (-1.5,-.8)rectangle ++(3,.5);
\draw (0,0)to [resistor={pos=.2, info sloped=center:{\tiny
CTN}}] (0,4)to[Ometer](-1,4)|-(-.3,3.5)|-(0,0);
\draw(.2,0)arc(-180:0:.1)--++(0,.5)arc(0:60:.1)
--++(0,3)arc(0:180:.05)--++(0,-3)arc(120:180:.1)
--++(0,-.5);
\draw[thick,rounded corners](-.4,2.6)--++(0,-1)
--++(-110:2)--++(2.3,0)--++(110:2)--++(0,1);
\clip(-.4,2.6)--++(0,-1)--++(-110:2)--++(2.3,0)
--++(110:2)
--++(0,1);
\draw (-2,-.5)rectangle ++(4,2);
\end{tikzpicture}

```

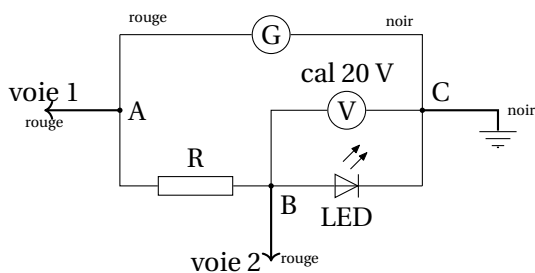


```
\begin{tikzpicture}[circuit ee IEC]
\draw (0,0) to [battery={adjustable,info={0 .. 10~V}}] (4,0)
to [Ameter={rotate=90,info=20~mA}] (4,-1)--(4,-2)to[
resistor={info={470 $\Omega$}}]++(-2,0);
\draw(0,0)--(0,-2)to[diode={light emitting,info'={[align=
center]LED \ \ bleu-violet}}]++(2,0);
\fill(0,-1)circle(1pt)node[left](A){A};
\fill(2,-2)circle(1pt)node[below](B){B};
\fill(4,-1)circle(1pt)node[right](C){C};
\draw (A)to[Vmeter={info=20~V}] (2,-1)--(B);
\end{tikzpicture}
```

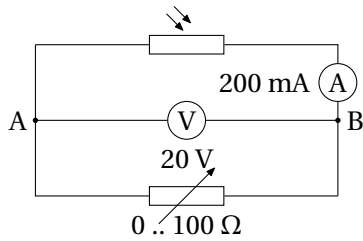
```
\hspace{3cm}\tikz\draw(0,0) arc(50:310:.2)node[xshift=-2mm,above =3mm]{\tiny LED}--cycle;
\tikz[circuit ee IEC]\draw(0,0)to[diode](2,0);
```



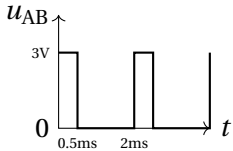
```
\begin{tikzpicture}[circuit ee IEC]
\draw (0,0) to [generator] (4,0) --(4,-1)--(4,-2)
to [resistor ={info={500 $\Omega$}}]++(-2,0);
\draw(0,0)--(0,-2)to [diode={light emitting,
info'={ [align=center]LED \ \ bleu-violet}}]++(2,0);
\fill(0,-1)circle(1pt)node[left](A){A};
\fill(2,-2)circle(1pt)node[below](B){B};
\fill(4,-1)circle(1pt)node[right](C){C};
\draw (A)to[Vmeter] (2,-1)--(B);
\end{tikzpicture}
```



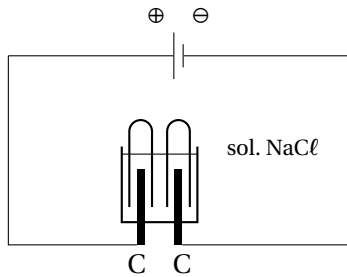
```
\begin{tikzpicture}[circuit ee IEC]
\draw (0,0) node[above right]{\tiny rouge}to [generator]
(4,0) node[above left]{\tiny noir} --(4,-2);
\draw(0,0)--(0,-2)to[resistor={info={R}}] (2,-2)to[diode={
light emitting,info'=LED}] (4,-2);
\coordinate(A) at (0,-1);
\coordinate(B) at (2,-2);
\coordinate(C) at (4,-1);
\fill(0,-1)circle(1pt)node[right]{A};
\fill(2,-2)circle(1pt)node[below right]{B};
\fill(4,-1)circle(1pt)node[above right]{C};
\draw (B)--(2,-1)to[Vmeter={info=cal 20~V}] (C);
\draw[->,thick](A)--++(-1,0)node[above]{voie 1}node[below]{\
tiny rouge};
\draw[thick](C)--++(1,0)node[right]{\tiny noir}to[ground=
near end]++(0,-.5);
\draw[->,thick](B)--++(0,-1)node[left]{voie 2}node[right]{\
tiny rouge};
\end{tikzpicture}
```



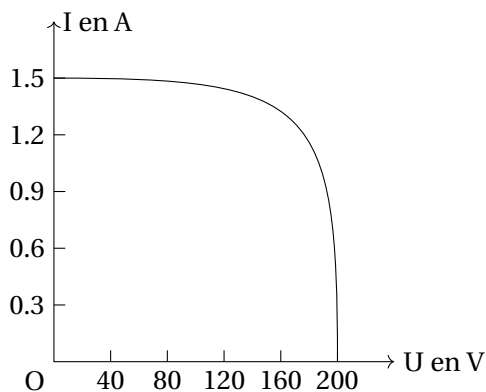
```
\begin{tikzpicture}[circuit ee IEC]
\draw (0,0) to [resistor={light dependent}] (4,0)to [Ameter
={rotate=90,info=200~mA}] (4,-1)--(4,-2);
\draw(0,0)--(0,-2)to[resistor={adjustable,info'={0 .. 100 $\Omega$}}] (4,-2);
\fill(0,-1)circle(1pt)node[left](A){A};
\fill(4,-1)circle(1pt)node[right](B){B};
\draw (A)to[Vmeter={info'=20~V}] (B);
\end{tikzpicture}
```



```
\begin{tikzpicture}
\draw[<->] (0,1.5)node[left]{\$u_{AB}\$} |- node[left]{0}(2,0)
node[right]{\$t\$};
\draw [thick](0,1)node[left]{\tiny 3V} -| (.25,0)node[below]
]{\tiny 0.5ms} -|node[below]{\tiny 2ms} (1,1)-| (1.25,0)
-| (2,1) ;
\end{tikzpicture}
```

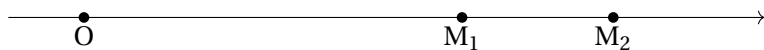


```
\begin{tikzpicture}[circuit ee IEC]
\draw (0,.5)to [battery={info={\$ \oplus \quad \ominus \$}}]
(4.5,0.5)--(4.5,-2);
\draw (0,0.5)to
(0,-2)--(1.7,-2)(2.3,-2)--(4.5,-2);
\fill (1.7,-2)node [below]{\$C\$}rectangle++(.1,1);
\fill (2.3,-2)node [below]{\$C\$}rectangle++(-.1,1);
\draw[thick](1.5,-.7)---+(0,-1)---+(1,0)---+(0,1);
\draw(1.5,-.8)---+(1,0);
\node at (3.5,-.7){\footnotesize sol. \ch{NaCl}\ell};
\begin{scope}
\draw[thick](1.6,-1.5)---+(0,1)arc(180:0:.15)---+(0,-1);
\end{scope}
\begin{scope}[xshift=5mm]
\draw[thick](1.6,-1.5)---+(0,1)arc(180:0:.15)---+(0,-1);
\end{scope}
\end{tikzpicture}
```

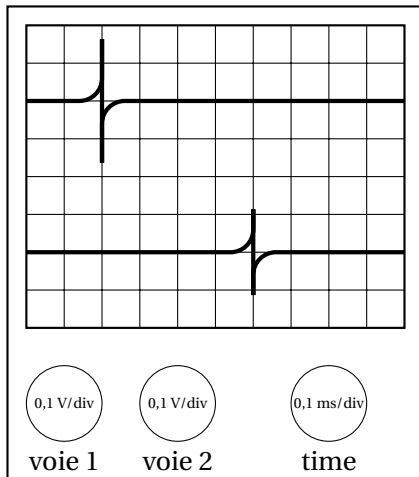


```
\begin{tikzpicture}[scale=1.5]
\draw[<->](0,3)node[right]{I en A}|-node[below left]{0}(3,0)
node [right]{U en V};
\draw(0,2.5) .. controls +(right:2.3cm) and +(up:2.3cm) ..
(2.5,0);
\foreach \x in {40,80,...,200} \draw (\x/80,0)node[below]{\x}
}-- (\x/80,.1);
\foreach \y in {0.3,0.6,0.9,1.2,1.5} \draw (0,\y/.6)node[
left]{\y}-- (.1,\y/.6);
\end{tikzpicture}
```

### C.2.3 – Ondes



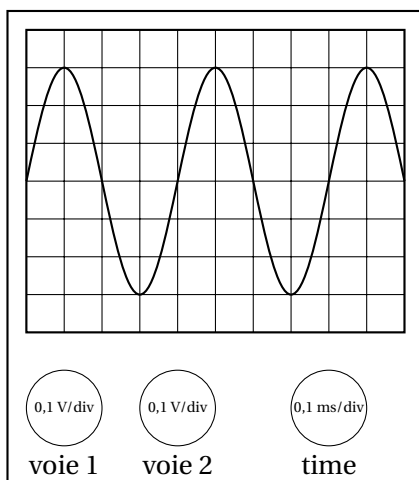
```
\begin{tikzpicture}
\draw[>->] (0,0)--(10,0)node[below,pos=.1]{0}node[below,pos=.6]{\$M_1\$}node[below,pos=.8]{\$M_2\$};
\fill(1,0)circle(2pt)(6,0)circle(2pt)(8,0)circle(2pt);
\end{tikzpicture}
```



```

\begin{tikzpicture}[scale=.5]
\draw[thick](-.5,-4)rectangle (10.5,8.5) ;
\draw(0,0)grid (10,8) ;
\draw[thick](0,0)rectangle (10,8) ;
\begin{scope}
\draw[ultra thick,rounded corners=3mm,yshift=6cm]
(0,0)-|(2,2)--(2,-2)|-(10,0);
\end{scope}
\begin{scope}
\draw[ultra thick,rounded corners=3mm,yshift=2cm,xshift=4cm]
(-4,0)-|(2,1.5)--(2,-1.5)|-(6,0);
\end{scope}
\draw [] (1,-2)circle (1)node{\tiny 0,1~V/div};
\node at(1,-3.5){voie 1};
\draw (4,-2)circle (1)node{\tiny 0,1~V/div};
\node at(4,-3.5){voie 2};
\draw (8,-2)circle (1)node{\tiny 0,1~ms/div};
\node at(8,-3.5){time};
\end{tikzpicture}

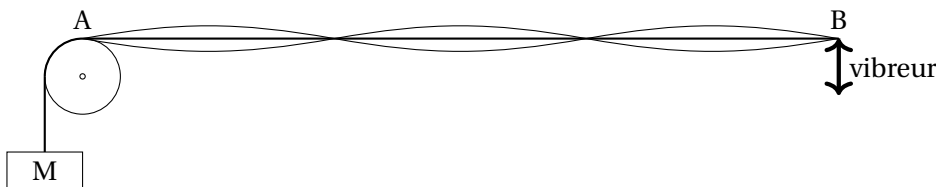
```



```

\begin{tikzpicture}[scale=.5]
\draw[thick](-.5,-4)rectangle (10.5,8.5) ;
\draw(0,0)grid (10,8) ;
\draw[thick](0,0)rectangle (10,8) ;
\begin{scope}
\draw[thick] (0,4) sin (1,7) cos (2,4) sin (3,1) cos (4,4);
\end{scope}
\begin{scope}[xshift=4cm]
\draw[thick] (0,4) sin (1,7) cos (2,4) sin (3,1) cos (4,4);
\end{scope}
\begin{scope}[xshift=8cm]
\draw [thick](0,4) sin (1,7) cos (2,4) ;
\end{scope}
\draw [] (1,-2)circle (1)node{\tiny 0,1~V/div};
\node at(1,-3.5){voie 1};
\draw (4,-2)circle (1)node{\tiny 0,1~V/div};
\node at(4,-3.5){voie 2};
\draw (8,-2)circle (1)node{\tiny 0,1~ms/div};
\node at(8,-3.5){time};
\end{tikzpicture}

```

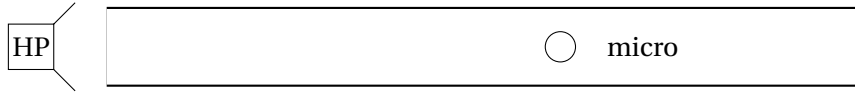


```

\begin{tikzpicture}
\draw(0,0)circle(1pt)circle(5mm);
\draw[thick](-.5,0)---+(0,-1);
\draw (-1,-1)rectangle node{$M$}+(1,-.5);
\draw[thick](-.5,0)arc(180:90:.5)node[above] (A){A}---+(10,0)node[above] (B){B};
\draw(0,.5)to[out=10, in=170]++(3.33,0)to[out=190, in=-10](0,.5);
\draw[xshift=3.33cm](0,.5)to[out=10, in=170]++(3.33,0)to[out=190, in=-10](0,.5);
\draw[xshift=6.66cm](0,.5)to[out=10, in=170]++(3.33,0)to[out=190, in=-10](0,.5);

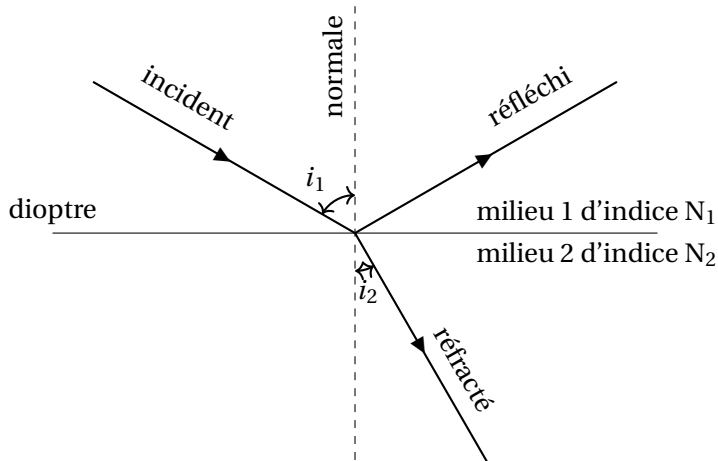
```

```
\draw[ultra thick,<->](B)---+(0,-1)node[midway,right]{vibreur};
\end{tikzpicture}
```

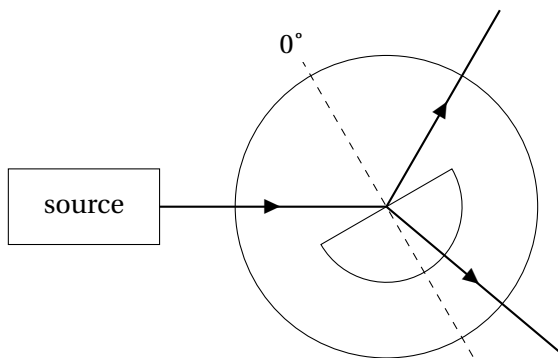


```
\begin{tikzpicture}
\draw[thick,double,double distance=1cm](1,0)---+(10,0);
\draw(-.3,-.3)rectangle node {HP}++(.6,.6)---+(45:4mm);
\draw(.3,-.3)---+(-45:4mm);
\draw(7,0)circle(2mm)node[right=5mm]{micro};
\end{tikzpicture}
```

### C.3 – Optique

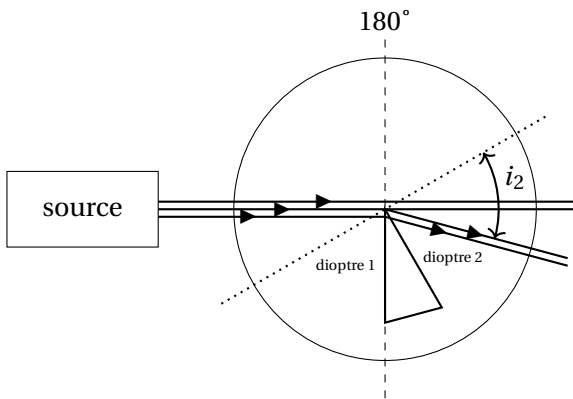


```
\begin{tikzpicture}
\draw [thick] (0,0) -- node[rotate=30] {$\blacktriangleright$} (30:4)node[rotate=30,pos=.7,above=2mm]{réfléchi};
\draw [thick] (0,0) -- node[rotate=-60] {$\blacktriangleright$} (-60:3.5)node[rotate=-60,pos=.7,above=2mm]{réfracté};
\draw [thick] (0,0) -- node[rotate=150] {$\blacktriangleleft$} (150:4) node[sloped,pos=.7,above=2mm]{incident};
\draw (-4,0)node[above]{dioptr} -- (4,0)node[pos=.9,above]{milieu 1 d'indice $N_1$}node[pos=.9,below]{milieu 2 d'indice $N_2$};
\draw [dashed] (0,-3) -- (0,3) node [rotate=90,left=3mm]{normale};
\draw[<->,thick](150:.5)arc(150:90:.5) node[midway,above left]{$i_1$};
\draw[<->,thick](-60:.5)arc(-60:-90:.5) node[midway,below]{$i_2$};
\end{tikzpicture}
```



```
\begin{tikzpicture}
\draw (-2,-.5)rectangle node{source}++(2,1);
\draw [thick] (0,0) -- node {$\blacktriangleright$} (3,0);
\draw (3,0)circle(2);
\draw(3,0)---+(30:1)arc(30:-150:1)--cycle;
\draw[dashed,rotate around={30:(3,0)}] (3,-2.5)---+(0,5)node[fill=white]{0°};
\draw [thick,rotate around={60:(3,0)}] (3,0) -- node[rotate=60]{$\blacktriangleright$} ++(3,0);
\draw [thick,rotate around={-40:(3,0)}] (3,0) -- node[rotate=-40]{$\blacktriangleright$} ++(3,0);
\end{tikzpicture}
```

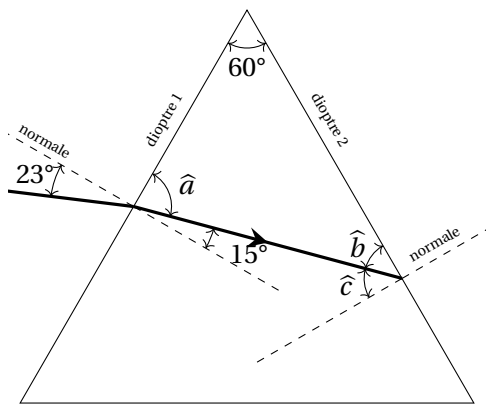




```

\begin{tikzpicture}
\draw (-2,-.5)rectangle node{source}++(2,1);
\draw [thick](0,0.1) -- ++(5.5,0)node[pos=.4]
{\blacktriangleright};
\draw [thick](0,0) -- ++(5.5,0)node[pos=.3]
{\blacktriangleright};
\draw [thick](0,-0.1) -- ++(3,0)node[pos=.4]
{\blacktriangleright};
\draw [thick,rotate around={-15:(3,0)}](3,0)
-- node[rotate=-15]{\blacktriangleright}
++(2.5,0);
\draw [thick,rotate around={-15:(3,-0.1)}]
(3,-0.1) -- node[rotate=-15,pos=.3]{\blacktriangleright}
++(2.5,0);
\draw (3,0)circle(2);%
\draw[thick](3,-1.5)-- node[left]{\tiny
dioptré 1}++(0,1.5)--node[right]{\tiny
dioptré 2}++(-60:1.5)--cycle;
\draw[thick,<->,xshift=3cm] (30:1.5)arc
(30:-15:1.5)node[pos=.3,right]{i_2};
\draw[dashed](3,-2.5)--++ (0,5)node[fill=
white]{180\degre};
\draw[thick,dotted,rotate around={-60:(3,0)}]
(3,-2.5)--++(0,5);
\end{tikzpicture}

```

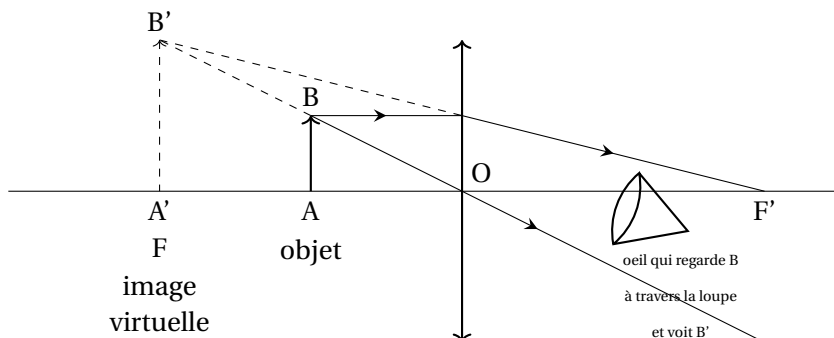


```

\tikzstyle simplegros=[postaction={decorate,decoration
={markings, mark=at position .5 with {\arrow[scale
=1.5,>=stealth]{
>}}}}]
\tikzstyle simplegrosrev=[postaction={decorate,
decoration={markings, mark=at position .5 with {\
arrow[scale=1.5,>=
stealth]{<}}}}]

\begin{tikzpicture}[scale=1.5]
\clip(-.1,0)rectangle++(4.2,3.5);
\draw (0,0) coordinate(A)-- (90-60/2:4) coordinate(B)
coordinate[pos=.5](D) node[pos=.7,above ,sloped]{\
tiny dioptre 1}-- ++(-90+60/2:4) node[pos=.3,above ,
sloped] {\tiny dioptre 2} coordinate(C)-- cycle;
\draw pic[draw,"60°",<->,angle eccentricity=1.5]{angle
};
\draw [rotate=90-60/2,dashed](D) ---++ (0,3)coordinate(E)
node[pos=.3,yshift=2mm,rotate=-60/2]{\tiny normale
};
\draw [rotate=90-60/2,dashed](D) ---++ (0,-1.5)
coordinate(H);
\draw[very thick,simplegrosrev](D)---++ (180-60/2+23:3)
coordinate(F);
\draw pic[draw,"23°",<->,angle radius=1.1cm, angle
eccentricity=1.25]{angle=E--D--F};
\path [name path=a](D)---++(-60/2+15:3);
\path [name path=b](B)--(C);
\draw[name intersections={of=a and b, by=G}, very thick
,simplegros](D)--(G);%
\draw pic[draw,"15°",<->,angle radius=1.1cm, angle
eccentricity=1.5]{angle=H--D--G};
\draw [rotate=60/2,dashed](G) ---++ (2,0)node [above,
rotate=60/2,pos=.2]{\tiny normale};
\draw [rotate=60/2,dashed](G) ---++ (-1.5,0)coordinate(I)
);
\draw pic[draw,"$\widehat{a}$",<->,angle eccentricity
=1.5]{angle=G--D--B};
\draw pic[draw,"$\widehat{b}$",<->,angle eccentricity
=1.5]{angle=B--G--D};
\draw pic[draw,"$\widehat{c}$",<->,angle eccentricity
=1.5]{angle=D--G--I};
\end{tikzpicture}

```



```

\begin{tikzpicture}

```

```

\draw (0,0) -- (11,0);
\draw [<->,thick](6,2) -- (6,-2);
\draw[<-,thick] (4,1)node[above]{B} -- (4,0)node[below]{A}node[below=5mm]{objet};
\draw[<-,dashed] (2,2)node[above]{B'} -- (2,0)node[below]{A'}node[below=5mm]{F}node[below=10mm,
    align=center]{image\\ virtuelle};
\node[above right] at (6,0){O};
\node[below] at (10,0){F'};
\draw [simplegros](4,1) -- (10,-2);
\draw [dashed](4,1) -- (2,2);
\draw [dashed](2,2) -- (6,1);
\draw [simplegros](6,1)--(10,0) ;
\draw [simplegros](4,1) -- (6,1);
\begin{scope}[xshift=8cm,yshift=-7mm, rotate=-20,scale=2]
\draw [thick](0,0)node[below right,align=center] {\tiny oeil qui regarde B \\ \tiny à travers
    la loupe \\ \tiny et voit B'}arc(-30:30:5mm) arc(150:210:5mm)--(30:5mm)--+(150:5mm);
\end{scope}
\end{tikzpicture}

```

## C.4 – Liens entre node et texte ou autre node

Il est possible de relier entre eux grâce à un code TikZ un mot du texte avec un autre mot ou avec un élément d'une figure, ou 2 éléments appartenant à 2 figures distinctes.

### C.4.1 – Insertion d'un node contenant un texte dans un texte

Cette figure peut être un node. Voici comment procéder pour avoir un bon alignement sur la ligne de base :

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit.

```

Lorem ipsum dolor sit amet, \tikz[baseline]\node[anchor=base,inner sep=0pt]{consectetur
adipiscing}; elit.

```

Avec `\usetikzlibrary{shapes.symbols}` dans le préambule, TikZ permet notamment de barrer du texte :

$$E_m = E_p(A) + \cancel{E_c(A)} = 200 \text{ J}$$

```

$E_m=E_p(A)+ \tikz[baseline]\node[anchor=base,strike out,draw]{$E_c(A)$}; = 200$~J

```

#### Remarques :

- Les options `inner sep=` et `outer sep=` permettent de barrer à des tailles différentes.
- `cross out` barre de 2 traits croisés.
- Il existe des packages permettant aussi de barrer du texte :
  - `\usepackage{ulem}` permet d'utiliser la commande `\sout{ }` qui barre le texte entre les accolades et la commande `\xout{ }` qui le raye.
  - `\usepackage{soul}` permet d'utiliser la commande `\st{ }` qui barre le texte entre les accolades.

### C.4.2 – Méthode remember picture et overlay

Il s'agit d'une méthode permettant de relier des éléments placés dans des figures différentes. Par exemple, on veut relier par une double flèche 2 nodes :

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit.



```

Lorem \tikz[baseline,remember picture]\node[anchor=base,inner sep=0pt](C){ipsum}; dolor sit
amet, \tikz[baseline,remember picture]\node[anchor=base,inner sep=0pt](D){consectetur
adipiscing}; elit.

```

```

\tikz[overlay,remember picture]\draw[thick,lightgray,<->](C)to[bend right](D);

```

Un autre exemple en mode mathématique :

$$y = ax + b$$

coefficient directeur ↑ ordonnée à l'origine

```

$$y = \tikz[baseline,remember picture]{\node[anchor=base] (A){$a$};}x+\tikz[baseline,remember
picture]{\node[anchor=base] (B){$b$};}$$

```

```

\tikz[remember picture]\node[] (O){coefficient directeur}; \hfill \tikz[remember picture]\node
[] (I){ordonnée à l'origine};

```

```

\tikz[overlay,remember picture]\draw[->] (O)to[out=0,in=90] (A);

```

```

\tikz[overlay,remember picture]\draw[->] (I)-|(B);

```

#### Remarque :

Au moins 2 compilations sont nécessaires.

## D – Banque de codes $\text{\LaTeX}$

### D.1 – Quelques commandes de type texte

%	<code>\%</code>		ï	i	<code>\"i</code>		20°C	20°C	20\degrees C
&	<code>\&amp;</code>		À		<code>\`A</code>		ℓ	<code>\ell</code>	
\$	<code>\\$</code>		É		<code>\'E</code>		§1	<code>\S 1</code>	
{	<code>\{</code>		ç	<code>\c c</code>	<code>\c{c}</code>				
n°1	<code>\no1</code>		1 <sup>re</sup>	<code>1\iere</code>	<code>1\up{re}</code>				
ê	<code>\e</code>	<code>\~e</code>	2 <sup>e</sup>	<code>2\ieme</code>	<code>2\up{e}</code>				

### D.2 – Quelques commandes de type symbole

→	<code>\rightarrow</code>		⊖	<code>\ominus</code>		≈	<code>\approx</code>
→	<code>\longrightarrow</code>		⊙	<code>\circlearrowleft</code>		#	<code>\sharp</code>
↔	<code>\rightleftarrows</code>		➔	<code>\ding{220}</code> <sup>1</sup>			
↪	<code>\leadsto</code>		×	<code>\times</code>			
⊕	<code>\oplus</code>		·	<code>\cdot</code>			

### D.3 – Quelques formules en mode mathématique

$V_{\text{cylindre}} = \pi \cdot R^2 \cdot h$	<code>\\$V_{\text{cylindre}} = \pi \cdot R^2 \cdot h\\$</code>
$\mu = \frac{m}{V}$ $\mu = \frac{m}{V}$	<code>\\$\mu = \dfrac{m}{V} \quad \mu = \frac{m}{V} \\$</code>
$\vec{P} + \vec{R} = m \cdot \vec{a}$	<code>\\$\overrightarrow{P} + \overrightarrow{R} = m \cdot \overrightarrow{a} \\$</code>
$v_i = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_{i+1} - x_{i-1}}{t_{i+1} - t_{i-1}}$	<code>\\$v_i = \dfrac{\Delta x}{\Delta t} = \dfrac{x_{i+1} - x_{i-1}}{t_{i+1} - t_{i-1}} \\$</code>
$R = R_0 \cdot e^{\alpha \left( \frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right)}$	<code>\\$R = R_0 \cdot \mathrm{e}^{\alpha \cdot \left( \frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right)} \\$</code>

### D.4 – Quelques encadrements

1A	2A	3A	4A	5A	6A	7A	8A	
H								gaz nobles
			C	N	O			
Na	Mg	Al			S	Cl		
K	Ca							

```

\begin{tabular}{|*{7}{c}|c|}
\multicolumn{1}{c}{1A} & \multicolumn{1}{c}{2A} & \multicolumn{1}{c}{3A} & \multicolumn{1}{c}{4A} & \multicolumn{1}{c}{5A} & \multicolumn{1}{c}{6A} & \multicolumn{1}{c}{7A} & \multicolumn{1}{c}{8A} \\
\cline{1-1}\cline{8-8}
H&\multicolumn{6}{c|}&\multirow{4}{*}{\rotatebox{90}{gaz nobles}} \\
&&&C&N&O&& \\
\cline{1-7}
Na&Mg&Al&&&S&Cl \\
\cline{1-7}
K&Ca&&&&& \\
\hline
\end{tabular}

```

$n = \frac{m}{M}$	<code>\boxed{n = \dfrac{m}{M}} \\$</code>
$n = \frac{m}{M}$	<code>\fbox{\$n = \dfrac{m}{M}\$}</code>

1. `\usepackage{pifont}` dans le préambule.

$$n = \frac{m}{M}$$

```
\doublebox{$n=\dfrac{m}{M}$}
```

## D.5 – Traits divers ne faisant pas partie de TikZ

```

Lorem ipsum |      Lorem ipsum \rule{1pt}{1cm}
Lorem ipsum |      Lorem ipsum \rule[-.5cm]{1pt}{1cm}

```

Remarque : On peut utiliser cette méthode par exemple pour ajuster finement la largeur d'une ligne d'un tableau `\rule[-.5cm]{0pt}{1cm}` Avec une largeur de 0 point, le trait n'est pas tracé mais l'espace est créé.

```

..... \dotfill
..... \hrulefill

```

```

..... \makebox[3cm]{\dotfill}
Lorem ipsum |      Lorem ipsum \vline

```

## D.6 – Écriture des nombres et unités

```

ρ = 1,20 kg/m3      $\rho = 1,20$~kg/m$^3$
ρ = 1,20 kg/m3      $\rho = 1,20\text{ kg/m}^3$
ρ = 1,20kgm-3      $\rho = \SI{1,20}{\kilo\gram\per\cubic\metre}$2
h = 6,62 × 10-34 J.s  $h=\num{6.62e-34}$~J.s

```

## D.7 – Compléments sur les tableaux

### D.7.1 – L'environnement cases

```

chlorure ferreux { formule développée ionique : (Fe2+ 2 Cl-)
                  { formule brute ou compacte : FeCl2
chlorure ferreux { formule développée ionique : & (~\ch{Fe^2+}\quad 2~\ch{C$\ell
                  { formule brute ou compacte : & \ch{FeC$\ell$2}\}~)\}
chlorure ferreux { formule développée ionique : & (~\ch{Fe^2+}\quad 2~\ch{C$\ell$-}\}~)\}
                  { formule brute ou compacte : & \ch{FeC
                  { formule brute ou compacte : & \ch{FeC

```

méthode alternative :

```

chlorure ferreux { formule développée ionique : (Fe2+ 2 Cl-)
                  { formule brute ou compacte : FeCl2
chlorure ferreux { formule développée ionique : & (~\ch{
                  { formule brute ou compacte : & \ch{FeC

```

### D.7.2 – L’environnement tabularx

Il permet de construire un tableau de largeur totale définie avec des colonnes codées X de largeurs identiques. `\usepackage{tabularx}` doit être placé dans le préambule.

nom	formule semi-développée	formule brute	masse molaire M	en g/mol
méthylpropène	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_2 = \text{C} - \text{CH}_3 \end{array}$	$\text{C}_4\text{H}_8$	$12 \times 4 + 1 \times 8 =$	56
propane				
	$\text{CH}_2 = \text{CH}_2$			
diméthylpropane				

```
\begin{tabularx}{\linewidth}{|l| >{\centering\arraybackslash}X |
>{\centering\arraybackslash}X | XX|} \hline
nom & {\footnotesize formule semi-développée} & formule brute &
masse molaire M & en g/mol \\ \hline \hline
méthylpropène & \rule[-4mm]{0cm}{2cm} & \chemfig{CH_2=C(-[2]CH_3)-CH_3} & &
\ch{C4H8} & $12\times 4+1\times 8=$ & 56 \\ \hline
propane & \rule[-4mm]{0cm}{1.2cm}&&& \hline
& \chemfig{CH_2=CH_2} & \rule[-4mm]{0cm}{1.2cm}&& \hline
diméthylpropane & \rule[-4mm]{0cm}{1.2cm}&&& \hline
\end{tabularx}
```

### D.7.3 – Le package booktabs

En plaçant `\usepackage{booktabs}` dans le préambule, on obtient de nouvelles commandes qui adaptent mieux la distance interligne et l'épaisseur des traits horizontaux d'un tableau sans filets verticaux.

_____				<code>\begin{tabular}{lcr}</code>
_____	_____	_____	_____	<code>\toprule</code>
_____	_____	_____	_____	<code>_____ &amp; _____ &amp; _____ \\</code>
_____	_____	_____	_____	<code>\midrule</code>
_____	_____	_____	_____	<code>sit &amp; amet &amp; consectetuer \\</code>
_____	_____	_____	_____	<code>\cmidrule{2-3}</code>
_____	_____	_____	_____	<code>adipiscing &amp; elit &amp; \\</code>
_____	_____	_____	_____	<code>\bottomrule</code>
_____	_____	_____	_____	<code>\end{tabular}</code>

## E – Exemple n° 1 – Sample Paper de overleaf.com

Ci-après la copie du code de Sample Paper du site overleaf . com pour les utilisateurs d'une distribution  $\LaTeX$  installée sur l'ordinateur. Le tutoriel proposant des modifications de ce code est paragraphe 1 à la page 7.

```

\documentclass[a4paper]{article}

\usepackage[english]{babel}
\usepackage[utf8]{inputenc}
\usepackage{amsmath}
\usepackage{graphicx}
\usepackage[colorinlistoftodos]{todonotes}

\title{Your Paper}

\author{You}

\date{\today}

\begin{document}
\maketitle

\begin{abstract}
Your abstract.
\end{abstract}

\section{Introduction}

Your introduction goes here! Some examples of commonly used commands and features are listed
below, to help you get started. If you have a question, please use the help menu ('`?'') on
the top bar to search for help or ask us a question.

\section{Some \LaTeX{} Examples}
\label{sec:examples}

\subsection{How to Leave Comments}

Comments can be added to the margins of the document using the \todo{Here's a comment in the
margin!} todo command, as shown in the example on the right. You can also add inline
comments:

\todo[inline, color=green!40]{This is an inline comment.}

\subsection{How to Include Figures}

First you have to upload the image file (JPEG, PNG or PDF) from your computer to writeLaTeX
using the upload link the project menu. Then use the includegraphics command to include it
in your document. Use the figure environment and the caption command to add a number and a
caption to your figure. See the code for Figure \ref{fig:frog} in this section for an
example.

\begin{figure}
\centering
\includegraphics[width=0.3\textwidth]{frog.jpg}

```



```
\caption{\label{fig:frog}This frog was uploaded to writeLaTeX via the project menu.}
\end{figure}
```

```
\subsection{How to Make Tables}
```

Use the table and tabular commands for basic tables --- see Table~\ref{tab:widgets}, for example.

```
\begin{table}
\centering
\begin{tabular}{l|r}
Item & Quantity \\ \hline
Widgets & 42 \\
Gadgets & 13
\end{tabular}
\caption{\label{tab:widgets}An example table.}
\end{table}
```

```
\subsection{How to Write Mathematics}
```

`\LaTeX{}` is great at typesetting mathematics. Let  $X_1, X_2, \dots, X_n$  be a sequence of independent and identically distributed random variables with  $\text{E}[X_i] = \mu$  and  $\text{Var}[X_i] = \sigma^2 < \infty$ , and let

$$S_n = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$$

denote their mean. Then as  $n$  approaches infinity, the random variables  $\sqrt{n}(S_n - \mu)$  converge in distribution to a normal  $\mathcal{N}(0, \sigma^2)$ .

```
\subsection{How to Make Sections and Subsections}
```

Use section and subsection commands to organize your document. `\LaTeX{}` handles all the formatting and numbering automatically. Use `ref` and `label` commands for cross-references.

```
\subsection{How to Make Lists}
```

You can make lists with automatic numbering \dots

```
\begin{enumerate}
\item Like this,
\item and like this.
\end{enumerate}
\dots or bullet points \dots
\begin{itemize}
\item Like this,
\item and like this.
\end{itemize}
\dots or with words and descriptions \dots
\begin{description}
\item[Word] Definition
\item[Concept] Explanation
\item[Idea] Text
\end{description}
```

We hope you find `write\LaTeX\` useful, and please let us know if you have any feedback using the help menu above.

```
\end{document}
```

**CORRIGÉS**

## F – Sample Paper de overleaf.com avec l'ensemble des modifications proposées dans l'exemple n° 1

```

\documentclass[a4paper,12pt,twoside]{article}
\usepackage[top=1.5cm,bottom=1.5cm,left=2cm,right=.5cm]{geometry}
\usepackage[upright]{fourier}
\usepackage[french]{babel}
\usepackage[T1]{fontenc}
\usepackage[utf8]{inputenc}
\usepackage{amsmath}
\usepackage{graphicx}
\usepackage{lipsum}
\usepackage{capt-of}
\usepackage{array}
\usepackage{multirow}
\usepackage{enumitem}
\usepackage{multicol}
\usepackage{titlesec}

\titleformat{\section}{\LARGE\bfseries}{\thesection}{0pt}{--}
\titlespacing*{\section}{0cm}{0cm}{0cm}
\title{Tutoriel \no1}

\author{\scshape Jean Dupont \and \scshape Michel Durand}

\date{\today}
\setlength{\parindent}{0pt}
\setlength{\parskip}{2mm}
\renewcommand{\baselinestretch}{1.2}
\addto\captionsfrench{\def\tablename{{\sc Tableau}}}
\renewcommand{\arraystretch}{2}
\begin{document}
\maketitle

\begin{abstract}
\lipsum[2]
\end{abstract}

\section{Introduction}
\setlength{\leftskip}{1cm}
{\itshape\bfseries\footnotesize
Your introduction goes here!
Some examples of commonly used commands and features are listed below, to help you get
started.
If you have a ques%
tion, please use the help menu (``?'') on the top bar to search for help or ask us a question.}

\setlength{\leftskip}{0cm}
\section{Some \LaTeX{} Examples}
\label{sec:examples}

\subsection{How to Include Figures}

```

First you have to upload the image file (JPEG, PNG or PDF) from your computer to writeLaTeX

using the upload link the project menu. Then use the `includegraphics` command to include it in your document. Use the `figure` environment and the `caption` command to add a number and a caption to your figure. See the code for Figure `\ref{frog}` in this section for an example.

```
%\begin{figure}
%\centering
\hfil\includegraphics[width=0.3\textwidth]{frog.jpg}
\captionof{figure}{\label{frog}This frog was uploaded to writeLaTeX via the project menu. }
%\caption{\label{fig:frog}This frog was uploaded to writeLaTeX via the project menu.}
%\end{figure}
```

```
\subsection{How to Make Tables}
```

Use the `table` and `tabular` commands for basic tables --- see Table~`\ref{widgets}`, for example.

```
%\begin{table}
%\centering
\hfil\begin{tabular}{|>{\centering\arraybackslash}p{3cm}|p{3cm}||>{\raggedleft\arraybackslash}p{3cm}|}
\hline
1&Item & Quantity \\\hline\hline
\multicolumn{2}{|c|}{Widgets} & \multirow{2}{*}{42 } \\\cline{1-2}
3&Gadgets & \\\hline
\end{tabular}
\captionof{table}{\label{widgets}An example table.}
%\caption{\label{tab:widgets}An example table.}
%\end{table}
```

```
\subsection{How to Write Mathematics}
```

`\LaTeX{}` is great at typesetting mathematics. Let  $X_1, X_2, \dots, X_n$  be a sequence of independent and identically distributed random variables with  $E[X_i] = \mu$  and  $\text{Var}[X_i] = \sigma^2 < \infty$ , and let

$$S_n = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$$

denote their mean. Then as  $n$  approaches infinity, the random variables  $\sqrt{n}(S_n - \mu)$  converge in distribution to a normal  $\mathcal{N}(0, \sigma^2)$ .

```
\subsection{How to Make Sections and Subsections}
```

Use `section` and `subsection` commands to organize your document. `\LaTeX{}` handles all the formatting and numbering automatically. Use `ref` and `label` commands for cross-references.

```
\subsection{How to Make Lists}
```

You can make lists with automatic numbering `\dots`

```
\begin{enumerate}[label=\Alph*.]
\item Like this,
\item and like this.
\end{enumerate}
\dots or bullet points \dots
\begin{itemize}[itemsep=5mm,leftmargin=2cm,topsep=1cm]
\item Like this,
\item and like this.
\end{itemize}
```

```

\dots or with words and descriptions \dots
\begin{description}
\item[Word] Definition
\item[Concept] Explanation
\item[Idea] Text
\end{description}

```

We hope you find write\LaTeX\ useful, and please let us know if you have any feedback using the help menu above.

```

\subsection{Placer côte à côte}
\subsubsection{Deux textes avec \textsf{minipage}}
\hfill
\begin{minipage}{7cm}
\lipsum[1]
\end{minipage}
\hfill
\vline
\hfill
\begin{minipage}{7cm}
\lipsum[3]
\end{minipage}
\hfill\
\subsubsection{Un texte sur plusieurs colonnes avec \textsf{multicol}}
\begin{multicols}{2}
\lipsum[4]
\end{multicols}
\subsubsection{Un texte, une image et un tableau}
\hfill
\begin{minipage}[t]{5cm}
\lipsum[2]
\end{minipage}
\hfill\vline\hfill
\begin{minipage}[t]{5cm}
\vspace{-1ex}\% \null
\hfil\includegraphics[width=3cm]{frog.jpg}
\end{minipage}
\hfill\vline\hfill
\begin{minipage}[t]{5 cm}
\vspace{-1ex}\% \null
\hfil\begin{tabular}{|c|l||r|}
\hline
1&Item & Quantity \\ \hline
\multicolumn{2}{|c|}{Widgets} & \multirow{2}{*}{42 } \\ \hline
3&Gadgets & \\ \hline
\end{tabular}
\end{minipage}
\hfill
\end{document}

```

## G – Quelques expériences avec le calcaire

Conseils pour l'élaboration du code : 2.2.3 page 27

```

\documentclass[a4paper,12pt ]{article}
\usepackage[left=1.5cm,right=.5cm,top=1.5cm,bottom=1.5cm] {geometry}
\usepackage[french]{babel}
\usepackage[T1]{fontenc}
\usepackage[utf8]{inputenc}
\usepackage[upright]{fourier}
\usepackage{amsmath}
\usepackage{graphicx}
\usepackage{tikz, chemformula, chemfig}
\title{Quelques expériences avec le calcaire}
\author{\scshape Jean Dupont \and \scshape René Durand}
\date{\today}
\setlength{\parskip}{2mm}
\setlength{\parindent}{0mm}
\begin{document}

\maketitle
\section{Action de l'acide chlorhydrique sur le calcaire}
\begin{minipage}{7cm}
\begin{tikzpicture}
\draw[thick] (0,0)--(0,-2)coordinate(A)--(0,-3)arc(-180:0:.5)node[pos=.5,above] (C){$\square$}
--++(0,1)coordinate(B)--++(0,2);
\draw(A)--(B);
\draw[<-] (C.center)--++(2,0)node[right]{calcaire};
\draw[<-] ([yshift=5mm]C.north)--++(2,0)node[right]{acide chlorhydrique};
\end{tikzpicture}
\end{minipage}
\begin{minipage}{11cm}
\setlength{\parskip}{2mm}
Le calcaire est attaqué par l'acide chlorhydrique: on observe un dégagement gazeux. Le calcaire
finit par disparaître en solution.

L'équation de la réaction est:

\ch{2 HC$\ell$ + CaCO3 -> CO2 ^ + H2O + CaC$\ell$2}

En n'utilisant que les espèces réactives:

\ch{2 H+ + CaCO3 -> CO2 ^ + H2O + Ca^2+}

Conclusion: le dégagement gazeux est du gaz carbonique.

La solution contient du chlorure de calcium soluble dans l'eau.
\end{minipage}
\section{Action du gaz carbonique sur l'eau de chaux}
\begin{minipage}{7cm}
\vspace{-2cm}
\begin{tikzpicture}
\begin{scope}[rotate around={-45:(0.5,1)}]
\draw[thick] (0,0)--(0,-2)coordinate(A)--(0,-3)arc(-180:0:.5)node[pos=.75,above]{$\square$}
--++(0,1)coordinate(B)--++(0,2);
\clip(0,0)--(0,-3)arc(-180:0:.5)--++(0,3)--++(4,0)--++(0,3)--++(-7,0)--++(0,-3);

```

```

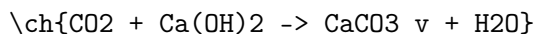
\draw[rotate=45]
(A)---+(2,0);
\draw[fill=lightgray](0,0)rectangle(1,-.5);
\draw[double,double distance=2mm,rounded corners](.5,-1)|---+(4,2)node[pos=.5,above]{\parbox{2cm}
}{tube à \dégagement}};
\end{scope}
\begin{scope}[rotate around ={45:(0.5,1)}]
\draw[thick](0,0)--(0,-2)node[left](D){eau de chaux}--(0,-3)arc(-180:0:.5)---+(0,1)coordinate(E)
)---+(0,2);
\clip(0,0)--(0,-2)--(0,-3)arc(-180:0:.5)---+(0,1)---+(0,2);
\draw[rotate=-45](E)---+(-2,0);
\end{scope}
\end{tikzpicture}
\end{minipage}

```

```
\begin{minipage}{11cm}
```

```
\setlength{\parskip}{2mm}
```

On fait barboter le gaz carbonique fabriqué dans l'eau de chaux. On observe alors la formation d'un trouble selon la réaction:



Le trouble est donc du calcaire (carbonate de calcium) insoluble dans l'eau.

```
\end{minipage}
```

```
\section{Action de la soude sur la solution de chlorure de calcium}
```

```
\begin{minipage}{7cm}
```

```
\begin{tikzpicture}
```

```
\draw[thick](0,0)--(0,-2)coordinate(A)--(0,-3)arc(-180:0:.5)---+(0,1)coordinate(B)---+(0,2);
```

```
\draw(A)--(B)node[below right,text width=4cm]{solution de chlorure de calcium};
```

```
\begin{scope}[xshift=.8cm,rotate=80]
```

```
\draw[thick](0,0)coordinate(E)--(0,-2)node[below]{soude}--(0,-3)arc(-180:0:.5)---+(0,1)
---+(0,2);
```

```
\clip(0,0)--(0,-2)--(0,-3)arc(-180:0:.5)---+(0,1)---+(0,2);
```

```
\draw[rotate=-80](E)---+(5,0);
```

```
\end{scope}
```

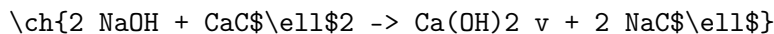
```
\end{tikzpicture}
```

```
\end{minipage}
```

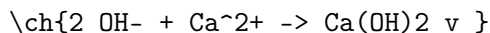
```
\begin{minipage}{11cm}
```

```
\setlength{\parskip}{2mm}
```

La soude attaque la solution de chlorure de calcium pour donner un précipité blanc selon la réaction :



En n'écrivant pas les ions spectateurs:



Le précipité blanc est de l'hydroxyde de calcium.

```
\end{minipage}
```

```
\end{document}
```



## H – Caractéristiques d'une lampe à filament

Conseils pour l'élaboration du code : 2.3.3 page 31

```

\documentclass[a4paper,10pt]{article}
\usepackage[margin=1cm]{geometry}
\usepackage[french]{babel}
\usepackage[T1]{fontenc}
\usepackage[utf8]{inputenc}
\usepackage[upright]{fourier}
\usepackage{amsmath}
\usepackage{graphicx}

\usepackage{tabularx}
\usepackage{pgfplots}
\pgfplotsset{compat=1.12}
\usepackage{colortbl}

\usepackage{tikz}
\usetikzlibrary{babel}
\usetikzlibrary{circuits.ee.IEC}
\tikzset{circuit declare symbol = Ameter}
\tikzset{set Ameter graphic = {draw, generic circle IEC, minimum size=5mm, info=center:A}}
\tikzset{circuit declare symbol = Vmeter}
\tikzset{set Vmeter graphic = {draw, generic circle IEC, minimum size=5mm, info=center:V}}
\title{\vspace{-1.5cm} Caractéristiques d'une lampe à filament}
\author{\scshape Arthur MARTIN \and \scshape Anne HIMAL}
\date{\today}
\setlength{\parindent}{0pt}
\setlength{\parskip}{0mm}
\pagestyle{empty}
\begin{document}
\maketitle
\begin{abstract}
On soumet une lampe à différentes tensions. On relève l'intensité et on calcule la résistance.
    On en déduit l'évolution de la résistance en fonction de la température du filament.
\end{abstract}
\thispagestyle{empty}
\section{Montage}
\hfil\begin{tikzpicture}[circuit ee IEC]
\node[contact,label=above:A](A){};
\node[contact,label=above:B](B)at(3,0){};
\draw(A)to[current direction={pos=.2,info'={I}},bulb={info=L}](B);
\draw(A)--(left:1)to[Ameter={label=right:cal 200~mA}]++(up:3)to[battery={info=$\oplus\quad\ominus$,info'=0 à 12~V,adjustable}]++(right:5)
|- (B);
\draw(A)--(down:1)to[Vmeter={info'={cal 20~V}}]++(right:3)--(B);
\end{tikzpicture}
\section{Tableau de mesures}
\renewcommand{\arraystretch}{2}
\hfil\begin{tabularx}{\linewidth}{|l|*8{>{\centering\arraybackslash}X|}}
\hline
U (en V)&0&1,5&3&4,5&6&7,5&9&12\\\hline
I (en A)&0&0,015&0,025&0,032&0,038&0,045&0,050\\\hline
$R=\dfrac{U}{I}$ (en $\Omega$)&\cellcolor{lightgray}&100&120&141&158&179&200&240\\\hline
\end{tabularx}

```

```
\section{Graphe}
\hfil\begin{tikzpicture}
\begin{axis}[title={\$U=f(I)\$},xlabel=I en A,ylabel=U en V,grid=major,axis x line=center, axis y
line=center]
\addplot coordinates {(0,0) (0.015,1.5) (0.025,3)(0.032,4.5) (0.036,6) (0.042,7.5)(0.045,9)
(0.05,12)};
\end{axis}
\end{tikzpicture}
```

```
\section{Conclusion}
```

Au fur et à mesure que la tension augmente, l'intensité augmente dans le filament qui chauffe de plus en plus. Les calculs de résistance montrent que plus la température du filament est élevée plus la résistance du filament est élevée. Sur le graphe, l'augmentation de la résistance se traduit par une pente de plus en plus forte de la courbe  $U=f(I)$

```
\end{document}
```

# I –Équilibre de 3 forces

Conseils pour l'élaboration du code : 2.1.3 page 24

```

\documentclass[a4paper]{article}
\usepackage[left=1.5cm,right=.5cm,bottom=1.5cm,top=1.5cm]{geometry}
\usepackage{amsmath,amsfonts,amssymb}
\usepackage[utf8]{inputenc}
\usepackage[T1]{fontenc}
\usepackage[upright]{fourier}
\usepackage{siunitx}
\usepackage{tikz}
\usetikzlibrary{angles,quotes}
\setlength{\parindent}{0mm}
\setlength{\parskip}{2mm}
\usepackage[french]{babel}
\title{\ 'Equilibre de 3 forces}
\author{\scshape Jean Heynard \and \scshape Paul Ochon}
\date{\today}

\begin{document}
\maketitle
\begin{abstract}
L'objectif de cette expérience est de montrer que la somme vectorielle des forces appliquées
sur un solide en équilibre est nulle.
\end{abstract}
\thispagestyle{empty}
\section{Montage expérimental}
\begin{minipage}{9cm}
\hfil\begin{tikzpicture}
\node[draw,minimum size=1cm](m1){\$m_1\$};
\draw(m1.north)--(up:3)node[inner sep=5mm](f1){};
\node[draw,circle,minimum size=1cm](p1)at(f1.0){\$\bullet\$};
\draw(p1.60)coordinate(P1)--+(-30:3)coordinate[label=0](O)--+(45:2)coordinate(P2)node[circle,
minimum size=1cm](f){};
\node[draw,circle,minimum size=1cm](p2)at(f.-45){\$\bullet\$};
\draw(p2.0)--+(down:4)coordinate[circle,minimum size=1cm](f3);
\draw(O)--+(down:2)coordinate[circle,minimum size=1cm](f2);
\node[draw,minimum width=1cm,minimum height=1cm](m2)at(f2.south){\$m_2\$};
\node[draw,minimum width=1cm,minimum height=1cm](m3)at(f3.south){\$m_3\$};
\draw pic[draw,<->,angle radius =5mm,"$\alpha$" ,angle eccentricity=1.5] {angle= P1--O--m2};
\draw pic[draw,<->,angle radius =5mm,"$\beta$" ,angle eccentricity=1.5] {angle= m2--O--P2};
\end{tikzpicture}
\end{minipage}
\begin{minipage}{10cm}
\setlength{\parskip}{2mm}
Le montage est réalisé dans le plan vertical à l'aide de poulies sur roulement à billes et de
fils de masses négligeables. Les 3 masses sont différentes:

\$m_1=\SI{73}{\gram}\quad m_2=\SI{100}{\gram}\quad m_3=\SI{90}{\gram}\$

On mesure au rapporteur:

$\alpha=120\deg$

$\beta=135\deg$

```

```

\end{minipage}
\section{Représentation vectorielle des forces}
\hfill
\begin{tikzpicture}[scale=1.5,transform shape]
\draw[->,thick] (0,0)--(45:2.7)node[pos=.5,above]{\overrightarrow{F_3}};
\draw[->,thick] (0,0)--(150:2.2)node[pos=.5,above]{\overrightarrow{F_1}};
\draw[->,thick] (0,0)node[above]{0}--(0,-3)node[pos=.5,left]{\overrightarrow{F_2}};
\end{tikzpicture}
\hfill
\begin{tikzpicture}[scale=1.5,transform shape]
\draw[->,thick] (0,0)--(45:2.7)node[pos=.5,above]{\overrightarrow{F_3}}--+(150:2.2)node[pos
=.5,above]{\overrightarrow{F_1}}--+(0,-3)node[pos=.5,left]{\overrightarrow{F_2}};
\end{tikzpicture}
\hfill\
\section{Conclusion}

$$\overrightarrow{F_1}+\overrightarrow{F_2}+\overrightarrow{F_3}=\overrightarrow{0}$$

\end{document}

```

## Glossaire

**éditeur** C'est le logiciel avec lequel on construit le document constitué de lignes de code et de commandes. Le fichier est ensuite enregistré avec l'extension `.tex`. Il existe de nombreux éditeurs : TeXmaker, multiplateforme, est le plus convivial : il possède de très nombreuses fonctionnalités, icônes et menus permettant de faciliter l'écriture du document source. On peut aussi télécharger un autre éditeur TeXworks beaucoup moins convivial mais avec lequel la compilation peut être plus rapide et aboutir quand TeXmaker n'y arrive pas. Encore un autre éditeur multiplateforme : Kile. 5

**auto-complétion** Il s'agit d'une aide très précieuse pour écrire le code : il suffit d'écrire 2 ou 3 lettres de la commande souhaitée et une liste déroulante permet de choisir la commande parmi un ensemble. Cela permet d'obtenir facilement crochets et accolades et évite les erreurs de syntaxe. 5

**caractère réservé** Certains caractères sont réservés, c'est-à-dire qu'ils sont interprétés autrement qu'un caractère ordinaire à la compilation, ce qui a pour conséquence soit un message d'erreur et la compilation n'aboutit pas, soit une compilation présentant un défaut.

Il existe des méthodes pour indiquer dans le code que le caractère doit être interprété comme caractère ordinaire. Par exemple :

```
\$ pour $, \% pour %, \{ pour {, \& pour &, \_ pour _
\symbol{2} pour ^, \symbol{3} pour ~. 7
```

**compilation** Le code est écrit avec un *éditeur* par exemple TeXmaker mais chacune des commandes doit être exécutée, c'est le rôle du compilateur. TeXmaker possède les liens nécessaires pour que TeXlive lance la compilation. 5

**distributions** TeXlive est multiplateforme : il fonctionne de la même façon sur Windows, sur Mac et sur Linux. MikTeX ne fonctionne que sur Windows mais son installation est plus conviviale. Il est préférable de les installer complètement, la capacité des ordinateurs actuels le permet. Ces distributions contiennent différents compilateurs, moteurs qui transforment le document source en document fini. Ces compilateurs portent les noms suivants : latex, pdflatex, xelatex et lua<sub>l</sub>atex. Dans ce document, on suppose l'utilisation de pdf<sub>l</sub>atex qui fournit un document `.pdf`, avec l'avantage de la rapidité et de la qualité de la compilation mais l'inconvénient d'un choix limité des polices et la quasi-impossibilité d'utilisation de quelques packages, notamment PSTricks. 5

**emphase** Dans une phrase en roman, mettre un mot en emphase revient à le mettre en italique. Dans une phrase en italique, mettre un mot en emphase revient à le mettre en roman. 12

**environnement** On appelle environnement toute partie du document source comprise entre les commandes `\begin{ }` et `\end{ }`. Remarque : Attention à ne pas oublier de réécrire certaines commandes à l'intérieur d'un environnement, notamment concernant les indentations et les espacements en général. 7

**Geogebra** Logiciel multiplateforme très complet et convivial permettant notamment de réaliser à la souris des figures géométriques. Le code  $\LaTeX$  de la figure obtenue est fourni automatiquement en TikZ et en PSTricks. Par simple copier-coller, on peut récupérer ce code pour l'intégrer dans un document  $\LaTeX$ . Mais avant cela, on peut souvent le simplifier. 1

**image** Toutes les extensions ne sont pas acceptées. Les fichiers `.jpg`, `.pdf` ne posent pas de problème. Il existe des convertisseurs d'image : par exemple Image Magick. 5, 13

**machine** Il s'agit d'un type d'écriture (machine à écrire ou écriture à chasse fixe) obtenu par la commande `\texttt{ }`. C'est ce type d'écriture qui est utilisé pour écrire du code dans un document. Par défaut, il est possible d'écrire du code sans qu'il soit compilé avec la commande `\verb` ou des lignes de code avec un environnement `verbatim`. Ils ont un gros inconvénient : ils ne respectent pas les marges. Une amélioration est apportée avec le package `\usepackage{spverbatim}` à condition de bien laisser des blancs dans le code à partir desquels des retours à la ligne peuvent être construits. La commande `\verb` est remplacée par `\spverb` et l'environnement `verbatim` par `spverbatim`. Bien mieux encore : `\usepackage{listings}` mais il nécessite une ligne supplémentaire dans le préambule qui ressemble à ceci :

```
\lstset{upquote= true,
columns=flexible,
language={ [LaTeX]TeX},
```

```
breaklines=true,  
basicstyle={\ttfamily},  
literate= {à}{\`a}1 {ô}{\^o}1 }
```

La commande `\verb` est remplacée par `\lstinline` et l'environnement `verbatim` par `lstlisting`. 12

**préambule** Première partie du document source, placée avant l'environnement `document`. Il n'est pas inutile de construire un préambule qu'on pourra utiliser systématiquement pour tous les documents à faire. Il suffit alors de l'enregistrer `preamble.tex` et de l'importer avec la commande `\import{ }` ou `\include{ }`. 7

**sites «online»** <https://www.overleaf.com/> et <https://fr.sharelatex.com>. Ces sites sont gratuits mais il faut s'inscrire. Des services sont payants pour des utilisations avancées de  $\text{\LaTeX}$ . 5

## Références

- [1] Joseph BONNÉ. *LaTeX et TikZ – Projet éducatif*. 2016. URL : <http://jobonne.org/latexetikz.pdf>.
- [2] Xavier CARTRON. *Aide-mémoire LaTeX*. 2015. URL : <http://yeuxdelibad.net/Logiciel-libre/LaTeX/LaTeX-pb.pdf>.
- [3] Jean Pierre CASTELEYN. *Visual TikZ Version 0.62*. 2016. URL : <http://tug.ctan.org/info/visuالتikz/VisualTikZ-fr.pdf>.
- [4] Jean-Côme CHARPENTIER. *Stage LATEX Aide-mémoire*. 2002. URL : <https://elzevir.fr/imj/lm204/files/doc-aide-memoire.pdf>.
- [5] FORUM. *Mathematex*. 2016. URL : <http://forum.mathematex.net/latex-f6/>.
- [6] Bertrand MASSON. *Les fiches à Bébert*. 2016. URL : <http://lesfichesabebert.fr/index.php/FichesBebert/Tikz>.
- [7] MILLIEN. *aide-memoire.pdf*. 2013. URL : <http://www.math.ens.fr/~millien/tdlatex/aide-memoire.pdf>.
- [8] Clemens Niederberger. *chemformula v4.14a*. 2016. URL : [http://tug.ctan.org/macros/latex/contrib/chemformula/chemformula\\_en.pdf](http://tug.ctan.org/macros/latex/contrib/chemformula/chemformula_en.pdf).
- [9] Stéphane PASQUET. *Initiation à LATEX*. 2013. URL : <http://www.mathweb.fr/latex/Initiation.pdf>.
- [10] Manuel PÉGOURIÉ-GONNARD. *LM204 : découverte de LaTeX*. 2013. URL : <https://elzevir.fr/imj/lm204/files/>.
- [11] Till Tantau. *The TikZ and PGF Packages*. 2015. URL : <http://ftp.snt.utwente.nl/pub/software/tex/graphics/pgf/base/doc/pgfmanual.pdf>.
- [12] Christian TELLECHEA. *Chemfig*. 2015. URL : <ftp://ctan.tug.org/tex-archive/macros/generic/chemfig/chemfig-fr.pdf>.