

Exercices L^AT_EX

UO L₂–L₃

21, 28 novembre
5, 12, 19 décembre 2025

Denis BITOUZÉ

`denis.bitouze@univ-littoral.fr`

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

Laboratoire de Mathématiques Pures et Appliquées Joseph Liouville

`https://lmpa.univ-littoral.fr/`

Document composé avec \LaTeX

Table des matières

Introduction	iv
Comment aborder les exercices ?	iv
Structure des fichiers associés	v
Éditeur de textes orienté \LaTeX	v
Questions et exercices à omettre en 1 ^{re} lecture	vii
 I Énoncés	 1
I.1 Mise en page	1
I.2 Erreurs de compilation	8
I.3 Commandes	9
I.4 Packages	10
I.5 Structuration et documents PDF	12
I.6 Inclusion d'images	14
I.7 Macros	15
I.8 Tableaux (avec le package tabularray)	18
I.9 Mathématiques	24
I.10 Nombres, angles, grandeurs et unités	28
I.11 Listings informatiques	30
I.12 Utilisation des ressources	31
I.13 Courbes	32
I.14 Bibliographie	41

« Je rêve d'un jour où l'égoïsme ne régnera plus dans les sciences, où on s'associera pour étudier, au lieu d'envoyer aux académiciens des plis cachetés, on s'empressera de publier ses moindres observations pour peu qu'elles soient nouvelles, et on ajoutera "je ne sais pas le reste". »

Évariste GALOIS

Introduction

Comment aborder les exercices ?

Le but des exercices de ce recueil, regroupés par thèmes dans les sections du chapitre I page 1, se résume aux 6 étapes suivantes.

1. Sauf exception, chaque exercice est associé à un fichier source `.tex` dont le nom figure, en fin de ligne et encadré, en regard de l'intitulé dudit exercice. À titre d'exemple, la capture d'écran, figure 1, illustre que l'exercice 1 (page 1) a pour source `.tex` associé le fichier `decouverte.tex`.


Exercice 1 (Découverte) `decouverte.tex`

FIGURE 1

On demande d'ouvrir, dans un éditeur de texte orienté \LaTeX , ce fichier source `.tex` associé et, pour ce faire, deux solutions sont possibles selon :

- les fonctionnalités de l'afficheur **PDF** utilisé ;
- le paramétrage du système d'exploitation.

Si tout va bien il suffit de cliquer :

- soit sur le cadre contenant le nom du fichier `.tex` en question ;
- soit sur l'icône  en marge ;

pour que celui-ci s'ouvre avec l'éditeur de texte orienté \LaTeX par défaut.

Sinon il est nécessaire de se rendre dans le dossier **fichiers**, puis dans le sous-dossier indiqué à chaque début de section et, enfin, d'ouvrir¹ le fichier associé avec l'éditeur de texte de son choix. Par exemple, pour traiter l'exercice 1 page 1, il suffit de se rendre dans le dossier **fichiers**, puis dans le sous-dossier **outils-habituels** et, enfin, d'ouvrir le fichier `decouverte.tex`.

1. Normalement, un double-clic sur un fichier d'extension `.tex` l'ouvre dans l'éditeur de texte orienté \LaTeX par défaut.

Quelques rares exercices n'ont pas fichier source `.tex` associé. Il faut alors créer soi-même ce fichier, en s'aidant des fonctionnalités des éditeurs orientés \LaTeX pour en éviter d'avoir à saisir manuellement tout le nécessaire².

2. Saisir, lorsqu'il ne l'est pas déjà, le texte nécessaire à la réalisation de ce qui est demandé dans l'énoncé.
3. Insérer ou, mieux, *faire* insérer par l'éditeur les commandes \LaTeX permettant de mettre en forme le texte de façon à obtenir ce qui est demandé dans l'énoncé.
4. Compiler le fichier en question.
5. Le cas échéant, corriger les fautes signalées par d'éventuels messages d'erreurs.
6. Visualiser le résultat et de recommencer au point 3 jusqu'à obtenir effectivement exactement ce qui est demandé dans l'énoncé.

Structure des fichiers associés

Afin d'éviter d'avoir à systématiquement les saisir manuellement, tous les fichiers source `.tex` associés comportent :

le **préambule** (éventuellement enrichi) :

```
1 \documentclass[french,12pt]{article}
2 \usepackage[T1]{fontenc}
3 \usepackage[utf8]{inputenc}
4 \usepackage{lmodern}
5 \usepackage[a4paper]{geometry}
6 \usepackage{babel}
```

l'**environnement document** c'est-à-dire la paire :

```
1 \begin{document}
2 \end{document}
```

du **texte brut** entre `\begin{document}` et `\end{document}`.

Éditeur de textes orienté \LaTeX

Pour composer des documents \LaTeX , l'usage d'un éditeur de textes adapté est plus que recommandé. Un tel outil facilitera la vie de l'utilisateur sur bien des aspects, parmi lesquels :

2. À ce sujet, cf. l'exercice 5 page 3.

coloration syntaxique : elle permet

- de distinguer le texte des commandes ;
- de repérer les commandes et environnements de même nature ;

saisie des ordres L^AT_EX : de nombreuses commandes et environnements, déjà implémentés, sont accessibles via des raccourcis claviers, des menus ou des boutons, ce qui évite :

- d’avoir à les saisir soi-même ;
- de commettre des erreurs « orthographiques » qui conduisent à des messages d’erreurs à la compilation ;

compilations : elles s’effectuent souvent au moyen de raccourcis clavier ergonomiques ;

éventuelles erreurs : elles peuvent être facilement localisées et les messages émis par L^AT_EX sont alors mis en évidence ;

commentaires : des paragraphes entiers peuvent être (dé)commentés d’un seul raccourci clavier ;

longs documents : il est très simple de gérer des documents « parents » et « enfants ».

Il convient donc, lorsque l’on compose des documents L^AT_EX, de choisir un éditeur, de s’y tenir au moins un certain temps, et de *très bien* le connaître de façon à être efficace³.

Beaucoup d’éditeurs de textes orientés L^AT_EX sont disponibles et la plupart d’entre eux sont des logiciels libres. Nous utilisons l’éditeur Emacs⁴ qui est certainement l’un des plus puissants qui existent, mais qui est d’un abord un peu déroutant. Nous ne le recommandons donc pas à des débutants L^AT_EX⁵ que nous orientons plutôt vers l’éditeur TeXstudio⁶.

Aussi, au moyen d’un avertissement placé en note de bas de page, comme ici⁷, nous rappelons pour certaines questions ou certains exercices la nécessité (ou presque !) de recourir aux fonctionnalités offertes par l’éditeur de textes orienté L^AT_EX choisi, notamment sous forme de raccourcis clavier.

Cependant, il se peut que l’éditeur choisi par l’utilisateur n’offre pas les fonctionnalités attendues dans ces questions ou exercices. Il convient dans ce cas de saisir manuellement des ordres L^AT_EX, ou de les copier-coller depuis un fichier .pdf ou une page Web.

3. Pour la plupart d’entre eux, l’apprentissage est naturel et rapide.

4. <https://www.gnu.org/software/emacs>

5. Sauf s’ils sont passionnés d’informatique !

6. <https://texstudio.org/>

7. Penser à utiliser les fonctionnalités de son éditeur, notamment les raccourcis clavier !

Questions et exercices à omettre en 1^{re} lecture

Certaines questions, comme la n° 3 de l’exercice 3 page 2, et certains exercices sont

composés en police de taille réduite.

Ils sont destinés à être omis en 1^{re} lecture et, pour y répondre, on utilisera les ressources qu’offre Internet, par exemple pour celles qui sont francophones :

1. le site de questions et réponses T_EXnique^{8 9} ;
2. la FAQ¹⁰ GUTenberg¹¹ ;

8. <https://texnique.fr/>

9. On ne s’interdira pas de consulter le forum anglophone analogue « T_EX-L^AT_EX Stack Exchange » (<https://tex.stackexchange.com/>).

10. *Frequently Asked Questions* souvent traduit en français par « Foire Aux Questions ».

11. <https://faq.gutenberg-asso.fr/>

*Je préfère élever deux cents nombres au carré qu'un
seul enfant au biberon.*

Alphonse ALLAIS

I

Énoncés

Questions et exercices en taille réduite

Si vous ne savez pas pourquoi certains des exercices ou questions qui suivent sont composés en police de taille réduite, reportez-vous à la section « Questions et exercices à omettre en 1^{re} lecture » page vii.

I.1 Mise en page

Dossier des sources `.tex` associés aux exercices de cette section

fichiers/
└─ **outils-habituels/**

Exercice 1 (Découverte).

1. Ouvrir le fichier **decouverte.tex**. Pour cela, se rendre avec l'explorateur de fichiers ou directement avec l'éditeur de textes orienté L^AT_EX dans le dossier **fichiers** puis dans le sous-dossier **outils-habituels** où se trouvent tous les fichiers des exercices de la section « Mise en page »¹.

1. On procédera de façon analogue pour les fichiers des exercices des autres sections.

2. Prendre connaissance de son contenu.
3. Compiler le fichier en utilisant un raccourci clavier (sous **TeXstudio**, il suffit de presser la touche **F5**²).
4. Admirer le résultat affiché automatiquement dans l'afficheur **PDF** intégré de **TeXstudio**³.
5. Ajouter quelques mots au contenu du fichier et répéter les opérations ci-dessus.



Exercice 2 (Source \neq rendu). **nonWYSIWYG.tex**

1. Ouvrir le fichier et prendre connaissance de son contenu.
2. Compiler⁴ le fichier et constater les différences entre la source et le rendu.
3. Supprimer le % à l'avant-dernière ligne, compiler à nouveau et examiner le résultat.
4. Mettre quelques lignes en commentaire⁴, compiler et examiner le résultat.

Exercice 3 (Gras, italique, souligné). **gras.tex**

1. Ouvrir le fichier, prendre connaissance de son contenu, le compiler⁴, admirer le résultat.
2. En compilant et en observant le résultat à chaque question :
 - (a) mettre en gras⁴ le 1^{er} paragraphe ;
 - (b) mettre en italique⁴ le 2^e paragraphe ;
 - (c) mettre en gras italique⁴ le 3^e paragraphe ;
 - (d) dans le 4^e paragraphe, mettre en emphase⁴ le mot « automatique » ;
 - (e) en laissant en emphase le mot « automatique », passer le 4^e paragraphe en italique⁴ et expliquer le résultat obtenu ;
 - (f) dans le 5^e paragraphe, souligner⁴ le mot « facile ».
3. (Si vous ne savez pas pourquoi certaines questions et certains exercices sont composés en police de taille réduite, reportez-vous à la section « Questions et exercices à omettre en 1^{re} lecture » page vii.)
Souligner⁴ tout le 6^e paragraphe et régler le problème rencontré.

Exercice 4 (Centrage, alignement). **alignement.tex**

1. Centrer⁴ le 1^{er} paragraphe.
2. Remarquer qu'il est inutile d'enregistrer le document avant de lancer la compilation, ce raccourci s'en chargeant.
3. Si la fenêtre de cet afficheur est trop petite, on pourra la détacher en cliquant sur son icône  ou  (« Afficheur fenêtré »).
4. Penser à utiliser les fonctionnalités de son éditeur, notamment les raccourcis clavier !

2. Aligner à gauche⁵ le 2^e paragraphe.
3. Aligner à droite⁵ le 3^e paragraphe.
4. (Si vous ne savez pas pourquoi certaines questions et certains exercices sont composés en police de taille réduite, reportez-vous à la section « Questions et exercices à omettre en 1^{re} lecture » page vii.)
On constate que le paragraphe est effectivement centré mais éventuellement pas comme on peut s'y attendre. Chercher comment utiliser l'environnement **minipage** pour produire une nouvelle version de ce paragraphe telle que, à la fois :
 - (a) sa largeur soit de 5 cm ;
 - (b) il soit justifié ;
 - (c) le tout soit centré.

Exercice 5 (Création de document).

Dans cet exercice, on recourt au système de modèles⁶ fourni par **TeXstudio**.

1. Créer un nouveau document à partir d'un modèle en se rendant dans le menu **Fichier** » **Nouveau document à partir d'un modèle** puis en sélectionnant dans la liste **Article (French)**.
2. Saisir un texte, n'importe lequel, de plusieurs mots.
3. Enregistrer le fichier sous le nom de son choix.
4. Compiler.
5. Admirer *son* œuvre !

Exercice 6 (Listes faciles). **ListesFaciles.tex**

Insérer les commandes permettant d'obtenir⁵ les listes :

- non ordonnée ;
- ordonnée ;
- de description ;

des modèles 6.1 à 6.3 pages 3 et 4.

Modèle n° 6.1 à reproduire (sans le présent cadre)

Lors de cette première séance de formation au logiciel L^AT_EX, nous avons pu constater que celui-ci présente :

- des avantages (il en a beaucoup) ;
- des inconvénients (il en a peu).

Modèle n° 6.2 à reproduire (sans le présent cadre)

Lors de cette première séance de formation au logiciel L^AT_EX, nous avons pu constater que celui-ci présente :

5. Penser à utiliser les fonctionnalités de son éditeur, notamment les raccourcis clavier !
6. Ou canevas ou gabarits, souvent dit *templates* en anglais.

1. des avantages (il en a beaucoup) ;
2. des inconvénients (il en a peu).

Modèle n° 6.3 à reproduire (sans le présent cadre)

Lors de cette première séance de formation au logiciel \LaTeX , nous avons pu constater que celui-ci présente :

des avantages : il en a beaucoup ;

des inconvénients : il en a peu.

Exercice 7 (Liste de description). `ListeDescription.tex`
Insérer dans le fichier les commandes⁷ permettant de reproduire le modèle 7.1.

Modèle n° 7.1 à reproduire (sans le présent cadre)

Les musiciens figurant sur l'excellent disque *Blue Train* de John Coltrane sont les suivants :

John Coltrane : saxophone ténor ;

Lee Morgan : trompette ;

Curtis Fuller : trombone ;

Kenny Drew : piano ;

Paul Chambers : contrebasse ;

Philly Joe Jones : batterie.

Exercice 8 (Listes imbriquées). `ListesImbriquees.tex`
Le but de cet exercice est de reproduire⁷ l'emboîtement de listes :

- ordonnées ;
- non ordonnées ;
- de description ;

du modèle 8.1. On pourra commencer par en reproduire le canevas tel qu'il figure au modèle 8.2 page ci-contre.

Modèle n° 8.1 à reproduire (sans le présent cadre)

1. Voici une liste :
 - (a) ordonnée

⁷. Penser à utiliser les fonctionnalités de son éditeur, notamment les raccourcis clavier !

- (b) qui contient :
 - i. une sous-liste ;
 - ii. cette sous-liste est elle-même ordonnée ;
 - (c) qui contient également :
 - une sous-liste ;
 - cette sous-liste est non ordonnée.
 Nous pourrions en rester là mais nous ajoutons un item ;
 - (d) que voici ;
2. ce deuxième item de la liste principale contient une liste de description.
- \LaTeX :** efficace (simple pour des documents élaborés).
- Traitement de texte :** simple (compliqué pour des documents élaborés).

Modèle n° 8.2 à reproduire (sans le présent cadre)

Voici un canevas de listes imbriquées.

1. (a)
 - (b) i.
 - ii.
- (c) —
-
- (d)
2. :
- :

Exercice 9 (Apparence des listes ordonnées). `ListesOrdonnees.tex`
S'aider du package `enumitem`⁸ pour obtenir successivement les listes ordonnées des modèles 9.1 et 9.2 pages 5 et 6⁹.

Modèle n° 9.1 à reproduire (sans le présent cadre)

Le logiciel \LaTeX présente

- 1) des avantages :
 - a. il est gratuit ;
 - b. il est libre ;

⁸. <https://www.ctan.org/pkg/enumitem>

⁹. On notera à quel point la 2^e est illisible !

- c. il existe sous
 - i Linux ;
 - ii Mac ;
 - iii Windows ;
- d. etc.
- 2) des inconvénients :
 - a. franchement, je ne vois pas ;
 - b. et vous ?

Modèle n° 9.2 à reproduire (sans le présent cadre)

Le logiciel L^AT_EX présente

A. des avantages :

I : il est gratuit ;

II : il est libre ;

III : il existe sous

n° a] Linux ;

n° b] Mac ;

n° c] Windows ;

IV : etc.

B. des inconvénients :

I : franchement, je ne vois pas ;

II : et vous ?

Exercice 10 (Encadrement du texte). **encadre.tex**

Le texte de cet exercice est un aphorisme de LA ROCHEFOUCAULD (1613-1680).

1. Ouvrir le fichier, examiner son contenu et le compiler.
2. En utilisant la commande `\fbox{}`, encadrer le mot « vieillards ».
3. (a) En utilisant la commande `\fbox{}`, encadrer tout l'aphorisme.
(b) Remédier au problème rencontré en s'aidant de l'index de la FAQ francophone¹⁰.
4. Obtenir un cadre ombré.

Exercice 11 (Caractères spéciaux). **caracteres-speciaux.tex**

Compiler le fichier **caracteres-speciaux.tex** et observer le résultat puis :

¹⁰ <https://faq.gutenberg-asso.fr/>

1. régler le problème rencontré dans la 1^{re} phrase ;
2. remplacer les six « ... » par, respectivement : % { } \$ & #.

Exercice 12 (Faux-texte). **faux-texte.tex**

Il est parfois utile de produire des documents dont les pages sont remplies avec beaucoup de texte. C'est notamment le cas :

- pour calibrer une mise en page ;
- pour mettre en évidence un phénomène quand on pose une question au sujet de L^AT_EX sur un forum d'entraide.

Mais saisir soi-même une grande quantité de texte est une tâche pénible et chronophage. Heureusement, on peut l'éviter en recourant à du « faux-texte », et c'est souvent celui appelé *Lorem ipsum*¹¹ (ou *Lipsum*) qui est utilisé.

Avec L^AT_EX, on peut pour cela recourir au package **lipsum**¹² qui fournit la commande `\lipsum` permettant (notamment) d'afficher certains des (150) paragraphes de *Lorem ipsum* :

- `\lipsum[⟨m⟩]` pour son paragraphe n° $\langle m \rangle$;
- `\lipsum[⟨m⟩-⟨n⟩]` pour la plage de ses paragraphes $\langle m \rangle$ à $\langle n \rangle$;

où $1 \leq \langle m \rangle \leq \langle n \rangle \leq 150$.

1. Créer un document comportant (uniquement) le 1^{er} paragraphe de *Lorem ipsum*.
2. Créer un document comportant (uniquement) les trois premiers paragraphes de *Lorem ipsum*.
3. Combien de paragraphes de *Lorem ipsum* génère la commande `\lipsum` employée sans son argument optionnel ?
4. Créer un document comportant (uniquement) les 150 paragraphes de *Lorem ipsum*.
5. Noter le nombre de pages générées par les 150 paragraphes de *Lorem ipsum* lorsque le corps de base du document est :
 - (a) 12 points ;
 - (b) 11 points ;
 - (c) 10 points.
6. Même question pour un document au format paysage (qu'on obtient en ajoutant l'option **landscape** au package **geometry**¹³).

¹¹ https://fr.wikipedia.org/wiki/Lorem_ipsum

¹² <https://www.ctan.org/pkg/lipsum>

¹³ <https://www.ctan.org/pkg/geometry>

7. Le package `blindtext`¹⁴ et sa commande (notamment) `\Blinddocument` permettent de générer des documents plus « réalistes ». Créer un tel document, sachant qu'il est recommandé de charger `blindtext`¹⁵ après `babel`¹⁶.

I.2 Erreurs de compilation

Dossier des sources `.tex` associés aux exercices de cette section

fichiers/
└─ **erreurs/**

À savoir pour résoudre des erreurs de compilation \LaTeX

Pour résoudre des erreurs de compilation \LaTeX , il est utile de savoir que :

1. « *control sequence* » signifie « commande \LaTeX » ;
2. un fichier d'extension `.sty` est un fichier de package \LaTeX ^a.

^a. Plus précisément, un (package) \LaTeX est généralement constitué de plusieurs fichiers dont au moins le fichier (package) `.sty` qui contient son « codage informatique ».

Exercice 13. `erreur1.tex`

1. Prendre connaissance du contenu du fichier associé.
2. Compiler le fichier associé.
3. Utiliser les outils de l'éditeur pour, dans l'onglet **Erreurs** :
 - (a) repérer les erreurs du fichier source `.tex` (les lignes où elles se situent sont spécifiées et sont, dans le source, surlignées) ;
 - (b) prendre connaissance des messages d'erreur émis par \LaTeX , en *cherchant à les comprendre*.
4. Corriger les erreurs (en recompilant après chaque correction effectuée).

Exercice 14. `erreur2.tex`
Mêmes questions.

Exercice 15. `erreur3.tex`
Mêmes questions.

14. <https://www.ctan.org/pkg/blindtext>

15. <https://www.ctan.org/pkg/blindtext>

16. <https://www.ctan.org/pkg/babel>

Exercice 16. `erreur4.tex`
Mêmes questions.

Exercice 17. `erreur5.tex`
Mêmes questions.

I.3 Commandes

Dossier des sources `.tex` associés aux exercices de cette section

fichiers/
└─ **commandes-latex/**

Exercice 18 (Commandes de base). `commandes.tex`
Reproduire le modèle 18.1.

Modèle n° 18.1 à reproduire (sans le présent cadre)

Quelles sont les commandes qui produisent les logos \LaTeX et \TeX ?

Exercice 19 (Apparence des caractères : florilège). `caracteres.tex`

1. Cette question repose sur des commandes à portée locale de mise en forme des caractères. Dans **TeXstudio**, celles-ci sont regroupées dans le menu **LaTeX** » **Styles de caractères**.
Mettre¹⁷ le 1^{er} mot en *romain*, le 2^e en *sans-serif*, le 3^e en *télétype*, le 4^e en *droit*, le 5^e en *italique*, le 6^e en *incliné*, le 7^e en *petites capitales*, le 8^e en *medium*, le 9^e en *gras*.
2. Reprendre la question précédente, mais en recourant cette fois aux commandes à portées semi-globales équivalentes.

Exercice 20 (Bascules). `bascules.tex`
En n'utilisant que des bascules (dont la portée n'est pas limitée par des accolades), reproduire le modèle 20.1 page suivante :

17. Penser à utiliser les fonctionnalités de son éditeur, notamment les raccourcis clavier !

Modèle n° 20.1 à reproduire (sans le présent cadre)

Quels sont ces serpents qui sifflent sur nos têtes ?
Quels sont ces serpents qui sifflent sur nos têtes ?
Quels sont ces serpents qui sifflent sur nos têtes ?
 Quels sont ces serpents qui sifflent sur nos têtes ?
Quels sont ces serpents qui sifflent sur nos têtes ?

Exercice 21 (Taille des polices). `taille.tex`

1. Compiler le fichier et observer le résultat.
2. Le corps de base étant fixé à 12 points,
 - (a) faire figurer¹⁸ le mot « compact » en taille petite ;
 - (b) procéder¹⁸ à divers changements de taille de police.
3. Dans ce document, faire apparaître les mots « œuvre », « ŒUVRE », « et cætera », « ET CÆTERA ».

I.4 Packages

Dossier des sources `.tex` associés aux exercices de cette section

fichiers/
 └─ **packages/**

Exercice 22 (Document francophone). `francophone.tex`

En utilisant les macros qu'offre le module `babel-french`¹⁹ du package `babel`²⁰, reproduire le modèle 22.1 :

Modèle n° 22.1 à reproduire (sans le présent cadre)

« Où est passé le Pr Tournesol ? Je l'ai cherché en vain aux 1^{er} et 2^e étages de la fusée, dans les sas n° 5 et 6. Il était dans le compartiment n° 42. »

Exercice 23 (Emphase). `citation.tex`

18. Penser à utiliser les fonctionnalités de son éditeur, notamment les raccourcis clavier !
19. <https://www.ctan.org/pkg/babel-french>
20. <https://www.ctan.org/pkg/babel>

En n'utilisant que les macros `\bsc{}`²¹, `\og{}` et `\fg{}` et `\emph{}`²², reproduire le modèle 23.1 :

Modèle n° 23.1 à reproduire (sans le présent cadre)

Jean DE LA BRUYÈRE disait : « *L'esclave n'a qu'un maître ; l'ambitieux en a autant qu'il y a de gens utiles à sa fortune.* ».

Exercice 24 (Création de modèle). `citation.tex`

Le modèle `Article(French)` fourni par `TeXstudio`, vu à l'exercice 5 page 3, peut s'avérer insuffisant : si par exemple on compose souvent des documents comportant des URL et liens hypertextes, il est nécessaire de charger, en plus de ceux de base, le package `hyperref`²³. Plutôt que de devoir systématiquement ajouter au préambule la ligne²⁴ :

1 `\usepackage{hyperref}`

il peut être préférable de se constituer un modèle propre. C'est une fonctionnalité fournie par `TeXstudio` que l'on va apprendre à mettre en œuvre.

1. Créer un nouveau modèle : pour ce faire, créer un nouveau fichier à partir du modèle `Article(French)`, y ajouter (à un endroit convenable du préambule) la commande `\usepackage{hyperref}` puis se rendre dans le menu :

Fichier » **Créer un modèle (à partir du fichier en cours)...**

et renseigner un nom au choix, par exemple « **hyperliens** » (sans les guillemets). Il va sans dire que cette opération n'a besoin d'être effectuée qu'une seule fois : ce modèle **hyperliens** sera ensuite utilisable autant de fois que souhaité.

2. Créer un nouveau document basé sur ce gabarit en se rendant dans le menu **Fichier** » **Nouveau document à partir d'un modèle** et en sélectionnant « **hyperliens** » dans la liste²⁶. Puis :
 - (a) saisir un texte, n'importe lequel, comportant des URL et liens hypertextes ;

²¹. L'usage français veut que les noms propres soient imprimés en petites capitales et ne soient pas coupés en bout de ligne.

²². Penser à utiliser les fonctionnalités de son éditeur, notamment les raccourcis clavier !

²³. <https://www.ctan.org/pkg/hyperref>

²⁴. Après le chargement du package `babel`²⁵.

²⁶. Notons qu'il est possible de créer autant de modèles que l'on souhaite. On peut également modifier ou supprimer un modèle créé en utilisant le menu contextuel (accessible par clic droit) dans cette liste.

- (b) enregistrer le fichier sous le nom de son choix ;
 - (c) compiler ;
 - (d) admirer *son* œuvre !
3. Répéter ce qui a été fait à la question précédente, mais avec un autre fichier.
 4. Recommencer encore l'opération n fois ($n \geq 0$).

Exercice 25 (Couleurs).couleurs.tex

1. Faire apparaître, dans une ou plusieurs couleurs, certains mots du premier paragraphe.
2. Insérer, à divers endroits du texte, plusieurs commandes de changement semi-global de couleur, tout d'abord non-limitées puis à portée limitée.
3. Encadrer d'une boîte au fond vert les mots « Les outils nécessaires ».
4. Encadrer d'une boîte au fond magenta les mots « d'un index ou d'une bibliographie » et régler le problème rencontré.
5. Faire apparaître le célèbre aphorisme de Georges COURTELINE (1858–1929) dans une boîte :
 - de fond jaune ;
 - de bordure bleue épaisse de 3 mm ;
 - de largeur 85 % de la largeur de la ligne courante ;
 telle qu'elle figure au modèle 25.1.

Modèle n° 25.1 à reproduire (sans le présent cadre)

Passer pour un idiot aux yeux d'un imbécile est une volupté de fin gourmet.

6. Colorier le fond de la page de couleur cyan.

I.5 Structuration et documents PDF

Dossier des sources .tex associés aux exercices de cette section

fichiers/
└─ **structuration/**

Exercice 26 (Structuration d'un document).

1. Compiler le fichier **structuration.tex**²⁷.
2. Examiner les différences avec le document **a-obtenir**. Obtenir²⁸ le même résultat de structuration.

²⁷. On remarquera que ce fichier source présente le défaut de ne pas suffisamment séparer fond et forme.

²⁸. Penser à utiliser les fonctionnalités de son éditeur, notamment les raccourcis clavier !

3. Commenter l'appel au package **hyperref**²⁹, recompiler et observer les différences avec ce qui a été obtenu à la question précédente.
4. Procéder, au milieu du texte, à quelques insertions de sections, sous-sections, sous-sous-sections, paragraphes supplémentaires³⁰. Compiler (2 fois) et observer le résultat, en particulier la table des matières.
5. Noter les différences entre les titres de certaines (sous-)sections et les entrées correspondantes dans la table des matières. Expliquer l'intérêt et utiliser l'argument optionnel des commandes correspondantes pour obtenir le même résultat.
6. Insérer plusieurs labels et références et vérifier que les hyperliens alors créés mènent là où il faut.
7. Insérer plusieurs labels et références, cette fois en tirant parti du package **varioref**³¹.
8. Utiliser la FAQ francophone³² pour faire en sorte que la profondeur de la table des matières « s'arrête » aux sections.
9. Faire en sorte que la numérotation des sections soit en chiffres romains majuscules.
10. Passer le document en double interligne.
11. Augmenter l'espace inter-paragraphe du document.

Exercice 27 (Diverses classes).**structuration.tex**

Reprendre le fichier **structuration.tex** obtenu à la fin de l'exercice précédent et remplacer la classe **article** par la classe **report**.

1. Compiler deux fois, examiner le résultat et expliquer la numérotation obtenue.
2. Adapter le document à la classe **report** en remontant d'un niveau toutes les unités sectionnement³⁰.

Exercice 28 (Diverses classes (bis)).**structuration.tex**

1. Créer des documents de classes respectivement **book** et **report** en introduisant des chapitres et sections.
2. Observer, avec la classe **book**, les entêtes de pages.
3. Personnaliser les titres courants. Pour cela, on pourra utiliser l'un des packages **fancyhdr**³³ ou **titlesec**³⁴ dont on parcourra la documentation (on pourra également s'aider de la FAQ francophone³⁵).

²⁹. <https://www.ctan.org/pkg/hyperref>

³⁰. Penser à utiliser les fonctionnalités de son éditeur, notamment les raccourcis clavier !

³¹. <https://www.ctan.org/pkg/varioref>

³². <https://faq.gutenberg-asso.fr/>

³³. <https://www.ctan.org/pkg/fancyhdr>

³⁴. <https://www.ctan.org/pkg/titlesec>

³⁵. <https://faq.gutenberg-asso.fr/>

I.6 Inclusion d'images

Dossier des sources .tex associés aux exercices de cette section

```
fichiers/
└─ images/
```

Exercice 29 (Images non flottantes). `images-non-flottantes.tex`

1. Remarquer en quoi le préambule usuel a été enrichi.
2. Insérer l'image `tiger`, soit en utilisant l'outil d'inclusion d'image proposé par l'éditeur de texte orienté \LaTeX , soit en insérant le code prévu à cet effet.
3. Insérer deux images `tiger` en les dimensionnant de sorte que :
 - (a) la 1^{re} ait pour hauteur 6 cm (dimension absolue) ;
 - (b) la 2^e ait pour largeur 50 % de la largeur de la ligne courante `\linewidth` (dimension relative).

Exercice 30 (Image flottante). `images-flottantes.tex`

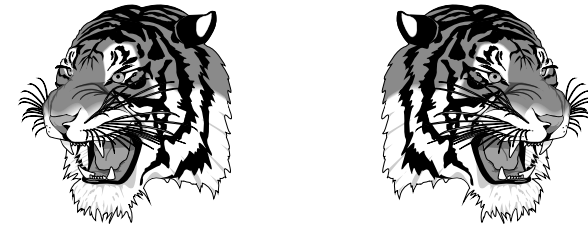
1. Aux endroits indiqués dans le fichier, insérer deux images du tigre :
 - (a) dans des environnements `figure`³⁶, de façon à ce que celles-ci :
 - i. flottent ;
 - ii. aient des légendes et soient numérotées ;
 - iii. puissent faire l'objet de références croisées ;
 - (b) de largeur 40 % de la largeur de la ligne courante ;
 - (c) la 2^e étant en outre tournée d'un angle de 90°.
2. Ajouter diverses préférences de placement de ces figures flottantes et expliquer les emplacements qui en résultent.
3. Ajouter du texte³⁶ faisant référence à ces figures.
4. Construire une liste des figures.

Exercice 31 (Sous-figures). `sous-figures.tex`

La commande `\reflectbox{<contenu>}` permet d'obtenir l'image miroir d'un `<contenu>` (quel qu'il soit, par exemple un graphique) et le package `subcaption`³⁷ permet d'obtenir des « sous-figures ». Sachant ceci, reproduire la figure I.1 page ci-contre composée des deux figures I.1a et I.1b page suivante ainsi que la présente phrase (les références aux figures devant être automatiques).

36. Penser à utiliser les fonctionnalités de son éditeur, notamment les raccourcis clavier !

37. <https://www.ctan.org/pkg/subcaption>



(a) Kiki est le plus beau

(b) Son frère jumeau aussi

FIGURE I.1 – Kiki et Ikik sont les plus beaux

I.7 Macros

Dossier des sources .tex associés aux exercices de cette section

```
fichiers/
└─ macros/
```

Exercice 32 (Macro sans argument). `macro.tex`

En ne le faisant apparaître qu'une seule fois dans ce fichier source, faire en sorte que, après compilation, le texte indiqué figure 4 fois dans la page.

Exercice 33 (Macro sans argument (bis)). `macrobis.tex`

Modifier le fichier `macrobis.tex` de sorte que sa compilation reproduise le modèle 33.1³⁸, mais en faisant en sorte que « Saint-Remy-en-Bouzemont-Saint-Genest-et-Isson » ne figure qu'une seule fois dans le fichier source³⁹.

Modèle n° 33.1 à reproduire (sans le présent cadre)

Saint-Remy-en-Bouzemont-Saint-Genest-et-Isson est une commune française, située dans le département de la Marne en région Champagne-Ardenne.

La commune de *Saint-Remy-en-Bouzemont-Saint-Genest-et-Isson* se compose des trois hameaux dont elle reprend le nom. *Saint-Remy-en-Bouzemont-Saint-Genest-et-Isson* est située légèrement au sud de la vallée de la Marne.

La commune de *Saint-Remy-en-Bouzemont-Saint-Genest-et-Isson* est traversée

38. Source : WIKIPÉDIA.

39. Imaginez-vous rédigeant une thèse de 500 pages consacrée à la commune de Saint-Remy-en-Bouzemont-Saint-Genest-et-Isson !

par l'Isson, petit affluent de rive gauche de la Marne. *Saint-Remy-en-Bouzemont-Saint-Genest-et-Isson* s'allonge du nord au sud dans un bocage aux sols humides, parsemé de nombreux étangs.

Il s'agit du nom de commune de France ayant le plus grand nombre de caractères (45 lettres et signes).

Exercice 34 (Macro avec argument).macro-argument.tex

- On demande de reproduire le modèle 34.1 en facilitant sa saisie au moyen d'une macro à argument nommée `\siede` telle que, par exemple :
 - `\siede{xi}` produise⁴⁰ « Né au XI^e siècle : »
 - `\siede{xii}` produise⁴⁰ « Né au XII^e siècle : »
 - etc.

Remarque 1.

- On ne demande pas que l'incrémentation des numéros de siècles soit automatique.
- Un ordinal de siècle écrit en chiffres romains doit de préférence être composé en petites capitales.

Modèle n° 34.1 à reproduire (sans le présent cadre)

Voici une liste de compositeurs français, un par siècle.

- Né au XI^e siècle : Pierre Abélard (1079-1142).
- Né au XII^e siècle : Bertrand de Born (1140-1215).
- Né au XIII^e siècle : Philippe de Vitry (1291-1361).
- Né au XIV^e siècle : Trebor (vers 1380- vers 1409).
- Né au XV^e siècle : Gilles Binchois (1400-1460).
- Né au XVI^e siècle : Pierre Guédron (1565-1620).
- Né au XVII^e siècle : Marin Marais (1656-1728).
- Né au XVIII^e siècle : Michel Blavet (1700-1768).
- Né au XIX^e siècle : Gabriel Fauré (1845-1924).
- Né au XX^e siècle : Pierre Henry (1927-2017).

- Améliorer la macro de la question 1 au moyen d'un argument optionnel permettant de distinguer le cas du 1^{er} siècle ; ainsi :
 - `\siede{xix}` doit produire « Né au XIX^e siècle : » ;
 - `\siede{[ier]{i}}` doit produire « Né au 1^{er} siècle : ».
- En examinant la documentation du package `xifthen`⁴¹, améliorer encore la macro de la question précédente en faisant en sorte que la distinction entre le 1^{er} siècle et les autres soit automatique (l'argument optionnel précédent devrait alors être inutile) ; ainsi :

40. Sans les guillemets

41. <https://www.ctan.org/pkg/xifthen>

- `\siede{xix}` doit produire « Né au XIX^e siècle : » ;
- `\siede{i}` doit produire « Né au 1^{er} siècle : ».

- Améliorer encore la macro de la question précédente en cherchant un package permettant de saisir le numéro du siècle en chiffre arabe ; ainsi :

- `\siede{19}` doit produire « Né au XIX^e siècle : » ;
- `\siede{1}` doit produire « Né au 1^{er} siècle : ».

Exercice 35 (Macro avec argument optionnel).macro-argument.tex

Écrire une macro personnelle qui permette de composer un texte en gras italique et par défaut en rouge, mais dont on puisse spécifier la couleur.

Exercice 36 (Séparation fond/forme).macro-argument.tex

- Reprendre le fichier `structuration.tex` de l'exercice 26 page 12 et y remplacer les commandes de mises en forme utilisées par des commandes de fond :
 - pour les formats de fichiers (3 occurrences de « `\texttt{PDF}` ») ;
 - pour les extensions de fichiers (3 occurrences de « `\texttt{.tex}` ») ;
 - pour les noms de packages (1 occurrence de « `\textsf{lmodern}` ») ;
 - pour les expressions en langues étrangères (4 occurrences de « `\emph{...}` »).
- Exploiter ce qui vient d'être fait pour que, automatiquement :
 - les formats soient composés en incliné ;
 - les fichiers soient composés en fonte à chasse fixe et en magenta ;
 - les packages soient composés en petites capitales ;
 - pour les locutions étrangères soient composées en emphase et en bleu.

Exercice 37 (Monnaies).macro-argument.tex

- (a) Créer des macros permettant de composer simplement des montants :
 - avec espace fine⁴² entre le montant et le symbole de la monnaie ;
 - exprimés respectivement en €⁴³, \$, £⁴⁵, ¥ et ₩⁴⁶ ;
- (b) Utiliser ces macros pour reproduire le texte suivant :

Modèle n° 37.1 à reproduire (sans le présent cadre)

Le 22/09/2020, les taux de change étaient les suivants :

- 1 € valait 1,17 \$;
- 1 € valait 0,62 £ ;
- 1 € valait 122,77 ¥ ;
- 1 € valait 1366,55 ₩.

- Le package `babel`⁴⁷ permet de :

- composer un document bilingue anglais/français en passant à la commande `\documentclass` l'option `english,french` (le français est alors la langue par défaut)
- de basculer d'une *langue* à *autre langue* au moyen de la bascule `\selectlanguage{autre langue}`

42. Codée au moyen de la commande `\,`.

43. Codé au moyen, non de la commande `\EUR`, mais de la commande `\euro` (du package `eurosym`⁴⁴).

45. Codé au moyen de la commande `\pounds`.

46. Codés au moyen des commandes respectives `\textyen` et `\textwon`.

47. <https://www.ctan.org/pkg/babel>

iii. de tester si une $\langle \text{langue} \rangle$ est celle actuellement en cours au moyen de la commande `\iflanguage` :

```
1 \iflanguage{\langle \text{langue} \rangle}{\%
2   \langle \text{action si } \langle \text{langue} \rangle \text{ est en cours} \rangle
3 }{\%
4   \langle \text{action sinon} \rangle
5 }
```

Exploiter ceci pour modifier les macros ci-dessus de sorte que, automatiquement, les symboles des monnaies figurent :

- avant les montants si la langue en cours est l'anglais (p. ex. « £ 5 ») ;
- après les montants si la langue en cours est le français (p. ex. « 5 £ »).

(d) Utiliser les macros de la question précédente pour reproduire le texte suivant :

Modèle n° 37.2 à reproduire (sans le présent cadre)

Le 22/09/2020, les taux de change étaient les suivants :

- 1 € valait 1,17 \$;
- 1 € valait 0,62 £ ;
- 1 € valait 122,77 ¥ ;
- 1 € valait 1366,55 ₩.

On 22/09/2020, the currency rates were as follows:

- € 1 was worth \$ 1.17 ;
- € 1 was worth £ 0.62 ;
- € 1 was worth ¥ 122.77 ;
- € 1 was worth ₩ 1366.55.

I.8 Tableaux (avec le package tabularray)

Dossier des sources .tex associés aux exercices de cette section

fichiers/
└─ **tabularray/**

Dans toute cette section, les tableaux seront construits avantageusement au moyen des possibilités offertes par le package **tabularray**⁴⁸.

Exercice 38 (Construction basique).

1. Créer un fichier qui permette d'obtenir⁴⁹ les tableaux des modèles 38.1 à 38.5 page 19⁵⁰.

48. <https://www.ctan.org/pkg/tabularray>

49. Penser à utiliser les fonctionnalités de son éditeur, notamment les raccourcis clavier !

50. Noter que le tableau du modèle 38.4 page ci-contre ne contient pas de cellules fusionnées verticalement.

2. Procéder de même pour les modèles 38.6 et 38.7 page 20 dont les filets doubles s'obtiennent grâce une syntaxe exemplifiée page 14 de la documentation du package **tabularray**⁵¹.

Modèle n° 38.1 à reproduire (sans le présent cadre)

cellule 1	cellule 2
cellule 3	cellule 4

Modèle n° 38.2 à reproduire (sans le présent cadre)

Cellules	
cellule 1	cellule 2
cellule 3	cellule 4

Modèle n° 38.3 à reproduire (sans le présent cadre)

Cellules	
cellule 1	cellule 2
cellule 3	cellule 4

Modèle n° 38.4 à reproduire (sans le présent cadre)

Cellules		
cellule 11	cellule 12	cellule 13
cellule 21	cellule 22	cellule 23
cellule 31	cellule 32	cellule 33

Modèle n° 38.5 à reproduire (sans le présent cadre)

Cellules		
cellule ?	cellule 12	cellule 13
	cellule 22	cellule 23
cellule 31	cellule 32	cellule 33

51. <https://www.ctan.org/pkg/tabularray>

Modèle n° 38.6 à reproduire (sans le présent cadre)

Cellules	
cellule 1	cellule 2
cellule 3	cellule 4

Modèle n° 38.7 à reproduire (sans le présent cadre)

Cellules		
cellule ?	cellule 12	cellule 13
	cellule 22	cellule 23
cellule 31	cellule 32	cellule 33

Exercice 39 (Colonnes de largeur extensible).

1. Sachant qu'on peut remplacer `c`, `l` ou `r`⁵² par `Q[n cm]` pour créer une colonne de n cm de large, obtenir⁵³ un tableau ayant l'allure du modèle 39.1 :

Modèle n° 39.1 à reproduire (sans le présent cadre)

<code>l</code> (left)	aligné à gauche
<code>r</code> (right)	aligné à droite
<code>c</code> (center)	centré
<code>Q[ncm]</code> (justifié)	justifie le texte dans une colonne de largeur fixée à n cm

2. Faire en sorte que la dernière colonne de ce tableau soit d'une largeur automatiquement calculée de façon à ce que ce dernier ait comme largeur totale celle de l'empagement.

Exercice 40 (Tableau en couleur).

1. Construire le tableau du modèle 40.1 page suivante dont :
 - (a) les numéros figurant à la 1^{re} colonne sont générés automatiquement par \LaTeX ;

⁵². Ces déclarations ajustent la largeur de la colonne à celle de la plus large cellule qui s'y trouve.

⁵³. Penser à utiliser les fonctionnalités de son éditeur, notamment les raccourcis clavier !

- (b) les couleurs de fond des lignes sont respectivement « vertes à 25 % » et « jaunes à 50 % » ;
- (c) les filets sont de couleur rouge.

Modèle n° 40.1 à reproduire (sans le présent cadre)

Test n° 1	3,7
Test n° 2	5,24
Test n° 3	857,2
Test n° 4	819,31
Test n° 5	12
Test n° 6	50,6

2. Construire le tableau quasiment identique du modèle 40.2 dont on notera, dans la 2^e colonne, l'alignement vertical sur le séparateur décimal.

Modèle n° 40.2 à reproduire (sans le présent cadre)

Test n° 1	3,7
Test n° 2	5,24
Test n° 3	857,2
Test n° 4	819,31
Test n° 5	12
Test n° 6	50,6

Exercice 41 (Tableaux flottants).

1. Créer un document contenant, sur deux pages différentes⁵⁴, deux tableaux, chacun dans un environnement `table`, de façon à ce qu'ils aient un titre et qu'ils soient numérotés.
2. Ajouter du texte faisant référence à ces « tables ».
3. Construire une liste des tables.

Exercice 42 (Tableau loooooooooonnnnnng). `verbes-irreguliers.tex`

1. Compiler le fichier `verbes-irreguliers.tex` et constater le problème rencontré.

⁵⁴. On pourra s'aider du package `lipsum`⁵⁵ et de sa commande `\lipsum` pour générer du faux-texte remplissant artificiellement le document.

2. Consulter la section « Use Long Tables » de la documentation de **tabularray**⁵⁶ (ou utiliser les fonctionnalités de **L^AT_EX** Table Editor⁵⁷) pour savoir comment permettre à ce tableau de courir sur plusieurs pages.
3. Faire en sorte que l'entête de ce tableau soit répété en haut de chaque page.
4. Faire en sorte que ces entêtes soient :
 - surlignées en rouge ;
 - de contenu écrit en blanc et en gras.
5. Faire en sorte que les lignes impaires du tableaux soient surlignées en vert.
6. Légender ce tableau (« Liste des verbes anglais irréguliers »).
7. Faire en sorte que le contenu de la 1^{re} cellule du tableau soit l'abréviation « N° » de « Numéro ».
8. Faire en sorte que la 1^{re} colonne du tableau comporte automatiquement le numéro du verbe irrégulier (et d'ainsi savoir combien il y en a au total).
9. Au moyen des commandes suivantes, faire en sorte que le document soit complètement francisé.
 - `\DeclareTblrTemplate{contfoot-text}{...}{...};`
 - `\DeclareTblrTemplate{conthead-text}{...}{...};`
 - `\DeclareTblrTemplate{caption-sep}{...}{...}`

Exercice 43 (Tableau un peu complexe).

Obtenir le tableau du modèle 43.1 page suivante.

56. <https://www.ctan.org/pkg/tabularray>

57. <https://www.latex-tables.com/>

Modèle n° 43.1 à reproduire (sans le présent cadre)

Quadriques		
propre	à centre	ellipsoïde $x^2 + y^2 + z^2 = 1$
		hyperboloïde $x^2 + y^2 - z^2 = 1$ $x^2 - y^2 - z^2 = 1$
	paraboloïde	elliptique $x^2 + y^2 = z$
		hyperbolique $x^2 - y^2 = z$
impropre	cône $x^2 - y^2 - z^2 = 0$	
	cylindre $x^2 + y^2 = 1$	
	deux plans sécants $x^2 + y^2 = 0$	
	deux plans parallèles $x^2 = 1$	
	deux plans confondus $x^2 = 0$	

Exercice 44 (Tableaux avec cellules partagées par une diagonale).

Au moyen d'une bibliothèque de **tabularray**⁵⁸ à rechercher dans la documentation de ce package, obtenir le tableau suivant :

Modèle n° 44.1 à reproduire (sans le présent cadre)

Voici la table de vérité de « P et Q » :

	Q	
P	V	F
V	V	F
F	F	F

58. <https://www.ctan.org/pkg/tabularray>

I.9 Mathématiques

Dossier des sources .tex associés aux exercices de cette section

fichiers/
└─ **maths/**

Exercice 45 (Les bases). **maths.tex**

En s'aidant éventuellement des fichiers de documentation du package **amsmath**^{59 60}, reproduire⁶¹ le texte du modèle 45.1, en proposant, le cas échéant, des macros personnelles appropriées.

Modèle n° 45.1 à reproduire (sans le présent cadre)

1. Soit f une fonction définie sur l'intervalle $[-1, 1]$ (Attention ! On y notera que $[-1, 1] \neq [-1, 1] !$).

2. Sans conteste, la plus belle égalité mathématique est :

$$e^{i\pi} + 1 = 0 \quad (1)$$

3. L'ensemble des réels est noté \mathbb{R} .

4. Étudier et représenter graphiquement $f : x \mapsto \frac{2}{5}\sqrt{25 - x^2}$, soit

$$f : x \mapsto \frac{2}{5}\sqrt{25 - x^2}$$

5. On pose $A = \int_a^b f(x) \, dx$, soit

$$A = \int_a^b f(x) \, dx$$

6. On pose $S_n = 1 + \frac{1}{2} + \cdots + \frac{1}{n} - \ln n$.

7. Démontrer la formule :

$$\tan(a - b) = \frac{\tan a - \tan b}{1 + \tan a \tan b}$$

8. Calculer :

$$K = \int_0^{\frac{\pi}{2}} e^t \sin t \, dt$$

59. <https://www.ctan.org/pkg/amsmath>

60. <https://mirrors.ctan.org/macros/latex/required/amsmath/amslatex.pdf>

61. Penser à utiliser les fonctionnalités de son éditeur, notamment les raccourcis clavier !

9. On connaît la formule de Moivre :

$$\forall \theta \in \mathbb{R}, \forall n \in \mathbb{Z}, (\cos \theta + i \sin \theta)^n = \cos n\theta + i \sin n\theta$$

10. Pour tout $n \geq 1$, $\lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{\ln x}{x^n} = 0$, soit

$$\lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{\ln x}{x^n} = 0$$

11. Soit $f(t) = \sin(\pi t^2)$.

- (a) Montrer que, pour $t \in [0, 1]$, $|f'(t)| \leq 2\pi$.

- (b) En déduire une valeur approchée de $I = \int_0^1 f(t) dt$ à 10^{-3} près.

12. La distance $d(M_0, \mathcal{P})$ de M_0 à \mathcal{P} vérifie :

$$d(M_0, \mathcal{P}) = \frac{|ax_0 + by_0 + cz_0 + d|}{\sqrt{a^2 + b^2 + c^2}}$$

13. On appelle *espérance* de la loi P le nombre :

$$\mu = \sum_{i=1}^r p_i x_i$$

14. Pour $1 \leq k \leq n : P(A_k \cap B) = P(A_k) \times P_{A_k}(B)$.

15. Le nombre de sous-ensembles à p éléments dans un ensemble qui en compte n égale

$$\binom{n}{p} = \frac{n!}{p!(n-p)!}$$

16. $\vec{u} \cdot \vec{v} = \|\vec{u}\| \|\vec{v}\| \cos(\widehat{\vec{u}, \vec{v}})$

17. Si $\vec{n} \neq \vec{0}$ alors

$$M \in \mathcal{D} \Leftrightarrow \overrightarrow{AM} \cdot \vec{n} = 0$$

Exercice 46 (Formules alignées). **maths-alignement.tex**

Reproduire⁶² le modèle 46.1 page suivante.

62. Penser à utiliser les fonctionnalités de son éditeur, notamment les raccourcis clavier !

Modèle n° 46.1 à reproduire (sans le présent cadre)

Pour tout $x \notin \frac{\pi}{2} [\pi]$, on a

$$\begin{aligned} (1 + \sin x) \tan^2 x &= \frac{(1 + \sin x) \sin^2 x}{\cos^2 x} \\ &= \frac{(1 + \sin x) \sin^2 x}{1 - \sin^2 x} \\ &= \frac{(1 + \sin x) \sin^2 x}{(1 + \sin x)(1 - \sin x)} \\ &= \frac{\sin^2 x}{1 - \sin x}. \end{aligned}$$

Exercice 47 (Théorèmes et objets analogues). `theoremes.tex`
À l'aide du package `keytheorems`⁶³, reproduire⁶⁴ le modèle 47.1.

Modèle n° 47.1 à reproduire (sans le présent cadre)

1.

Problème 1. Créer un problème, automatiquement numéroté 1.

Problème 2. Créer un 2^e problème, automatiquement numéroté 2.

Problème 3. Créer un 3^e problème, automatiquement numéroté 3.

Problème 4 (long!). Résoudre tous les problèmes, depuis le problème 1 page 26 jusqu'au présent problème.

2. Dans la définition suivante, on prendra soin de faire figurer :

- le symbole ε et non pas ϵ ;
- le symbole \leq et non pas \leqslant ;
- un symbole « implique » de la bonne longueur ;
- une espace suffisante après la virgule.

Définition 1. On dit que $l \in \mathbb{R}$ est la limite de f en x_0 si

$$\forall \varepsilon > 0, \exists \eta > 0 \text{ tel que } (|x - x_0| \leq \eta) \implies (|f(x) - l| \leq \varepsilon)$$

3.

63. <https://www.ctan.org/pkg/keytheorems>

64. Penser à utiliser les fonctionnalités de son éditeur, notamment les raccourcis clavier !

Proposition 1. Posons $S_n = \sum_{k=1}^n k$. Alors on a :

$$S_n = \frac{n(n+1)}{2} \quad (2)$$

Démonstration. Par définition,

$$S_n = 1 + 2 + \cdots + (n-1) + n$$

Alors

$$\begin{aligned} 2S_n &= 1 + 2 + \cdots + (n-1) + n \\ &\quad + n + (n-1) + \cdots + 2 + 1 \end{aligned} \quad (3)$$

$$= (1+n) + (2+n-1) + \cdots + (n-1+2) + (n+1)$$

$$= \underbrace{(n+1) + \cdots + (n+1)}_{n \text{ fois}}$$

$$2S_n = n(n+1) \quad (4)$$

ce qui, par multiplication par $\frac{1}{2}$, prouve l'égalité (4). \square

Exercice 48 (Approfondissements). `maths-approfondissements.tex`

En s'aidant éventuellement des fichiers de documentation des packages `amsmath`⁶⁵ et `mathtools`⁶⁶, reproduire⁶⁷ le modèle 48.1, en proposant, le cas échéant, des macros personnelles appropriées.

Modèle n° 48.1 à reproduire (sans le présent cadre)

1. Certains préféreront écrire l'équation (4) ainsi :

$$e^{i\pi} + 1 = 0$$

2. On a vu à la question 3 de exercice 45 page 24 comment écrire l'ensemble des réels : \mathbb{R} . Mais certains préféreront l'écrire **R**.

3. On a :

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$

65. <https://www.ctan.org/pkg/amsmath>

66. <https://www.ctan.org/pkg/mathtools>

67. Penser à utiliser les fonctionnalités de son éditeur, notamment les raccourcis clavier !

4. Résoudre le système d'équations :

$$\begin{cases} x + 2y - 3z = 4 \\ 2x - y + z = -1 \\ -2x - 4y + 3z = 0 \end{cases}$$

5. Montrer que pour tout n entier naturel, on a :

$$\begin{cases} V_{n+1} = 0,9V_n + 0,2R_n \\ R_{n+1} = 0,1V_n + 0,8R_n \end{cases}$$

6. Soit Ω un point du plan d'affixe ω et θ un réel. La **rotation de centre Ω et d'angle θ** associe, au point $M(z)$, le point $M'(z')$ tel que $z' - \omega = e^{i\theta}(z - \omega)$.

7. Il est bon de connaître la formule de Poincaré qui est tellement longue qu'elle ne tient pas sur une seule ligne ^a :

$$\left| \bigcup_{i=1}^n A_i \right| = \sum_{i=1}^n |A_i| - \sum_{\substack{(i,j) \in \mathbb{N}^2 \\ 1 \leq i < j \leq n}} |A_i \cap A_j| + \sum_{\substack{(i,j,k) \in \mathbb{N}^3 \\ 1 \leq i < j < k \leq n}} |A_i \cap A_j \cap A_k| - \dots + (-1)^{n+1} |A_1 \cap \dots \cap A_n| \quad (5)$$

mais heureusement, il en existe une forme plus condensée :

$$\left| \bigcup_{i=1}^n A_i \right| = \sum_{k=1}^n (-1)^{k-1} \sum_{1 \leq i_1 < i_2 < \dots < i_k \leq n} |A_{i_1} \cap A_{i_2} \cap \dots \cap A_{i_k}|$$

^a. En fait, elle tiendrait sur une seule ligne, mais c'est bien parce qu'elle composée en petits caractères.

I.10 Nombres, angles, grandeurs et unités

Dossier des sources .tex associés aux exercices de cette section

fichiers/
└─ **unites/**

Pour tous les exercices de cette section, on utilisera *nécessairement* les fonctionnalités du package **siunitx**^a dont on n'hésitera pas à consulter la documentation^b. On prendra notamment soin de composer les unités avec des commandes.

^a. <https://www.ctan.org/pkg/siunitx>

^b. On utilisera la commande `texdoc siunitx` pour la faire apparaître.

Exercice 49 (Caractéristiques du soleil).unites.tex

1. Obtenir le résultat suivant :

Modèle n° 49.1 à reproduire (sans le présent cadre)

Voici une liste *décrivant* le soleil :

diamètre moyen : 1 392 684 km

température à la surface : 5750 K (soit 6023,15 °C)

flux énergétique : $3,826 \times 10^{26}$ W

volume : $1,412 \times 10^{18}$ km³

température au centre : 15,1 MK (mégakelvin)

proportion d'hydrogène : 73,46 %

masse volumique moyenne : 1408 kg m⁻³

masse volumique au centre : 150 000 kg m⁻³

gravité à la surface : 273,95 m s⁻²

Environ $3,4 \times 10^{38}$ protons (noyaux d'hydrogène), soit 619 millions de tonnes d'hydrogène, sont convertis en 614 millions de tonnes d'hélium chaque seconde, libérant une énergie correspondant à l'annihilation de 4,26 millions de tonnes de matière par seconde, produisant 383 YJ (yottajoules) (383×10^{24} J) par seconde, soit l'équivalent de l'explosion de $91,5 \times 10^{15}$ t de TNT.

2. Reprendre le code de la question précédente en utilisant les unités abrégées.
3. Faire en sorte que, en n'ajoutant qu'une seule ligne (contenant la commande `\sisetup`) au préambule, les 3 derniers items de la liste précédente soient composés comme suit.

Modèle n° 49.2 à reproduire (sans le présent cadre)

masse volumique moyenne : 1408 kg/m^3
 masse volumique au centre : $150\,000 \text{ kg/m}^3$
 gravité à la surface : $273,95 \text{ m/s}^2$

Exercice 50 (Nombres négatifs en couleur).unites.tex

Chercher dans la documentation comment faire en sorte que les nombres négatifs soient automatiquement composés en couleur, comme dans le texte ci-dessous à reproduire.

Modèle n° 50.1 à reproduire (sans le présent cadre)

Brrrr! Il fait -4°C ...

Exercice 51 (Hectopascals).unites.tex

1. Reproduire le texte ci-dessous.

Modèle n° 51.1 à reproduire (sans le présent cadre)

Le millibar (mbar) est appelé officiellement « l'hectopascal » (hPa) depuis 1986, de façon à se rappeler plus aisément qu'il vaut 100 pascals ($1 \text{ bar} = 100\,000 \text{ Pa}$).

2. Construire une macro personnelle appelée `\prs` (comme « pression ») permettant de facilement composer des pressions exprimées en $\text{kg m}^{-1} \text{ s}^2$ (c'est-à-dire en pascals), comme ci-dessous.

Modèle n° 51.2 à reproduire (sans le présent cadre)

— $24 \text{ kg m}^{-1} \text{ s}^2$
 — $59 \text{ kg m}^{-1} \text{ s}^2$
 — $1 \text{ kg m}^{-1} \text{ s}^2$
 — $0,3 \text{ kg m}^{-1} \text{ s}^2$

I.11 Listings informatiques

Dossier des sources .tex associés aux exercices de cette section

fichiers/
 └─ listings/

Exercice 52.hello.c

1. Reproduire, avec la présente phrase, le listing figurant dans le fichier `hello.c` avec les caractéristiques suivantes :

langage : C ;

style de base : type « machine à écrire » ;

numéros de lignes : à gauche, de petite taille, un sur deux seulement apparaissant ;

cadre : comme ci-dessus ;

style des mots-clé : de couleur magenta, en gras ;

style des commentaires : de couleur gris clair ;

style des chaînes de caractères : de couleur cyan.

2. Faire en sorte que la fonction classique `printf` soit considérée comme un mot clé du langage.

I.12 Utilisation des ressources

Exercice 53 (Utilisation de la FAQ francophone).

Dans tout cet exercice, on utilisera la FAQ L^AT_EX francophone (cf. page vii).

1. Créer un document sur 3 colonnes⁶⁸.
2. Mettre en page un poème.
3. Insérer un espace vide de 3 cm entre deux lignes.
4. Visiter quelques sites proposant des styles de thèses.
5. Tracer une ligne⁶⁹ horizontale de 10 cm de long et de 1 mm d'épaisseur.
6. Comment insérer des citations en tête de chapitres ?

⁶⁸. Attention ! Ne pas utiliser la réponse à la question : « Comment écrire un texte sur plusieurs colonnes ? »

⁶⁹. Apelée « filet » en typographie.

I.13 Courbes

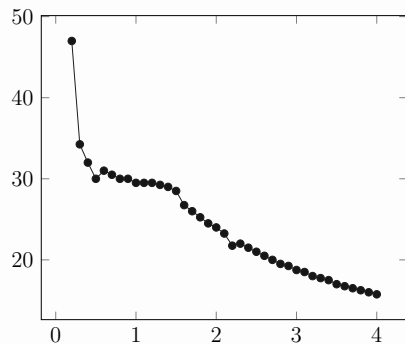
Dossier des sources **.tex** associés aux exercices de cette section

fichiers/
└─ **courbes/**

Exercice 54 (Données expérimentales). **graphiques-avec-pgfplots.tex**

1. Remarquer en quoi le préambule du fichier **graphiques-avec-pgfplots.tex** a été enrichi.
2. Au moyen de l'un des fichiers de données **tp.ods**, **tp.xlsx** ou **tp.xls** joints, reproduire le graphique du modèle 54.1, (représentant la pression à 25 °C en fonction du volume).

Modèle n° 54.1 à reproduire (sans le présent cadre)



3. Ajouter des labels, de sorte à obtenir la figure I.2 page suivante (sans le titre).
4. Faire figurer sur le même graphique, les pressions à 25 °C et à 45,5 °C, et ajouter une légende, comme sur la figure I.3 page 34 (sans le titre).

Exercice 55 (Données expérimentales (multimètre)). **graphiques-avec-pgfplots.tex**

Pour la vérification d'un thermocouple à 100 °C, on a effectué des mesures au moyen d'un multimètre qui les a stockées dans le fichier **eau.dat** ci-joint. Ce fichier contient :

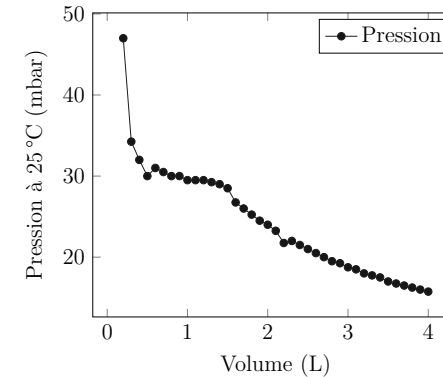


FIGURE I.2 – Pression à 25 °C en fonction du volume (avec labels)

colonne n° 1 : le numéro de la mesure ;

colonne n° 2 : l'instant de la mesure (en s) ;

colonne n° 3 : la température mesurée (en °C).

1. Que manque-t-il au fichier **eau.dat** pour pouvoir exploité dans le cadre d'un usage avec **pgfplots**⁷⁰ ?
2. Créer un graphique représentant la température en fonction du temps, comme sur la figure I.4 page suivante (sans le titre) :
3. Le nombre de données étant très élevé, faire en sorte que les points matérialisant les données n'apparaissent pas et que seule la courbe soit représentée, comme sur la figure I.5 page 35 (sans la légende) :
4. Faire flotter ce dernier graphique en lui donnant une légende et un label puis ajouter une phrase comportant une référence croisée vers ce graphique.

Exercice 56 (Données expérimentales (panneau solaire photovoltaïque)). **graphiques-avec-pgfplots.tex**

1. Examiner le contenu du fichier **Panneau solaire.xls**. Quel problème pose les entêtes des colonnes dans le cadre d'un usage avec **pgfplots**⁷¹ ?
2. Au moyen du fichier de données **Panneau solaire.xls**, créer :
 - (a) un graphique représentant l'intensité (en A) en fonction de la tension (en V), comme sur la figure I.6 page 36 ;

⁷⁰. <https://www.ctan.org/pkg/pgfplots>

⁷¹. <https://www.ctan.org/pkg/pgfplots>

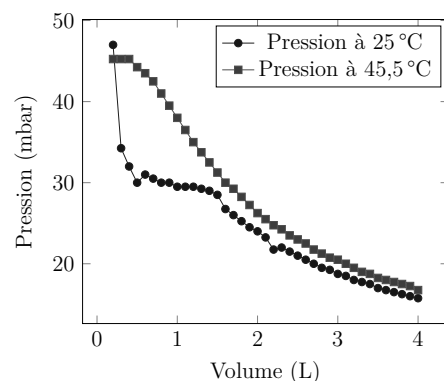


FIGURE I.3 – Pressions à 25 °C et à 45,5 °C

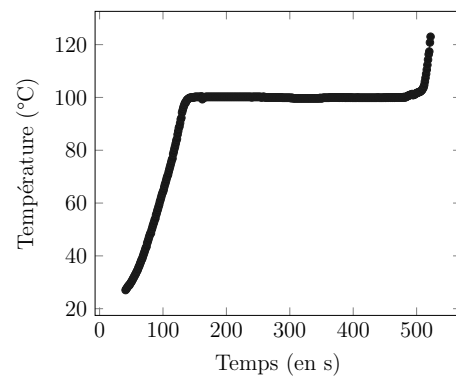


FIGURE I.4 – Thermocouple à 100 °C

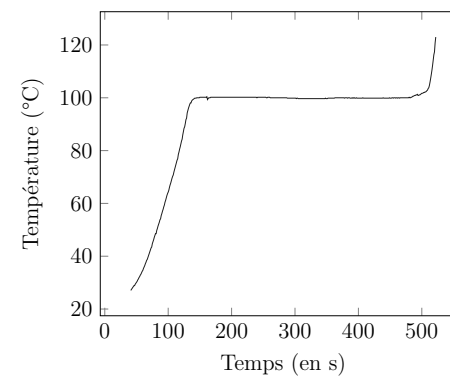


FIGURE I.5 – Thermocouple à 100 °C (courbe seule)

(b) un graphique représentant la puissance (en W) en fonction de la tension (en V), comme sur la figure I.7 page suivante.

3. On souhaite superposer ces deux courbes pour déterminer le point de fonctionnement à puissance maximale. Chercher dans la documentation de `pgfplots`⁷², à la section intitulée « *Two Ordinates (y axis) or Multiple Axes* », comment procéder pour obtenir la figure I.8 page 37.
4. L'inconvénient du graphique précédent est qu'on ne sait quelle courbe correspond à l'intensité et laquelle correspond à la puissance. Au moyen de :

```
1 \pgfplotsset{%
2   compat=1.18,
3   set layers,
4   scale only axis,
5   xmin=0,
6   xmax=18,
7   y axis style/.style={
8     yticklabel style=#1,
9     ylabel style=#1,
10    y axis line style=#1,
11    ytick style=#1,
12  }
13 }
```

et de

```
1 ...
2 \begin{axis}[...,y axis style=blue,...]
3 ...
4 \begin{axis}[...,y axis style=red,...]
5 ...
```

différencier les axes de sorte que leurs couleurs respectives soient des courbes qui leur correspondent (cf. figure I.9 page 37).

72. <https://www.ctan.org/pkg/pgfplots>

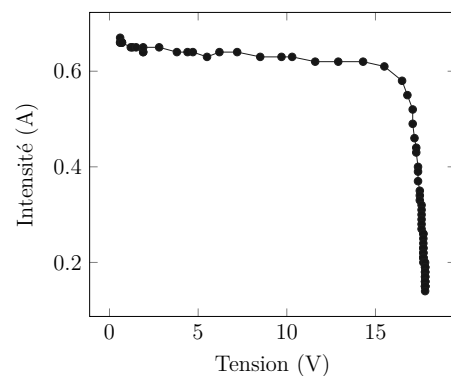


FIGURE I.6 – Intensité du panneau solaire en fonction de la tension

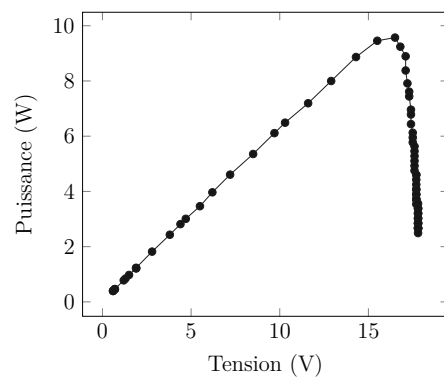


FIGURE I.7 – Puissance du panneau solaire en fonction de la tension

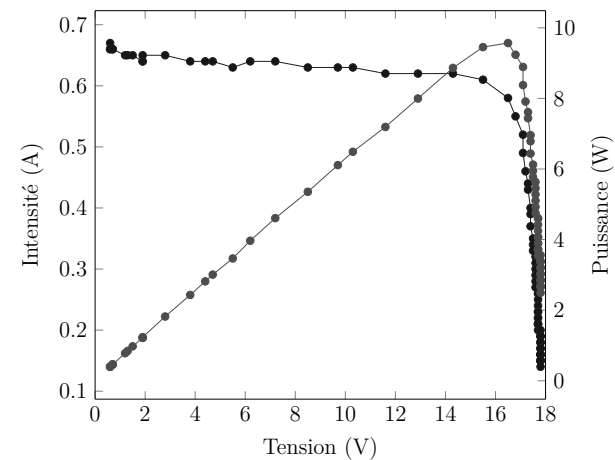


FIGURE I.8 – Intensité et puissance du panneau solaire en fonction de la tension

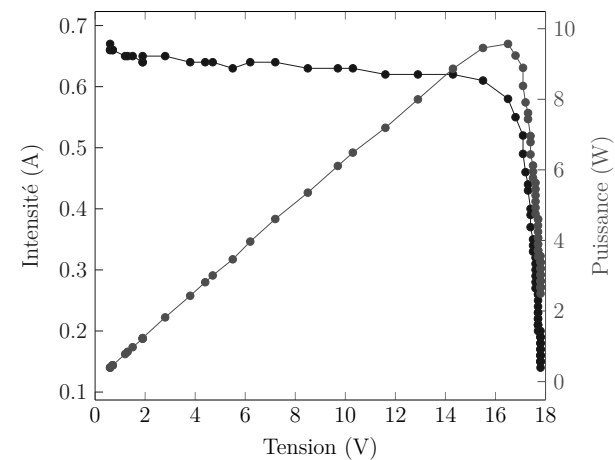


FIGURE I.9 – Intensité et puissance du panneau solaire en fonction de la tension (avec axes en couleurs)

5. (a) Créer une graphique 3D représentant la puissance en fonction de l'intensité et de la tension, comme sur la figure I.10.

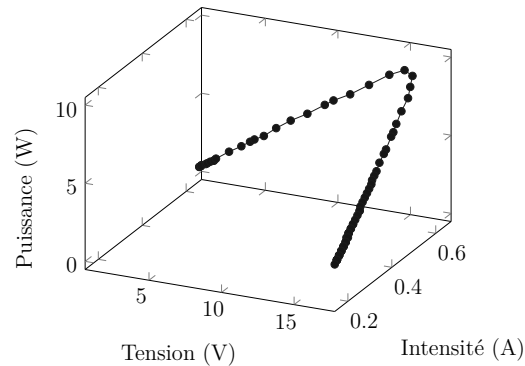


FIGURE I.10 – Intensité et puissance du panneau solaire en fonction de la tension

- (b) Faire en sorte que ce graphique se présente sous la forme de points isolés dont la couleur dépend de l'altitude (option `scatter` de la commande `\addplot`), comme sur la figure I.11 page ci-contre.
- (c) Ajouter au graphique précédent une barre de couleur et une grille principale, comme sur la figure I.12 page suivante.
- (d) Dans l'optique de déterminer le point de fonctionnement à puissance maximale, modifier le point de vue de ce graphique 3D de sorte qu'il soit vu du dessus.

Exercice 57 (Représentation de fonctions). ...`graphiques-avec-pgfplots.tex`

- Créer un graphique représentant la fonction $x \mapsto 1 - x$, comme sur la figure I.13 page 40.
- Dimensionner le graphique précédent de sorte qu'il occupe exactement 70 % de :
 - la largeur du texte courant `\textwidth`;
 - la largeur de la ligne courante `\linewidth`.
- Représenter les fonctions $x \mapsto 1 - x$ et $x \mapsto 5 - 3x$ sur un même graphique et y faire figurer une légende, comme sur la figure I.14 page 40.
- On remarque dans l'exemple précédent que la droite d'équation $y = 5 - 3x$ semble avoir pour pente -1 . À l'aide de l'option `scale mode=scale uniformly` à passer à l'environnement `axis`, régler ce problème de distorsion comme sur la figure I.15 page 41.
- Créer un graphique représentant la fonction $x \mapsto 1/x$ sur l'intervalle $[\frac{1}{3}, 3]$. Régler le problème rencontré à l'aide de l'option `restrict x to domain` comme sur la figure I.16 page 42.

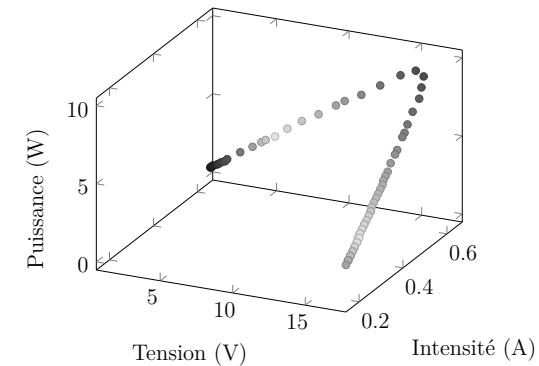


FIGURE I.11 – Intensité et puissance du panneau solaire en fonction de la tension (couleur dépendant de l'altitude)

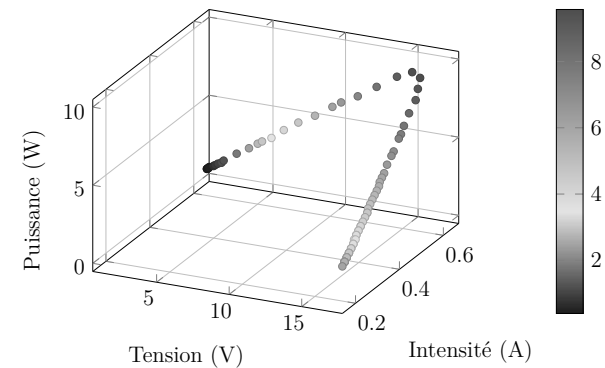
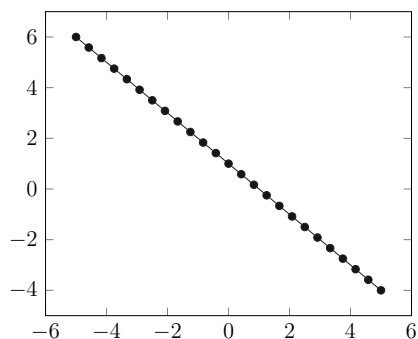
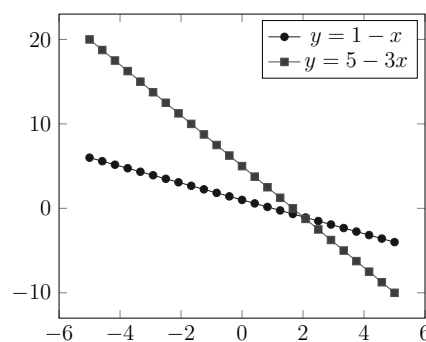
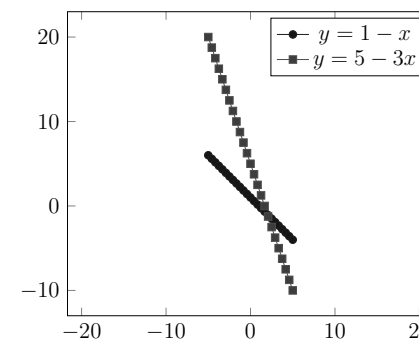


FIGURE I.12 – Intensité et puissance du panneau solaire en fonction de la tension (avec barre de couleur et grille principale)

FIGURE I.13 – Représentation graphique de la fonction $x \mapsto 1 - x$ FIGURE I.14 – Représentation graphique des fonctions $x \mapsto 1 - x$ et $x \mapsto 5 - 3x$ FIGURE I.15 – Représentation graphique des fonctions $x \mapsto 1 - x$ et $x \mapsto 5 - 3x$

I.14 Bibliographie

Dossier des sources .tex associés aux exercices de cette section

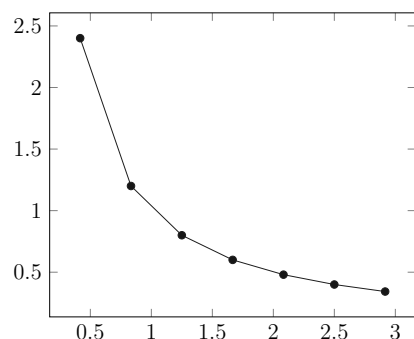
fichiers/
└─ **biblatex/**

Exercice 58.

1. Examiner le fichier `biblio.bib` et procéder aux compilations nécessaires du fichier `biblio.tex`.
2. Remplacer le style par défaut `numeric` par les styles
 - (a) `alphabetic`, `authoryear` et `authortitle`;
 - (b) `alphabetic-verb`, `authoryear-icomp`, `authortitle-terse`, `verbose` et `verbose-inote`.
3. Varier les plaisirs en utilisant les styles `reading`, `draft` et `debug`.
4. Enrichir le fichier `biblio.bib` de publications (les vôtres, par exemple!) et les faire apparaître dans les références bibliographiques.

Exercice 59.

1. Comment pourrait-on améliorer le fichier `biblio2.bib`?

FIGURE I.16 – Représentation graphique de la fonction $x \mapsto \frac{1}{x}$ sur $[\frac{1}{4}, 3]$

- À l'aide du fichier **biblio2.bib**, reproduire le texte
« Lorsque KNUTH rédigeait en 1963 sa thèse [1], imaginait-il qu'il donnerait un jour naissance à \TeX ? »
sans que soient saisis explicitement le nom de l'auteur et l'année de publication de la thèse.

Exercice 60.

Faire en sorte que la compilation de l'extrait de source suivant

```
1 On trouvera, dans \autocite{knu79,knu63},\ldots{}
```

donne « On trouvera, dans [1, 2],... » et non pas « On trouvera, dans [2, 1],... ».

Exercice 61.

Construire l'entrée bibliographique produisant la référence bibliographique :

VOLTAIRE. *Candide, ou l'optimisme*. 2^e éd. Libro. J'ai lu, mars 2004.
95 p. ISBN : 978-2290335369

Exercice 62.

On considère le fichier **biblio3.bib**.

- Quels reproches pourrait-on faire à ce fichier ?
- Tenter d'en trouver, sur Internet, les trois premières entrées déjà saisies.
- Utiliser l'utilitaire **bibtol** pour améliorer le fichier.
- Adapter ce fichier à **biblatex**⁷³.

⁷³. <https://www.ctan.org/pkg/biblatex>

Exercice 63 (Personnalisation).

Dans cet exercice, on exploitera les fichiers **.bib** et **.tex** de l'exercice 58 page 41.

- Utiliser le style **authoryear** et citer l'ouvrage de clé **lgc**.
- Faire en sorte que la liste des références bibliographiques soit précédée de la phrase « Le lecteur trouvera ci-après la liste des références bibliographiques citées dans le présent document. »⁷⁴
- En procédant à une recherche sur les mots clés **maxbibnames**, **minbibnames**, **maxcitenames** et **mincitenames** dans la documentation du package **biblatex**⁷⁵, faire en sorte que la liste des auteurs de l'ouvrage *LaTeX Graphics Companion* soit :
 - tronquée seulement à partir du 3^e auteur dans les citations ;
 - complète dans la liste des références bibliographiques.
- Résoudre l'exercice E-12-5, page 476/74 du document :
<http://latex-pearson.org/ressources/2010/annexe-E.pdf>.

⁷⁴. Cette phrase doit bien sûr figurer après l'intitulé « Références » ou « Bibliographie » de la liste des références bibliographiques.

⁷⁵. <https://www.ctan.org/pkg/biblatex>