



$$\label{eq:reduction} \begin{split} \text{R\'edaction avec} \\ \text{Title} & \{ \text{ETEX} \} \end{split}$$

Vincent Goulet

Professeur titulaire École d'actuariat, Université Laval



© 2020 par Vincent Goulet. « Rédaction avec L'T_EX » est mis à disposition sous licence Attribution-Partage dans les mêmes conditions 4.0 International de Creative Commons. En vertu de cette licence, vous êtes autorisé à :

- ▶ partager copier, distribuer et communiquer le matériel par tous moyens et sous tous formats;
- ▶ adapter remixer, transformer et créer à partir du matériel pour toute utilisation, y compris commerciale.

L'Offrant ne peut retirer les autorisations concédées par la licence tant que vous appliquez les termes de cette licence.

Selon les conditions suivantes :



Attribution — Vous devez créditer l'œuvre, intégrer un lien vers la licence et indiquer si des modifications ont été effectuées à l'œuvre. Vous devez indiquer ces informations par tous les moyens raisonnables, sans toutefois suggérer que l'Offrant vous soutient ou soutient la façon dont vous avez utilisé son œuvre.



Partage dans les mêmes conditions — Dans le cas où vous effectuez un remix, que vous transformez, ou créez à partir du matériel composant l'œuvre originale, vous devez diffuser l'œuvre modifiée dans les mêmes conditions, c'est-à-dire avec la même licence avec laquelle l'œuvre originale a été diffusée.

Code source

Voir sur Gitlab

Couverture

Suricates (*Suricata suricatta*) en Namibie. Parfois surnommé « sentinelle du désert », ce petit carnivore vit dans le sud-ouest de l'Afrique. Très prolifique, le suricate vit en grands groupes familiaux au sein d'une colonie. Crédit photo : © Sara&Joachim&Mebe, CC BY-SA 2.0 via Wikimedia Commons.

Concept original du titre : Marie-Ève Guérard.

Introduction

Le présent ouvrage tire son origine d'une formation sur la rédaction de thèses et de mémoires avec La développée pour la Bibliothèque de l'Université Laval. La formation aborde les concepts de base pour un nouvel utilisateur: processus d'édition, compilation, visualisation; séparation du contenu et de l'apparence du texte; mise en forme du texte; séparation du document en parties; rudiments du mode mathématique. Transformée en prose, la série de diapositives qui appuie la présentation correspond grosso modo aux quatre premiers chapitres de l'ouvrage.

Les six autres chapitres visent à rendre l'utilisateur de ŁTŁX débutant ou intermédiaire autonome dans la rédaction de documents relativement complexes comportant des tableaux, des figures, des équations mathématiques élaborées, une bibliographie, etc. Nous avons aussi émaillé le texte de conseils et d'astuces glanés au fil de nos vingt années d'utilisation du système de mise en page.

Les nombreuses références à la classe de documents ulthese s'adressent au premier public de l'ouvrage : les étudiantes et étudiants de l'Université Laval occupés à la rédaction de leur thèse ou de leur mémoire. Ils devront utiliser cette classe pour composer un document conforme aux règles générales de présentation matérielle de la Faculté des études supérieures et postdoctorales. Les autres lecteurs pourront sans mal escamoter ces passages.

Chaque chapitre comporte quelques exercices. Les solutions se trouvent en annexe.

Fonctionnalités interactives

En consultation électronique, ce document se trouve enrichi de plusieurs fonctionnalités interactives.

► Intraliens entre le numéro d'un exercice et sa solution, et vice versa. Ces intraliens sont aussi marqués par la couleur ■.

viii Introduction

► Intraliens entre les citations dans le texte et leur entrée dans la bibliographie. Ces intraliens sont marqués par la couleur ■.

- ► Hyperliens vers des ressources externes marqués par le symbole 🗹 et la couleur 🚾.
- ► Table des matières, liste des tableaux et liste des figures permettant d'accéder rapidement à des ressources du document.

Blocs signalétiques

Le document est parsemé de divers types de blocs signalétiques inspirés de AsciiDoc 🗹 qui visent à attirer votre attention sur une notion.



Astuce! Ces blocs contiennent un truc, une astuce, ou tout autre type d'information utile.

- Important! Ces blocs contiennent les remarques les plus importantes. Veillez à en tenir compte.
- Ces blocs contiennent des remarques additionnelles sur la matière ou des informations amusantes, mais non essentielles.
- Ces blocs contiennent des renvois vers des vidéos dans la chaine YouTube 🗹 liée ce document.

Liens vers la documentation

memoir

Parmi les hyperliens vers des ressources externes, le texte compte plusieurs renvois vers la documentation d'un paquetage ou d'une classe, par exemple vers la documentation de la classe memoir. L'hyperlien mène vers la documentation dans le site TeXdoc Online . On trouve également dans la marge le nom du fichier correspondant (sans l'extension .pdf) sur un système doté de TeX Live.

La plupart des logiciels intégrés de rédaction La offrent une interface pour accéder à cette documentation.

▶ TeXShop: menu Aide|Afficher l'aide pour le package (\\#I).

Introduction

- ► Texmaker: menu Aide|TeXDoc [selection].
- ► GNU Emacs : commande TeX-doc (C-c ?) du mode spécialisé AUCT_EX.

Le lecteur devrait consulter la rubrique d'aide de son éditeur pour savoir s'il offre une interface au système de gestion de la documentation Texdoc de T_FX Live.

Références additionnelles

L'ouvrage n'a aucune prétention d'exhaustivité. La consultation de documentation additionnelle pourra s'avérer nécessaire pour réaliser des mises en page plus élaborées. À cet égard, nous recommandons chaudement le livre de Kopka et Daly (2003) — il a servi d'inspiration pour ce document à maints endroits. La très complète documentation (plus de 600 pages!) de la classe memoir (Wilson, 2016) constitue une autre référence de choix. Nous recommandons également :

- ► *LaTeX* dans Wikilivre pour de la documentation en ligne, en français et libre;
- ▶ le très actif forum de discussion TEX-LETEX Stack Exchange 【 (avant de penser y poser une question, vérifier que la réponse ne se trouve pas déjà dans le forum... ce qui risque fort d'être le cas);
- ▶ la très complète *foire aux questions* 🗹 (en anglais) du groupe des utilisateurs de ﷺ du Royaume-Uni.

Installation d'une distribution

L'utilisation de L'EX requiert évidemment une distribution du système. Nous recommandons la distribution TeX Live administrée par le TeX Users Group.



Visionnez les vidéos qui expliquent comment installer la distribution T_EX Live sur macOS ✓ et sur Windows ✓.

Fichiers d'accompagnement

Ce document devrait être accompagné des fichiers nécessaires pour compléter certains exercices figurant à la fin des chapitres, ainsi que d'un gabarit exercice_gabarit.tex pour composer les solutions des autres exercices. x Introduction

Si ce n'est pas le cas, récupérer les fichiers dans le site *Comprehensive TeX Archive Network* (CTAN) .

Document libre

Tout comme T_EX, E^{*}T_EX et l'ensemble des outils présentés dans ce document, le projet « Rédaction avec E^{*}T_EX » s'inscrit dans le mouvement de l'informatique libre E^{*}. Vous pouvez accéder à l'ensemble du code source en suivant le lien dans la page de copyright. Vous trouverez dans le fichier README.md toutes les informations utiles pour composer le document.

Table des matières

In	trodu	ction vii
Ta	ıble d	es matières xi
Lis	ste de	es tableaux xv
Lis	ste de	es figures xvii
1	Prés	entation de T _E X et L ^a T _E X 1
	1.1	Description sommaire 2
	1.2	Quelques choses simples à réaliser avec LATEX 3
	1.3	Processus de création d'un document 4
	1.4	Outils de production 5
	1.5	Exercices 6
2	Prin	cipes de base 9
	2.1	Séparation du contenu et de l'apparence 9
	2.2	Règles de saisie 10
	2.3	Structure d'un fichier 11
	2.4	Classes et paquetages 12
	2.5	Commandes 13
	2.6	Environnements 15
	2.7	Longueurs 16
	2.8	Commentaires 17
	2.9	Caractères spéciaux 17
	2.10	L ^A T _E X en français 21
	2.11	Exercices 23
3	Orga	nisation d'un document 27
	3.1	

xii Table des matières

```
Parties d'un document
 3.2
                               31
     Table des matières
                           36
 3.3
 3.4 Renvois automatiques
                              38
 3.5 Document contenu dans plusieurs fichiers
                                                 42
 3.6 Exercices
                  45
Apparence et disposition du texte
                                     49
     Police de caractères
                            49
 4.2 Taille du texte
 4.3 Italique
                 51
 4.4 Listes
               52
 4.5
     Texte centré
                     54
 4.6 Citations
                  55
 4.7 Notes de bas de page
 4.8 Texte brut et code source
                                 56
 4.9 Exercice
                 57
Boites
          59
     Boites horizontales
 5.1
                           59
     Boites verticales
     Boites de réglure
 5.3
                         63
 5.4 Exercices
                  64
Tableaux et figures
                       67
 6.1 De la conception de beaux tableaux
                                           67
 6.2 Tableaux
                 69
 6.3 Figures et graphiques
                              73
 6.4 Éléments flottants
                          79
 6.5 Exercices
                  84
Mathématiques
                   87
     Principes de base du mode mathématique
     Un paquetage incontournable
7.2
     Principaux éléments du mode mathématique
7.3
                                                   89
 7.4 Symboles mathématiques
                                 96
     Équations sur plusieurs lignes et numérotation
 7.5
7.6 Délimiteurs de taille variable
     Caractères gras en mathématiques
7.7
     Exercices
 7.8
```

Table des matières xiii

8	Bibli	iographie et citations 115
	8.1	Quel système utiliser? 115
	8.2	Processus de création d'une bibliographie 117
	8.3	Création d'une base de données 118
	8.4	,
	8.5	Insertion de références dans le texte 123
	8.6	Composition de la bibliographie 124
	8.7	Exercices 126
9	Com	ımandes et environnements définis par l'usager 131
_	9.1	Nouvelles commandes 132
	9.2	Nouveaux environnements 134
	9.3	Exercices 135
10	Truc	es et astuces divers 137
		Contrôle de la disposition du texte 137
		Au-delà de la police Computer Modern 140
	10.3	Couleurs 141
	10.4	Hyperliens et métadonnées de documents PDF 143
	10.5	Présentation de code informatique 144
	10.6	Production de rapports avec l'analyse intégrée 146
	10.7	Diapositives 148
	10.8	Gestion des versions et travail collaboratif 149
	10.9	Exercices 150
A	Clas	se pour les thèses et mémoires de l'Université Laval 153
В	Solu	tions des exercices 155
		oitre 2 155
	Char	pitre 5 155
	Chap	pitre 6 156
	Chap	pitre 7 158
	Chap	pitre 8 159
	Chap	pitre 9 160
	Chap	pitre 10 161
Bik	oliogr	raphie 163
Inc	lex	167

Liste des tableaux

1.1	Moteurs et formats les plus courants 5
2.1 2.2	Principales unités de mesure pour les longueurs dans La la Principales unités de mesure pour les longueurs dans La
3.1 3.2	Caractéristiques des principales classes standards 28 Commandes d'identification de la structure logique d'un livre et leurs effets 36
4.1 4.2	Commandes de changement d'attribut de la police 50 Commandes de changement de la taille des caractères 51
6.1	Tableau correspondant au code de la figure 6.2 82
7.1 7.2 7.3 7.4 7.5 7.6 7.7 7.8	Points de suspension 93 Espaces dans le mode mathématique 95 Lettres grecques minuscules 98 Lettres grecques majuscules 98 Quelques opérateurs binaires 99 Quelques relations et leur négation 99 Quelques flèches et leur négation 100 Accents et symboles mathématiques divers 100
7.9	Comparaison des environnements pour les équations hors para- graphe de amsmath 103
7.10	Tailles des délimiteurs mathématiques 107
8.1	Quelques styles de bibliographie et leur effet sur le mode de cita- tion et le format des notices bibliographiques 122
10.1	Couleurs toujours disponibles lorsque le paquetage \mathbf{xcolor} est chargé 142

Liste des figures

2.1	Fichier source LaTeX simple comportant les deux parties obliga- toires : le préambule et le corps du document 12
3.1	Exemple de mise en page avec la classe article 28
3.2	Exemple de mise en page avec la classe report 29
3.3	Exemple de mise en page avec la classe book 29
3.4	Illustration d'un titre d'article standard.
3.5	Consultation d'un document PDF avec la visionneuse Aperçu de macOS 37
3.6	Texte produit par le code de l'exemple 3.3 illustrant un renvoi
	automatique standard 39
3.7	Texte produit par le code de l'exemple 3.3 après l'ajout du pa-
	quetage hyperref 41
3.8	Texte produit par le code de l'exemple 3.5 42
3.9	Structure type d'un fichier maitre 44
5.1	Pour T _E X, un texte n'est qu'un alignement de boites 60
6.1	Commandes pour modifier les étiquettes des tableaux et des fi-
	gures utilisées par babel 81
6.2	Code source pour créer le tableau 6.1 82
6.3	Exemple de disposition de plusieurs graphiques dans une même
	figure flottante 83
8.1	Code source d'un fichier de base de données et d'un document simple 127
8.2	Zone de texte du document aux diverses étapes de la compilation des fichiers de la figure 8.1 avec X¬ATEX et BIBTEX 128
8.3	Interfaces de sélection du programme BIBTEX dans TeXShop et Texmaker 129

1 Présentation de T_EX et LAT_EX

La production d'un document à l'aide d'un ordinateur comporte toujours trois grandes étapes :

- 1. la saisie du texte dans l'ordinateur;
- la composition du texte sur la page en lignes de longueur égale et en paragraphes, ainsi que la disposition des éléments tels que les figures et les tableaux;
- 3. la production du document final pour consultation à l'écran ou pour l'impression.

Les logiciels de traitement de texte combinent les trois étapes de manière transparente pour l'utilisateur.

Le système LEX, lui, est un logiciel de mise en page qui se charge uniquement de la seconde étape de production, celle qui était autrefois réalisée à la main ou à l'aide d'une machine comme la Linotype L par les typographes.

La préparation d'un document avec LETEX requiert d'utiliser trois outils bien différents, soit un pour chaque étape de production. Nous verrons rapidement que ce qui peut à priori sembler un inconvénient constitue en fait un grand avantage.

ETEX est l'un des systèmes de mise en page les plus utilisés dans le monde, particulièrement dans la production de documents scientifiques intégrant de multiples équations mathématiques, des graphiques, du code informatique, etc. En fait, le nom ETEX sert généralement de terme générique pour toute une famille de programmes. Ce chapitre explique donc non seulement la philosophie derrière ETEX, mais également le lien qui unit ce programme aux autres dont on croise couramment le nom aujourd'hui: TEX, pdfETEX, XAETEX, LuaETEX.

Un peu de phonétique avant d'aller plus loin. La racine T_EX est une transcription en majuscules des lettres grecques $\tau \epsilon \chi$. La dernière lettre des acronymes ci-dessus n'est donc non pas un X latin, mais plutôt la lettre grecque

khi majuscule, qui est visuellement identique. Pour cette raison, la terminaison des acronymes se prononce « tek ». Voilà qui devrait déjà vous permettre de distinguer le système de mise en page du matériau élastique.



L'histoire courte *Paul apprenti typographe* publiée dans Rabagliati (1999) explique formidablement bien le processus de composition d'un texte avec la Linotype. Quelques séquences du très recommandable film *The Post* (2017) illustrent également la composition d'une page de journal.

1.1 Description sommaire

TEX est un système de mise en page (*typesetting*) ou de préparation de documents. De manière plus technique, TEX est un langage de programmation spécialisé dans la disposition de caractères sur une page. Il met l'accent sur la production de documents de grande qualité à la typographie soignée, surtout pour les mathématiques.

Comme le système et le langage T_EX ne sont pas des plus faciles à apprendre, Leslie Lamport a créé en 1983 un ensemble de macro-commandes baptisé LET_EX pour faciliter l'utilisation de T_EX. Le terme en est venu, chez les utilisateurs, à nommer l'ensemble du système.

TEX et LETEX sont des langages de balisage (*Markup Languages*) qui indiquent la mise en forme du texte à l'intérieur de celui-ci par le biais de commandes spéciales.

Exemple 1.1. Les traitements de texte sont d'abord et avant tout conçus pour respecter le plus fidèlement possible ce que l'utilisateur produit (d'où l'appellation *What You See is What You Get*, WYSIWYG). Les systèmes de mise en page, quant à eux, visent à maximiser la qualité de la mise en page et de la typographie pour un texte donné.

Voici deux exemples de typographie soignée. D'abord, l'utilisation de $\it ligatures$ (jonctions) entre certaines lettres. À gauche, ce que produisent les traitements de texte, qui ne voient qu'une série de lettres individuelles. À

droite, le résultat avec La qui peut analyser le texte et identifier les ligatures.

Ensuite, l'espacement entre les lettres, que L'EX ajustera selon le contexte. Comparer la disposition pour du texte normal, à gauche, à celle pour des mathématiques, à droite.

$$xy$$
 xy xy

- ► Un traitement de texte La impose un mode de travail qui permet de séparer *structure* et *apparence* du texte.
- ▶ WYSIWYG un système de mise en page est davantage qualifié de *What You See is What You Mean*.
- ► Incompatible le code source 上下 peut être lu et le document reproduit à l'identique sur tous les types de systèmes informatiques.
- ► Instable le moteur T_EX est considéré exempt de bogues.
- ► Imprévisible LATEX fait uniquement et exactement ce que nous lui demandons, sans prétendre pouvoir deviner ce que nous voulons faire ou, pire, le savoir mieux que nous.

1.2 Quelques choses simples à réaliser avec **ETEX**

Quiconque a travaillé un tant soit peu avec un logiciel de traitement de texte reconnaitra ci-dessous des éléments de mise en page qui ne sont pas toujours simples à réaliser. C'est tout le contraire avec LETEX : quand ce n'est pas le comportement par défaut, il suffit en général d'insérer une commande dans le code source pour obtenir le résultat souhaité.

- ► Page de titre standard avec le titre du document, le nom de l'auteur et la date.
- ▶ Table des matières.
- Numérotation des pages.
- ▶ Disposition sur la page des figures et tableaux, numérotation et renvois.

- ▶ Numérotation des équations mathématiques et renvois.
- ▶ Citations et composition de la bibliographie.
- ► Coupure de mots.
- ▶ Document recto verso avec marges distinctes pour le recto et le verso.

1.3 Processus de création d'un document

Le processus de création d'un document LETEX compte trois phases : la rédaction, la compilation (ou composition par le système) et la visualisation du résultat. On peut le représenter schématiquement ainsi :



Les logiciels de rédaction intégrés facilitent grandement les deux premières étapes — certains intègrent même une visionneuse PDF pour englober le processus au complet. Il existe plusieurs de ces logiciels. Mentionnons, par exemple :

- ► Texmaker 🗹 (multiplateforme);
- ► TeXworks 🗹 (multiplateforme);
- ► TeXShop 【 (macOS seulement);
- ▶ WinEdt ☑ (Windows seulement);
- ► Kile 🗹 (Linux);
- ► GNU Emacs 【 (multiplateforme) et à peu près tous les bons éditeurs de texte pour programmeur.



Visionnez les vidéos qui illustrent comme composer un document simple de type *Hello, World!* avec TeXShop sur macOS ☑ et avec Texmaker sur Windows ☑.

Moteur	Format	Fichier de sortie
tex	plain T _E X	DVI
tex (latex)	₽T _E X	DVI
pdftex (pdflatex)	pdfl⁄tT _E X	PDF
xetex (xelatex)	$X_{\overline{1}} = X_{\overline{1}} $	PDF
luatex (lualatex)	LuaĿTEX	PDF

TAB. 1.1 - Moteurs et formats les plus courants

1.4 Outils de production

Un petit mot d'abord sur les arcanes de T_EX. Dans ce monde, il existe des *moteurs* et des *formats*. Un moteur T_EX est un programme informatique qui transforme du code source en représentation d'un document sur une page. Un format est simplement un ensemble de macro-commandes comprises par un moteur et qui est chargé par défaut lorsque le moteur est invoqué avec un nom de commande spécifique.

Le tableau 1.1 dresse la liste des divers *moteurs* T_EX et des formats (ensembles de macro-commandes) couramment utilisés aujourd'hui.

- ► Les formats les plus usuels sont pdflateX et XalateX.
- ▶ Le moteur pdftex est le moteur par défaut des distributions 上 modernes. Comme son nom l'indique, ce moteur produit directement un fichier de sortie en format PDF. C'est la principale différence par rapport au moteur tex.
- ► Le moteur xetex peut utiliser directement les polices de caractères du système d'exploitation. La section 10.2 traite plus en détail de ce sujet.
- ► Le moteur luatex et le format Lual^AT_EX offrent les mêmes avantages que xetex et X₂l^AT_EX en plus d'intégrer les fonctionnalités du langage de programmation Lua ...
- ▶ Le format de fichier de sortie DVI, qui est antérieur aux formats PostScript et PDF, permet de décrire la disposition d'un document exactement telle qu'elle devrait apparaître à l'écran ou à l'impression. C'est un format aujourd'hui plus ou moins tombé en désuétude depuis la standardisation autour du format PDF.

Le système LETEX est formé d'un grand nombre de composantes réunies sous forme d'une *distribution*. La plus populaire distribution aujourd'hui est TEX Live . Elle est administrée par le TEX Users Group. C'est la distribution

que recommandent la Bibliothèque et la Faculté des études supérieures de l'Université Laval.

La philosophie de T_EX Live : tout installer. Cette façon de faire est aujourd'hui réalisable puisque l'espace disque est disponible à profusion dans les ordinateurs. C'est également la plus simple puisque à peu près tout ce que l'on est susceptible d'utiliser dans un système T_EX est déjà installé. Sur macOS, on installera plutôt la distribution MacT_EX C, qui est étroitement dérivée de T_EX Live.

L'introduction fournit des liens vers des vidéos expliquant comment installer la distribution T_FX Live sur macOS et Windows.

La distribution MiKT_EX ✓ demeure également très populaire sur Windows.



Quelques faits amusants au sujet de T_EX.

- ► T_EX est aujourd'hui considéré exempt de bogue. D'ailleurs, Donald Knuth vous offre une récompense (symbolique) si vous en trouvez un!
- ▶ Le numéro de version de T_EX converge vers π . Au moment d'écrire ces lignes, le numéro de version était 3.14159265.

Consultez les liens suivants pour en savoir plus.

- ► Histoire de T_EX 🗹 sur le site du T_EX Users Group (en anglais).
- ► T_EX sur Wikipedia (version française **'**; version anglaise **'**, plus complète).

1.5 Exercices

- **1.1** Composer un premier document très simple de type *Hello World!* tel qu'expliqué dans les vidéos mentionnées à la section 1.3.
- 1.2 À l'aide d'un logiciel intégré de rédaction (Texmaker et TeXShop¹ constituent des bonnes options pour débuter), ouvrir et compiler le fichier exercice_minimal.tex.

^{1.} Avant d'ouvrir un premier fichier avec TeXShop, aller dans les préférences de l'application et changer l'encodage par défaut pour « Unicode (UTF-8) ». Redémarrer ensuite l'application.

1.5. Exercices 7

1.3 Question de voir ce que LATEX peut faire, compiler le document élaboré exercice_demo.tex de la manière suivante : une fois avec LATEX; une fois avec BIBTEX; deux à trois autres fois avec LATEX.

Un système de mise en page tel que LETEX repose sur une logique de séparation entre l'apparence d'un document et sa structure. La personne habituée à utiliser un traitement de texte devra fort probablement se défaire d'une vilaine habitude : se préoccuper sans cesse, au moment de la rédaction, de la disposition du texte.

Ce principe accepté, il faudra néanmoins indiquer au logiciel la structure du document. Avec La s'effectue par le biais de diverses instructions que l'on insère au fil du texte. À la base, les logiciels de traitements de texte n'opèrent pas différemment, sauf qu'ils cachent les codes aux utilisateurs ¹. Sous prétexte de simplicité d'utilisation, ils causent en fait bien des mots de tête. Qui ne s'est pas déjà demandé, en utilisant un traitement de texte moderne : « Pourquoi donc mon texte est-il soudainement en gras ? »

Ce chapitre explique comment aborder la rédaction d'un document avec LEX ainsi que la syntaxe de base des différents types d'instructions que l'on peut insérer dans un texte pour en spécifier la structure et la mise en forme.

2.1 Séparation du contenu et de l'apparence

Lors de la rédaction avec un système de mise en page tel que La structure du document, et non pas sur son apparence. Par exemple :

▶ au lieu de prescrire qu'un titre de section doit être en gras 14 points, on indique simplement à La que le texte doit être traité comme un titre de section;

^{1.} Le leader du traitement de texte jusqu'au milieu des années 1990, Word Perfect, offrait l'option d'afficher l'ensemble des codes de mise en page. C'est malheureusement une caractéristique brillante que Microsoft Word et les autres progiciels développés depuis ont choisi d'omettre.

\textbf{\large Titre}
→ \section{Titre}



▶ au lieu de décider qu'un mot sur lequel l'on souhaite insister sera en italique, on indique à LTFX de mettre de l'emphase sur ce mot sans se soucier de la mise en forme.

\textit{texte}



→ \emph{texte}

L'apparence du texte sera prise en charge par LATEX. Comme les gabarits sont l'œuvre de spécialistes en typographie, il est généralement préférable de ne pas les modifier. À titre d'exemple, LATEX détermine automatiquement la largeur des marges en fonction de la taille de la police de manière à ce que les lignes de texte comptent approximativement 70 caractères. La raison : lorsqu'une ligne de texte est trop longue, notre œil a de la difficulté à la suivre sur toute sa longueur. Il a tendance à passer à la ligne inférieure, ce qui rend la lecture plus difficile.

Règles de saisie 2.2

Une fois le principe de séparation du contenu et de l'apparence compris et accepté, on veillera, lors de la saisie du texte, à respecter les règles simples suivantes.

1. On sépare les mots par une ou plusieurs *espaces*. Qu'il y en ait une ou un millier, seule la première compte et la mise en page sera la même.

Les espaces délimitent les mots. Leur nombre n'a pas d'importance.

Les espaces délimitent les mots. Leur nombre n'a pas d'importance.

Les espaces délimitent les mots. Leur nombre n'a pas d'importance.

Les espaces délimitent les mots. Leur nombre n'a pas d'importance.

2. On sépare les paragraphes par une ou plusieurs lignes blanches. Celles-ci n'apparaitront pas nécessairement dans le texte final; les gabarits standards identifient les paragraphes par un retrait de première ligne.

Les lignes blanches délimitent les paragraphes.

Une ou plusieurs, ça ne fait aucune différence!

Les lignes blanches délimitent les paragraphes.

Une ou plusieurs, ça ne fait aucune différence!

Les lignes blanches délimitent les paragraphes.

Les lignes blanches délimitent les paragraphes.

Une ou plusieurs, ça ne fait aucune différence!

Une ou plusieurs, ça ne fait aucune différence!

3. On utilise des *commandes* pour indiquer la structure du texte dans le texte. Celles-ci débutent presque toujours par le symbole \. À la différence des logiciels de traitement de texte, les instructions de mise en forme du document sont donc toujours visibles et, par conséquent, modifiables facilement et sans surprise (on ne se demande donc jamais où termine le gras).

Les commandes sont visibles dans le \textbf{texte}, mais évidemment pas dans le \emph{document} fini.

Les commandes sont visibles dans le **texte**, mais évidemment pas dans le *document* fini.

2.3 Structure d'un fichier

Un fichier source La — dont on trouvera un exemple simple à la figure 2.1 — est toujours composé de deux parties.

Préambule Suite de commandes spécifiant la mise en forme globale du document (format du papier, marges, entête et pied de page, etc.). Il contient au minimum la commande \documentclass. Les commandes contenues dans le préambule ont un effet global sur le document.

Dans l'exemple de la figure 2.1, le préambule s'étend de la ligne 1 à la ligne 5.

Corps du document Contenu du document en tant que tel. Il débute par \begin{document} et se termine par \end{document}. Le corps du

FIG. 2.1 – Fichier source LETEX simple comportant les deux parties obligatoires : le préambule (lignes 1–5) et le corps du document (lignes 7–14).

document peut aussi contenir des commandes, mais l'effet de celles-ci demeure presque toujours local.

Les lignes 7-14 du code de la figure 2.1 forment le corps du document.

2.4 Classes et paquetages

La première commande du préambule est normalement la déclaration de la *classe* du document. La forme de la déclaration est la suivante :

```
\documentclass[\langle options \rangle] \{ \langle classe \rangle \}
```

Les classes standards de L'EX sont article, report, book, letter et slides. La classe pour les thèses et mémoires de l'Université Laval se nomme ulthese (Goulet, 2018). Celle-ci se base sur la classe memoir et, par conséquent, elle hérite de toutes ses (nombreuses) fonctionnalités; consulter l'annexe A. La section 3.1 traite des différences entre les diverses classes et des *(options)* disponibles.

Les *paquetages* permettent de modifier des commandes ou d'ajouter des fonctionnalités à LET_EX. On charge les paquetages dans le préambule avec des commandes de la forme

```
\usepackage{\paquetage\}
```

2.5. Commandes

```
\usepackage[{options}]{\( paquetage \) }
\usepackage{\( (paquetage 1, paquetage 2, \ \) \)}
```

La première et la troisième forme permettent de charger un ou plusieurs paquetages sans options. La seconde permet de spécifier des *(options)* au chargement du paquetage. Il n'est évidemment pas possible de préciser des options avec la troisième forme puisque LETEX ne saurait à quel paquetage celles-ci se rapportent.

Certains paquetages permettent que leurs options apparaissent parmi les *(options)* de la commande *\documentclass*. Elles sont ainsi plus « visibles » pour d'autres paquetages. Par exemple, l'option french que l'on retrouve dans la déclaration de la classe à la figure 2.1 est en fait une option du paquetage babel.

2.5 Commandes

Nous avons déjà fait référence à quelques reprises au concept de commande La Cette section se penche sur leur syntaxe.

Les formes générales des commandes LATEX sont :

```
\\nomcommande\[\arg_optionnel\]{\arg_obligatoire\}
\\nomcommande\*[\arg_optionnel\]{\arg_obligatoire\}
```

Ici, 〈nomcommande〉 est le nom de la commande. Il débute par le symbole \ et est exclusivement formé de lettres, habituellement des minuscules (\(\mathbb{E}\)\TeX est sensible à la casse). La forme étoilée d'une commande réalise généralement une action légèrement différente de la version sans étoile. Par exemple, \section crée une nouvelle section numérotée, alors que \section* n'insère aucune numérotation.

Lorsque la commande prend des arguments, les arguments obligatoires sont placés entre accolades { } et les arguments optionnels sont placés entre crochets [].

Certaines commandes n'ont aucun argument. Leur forme est alors

Dans ce cas, le nom de la commande se termine par tout symbole qui n'est pas une lettre — y compris l'espace! Cette règle fait en sorte qu'une espace après le nom d'une commande est considérée comme un marqueur de la fin du nom de la commande. Cette règle joue parfois de vilains tours en « avalant » l'espace entre une commande et le mot qui suit; voir l'exemple 2.1 et l'exercice 2.2.

La portée d'une commande est limitée à la zone entre accolades { }, le cas échéant.

Exemple 2.1. Voici trois exemples de commandes La : une sans argument, une avec un seul argument obligatoire et une commande avec deux arguments obligatoires et un argument optionnel.

1. La commande \LaTeX permet de composer de logo \MTeX.

Apprendre \LaTeX c'est formidable!

Apprendre LaTeXc'est formidable!

On constate ici l'effet de la règle mentionnée ci-dessus : l'espace suivant le nom de la commande a été interprété par L'IEX comme un marqueur de la fin de la commande et il a été supprimé du texte. Pour contourner ce problème, nous pouvons soit fournir un argument vide à la commande, soit la placer en accolades pour limiter sa portée à elle-même :

Apprendre \LaTeX{} c'est formidable!

Apprendre LaTEX c'est formidable!

Apprendre {\LaTeX} c'est formidable!

Apprendre LaTEX c'est formidable!

2. La commande \emph met de l'emphase (en général sous forme d'italique) sur le ou les mots en argument.

Il est \emph{essentiel} de
connaitre la syntaxe de
{\LaTeX}.

Il est *essentiel* de connaitre la syntaxe de LAT_FX.

3. La commande \rule produit un rectangle plein. Elle a deux arguments obligatoires : la longueur et la hauteur du rectangle, dans l'ordre. Un argument optionnel permet de surélever le rectangle au-dessus de la ligne de base (voir le chapitre 5 pour plus de détails).

Réglure de 1~cm de long et 3~mm d'épais surélevée de 2~points au-dessus de la ligne de base: \rule[2pt]{1cm}{3mm}.

Réglure de 1 cm de long et 3 mm d'épais surélevée de 2 points audessus de la ligne de base : ———.

2.6. Environnements

Exemple 2.2. La commande \bfseries sélectionne une police grasse pour tout le texte qui suit.

En typographie, la \bfseries graisse est l'épaisseur d'un trait ou d'un caractère.

En typographie, la **graisse est** l'épaisseur d'un trait ou d'un caractère.

П

Pour limiter le changement à une zone de texte, il faut la délimiter par des accolades.

En typographie, la {\bfseries graisse est l'épaisseur d'un trait} ou d'un caractère.

En typographie, la **graisse est** l'épaisseur d'un trait ou d'un caractère.

L'utilisateur de L'atilisateur de l'atil

2.6 Environnements

Un environnement La est une zone de texte délimitée par une construction du type

```
\begin{\(environnement\)}
\end{\(environnement\)}
```

Le contenu d'un environnement est traité différemment du reste du texte en fonction des paramètres de l'environnement. Par exemple, le texte à l'intérieur d'un environnement center est centré sur la page.

Les changements induits par un environnement s'appliquent uniquement à l'intérieur de celui-ci. Il en va de même des commandes utilisées à l'intérieur d'un environnement.

Exemple 2.3. L'environnement quote sert à composer des citations. Le texte à l'intérieur de l'environnement sera placé dans un bloc séparé du texte principal et en retrait des marges gauche et droite.

```
La phrase
\begin{quote}
Attention aux bogues dans
le code ci-dessus; je ne
l'ai pas testé, j'ai
seulement prouvé qu'il
était correct.
\end{quote}
est une citation célèbre du
créateur de {\TeX}, Donald
Knuth.
```

La phrase

Attention aux bogues dans le code ci-dessus; je ne l'ai pas testé, j'ai seulement prouvé qu'il était correct.

est une citation célèbre du créateur de T_FX, Donald Knuth.

Si la citation est dans la langue originale, il est préférable de la composer en italique.

```
La phrase
\begin{quote}
\itshape
Beware of bugs in the above
code; I have only proved it
correct, not tried it.
\end{quote}
est une citation célèbre du
créateur de {\TeX}, Donald
Knuth.
```

La phrase

Beware of bugs in the above code; I have only proved it correct, not tried it.

est une citation célèbre du créateur de T_FX, Donald Knuth.

On remarque que l'effet de la commande ∞ itshape s'est limité à l'environnement. \Box

2.7 Longueurs

Plusieurs commandes La requièrent en argument une mesure de largeur ou de hauteur. Dans la terminologie de La plus généralement de longueur (*length*).

Une longueur est un nombre positif, négatif ou nul *obligatoirement* et *im-médiatement* suivi d'un symbole d'unité de mesure. Le tableau 2.1 présente les principales unités de mesure utilisées par La et le symbole correspondant.

Il existe un certain nombre de longueurs prédéfinies. Les plus utiles sont :

2.8. Commentaires

TAB. 2.1 - Principales	unités de me	sure pour les l	longueurs (dans ﷺ

Nom ou description	Symbole	Longueur équivalente
millimètre	mm	
centimètre	cm	10 mm
pouce	in	2,54 cm
point	pt	1/72,27 pouce
point PostScript	bp	1/72 pouce
largeur de la lettre M	em	fonction de la police
hauteur de la lettre x	ex	fonction de la police

\linewidth \textwidth

La première contient la largeur de la ligne de texte courante et la seconde, la largeur de la page courante. Dans du texte normal, les deux mesures sont habituellement égales.

2.8 Commentaires

texte % ignoré par LaTeX texte

2.9 Caractères spéciaux

Les claviers d'ordinateur mettent à la disposition des auteurs toutes les lettres de l'alphabet (en versions minuscule et majuscule), les chiffres de o à 9, un certain nombre de symboles et, selon le clavier, des versions accentuées de certaines lettres. L'entrée des lettres et des chiffres ne pose pas de problème particulier pour LEX, mais certains symboles sont réservés. De plus, certains symboles d'usage courant ne sont pas disponibles sur les claviers.

2.9.1 Espaces et retours à la ligne

Nous avons déjà mentionné à la section 2.2 le traitement spécial réservé par LATEX aux espaces et aux retours à la ligne dans le code source. Ajoutons les précisions suivantes :

▶ seule la première espace entre deux éléments compte;

- ▶ les espaces en début de ligne sont ignorées;
- ▶ un retour à la ligne simple est traité comme une espace;
- ▶ il faut deux retours à la ligne consécutifs (ce qui résulte en une ligne blanche dans le code source) pour identifier un changement de paragraphe.

Pour forcer une espace à un endroit où \LaTeX la supprimerait normalement, utiliser la commande \searrow (le symbole \searrow suivi d'une espace, représentée ici par le symbole \square .

Apprendre \LaTeX\ c'est formidable!

Apprendre LaTeX c'est formidable!

Dans le même ordre d'idées, le symbole ~ insère une espace insécable entre deux mots, de telle sorte que LETEX ne pourra placer les mots sur des lignes différentes. À utiliser dans les noms ou entre une quantité et son unité.

M.~Tremblay me doit au moins 200~\\$.

M. Tremblay me doit au moins 200 \$.

Il arrive que l'espace générée par un retour à la ligne *simple* s'avère indésirable. Dans de tels cas, placer un symbole de commentaire % à la fin de la ligne.

Donald Knuth est un dieu [citation]

Donald Knuth est un dieu [citation]

Donald Knuth est un dieu% [citation]%

Donald Knuth est un dieu^[citation].

2.9.2 Caractères réservés

Comme à peu près tous les langages de programmation, $T_E\!X$ réserve certains caractères pour son usage interne. Les caractères suivants sont interprétés comme des commandes :

#\$&~_^%{}

Pour utiliser les symboles ci-dessus tels quels dans le texte, il faut les précéder par le symbole \:

(Les commandes \^ et \~ servent à créer des accents; voir la section 2.9.5.)

2.9.3 Guillemets

L'usage des guillemets nécessite une attention particulière dans L'IEX. On ne devrait pas utiliser dans le code source les guillemets doubles (") que l'on trouve couramment sur les claviers d'ordinateurs.

Pour obtenir les guillemets anglais, on utilisera deux symboles d'accent grave côte à côte pour les guillemets ouvrants (") et deux apostrophes côte à côte pour les guillemets fermants (").

```
``guillemets anglais'' "guillemets anglais"
```

En typographie française, il convient d'utiliser les chevrons (« ») comme guillemets. Avec la configuration appropriée de **babel** (voir la section 2.10), il suffit d'utiliser dans le code source les symboles « et » que l'on retrouve normalement sur un clavier français. L'espacement requis autour des symboles est géré automatiquement.

En français, les guillemets anglais ne servent que pour les citations incluses, c'est-à-dire pour les citations à l'intérieur d'une citation.

```
Elle m'a dit: «Laurent fait Elle m'a dit: «Laurent fait dire "non dire ``non merci''.» merci".»
```

Les bons éditeurs de texte adaptés pour LEX redéfinissent l'action de la touche u du clavier pour insérer les symboles appropriés selon la langue du document.

20 Principes de base

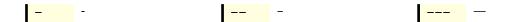
Le paquetage **csquotes** (Lehman et Wright, 2015) propose une autre approche pour la saisie des guillemets. Il fournit une commande \enquote qui entoure son argument des guillemets appropriés selon le contexte et la langue du texte. Cette solution peut s'avérer intéressante pour les nouveaux venus à ETEX qui n'ont pas encore pris l'habitude d'entrer directement les bons guillemets.

2.9.4 Trait d'union et tirets

On trouve en typographie soignée trois sortes de tirets de longueurs différentes :

- 1. le trait d'union (-) qui sert à relier des mots entre eux;
- 2. le tiret demi-cadratin (-) qui sert à joindre deux éléments qui comportent déjà des traits d'union (*Trois-Rivières-Québec*);
- 3. le tiret cadratin (—) qui sert à identifier le changement d'interlocuteur dans les dialogues ou qui remplacent parfois les parenthèses dans du texte normal.

S'il est simple d'entrer un trait d'union à l'ordinateur, il est rare que les claviers comportent des touches pour entrer les tirets demi-cadratin et cadratin (ou alors cela se fait via une obscure combinaison de touches). LETEX permet de créer facilement tous les tirets ci-dessus en répétant simplement le trait d'union deux ou trois fois.



2.9.5 Accents et ligatures

À la base,

ETEX ne reconnait pas les lettres accentuées ni les ligatures comme æ et œ qui ne sont pas courantes en anglais. Néanmoins, il est possible de créer ces symboles avec des commandes.

\'{o} ó	(<mark>0)</mark> (0)	<mark>\^{o}</mark> ô	<mark>\"{o}</mark> ö
{\ae} æ	{\AE} Æ	{\oe}	{/0E} Œ

Évidemment, entrer tous les accents d'un texte en français avec les commandes ci-dessus se révélerait un véritable cauchemar. Heureusement, avec

la configuration appropriée, il est possible d'entrer directement les lettres accentuées que l'on trouve couramment sur un clavier, voire même certaines ligatures si l'on utilise l'encodage UTF-8. La section 2.10 fournit les détails.

Les commandes pour les accents demeurent utiles pour composer les lettres accentuées des langues européennes autres que le français. On trouvera la liste de ces commandes, ainsi que celles pour composer une multitude d'autres symboles à la section 2 de la très utile *Comprehensive L'EX Symbol List L'* (Pakin, 2009).

comprehensive

2.10 ET_FX en français

Par défaut, LaTeX prévoit la rédaction de documents en anglais. L'entrée de texte en français de façon simple et conviviale requiert de charger quelques paquetages bien choisis. Le choix dépend lui-même du moteur TeX utilisé.

2.10.1 Moteur pdfT_FX

Afin de pouvoir entrer directement les lettres accentuées dans le code source sans avoir recours aux commandes de la section précédente, il faut s'assurer que les lettres accentuées soient reconnues par LEX. C'est le rôle du paquetage **inputenc** (Jeffrey et Mittelbach, 2015). Il faut spécifier le type de codage utilisé, ce qui parfois demande quelques essais et erreurs. Le type de codage le plus universel en ce moment est l'Unicode (Unicode Consortium, 2007). C'est le type utilisé par défaut dans macOS et les distributions Linux; il est aussi disponible sous Windows. Si le fichier source est sauvegardé dans le format UTF-8 L' de l'Unicode, on ajoutera dans le préambule la commande :

\usepackage[utf8]{inputenc}

Les autres types de codage les plus répandus sont l'ISO 8859-1 **Z**, ou Latin-1, et l'ANSI **Z** de Windows. Pour utiliser ces types, on remplacera utf8 ci-dessus par, respectivement, latin1 ou ansiwin.

L'entrée du texte n'est pas tout, il faut également se soucier de la sortie, afin que les lettres accentuées apparaissent dans le document final. L'AT_EX utilise par défaut un codage de sortie des caractères nommé OT1. Il est recommandé de ne pas utiliser ce codage pour les textes en français, notamment parce que la coupure automatique ne fonctionnera pas pour les mots contenant des lettres accentuées. On préférera donc le plus récent codage T1, que l'on active avec le paquetage **fontenc** (Mittelbach et collab., 2014):

\usepackage[T1]{fontenc}

22 Principes de base

La classe ulthese charge par défaut le paquetage **fontenc** avec l'option T1 et les gabarits de documents fournis avec la classe contiennent l'instruction pour charger **inputenc**.

2.10.2 Moteur X₇T_EX

Le plus récent et moderne moteur X_HT_EX utilise par défaut des fichiers source en format Unicode UTF-8. Il n'y a donc rien de spécial à faire pour l'entrée du texte avec ce moteur.

Pour la sortie, le paquetage **fontspec** (Robertson et Hosny, 2017) est requis pour obtenir les lettres accentuées dans le fichier PDF. Cela ne représente pas véritablement une étape de configuration additionnelle puisque l'on charge normalement ce paquetage avec XHATEX pour contrôler le chargement des polices de caractères (plus de détails à la section 10.2).

La classe ulthese charge par défaut le paquetage **fontspec** avec X7LAT_EX.

2.10.3 Typographie et mots clés français

Entrer du texte en français dans le code source n'est pas tout. Il faut adapter La français, qu'il s'agisse des mots clés (tels « Table des matières » ou « Bibliographie »), de la typographie ou de la coupure des mots. La solution standard provient du paquetage **babel** (Braams et Bezos, 2016). Celui-ci permet de combiner plusieurs langues dans un même document et de passer de l'une à l'autre facilement. Consulter la documentation repure connaitre toutes les adaptations au français offertes par ce paquetage incontournable.

Il est possible de configurer plusieurs options de **babel** par l'entremise de la commande \frenchbsetup.

Le paquetage **babel** est chargé par défaut par la classe ulthese.

2.10.4 Guillemets français

Une espace fine devrait séparer les guillemets du ou des mots qu'ils entourent. Pour que l'espace autour des symboles soit géré automatiquement par **babel**, il suffit d'ajouter dans le préambule la commande

\frenchbsetup{og=«, fg=»}

On trouve cette configuration dans les gabarits livrés avec la classe ulthese.

■ frenchb

2.11. Exercices

2.10.5 Séparateur décimal

Le séparateur décimal en français est la virgule et non le point. Or, en mode mathématique, LaTeX ajoute automatiquement une espace fine après une virgule comme s'il s'agissait d'une énumération.

Afin de pouvoir utiliser de manière conviviale la virgule comme séparateur décimal en mode mathématique, on chargera le très pratique paquetage **icomma** (Schmidt, 2002). Avec ce paquetage, la virgule agira comme séparateur décimal en mode mathématique seulement lorsqu'elle est suivie d'un caractère autre que l'espace.

$$x = 1,2$$
 $x = 1,2$ $x = 1,2$ $x = 1,2$ $x = 1,2,3$



Le paquetage **icomma** peut interagir avec d'autres. Aussi est-il préférable de le charger parmi les derniers dans le préambule, et certainement après les paquetages **fontspec** et **unicode-math** avec X₇LAT_EX.

2.10.6 Séparateur des milliers

Le séparateur des milliers en français est l'espace. Lorsque le paquetage **numprint** (Harders, 2012) est chargé, **babel** fournit la commande \nombre pour formater automatiquement les nombres.

```
\nombre{123456789} 123456789
```

Le tableau 2.2 résume les divers enjeux liés à la rédaction en français avec LETEX et les paquetages qui offrent des solutions.

2.11 Exercices

- 2.1 Utiliser le fichier exercice_minimal.tex.
 - a) Compiler le document avec la classe article, puis avec la classe book. Observer le résultat.
 - b) Ajouter du texte en français (avec accents), puis compiler et observer le résultat.

Principes de base

TAB. 2.2 – Principaux enjeux de rédaction en français et paquetages offrant des solutions

Enjeu	Solution
Traduction des mots clés prédéfinis	babel
Coupure de mots	babel
Typographie française	babel
Lettres accentuées dans source	inputenc (ÞTEX) source en UTF-8 (XAPATEX)
Lettres accentuées dans sortie	fontenc (LaTeX) fontspec (XaTeTeX)
Virgule comme séparateur décimal	icomma
Espace comme séparateur des milliers	numprint et babel

2.2 Modifier le fichier exercice_commandes.tex afin de produire le texte ci-dessous.

Les commandes LATEX débutent par le symbole \ et se terminent par le premier caractère autre qu'une lettre, y compris l'espace. Cela a pour conséquence qu'une espace immédiatement après une commande sans argument sera avalée par la commande.

La portée d'une commande est **limitée** à la zone entre accolades.

- 1. L'environnement enumerate permet de créer une liste numérotée.
- 2. Les environnements de listes sont parmi les plus utilisés en LATEX.

2.3 a) Compiler le fichier exercice_classe+paquetages.tex.

- b) Changer la police du document pour 11 points, puis 12 points. Observer l'effet sur les marges et sur la coupure automatique des mots dans le document compilé.
- c) Activer le paquetage **icomma** en supprimant le symbole % au début de la ligne dans le préambule. Compiler le document et observer l'effet sur la formule mathématique.
- d) Charger le paquetage **numprint** avec l'option autolanguage (*après* le paquetage **babel**). Dans le code source de la formule mathématique, changer

2.11. Exercices 25

10 000

pour

\nombre{10000}

Compiler et observer le résultat.

3 Organisation d'un document

La maitrise des notions du chapitre précédent permet déjà de composer un document simple avec La Text. Toutefois, la puissance du système de mise en page se manifeste vraiment lors de la préparation de documents élaborés comportant plusieurs divisions internes, une table des matières, des renvois, etc. Le présent chapitre aborde ces aspects d'organisation d'un document.

3.1 Choix d'une classe

La toute première chose à faire au moment de se lancer dans la rédaction d'un document avec La consiste normalement à choisir une classe. Nous avons déjà expliqué à la section 2.4 comment spécifier la classe à utiliser. Cette section présente les différences entre les classes ainsi que les principales options disponibles.

Les classes standards sont article, report, book, letter et slides.

- article Articles scientifiques et autres documents de longueur modérée ne nécessitant pas une mise en page élaborée. Le folio (numéro de page) est placé au centre du pied de page. Le titre apparait dans le haut de la première page, immédiatement suivi du texte.
- report Rapports et autres documents plus longs pouvant être divisés en chapitres. Le titre apparait sur une page de titre. La mise en page est autrement identique à celle de la classe article.
- book Longs documents divisés en chapitres. La mise en page est conçue pour une impression recto verso. L'entête de la page (autre que la première du chapitre) contient le folio sur le bord extérieur et le titre de chapitre (page paire) ou le titre de section (page impaire). Le titre apparait sur une page de titre.
- letter Lettres et correspondance. Bien que puissante, cette classe est plus rarement utilisée. Nous n'en traitons pas davantage dans ce document.

Classe	Divisions	Disposition	Entête	Pied de page
article	parties, sections,	recto	vide	folio centré
report	parties, chapitres, sections,	recto	vide	folio centré
book	parties, chapitres, sections,	recto verso	folio, titres	vide

Tab. 3.1 - Caractéristiques des principales classes standards

1 Lorem ipsum

come ipsoms dofor sit sunt, consectivers allpicing diff. Up prace dilt, verdine un t_i phescar as e_i and phesical space of the soft of the consection stream graved amortic methods are consected as a simulation of the soft of the

1.1 Nam dui ligu

Dance slapes, tortor ord accumum blenchum, ever light algorithms algorithms and some color meters. In Mortal case of exit handhers andings statistic Suppositions or magnitude and the statistic statistic statistics. Suppositions we magnitude approximate function, memoritar thirdings are compared to make the statistic statistics. The statistic statistics are statistically statistically assume a color factor instances, and the statistic statistics are statistically statistics. The statistic statistics are statistically statistically statistics are statistically statistics. The statistics are statistically statistics are statistically statistics. Whether the statistics are statistically statistics are statistically statistics. The statistics are statistically statistics are statistically statistics. The statistics are statistically statistically statistics.

1.1.1 Fusce mauris

tineidmut ultriess. Lorem Ispum dobe sit amart, consecteture adaptiscing edit. In hea habitasse plate adicturus. Hardgort tempus convalis angus. Etiam fineliisis Nunc elementum fermentum wisi. Aensean placerat. Ut imprediet, enim se gavaida solificturia, fielis dolo placerat quam, ne pubriene elli pura sege enim Nunc vitae tortor. Penin tempus mibà sit amat misi. Vivamus quia tortor vita rians porta veliencia.

Fusce mauris. Vestibulum luctus nibh at lectus. Sed bibendum, nulla a fauibus semper, leo velit ultricies tellus, ac venenatis arcu wisi vel nisl. Vestibulum quan, in benderit two one ogy fall. Moreous ogy et act in opjen matty performance of the performance of the

FIG. 3.1 - Exemple de mise en page avec la classe article

slides Diapositives simples pour des présentations. La section 10.7 traite plus en détail de la production de diapositives.

On trouvera un sommaire des principales caractéristiques des classes article, report et book dans le tableau 3.1. De plus, les figures 3.1-3.3 fournissent des exemples de mise en page pour ces trois classes.

Cet ouvrage fait une large place à la classe memoir (Wilson, 2016), une ex-

Chapter 1

${\bf Lorem\ ipsum}$

Lecens japan dodor all annet, consecutivar adjudicing dit. U. prawe alls, vendius nut placent at a splaginger vites, fills, U. prawe alls, vendius nut placent age splaginger vites, fills, U. practically underline graved an marin Nama new Born, manumany met, connectivate all, velipating at, magaz. Born the splage and the

1.1 Nam dui ligula

beren me julio. Nam been libers, perthan at, loberts vittes, ufficies et. Heine vermes often metan at Media es ori est du handers mille. Supposition et masse. Crea use entre Allentiera suilla. Supposition et masse. Crea use entre Polluntingua milla. Cum socia natopue pennetibus et masse. Crea use entre Polluntingua milla. Cum socia natopue pennetibus et masse. Crea use entre Polluntingua milla. Cum socia natopue pennetibus et masse. Non transition de pertito et de la companio della companio della

pellentesque felis eu mass

1.1.1 Fusce mauris

Quiesque ullumcorper placerat ipsum. Cras mith. Morbi vel justo vitae luccus intendentual utrileces. Lorent pisum dodo sit amet, consectentur aliginieng ellt. In hac habitasse platen dictumes. Integer tempora convallis anguse. Etham facilisis. Nume chementum temi A. Amenna placerat. Ut imperedist, emilios and guavidas sollicitudia, felis odos placerat quam, ac pulvimar ellt preuse spet unina. Nume vitae tottor. Pedut tempos ani bab sit ame talle. Vivannan quis tortor vitae

dam. Aliquam pellustrospus, augus quin sugittis possure, turpis larsus cong quam, in hendreit rius sero sego fichi. Maccuena seget era tin apiden matt portitier. Vestifishim portitier. Nulla faciliti, Sed a turpis en hense chema facilitis. Morb linguillo, wis in dispisami interdum, junto bettus sugittis dui, veshcinal librov dui crusus dui. Mauris tempos ligitia sode lexes. Duis cuestos at sugue. Cruse a magan. Crus mills. Nulla operato. Cumbilito a los. Quior at sugue. Crus se magan. Crus mills. Nulla operato. Cumbiliti a los. Quior at sugue. Crus se magan. Crus mills. Nulla operato. Cumbiliti a los Suppardises vel fitis. Ul lovum herem, interdum ex, tincidant sit am locrect vitus, acer. Ausuna fancibus pode es anter. Prassent ceim duil, riettra

Suspendisse vel felis. Ut lovem lorem, interdum eu, tincidma sit annet lamerevi kine, arcut, Amena fanchine pole en ante. Praesact einni ellt, rutturu at, modesile non, nommuny vel, nisl. Ut bettus evo, malesunda sit annet, fernommun eu, ondes cursus, magaza. Donece apurus, Quighes webienda, uras acultricies anetze, pode lorem opostas dui, et convaille ellt erat sed unlis. Done bettus. Curabitur et unue. Aliquam doder odis, common pretium, utricies non, planetra in, velfi. Integer arcu est, nomumny in, fermentum faucchasopostas vel, odis.

FIG. 3.2 - Exemple de mise en page avec la classe report

Chapter 1

Lorem ipsum

Leem japum deke sit ande, consectiver adjusting dit. Up prace dit, verding but up facers as a splicing with, 160, Loudhur directing proble matrix and the size of problem size of the problem size of the size of

1.1 Nam dui ligul

Nam dud ligula, fringilla a, euismool sodolas, solicitudin vel, visi. Morbi aust lobern non juto. Nam hacus libero, pereitum at, boborti visa, nitricios et, cilio Donce aliguet, tectro sod accumono bibendum, eral ligula aliquet magna, vit cornare edio motus a mi. Morbi ac crei et niol hendrevit mollis. Suspandisse mossa. Cina nec ante. Pellintospou a mila. Cum socios natospu penutibus magnis dis parturisut montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urr Nalia ullamozper vestibalimi turpis. Pellentospec cursus loctus mauris.

Nutin muistumia porttuór dum. Donce tois ent, congue moi, vontipo si a tacidant triologa, Hene. No vinama vivera framentam filis. Donce monuma, tacidant triologa, Hene. No vinama vivera framentam filis. Donce monuma, tacidant por la compania de la compania de la compania de la compania de la se quan. Sed diam turpis, modestie vina piecera si, nudostie nec, los. Mocrous loctinis. Nama posmo ligada, dedicad at a ecuman mez, seasigi si, a jusua Marbi blanditi liquà fengiat magna. Nune defined consequat leorum. Sed lacini, milas vitare cium. Pellestoroga tricidante para sed magna. Integre mon cuim Praesent cuimod mue cus purus. Donce blanedum quann in tellus. Nullam curpania publicada relacta. Donce et al. Nama vupidata menta se cum Northolum CHAPTER 1. LOREM IPS

pellentesque felis eu massa

Quiego ullumorpee placerat ipsum. Can suith. Marki vei justo vitan leura interdunt ultrices. Lorem ipsum door sit must, concentrare nilpicing ellt. In hac habitasse platen dictumed. Integer temper coronalis augus. Ettiam facilities. Nunce elementum fermentum wisi. Acessen placerat. Ut impedite, enim sed gravida solicitudia, falls odio placerat quana, ne pulvimar elli paras eget enim. Nunce vitan totto. Penit tempes ultib sit amet talk. Vivanusa quis tottor vitae

Pare manif. Warfasham herters sold at levens. Sod blacksham, hills is held for a sold and a sold and a sold at least the sold at least the sold and and a sold and a sold and a sold and a sold at least the sold

FIG. 3.3 - Exemple de mise en page avec la classe book

La classe memoir incorpore d'office plus de 30 des paquetages les plus populaires ¹. La classe fait partie des distributions LEX modernes; elle devrait être installée et disponible sur tout système. Elle est livrée avec une documentation central exhaustive : le manuel d'instructions fait près de 600 pages! Il peut être utile de s'y référer de temps à autre pour réaliser une mise en page particulière.

Les auteurs de thèses et de mémoires déposés à l'Université Laval doivent utiliser la classe ulthese; voir l'annexe A.

On rappelle que l'on charge une classe de document au début du préambule avec la commande

\documentclass[\langle options \rangle] \{ \langle classe \rangle \}

Les *(options)* disponibles varient d'une classe à l'autre. Les plus courantes sont les suivantes.

- 10pt, 11pt, 12pt Taille de la police du document en points. La valeur par défaut est 10pt. Nous recommandons d'utiliser plutôt 11pt. C'est la taille par défaut avec la classe ulthese.
- oneside, twoside Disposition du document en recto seulement ou en recto verso. Ces options ne sont utiles que pour modifier la disposition par défaut de la classe. Les thèses et mémoires de l'Université Laval sont produits en recto seulement.
- openright, openany Position de la première page des chapitres toujours à droite (page impaire) ou immédiatement après la dernière page du chapitre précédent. Avec la valeur par défaut, openany, LETEX insérera une page blanche dans le document si un chapitre se termine sur une page impaire.
- article (classe memoir seulement) Mise en page comme celle d'un article. Avec cette option, memoir peut remplacer la classe article, ce qui permet d'utiliser une seule et même classe pour les deux principaux types de document (article et livre).

D'autres options permettent de contrôler la position du titre, la disposition en une ou deux colonnes, ou encore la position des équations hors

memoir

^{1.} Consulter la section 18.24 de la documentation de memoir pour la liste ou encore le journal de la compilation (log) d'un document utilisant la classe.

paragraphe. Thurnherr (2014) offre une présentation succincte des options standards. Le chapitre 1 de la documentation

de memoir traite en plus des ajouts propres à cette classe.

memoir

3.2 Parties d'un document

Tout document de plus de quelques pages est normalement divisé en chapitres, sections, sous-sections, etc. Il peut comporter une ou plusieurs annexes et débuter par un résumé, notamment s'il s'agit d'un article scientifique. Le document est habituellement coiffé d'un titre, mais celui-ci est parfois affiché sur une page de titre séparée.

Toutes ces considérations relevant essentiellement de la mise en page, LETEX s'en charge pour nous. L'auteur n'a qu'à spécifier la strucure logique du document à l'aide des commandes de la présente section.

3.2.1 Titre et page de titre

LATEX rend très simple la composition du titre d'un article scientifique ou d'une page de titre simple (classes report, book, memoir). En premier lieu, on spécifie, habituellement dans le préambule, le titre du document, le nom du ou des auteurs et la date de publication avec les commandes suivantes :

```
\title{\(Titre du document\)}
\author{\(\Pr\'enom Nom \\ Affiliation \\ Adresse\)}
\date{\(\((Date ou autre texte\)\)}
```

Un long titre sera scindé automatiquement. L'auteur peut aussi scinder le titre manuellement en insérant la commande \\ aux points de coupure. Si l'ouvrage comporte deux auteurs ou plus, on insère les informations dans la commande \author les unes après les autres en séparant chaque entrée par la commande \and. La commande \date insère le texte donné en argument (qu'il s'agisse d'une date ou non) à l'endroit prévu à cet effet par LEX. Si l'on omet la commande, LEX insère la date du jour au moment de la compilation. Pour ne pas afficher la date, on laisse l'argument vide :

\date{}

Dans les articles scientifiques, le nom d'un auteur est fréquemment suivi d'un appel de note renvoyant à des remerciements à un organisme subventionnaire ou à quelque autre information additionnelle sur l'auteur. On insère une telle note et son appel à l'endroit approprié dans les commandes \title ou \author avec la commande

```
\thanks{\Texte\}
```

Les commandes ci-dessus ne permettent que de saisir les informations relatives au titre. Pour produire le titre il faut, en second lieu, insérér dans le corps du document la commande

```
\maketitle
```

Exemple 3.1. Le code ci-dessous permet de créer un titre d'article standard. La page composée avec XqLTeX (puisque nous utilisons le paquetage **fonts-pec**) se trouve à la figure 3.4.

```
\documentclass[11pt,french]{article}
  \usepackage{fontspec}
  \usepackage{babel}
  \usepackage{lipsum}

  \title{Lorem ipsum dolor sit amet}
  \author{Vincent Goulet%
    \thanks{Mauris pharetra leo lacus, et suscipit nulla consequat eget.} \\
    \\ \ficole d'actuariat \\
    Universit\(\epsilon\)
\document}

\maketitle

\lipsum[1-2]
\end{document}
```

La date de publication apparaissant dans l'illustration de la figure 3.4 est celle de la compilation puisque la commande \date n'apparait pas dans le code source.

On remarquera également que nous avons placé un symbole de commentaire % immédiatement après le nom de l'auteur dans le code source. Tel qu'expliqué à la section 2.9.1, c'est pour éviter que LEX ne transforme le retour à la ligne avant la commande \thanks en une espace entre le nom et l'appel de note.



Fig. 3.4 - Illustration d'un titre d'article standard.

(Le paquetage **lorem** utilisé dans cet exemple permet d'insérer du faux texte **Lorem Ipsum ☑** dans un document Łate.) □

Nous avons mentionné plus haut que LETEX peut aussi produire automatiquement la page de titre d'un rapport ou d'un livre. Il est toutefois peu probable qu'elle convienne, surtout dans le cas d'un livre. Une option plus flexible existe : les environnements titlepage (classes standards) et titlingpage (classe memoir) permettent de définir librement une page de titre :

```
\begin{titlepage}
\(\tau Texte de la page de titre \)
\end{titlepage}
```

```
\begin{titlingpage}

\Texte de la page de titre}

\end{titlingpage}
```

■ memoir

L'auteur contrôle alors entièrement la disposition et la composition des éléments de la page de titre. Nous renvoyons le lecteur au chapitre 4 de la documentation de memoir pour une liste de bonnes pratiques en matière de composition de page de titre et pour des exemples détaillés.

Comme c'est souvent le cas dans les universités, le format de la page de titre des thèses et mémoires de l'Université Laval est prédéterminé. La classe ulthese fournit donc ses propres commandes de composition; consulter sa documentation .

ulthese

3.2.2 Résumé

Les articles scientifiques et les rapports comportent souvent un résumé, habituellement composé en retrait des marges gauche et droite et dans une police plus petite. On produit le résumé avec l'environnement abstract des classes article, report ou memoir :

```
\begin{abstract}

\(Texte du résumé\)

\end{abstract}
```

Il est plutôt rare que les livres comportent un résumé ou alors, comme pour les thèses et mémoires de l'Université Laval, celui-ci est simplement traité comme un chapitre normal non numéroté.

3.2.3 Sections

Les commandes ci-dessous servent à découper un document en sections qui seront automatiquement numérotées par La de manière séquentielle :

```
\part[\langle titre court\rangle] \langle \langle titre \rangle \langle \langle titre court\rangle] \langle \langle \langle titre \rangle \langle \langle \langle titre \rangle \langle \langle \langle \langle titre \rangle \langle \langle \langle titre \rangle \langle \langle \langle \langle titre \rangle \langle \la
```

Les commandes forment, dans l'ordre où elles sont données, une hiérarchie des titres d'un document ². Tel que mentionné précédemment, la commande \chapter n'est pas disponible avec la classe article.

Chaque commande prend en argument obligatoire le $\langle titre \rangle$ de la section. Si celui-ci est très long, il peut être utile de fournir en argument optionnel un $\langle titre\ court \rangle$; c'est ce dernier qui apparaitra dans la table des matières et dans les entêtes de page, le cas échéant.

Toutes les commandes existent en version suivie d'une * qui supprime la numérotation ainsi que l'insertion éventuelle dans la table des matières (plus de détails à la section 3.3).



Éviter d'utiliser des sous-sous-sections numérotées (commande \subsubsection) dans un livre. Cela résulte en une numérotation à quatre niveaux qui s'avère difficile à suivre pour le lecteur.

3.2.4 Annexes

Les annexes sont des sections ou des chapitres avec une numérotation alphanumérique (A, A.1, ...) plutôt qu'entièrement numérique. On informe LETEX que les sections suivantes doivent être traitées comme des annexes en insérant dans le document la commande

\appendix

En plus de modifier le style de numérotation, la commande a pour effet de changer le mot clé « Chapitre » pour « Annexe » dans les titres de chapitre.

3.2.5 Structure logique d'un livre

Un livre se compose normalement de trois grandes parties logiques : les pages liminaires (avant-propos, table des matières, tout ce qui précède le chapitre premier); le corps du livre (chapitres et annexes); les parties en fin d'ouvrage (bibliographie, index). Les commandes

\frontmatter \mainmatter \backmatter

qui sont disponibles avec les classes book, memoir et ulthese, permettent d'identifier ces trois parties. Le tableau 3.2 résume l'effet de chaque commande.

^{2.} Nous n'avons jamais utilisé les niveaux de division \paragraph et \subparagraph.

TAB. 3.2 – Commandes d'identification de la structure logique d'un livre et leurs effets

Commande	Effets
\frontmatter	numérotation des pages en chiffres romains (i, ii,) chapitres non numérotés
\mainmatter	numérotation des pages à partir de 1 en chiffres arabes chapitres numérotés
\backmatter	numérotation des pages se poursuit chapitres non numérotés

3.3 Table des matières

Dans la mesure où l'on a bien identifié les différentes divisions d'un ouvrage avec les commandes mentionnées à la section précédente, la production de la table des matières est on ne peut plus simple avec \LaTeX : il suffit d'insérer la commande

\tableofcontents

dans le corps du document à l'endroit où la table des matières doit apparaitre. C'est tout!

Lorsque le paquetage **hyperref** (Rahtz et Oberdiek, 2017) est chargé, la commande \tableofcontents produit également la table des matières du fichier PDF. Cela permet de naviguer dans le document directement depuis la visionneuse PDF. La figure 3.5 illustre cette fonctionnalité avec la visionneuse Aperçu de macOS.



La production initiale de la table des matières et la prise en compte de toute modification requiert jusqu'à trois compilations consécutives du document.

Par défaut, une section non numérotée ne figure pas dans la table des matières. Si l'on souhaite néanmoins l'y insérer, il faut utiliser la commande suivante :

\addtocontentsline{toc}{\(niveau\)}{\(titre\)}

où $\langle niveau \rangle$ est le nom de la commande de division sans le caractère \backslash (chapter, section, etc.) et $\langle titre \rangle$ est le texte qui apparaitra dans la table des matières.

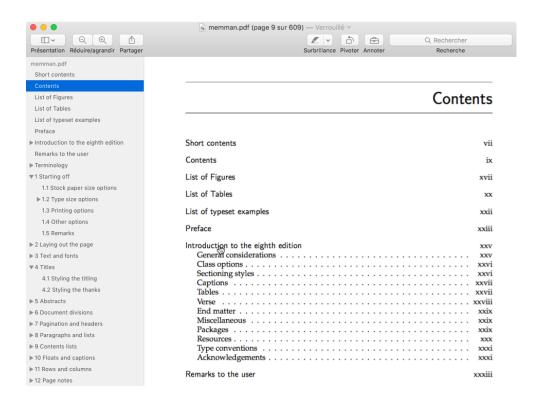


FIG. 3.5 – Consultation d'un document PDF avec la visionneuse Aperçu de macOS. La barre latérale de gauche affiche la table des matières du fichier PDF, ce qui permet de naviguer dans le document sans devoir revenir à celle du document.

Exemple 3.2. Selon les normes de présentation visuelle de la Faculté des études supérieures et postdoctorales pour les thèses et mémoires de l'Université Laval, les résumés, la liste des abbréviations et des sigles, les remerciements et l'avant-propos doivent être composés comme des chapitres normaux non numérotés. Cependant, ils doivent apparaître dans la table des matières. Pour ce faire, les gabarits fournis avec la classe ulthese comportent des lignes de la forme :

\chapter*{Résumé} \phantomsection\addcontentsline{toc}{chapter}{Résumé}

La commande \phantomsection est rendue nécessaire (ou recommandée) par le paquetage **hyperref** qui est chargé dans le préambule. □

Outre une table des matières, les ouvrages scientifiques comportent parfois une liste des figures et une liste des tableaux. On obtient celles-ci avec les commandes

```
\listoffigures
\listoftables
```

Dans les classes memoir et ulthese, les commandes ci-dessus insèrent leur propre titre de section dans la table des matière (autrement dit, la table des matières apparait dans la table des matières). Les versions

```
\tableofcontents*
\listoffigures*
\listoftables*
```

adoptent le comportement des classes standards, soit d'omettre ces parties dans la table des matières.

3.4 Renvois automatiques

Un document d'une certaine ampleur contiendra souvent des renvois à une section, un tableau, une équation, voire une page spécifique. Évidemment, le numéro de la section, du tableau, de l'équation ou de la page est susceptible de changer au fil de la rédaction du document. C'est pourquoi l'auteur ne devrait *jamais* insérer les revois manuellement dans le texte. C'est une tâche qu'il vaut mieux confier à l'ordinateur.

3.4.1 Étiquettes et renvois

Les renvois automatiques dans LEX reposent sur un système d'étiquettes attribuées à des éléments de contenu et de référencement par ces étiquettes. Ainsi, pour renvoyer le lecteur à un élément de contenu, il faut d'abord le nommer en insérant la commande

```
\label{<nom>}
```

à proximité de l'élément. Le choix du $\langle nom \rangle$ est tout à fait libre. Il peut être constitué de toute combinaison de lettres, de chiffres et de symboles autres que les symboles réservés mentionnés à la section 2.9.2.

Ensuite, il devient possible d'insérer un renvoi à cet élément de contenu n'importe où dans le document avec la commande

```
\ref{(nom)}
```

1 Définitions

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis in auctor dui. Vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis.

2 Historique

Tel que vu à la section 1, on a...

FIG. 3.6 – Texte produit par le code de l'exemple 3.3 illustrant un renvoi automatique standard

Pour renvoyer à la page où se trouve l'élément, on utilise la commande

```
\pageref{\langle nom\rangle}
```

Exemple 3.3. Le code ci-dessous permet d'insérer un renvoi automatique à un numéro de section dans un document. Le résultat se trouve à la figure 3.6.

```
\section{Définitions}
\label{sec:definitions}

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit.
Duis in auctor dui. Vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis.

\section{Historique}

Tel que vu à la section \ref{sec:definitions}, on a...
```



Un long document contiendra vraisemblablement un grand nombre d'étiquettes et de renvois. Afin de s'y retrouver et pour éviter les doublons, adopter une manière systématique et mnémotechnique de nommer les éléments.

Pour le présent document, nous avons utilisé un système d'étiquettes de la forme suivante :

- ► chap: ⟨chapitre⟩ pour les chapitres;
- ► sec:⟨chapitre⟩:⟨section⟩ pour les sections;
- ▶ tab:⟨chapitre⟩:⟨tableau⟩ pour les tableaux;
- ▶ eq:⟨chapitre⟩:⟨equation⟩ pour les équations.

3.4.2 Production des renvois

La production des renvois requiert deux à trois compilations. Tant que La pas complété les renvois, le journal de compilation contient, vers la toute fin, le message

LaTeX Warning: Label(s) may have changed. Rerun to get cross-references right.

On prendra également garde aux alertes suivantes dans le journal de compilation. Elles identifient des correctifs à apporter dans le système d'étiquettes et de renvois. D'abord, le message

LaTeX Warning: There were undefined references.

indique qu'une ou plusieurs commandes ref renvoient à un (nom) qui n'est pas défini avec label. On trouvera alors dans le document le caractère? en lieu et place du renvoi. À l'inverse, le message

LaTeX Warning: There were multiply-defined labels.

indique que plusieurs commandes \label utilisent le même (nom). Cela est susceptible de causer des renvois vers le mauvais élément de contenu.

3.4.3 Renvois avec hyperliens

Lorsque chargé dans le document, le paquetage **hyperref** insère des hyperliens vers les renvois dans les fichiers PDF. C'est très pratique en consultation électronique d'un document.

1 Définitions

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis in auctor dui. Vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis.

2 Historique

Tel que vu à la section 1, on a...

FIG. 3.7 – Texte produit par le code de l'exemple 3.3 après l'ajout du paquetage **hyperref**

Exemple 3.4. Avec l'ajout de

\usepackage{hyperref}

dans le préambule, le code de l'exemple 3.3 produit maintenant le type de renvoi illustré à la figure 3.7. Le texte en couleur contrastante est un hyperlien vers le titre de la section.

L'inconvénient avec la procédure illustrée dans l'exemple précédent, c'est que seul le numéro de la référence est transformé en hyperlien. La zone disponible pour cliquer s'en trouve plutôt restreinte. Une fonctionnalité du paquetage **hyperref** — à laquelle nous avons eu recours dans le présent document — permet d'agrandir cette zone. La commande

\autoref{\langle nom \rangle}

permet de nommer automatiquement le type de renvoi (section, équation, tableau, etc.) et de transformer en hyperlien à la fois ce texte et le numéro du renvoi.

Exemple 3.5. On reprend le texte de l'exemple 3.3, mais en utilisant cette fois la commande \autoref pour insérer un renvoi dans le texte. On remarque que le mot « section » a été supprimé du code source pour laisser à la commande le soin d'insérer le vocable approprié dans le document.

```
\section{Définitions} \label{sec:definitions}
```

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit.

1 Définitions

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis in auctor dui. Vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis.

2 Historique

Tel que vu à la section 1, on a...

FIG. 3.8 - Texte produit par le code de l'exemple 3.5

Duis in auctor dui. Vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis.

\section{Historique}

Tel que vu à la \autoref{sec:definitions}, on a...

Comme on peut le voir à la figure 3.8, le mot « section » ainsi que son numéro forment maintenant l'hyperlien.

La section 10.4 fournit des détails additionnels sur la gestion des hyperliens dans un document PDF.

3.5 Document contenu dans plusieurs fichiers

Lorsque le préambule et le corps du texte demeurent relativement courts (peu de commandes spéciales et moins d'une vingtaine de pages de texte), il demeure assez simple et convivial d'en faire l'édition dans un seul fichier à l'aide de son éditeur de texte favori.

Cependant, si le préambule devient long et complexe ou, surtout, lorsque l'ampleur du document augmente jusqu'à compter un grand nombre de pages sur plusieurs chapitres, il convient de répartir les diverses parties du document dans des fichiers séparés.

La segmentation en plusieurs fichiers rend l'édition du texte plus simple et plus efficace. De plus, durant la phase de rédaction, elle peut significativement accélérer la compilation des documents très longs ou comptant plusieurs images.

3.5.1 Insertion du contenu d'un autre fichier

La commande \input permet d'insérer le contenu d'un autre fichier dans un document LTFX. La syntaxe de la commande est

\input{\fichier\}

où le nom du fichier à insérer est *(fichier)*.tex. On laisse donc tomber l'extension .tex, qui est implicite. Le contenu du fichier est inséré tel quel dans le document, comme s'il avait été saisi dans le fichier qui contient l'appel à \input.

Le procédé est surtout utile pour sauvegarder séparément des bouts de code qui gênent l'édition du texte (figures, longs tableaux) ou qui sont communs entre plusieurs documents (licence d'utilisation, auteur et affiliation).

La commande peut aussi être utilisée dans le préambule pour charger une partie ou l'ensemble de celui-ci. Cela permet de composer un même préambule pour plusieurs documents. Il suffit alors de faire d'éventuelles modifications à un seul endroit pour les voir prendre effet dans tous les documents.

3.5.2 Insertion de parties d'un document

Il est recommandé de segmenter tout document d'une certaine ampleur dans des fichiers .tex distincts pour chaque partie — habituellement un fichier par chapitre. Le document complet est composé à l'aide d'un fichier maitre qui contient le préambule LETEX et un ensemble d'appels à la commande \include pour réunir les parties dans un tout.

La syntaxe de \include est

\include{\fichier\}

où le nom du fichier à insérer est $\langle fichier \rangle$.tex. Ici aussi on laisse tomber l'extension .tex qui est implicite.

Comme \input, la commande \include insère le contenu d'un autre fichier dans un document. Toutefois, l'insertion d'un fichier avec \include débute toujours une nouvelle page. On utilisera donc cette commande principalement pour insérer des chapitres entiers plutôt que seulement des portions de texte. De plus, un fichier inséré avec \include peut contenir des appels à \input, mais pas à \include.

Exemple 3.6. La figure 3.9 présente un exemple type de fichier maitre. On y utilise la commande \include pour composer un document chapitre par chapitre.

```
\documentclass{ulthese}
     [\ldots]
   \begin{document}
   \frontmatter
   \include{introduction}
   \tableofcontents*
10
   \mainmatter
11
   \include{historique}
12
   \include{rappels}
13
   \include{modele}
   [\ldots]
15
   \end{document}
```

FIG. 3.9 - Structure type d'un fichier maitre. Les fichiers historique.tex, rappels.tex et modele.tex contiennent le texte des trois premiers chapitres.

Le principal avantage de \include par rapport à \input réside dans le fait que LETEX peut préserver entre les compilations les informations telles que les numéros de pages, de sections ou d'équations, ainsi que les renvois et les références bibliographiques. Cela permet, par exemple, de compiler le texte d'un seul chapitre — plutôt que le document entier — et néanmoins obtenir une image représentative du chapitre. Procéder ainsi accélère significativement la compilation des documents longs ou complexes.

3.5.3 Compilation partielle

La commande \includeonly, que l'on utilise exclusivement dans le préambule, sert à spécifier le ou les fichiers à compiler tout en préservant la numérotation et les références. Sa syntaxe est

```
\includeonly{\liste_fichiers\}
```

où $\langle \textit{liste_fichiers} \rangle$ contient les noms des fichiers à inclure dans la compilation, séparés par des virgules et sans l'extension .tex.

3.6. Exercices 45



Utiliser des noms de fichiers qui permettent de facilement identifier leur contenu. Par exemple, un nom comme rappels.tex identifie clairement le contenu du fichier et il résiste mieux aux changements à l'ordre des chapitres que chapitre1.tex.

Lors de l'utilisation de la commande \includeonly, toute la numérotation dans les fichiers \(\lambda \) liste_fichiers \(\) suivra celle \(\) établie lors de la compilation précédente. Si l'édition des fichiers de \(\lambda \) liste_fichiers \(\) cause des changements dans la numérotation et les références dans les autres parties du document, une nouvelle compilation de l'ensemble ou d'une partie de celui-ci s'avérera nécessaire.

Exemple 3.7. Un document est composé en plusieurs parties avec les commandes suivantes :

Les chapitres débutent respectivement aux pages 1, 23 et 41.

► Si l'on ajoute au préambule du document la commande

```
\includeonly{rappels}
```

le numéro du chapitre sera toujours 2 et le folio de la première page sera toujours 23, même si les 22 pages précédentes ne se trouvent pas dans le document.

▶ Si l'on modifie le fichier rappels.tex de telle sorte que le chapitre se termine maintenant à la page 46, il faudra recompiler le document avec au moins les fichiers rappels.tex et modele.tex pour que les pages du chapitre 3 soient numérotées à partir de 47.

L'exercice 3.3 illustre mieux le cycle typique d'utilisation des commandes \include et \includeonly.

3.6 Exercices

- **3.1** Utiliser le fichier exercice_parties.tex.
 - a) Étudier la structure du document dans le code source.

- b) Ajouter un titre et un auteur au document à l'aide des commandes \title et \author se trouvant déjà dans le préambule.
- c) Créer la table des matières du document en le compilant deux à trois fois.
- d) Insérer deux ou trois titres de sections de différents niveaux dans le document et recompiler.
- e) La numérotation cesse à partir des sous-sections. C'est une particularité de la classe memoir. Recompiler le document après avoir ajouté au préambule la commande

\maxsecnumdepth{subsection}

- f) Ajouter une annexe au document.
- **3.2** Utiliser le fichier exercice_renvois.tex.
 - a) Insérer dans le texte un renvoi au numéro d'une section.
 - b) Activer le paquetage **hyperref** avec l'option colorlinks et comparer l'effet d'utiliser \ref ou \autoref pour le renvoi.
- 3.3 Cet exercice fait appel au fichier maitre exercice_include.tex et à plusieurs fichiers auxiliaires. Schématiquement, le document est composé ainsi :

```
exercice_include.tex

__\input pagetitre.tex
__\include rpresentation.tex
__\includegraphics console-screenshot.pdf
__\include emacs.tex
```

La commande \includegraphics permet d'insérer une image dans un document LETEX. Elle provient du paquetage graphicx.

- a) Étudier le code source du fichier maitre, puis le compiler deux à trois fois jusqu'à ce que tous les renvois soient à jour. Il est normal à ce stade que la figure 1 du document soit vide.
- b) Ajouter dans le préambule du fichier maitre la commande

\includeonly{emacs}

puis compiler le document.

Observer que, malgré l'absence du chapitre 1, la numérotation et les références demeurent à jour, notamment la table des matières.

3.6. Exercices 47

c) Remplacer la commande ajoutée en b) dans le préambule du fichier maitre par la commande

\includeonly{rpresentation}

Vers la fin du fichier rpresentation.tex, activer la commande

\includegraphics[width=\textwidth]{console-screenshot}

en supprimant le symbole % au début de la ligne. Compiler de nouveau le document deux fois.

Les modifications ont eu pour effet d'ajouter une page au chapitre 1. Observer que, selon la table des matières, le chapitre 2 débute toujours à la page 3 alors que celle-ci est maintenant occupée par la figure 1.

- d) Afin de corriger la table des matières, désactiver dans le préambule du fichier maitre la commande \includeonly, puis compiler de nouveau le document quelques fois.
- 3.4 Déplacer dans un fichier preambule.tex toutes les lignes du préambule du fichier exercice_include.tex utilisé à l'exercice précédent, à l'exception de celles relatives à la page titre (titre, auteur, date). Insérer le préambule dans exercice_include.tex avec la commande \input.

4 Apparence et disposition du texte

Les bonnes pratiques dictent de séparer le contenu du texte de son apparence lorsque l'on utilise un système de mise en page comme LEX. Néanmoins, vient un moment où l'on peut souhaiter modifier l'apparence générale du document ou disposer le texte d'une manière particulière. LEX offre toute la flexibilité voulue, que ce soit pour contrôler les attributs et la taille des polices de caractères, disposer du texte sous forme de liste numérotée ou à puce, centrer du texte ou créer des notes de base de page et des citations.

4.1 Police de caractères

Par défaut, tous les documents LETEX utilisent la même police de caractères ¹, Computer Modern. Chose qui ne manquera pas de surprendre les utilisateurs débutants : le système n'a pas été conçu pour changer facilement la police du document!

Cela dit, il est aujourd'hui devenu assez simple d'utiliser d'autres polices pour son document, surtout avec les moteurs T_EX modernes comme X_IT_EX. La section 10.2 traite du sujet plus en détail.

Cette section se concentre plutôt sur le changement d'*attribut* de la police du document, qu'il s'agisse de la famille (avec ou sans empattements, à largeur fixe ou variable), de la forme (droit, italique, penché) ou de la graisse (normal, gras). Le tableau 4.1 dresse la liste des commandes de changement d'attribut de la police.

La commande

\normalfont

permet de revenir d'un trait à la police par défaut, soit le romain, droit de graisse moyenne.

^{1.} Donald Knuth a créé la police en même temps que T_FX.

TAB. 4.1 – Commandes de changement d'attribut de la police. Les commandes de la deuxième colonne s'appliquent à tout le texte qui suit. Celles de la troisième colonne s'appliquent uniquement au texte en argument.

Famille romain largeur fixe sans empattements	\rmfamily \ttfamily \sffamily	<pre>\textrm{\langle texte\rangle} \texttt{\langle texte\rangle} \textsf{\langle texte\rangle}</pre>
Forme droit italique penché [†] PETITES CAPITALES	\upshape \itshape \slshape \scshape	<pre>\textup{\(texte\)} \textit{\(texte\)} \textsl{\(texte\)} \textsc{\(\texte\)}</pre>
Série moyen gras	\mdseries \bfseries	\textmd{\langle texte\rangle} \textbf{\langle texte\rangle}

[†] diffère de l'italique selon la police utilisée

Exemple 4.1. La commande \setsecheadstyle de la classe memoir permet de modifier facilement le style des titres de section pour tout le document. Pour obtenir des titres de section en gras sans empattements, on placera dans le préambule d'un document utilisant cette classe la commande suivante :

\setsecheadstyle{\normalfont\sffamily\bfseries}

L'utilisation de \normalfont au début de la série de commandes permet de réinitialiser le style des titres, question d'éviter d'éventuels conflits avec une configuration antérieure.

4.2 Taille du texte

On se souviendra que l'on règle la taille de base du texte au chargement de la classe du document, tel qu'expliqué à la section 2.4. Les commandes du tableau 4.2 permettent néanmoins de réduire ou d'agrandir la taille des caractères pour une section du texte. Les commandes servent également pour la configuration de l'apparence générale du document dans le préambule.

La taille des car

4.3. Italique 51

TAB. 4.2 – Commandes de changement de la taille des caractères. Toutes les tailles sont relatives à celle de police de base du document.

\miniscule [†]	minuscule
\tiny	vraiment petit
\scriptsize	encore plus petit
\footnotesize	plus petit
\small	petit
\normalsize	taille normale
\large	grand
\Large	plus grand
\LARGE	encore plus grand
\huge	énorme
\Huge	encore plus énorme
\HUGE [†]	vraiment énorme

[†] ajout de la classe memoir (et donc aussi de ulthese)

Exemple 4.2. Les titres de sections sont généralement composés dans une taille supérieure à celle du texte. La commande suivante permet d'augmenter de deux échelons la taille des titres de l'exemple 4.1 :

\setsecheadstyle{\normalfont\Large\sffamily\bfseries}

4.3 Italique

L'italique est l'un des attributs de police les plus fréquemment employés dans le texte. Il sert, notamment, à insister sur des mots, à composer les expressions et locutions en langue étrangère ou à détacher les titres d'œuvres du fil du texte.

Évidemment, il est possible d'obtenir de l'italique avec la commande \textit du tableau 4.1. Cependant, nous recommandons plutôt d'utiliser une commande spécifiquement dédiée à mettre en évidence une portion de texte :

\emph{\langle texte\rangle}

Par défaut, la commande \emph (pour *emphasis*, « emphase ») placera \(\lambda texte\) en italique dans du texte en romain (droit), ou encore en romain dans du texte déjà en italique.

```
C'était un peu \emph{rough}
par moments.

C'était un peu rough par moments.

Il m'a dit: «\emph{Enough}
\emph{poutine} for the
week!}»
```



Le soulignement servait pour remplacer l'italique à l'ère des dactylos. C'est aujourd'hui une marque de typographie très rarement utilisée, voire à éviter. Ce n'est donc pas pour rien qu'il n'existe pas de commande de soulignement dans les classes LTEX standards.

4.4 Listes

LATEX offre deux environnements principaux pour la composition de listes ou d'énumérations :

```
\begin{itemize}
\item \langle texte \rangle
\item \langle texten \ra
```

L'environnement itemize crée une liste à puce, alors que l'environnement enumerate crée une énumération. Il est possible d'imbriquer les listes les unes dans les autres, et ce, peu importe leur type. L'ATEX se chargera d'adapter les marqueurs ou la numérotation jusqu'à quatre niveaux de profondeur.

Illustrons ces concepts par le biais d'un exemple.

- 1. Décider s'il s'agit d'une liste à puce ou d'une énumération;
 - ▶ pour une liste à puce utiliser environnement itemize;

4.4. Listes 53

- chaque niveau d'une liste à puce possède un marqueur différent;
- ▶ pour une énumération utiliser environnement enumerate;
- 2. Débuter chaque élément de la liste par la commande \item.
 - a) utiliser simplement un autre environnement itemize ou enumerate comme texte d'un élément pour créer des listes imbriquées;
 - b) LaTeX ajustera automatiquement les marqueurs;
- 3. S'assurer de fermer tous les environnements dans le bon ordre pour retourner au texte normal.

On a composé la liste ci-dessus avec le texte suivant.

```
\begin{enumerate}
\item Décider s'il s'agit d'une liste à puce ou [...]
  \begin{itemize}
  \item pour une liste à puce utiliser [...]
    \begin{itemize}
    \item chaque niveau d'une liste à puce [...]
    \end{itemize}
  \item pour une énumération utiliser [...]
 \end{itemize}
\item Débuter chaque élément de la liste par la commande
  \verb=\item=.
  \begin{enumerate}
 \item utiliser simplement un autre environnement [...]
 \item {\LaTeX} ajustera automatiquement les marqueurs;
 \end{enumerate}
\item S'assurer de fermer tous les environnements [...]
```

Lete paquetage enumitem (Bezos, 2011). Estate les facettes de la présentation des listes : puces, folios, alignement, espacement entre les éléments, etc. Cette grande flexibilité implique une certaine complexité et la configuration des listes dépasse le cadre du présent document. Plusieurs paquetages facilitent toutefois la configuration des listes; nous recommandons à ce titre le paquetage enumitem (Bezos, 2011).



Le mode français de **babel** remplace les puces par défaut en anglais (\bullet , -, * et . pour chacun des quatre niveaux de l'environnement itemize) par le tiret cadratin —.

On peut désactiver cette fonctionnalité de **babel** en entrant l'option StardardItemLabels=true dans \frenchbsetup (section 2.10.3).

De plus, il est possible de modifier le symbole utilisé comme puce pour l'un, l'autre ou chacun des quatre niveaux en configurant, toujours via \frenchbsetup, les options du paquetage ItemLabeli, ItemLabelii, ItemLabeliii et ItemLabeliv. La Comprehensive L'EX Symbol List (Pakin, 2009) propose une immense sélection de symboles pouvant faire office de puces.

Il existe un troisième environnement, plus rarement utilisé, pour composer du texte sous une forme s'apparentant à une liste. L'environnement description permet d'associer des termes à une définition ou une description pour chacun.

```
\begin{description}
\item[rouge] première couleur
  primaire
\item[vert] seconde couleur
  primaire
\item[bleu] troisième couleur
  primaire
\end{description}
```

rouge première couleur primairevert seconde couleur primairebleu troisième couleur primaire

4.5 Texte centré

On obtient du texte centré avec l'environnement center ou à l'aide de la commande \centering. L'environnement sert principalement pour centrer un bloc de texte.

```
\begin{center}
Centrer un mot ou une
expression les met en
évidence.
\end{center}
```

Centrer un mot ou une expression les met en évidence.

4.6. Citations 55

On remarquera que le texte centré n'est pas placé en retrait des marges gauche et droite (illustrées par les lignes verticales ci-dessus). Lorsque le texte fait plus d'une ligne, on pourra souhaiter forcer des retours à la ligne avec la commande \\.

```
\begin{center}
  Centrer un mot \\
  ou une expression \\
  les met en évidence.
  \end{center}
Centrer un mot
  ou une expression
  les met en évidence.
```

La commande \centering s'applique à tout le texte qui suit. Elle s'avère surtout utile à l'intérieur d'environnements comme table ou figure pour centrer un tableau ou une figure sur la page. On trouvera plusieurs exemples de son utilisation au chapitre 6.

4.6 Citations

Une citation est une reproduction d'un propos ou d'un écrit antérieur d'un auteur qui est habituellement mentionné. Il existe deux environnements dans La pour composer les citations.

L'environnement quote est utilisé pour les citations courtes. Le texte est placé en retrait des marges gauche et droite. Le présent texte a été placé dans cet environnement.

L'environnement quotation, lui, sert pour les citations plus longues se comptant en paragraphes.

La principale différence par rapport à l'environnement quote, c'est que quotation prend aussi en charge les marques de paragraphes.

Ce paragraphe et les deux précédents sont composés dans un environnement quotation.

4.7 Notes de bas de page

Une note de bas de page — ou tout simplement *note*, puisqu'elle peut apparaître ailleurs qu'au bas de la page — est un court texte qui sert à expliquer un mot ou une phrase du texte principal. L'*appel de note* désigne le signe, le chiffre ou la lettre que l'on place après la partie à expliquer.

La commande

\footnote{\langle texte de la note\}

insère un appel de note à l'endroit où la commande apparait dans le texte et affiche (*texte de la note*) à l'endroit approprié ². L'EX se charge automatiquement de la numérotation et de la disposition des notes.

Pour éviter que l'appel de note ne soit séparé du texte à expliquer, la commande \footnote doit immédiatement suivre celui-ci. La gestion des espaces peut alors devenir délicate, surtout si l'appel de note se trouve en fin de phrase. Nous recommandons de faire bon usage du symbole % pour délimiter le contenu de \footnote du texte courant.

```
%% note en fin de phrase
Nous remercions Pierre Lasou\footnote{%
   Spécialiste en ressources documentaires.}. %
Il fut d'une grande aide dans la préparation de ...
```

```
%% note au fil de la phrase
Nous soulignons que Pierre Lasou\footnote{%
   Spécialiste en ressources documentaires.} %
fut d'une grande aide dans la préparation de ...
```

Les usages en matière de numérotation et de disposition des notes varient beaucoup d'une discipline à l'autre : numérotation consécutive pour tout le document, notes dans la marge plutôt qu'au bas de la page, notes rassemblées à la fin de chaque chapitre ou à la toute fin du document, etc. Différents paquetages permettent de réaliser ce type de disposition, notamment **footmisc** (Fairbairns, 2011). Les utilisateurs de la classe ulthese pourront également tirer profit des nombreuses fonctionnalités de la classe memoir pour la gestion des notes; consulter le chapitre 12 de la documentation 🗹 de memoir.

memoir

4.8 Texte brut et code source

Il est parfois utile d'afficher du texte exactement comme il a été saisi dans un fichier, sans que PTEX n'interprète les commandes qui s'y trouvent ou n'en modifie la disposition. C'est ainsi que nous avons composé les nombreux extraits de code du présent document.

L'environnement verbatim permet de présenter du texte tel qu'il est entré dans le code source du document.

^{2.} Au bas de la page par défaut, comme ici. La note est composée dans un corps plus petit et elle est séparée du texte par un trait.

4.9. Exercice 57

\begin{verbatim}
Texte disposé exactement tel
qu'il est tapé et
présenté dans une police
à largeur fixe
\end{verbatim}

Texte disposé exactement tel qu'il est tapé et présenté dans une police à largeur fixe

La variante verbatim* affiche les espaces de manière explicite en les remplaçant par le symbole $_{\sqcup}$. C'est surtout utile pour le code source de langages informatiques où le nombre d'espaces joue un rôle important.

Pour afficher du texte brut ou une commande La au fil du texte, on aura recours à la commande \verb. Sa syntaxe est un peu particulière :

\verb\c\\source\\c\

où $\langle c \rangle$ est un symbole quelconque ne se trouvant pas dans $\langle source \rangle$ et qui sert à délimiter le début et la fin de $\langle source \rangle$. La variante $\langle verb *$ affiche elle aussi les espaces.

{\LaTeX} n'interprète pas la commande \verb=\bfseries= lorsqu'elle est placée dans \verb=\verb=.

LATEX n'interprète pas la commande \bfseries lorsqu'elle est placée dans \verb.

Le nombre d'espaces entre les mots ne compte pas dans {\LaTeX}: \verb*=a b= et \verb*=a b= donnent «a b».

Le nombre d'espaces entre les mots ne compte pas dans \LaTeX : $a_{\sqcup}b$ et $a_{\sqcup\sqcup}b$ donnent « a b ».

Pour tout document comportant une grande quantité de texte brut ou de code source, nous recommandons d'avoir le paquetage **listings** (Heinz et collab., 2015). La section 10.5 approfondit le sujet.

4.9 Exercice

- **4.1** a) Ouvrir le fichier exercice_complet.tex et en étudier le code source, puis le compiler.
 - b) Supprimer l'option article au chargement de la classe et compiler de nouveau le document. Observer l'effet de cette option de la classe memoir.

- c) Au dernier paragraphe de la première section, placer toute la phrase débutant par «De simple dérivé» à l'intérieur d'une commande \emph et compiler de nouveau le document.
- d) Changer la puce des listes pour le symbole \$>\$ et compiler de nouveau le document.

5 Boites

Il arrive que l'on doive traiter de manière spéciale une aire rectangulaire de texte; pour l'encadrer, la mettre en surbrillance ou la mettre en exergue, par exemple.

Avec les traitements de texte, on aura souvent recours aux tableaux à de telles fins. Or, les tableaux devraient être réservés à la disposition d'information sous forme de lignes et de colonnes. Pour disposer et mettre en forme tout autre type contenu se présentant sous forme rectangulaire, La offre la solution plus générale des « boites ».

Il existe trois sortes de boites en $\[mathbb{H}_E\!X$: les boites horizontales, dont le contenu est disposé exclusivement côte à côte; les boites verticales, qui peuvent contenir plusieurs lignes de contenu; les boites de réglure pour former des lignes pleines de largeur et de hauteur quelconques.

Il n'est pas inutile de savoir, au passage, que T_EX ne manipule que cela, des boites. Pour T_EX , chaque caractère, chaque lettre n'est qu'un rectangle d'une certaine largeur qui s'élève au-dessus de la ligne de base (les lignes d'une feuille lignée) et qui, parfois, se prolonge sous la ligne de base (pensons aux lettres p, y ou Q). La figure 5.1 illustre cela.

Les commandes et environnements présentés ci-dessous permettent simplement de créer d'autres boites dont le contrôle des dimensions et du contenu est laissé à l'usager.

Une fois créée, une boite ne peut être scindée en parties, notamment entre les lignes ou entre les pages.

5.1 Boites horizontales

Le concept de boite le plus simple dans La est celui de boite « horizontale », c'est-à-dire dont le contenu est disposé latéralement de gauche à droite ¹. Le contenu est normalement du texte, mais conceptuellement ce

^{1.} D'où l'appellation LR (left-right) box en anglais.

60 Boites

fantastique

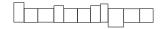


FIG. 5.1 – Pour T_EX, un texte n'est qu'un alignement de boites. À gauche, ce que nous voyons dans le document fini; à droite, ce que T_EX manipule.

pourrait être n'importe quoi, y compris d'autres boites.

Les commandes de base pour créer des boites horizontales sont :

```
\mbox{\langle texte\rangle}
\fbox{\langle texte\rangle}
```

Elles produisent une boite de la largeur précise de $\langle texte \rangle$. Avec la commande $\backslash fbox$, le texte est au surplus encadré .

Il existe également des versions plus générales des commandes \mbox et \fbox :

```
\label{largeur} $$\max\{\langle largeur\rangle][\langle pos\rangle]\{\langle texte\rangle\}$$ $$ \ramebox[\langle largeur\rangle][\langle pos\rangle]\{\langle texte\rangle\}$$
```

Les arguments optionnels $\langle largeur \rangle$ et $\langle pos \rangle$ déterminent respectivement la largeur de la boite et la position du texte dans la boite. Les valeurs possibles de $\langle pos \rangle$ sont : l pour du texte aligné à gauche, r pour du texte aligné à droite et c (la valeur par défaut) pour du texte centré. Ainsi, la commande

```
\framebox[3.5cm][l]{aligné à gauche}

produit aligné à gauche , alors que

\makebox[3.5cm]{centré}

produit centré .
```



En usage courant, la commande \mbox sert principalement à deux choses :

- 1. réunir en un bloc du texte que l'on ne veut pas voir scindé entre les lignes ou entre les pages;
- 2. créer une boite vide avec \mbox{} afin de laisser croire à TeX que du contenu apparait à un endroit, sans toutefois qu'il n'occupe aucun espace.

La seconde utilisation fait l'objet de l'exercice 5.2.

Il est parfois nécessaire d'ajuster le positionnement vertical d'éléments de contenu, notamment pour les symboles ou les images. La commande 5.2. Boites verticales 61

\raisebox{\déplacement\}{\texte\}

produit une boite horizontale dont le contenu (texte) est surélevé de la longueur (déplacement) par rapport à la ligne de base. Si (déplacement) est négatif, la boite est positionnée sous la ligne de base.

Texte \raisebox{1ex}{au-dessus} de la ligne de base.

Texte au-dessus de la ligne de base.

Texte \raisebox{-1ex}{au-dessous} Texte au-dessous de la ligne de base.

Attention, toutefois, de ne pas utiliser \raisebox pour placer du texte en exposant ou en indice. Selon la nature du texte, employer plutôt les commandes \textsuperscript et \textsubscript, les commandes de la famille \ieme de babel (section 1.1 de la documentation \(\textstyle \) ou, pour des symboles mathématiques, les commandes d'exposant et d'indice spécifiques au mode mathématique (section 7.3.1).

frenchb

Boites verticales 5.2

Les boites verticales se distinguent des boites horizontales par le fait qu'elles peuvent contenir plusieurs lignes de contenu empilées les unes audessus des autres. Lorsque le contenu en question est du texte, on obtient des paragraphes².

La commande de base pour créer une boite verticale est :

```
| \parbox[\langeur\ranger \{\langeur\ranger}\ranger \langer \ranger \r
```

Ici, l'argument optionnel (pos) permet d'ajuster l'alignement vertical de la boite avec la ligne de base : b ou t selon que l'on souhaite aligner, respectivement, le bas ou le haut de la boite avec la ligne de base. Par défaut, la boite est centrée avec la ligne de base. Cet argument n'a aucun effet si la boite est le seul élément de contenu du paragraphe.

On remarquera que l'argument $\langle largeur \rangle$ est ici obligatoire. Autrement dit, on doit nécessairement définir la largeur des boites verticales, un peu comme il faut bien définir la largeur de la page pour le texte normal (la classe se charge de ce détail).

Les boites créées avec \parbox ne peuvent contenir de structures « complexes » comme des listes ou des tableaux. Parce que plus général, l'outil

^{2.} D'où l'appellation de paragraph boxes en anglais ou parboxes dans le jargon LTEX.

62 Boites

véritablement utile pour la création de boites verticales est l'environnement minipage. Cet environnement peut contenir à peu n'importe quel type de contenu. Comme son nom l'indique, c'est ni plus ni moins qu'une page miniature à l'intérieur de la page standard.

La syntaxe de l'environnement minipage est la suivante :

```
\begin{minipage}[\langle pos\ranger] \{\langle largeur\ranger} \langle texte\ranger \end{minipage}
```

La signification des arguments $\langle largeur \rangle$ et $\langle pos \rangle$ est la même que pour la commande parbox.

L'environnement minipage est fréquemment utilisé pour disposer des éléments de contenu de manière spécifique sur la page, notamment des tableaux ou des figures côte à côte ou en grille (voir l'exemple 6.8 à la page 83).

Exemple 5.1. L'agencement de boites ci-dessous est produit avec le code qui suit immédiatement.

```
La ligne inférieure de cette minipage est alignée avec

le centre de cette boite verticale, qui est à son tour alignée avec

la ligne supérieure de cette minipage. Le filet horizontal grisé représente la ligne de base du paragraphe contenant les trois boites.
```

```
\begin{minipage}[b]{0.3\textwidth}
  La ligne inférieure de cette \emph{minipage} [...]
\end{minipage}
\hfill
\parbox{0.3\textwidth}{le centre de cette boite [...] }
\hfill
\begin{minipage}[t]{0.3\textwidth}
  la ligne supérieure de cette \emph{minipage}. [...]
\end{minipage}
```

La commande \hfill utilisée entre les boites dans l'exemple ci-dessus indique à LETEX d'insérer de l'espace entre les éléments de contenu de manière à remplir entièrement la ligne de texte. C'est une commande très utile pour

disposer automatiquement des éléments à intervalles égaux sur la largeur du bloc de texte. Ainsi,

```
\framebox[\linewidth]{gauche \hfill droite}
produit

gauche droite

alors que
\framebox[\linewidth]{gauche \hfill centre \hfill droite.}
produit

gauche centre droite.
```

5.3 Boites de réglure

La commande

```
\rule[\déplacement\]{\largeur\}{\largeur\}}
```

crée une réglure de dimensions $\langle largeur \rangle \times \langle hauteur \rangle$. Par défaut, la réglure s'appuie sur la ligne de base. Le résultat de

```
\rule{2cm}{6pt}
```

est donc une ligne pleine de 2 cm de long et de 6 points d'épais :

L'argument optionnel \(\déplacement \)\ permet de déplacer verticalement la réglure au-dessus ou au-dessous de la ligne de base selon que la longueur \(\déplacement \)\ est positive ou négative. Avec les deux commandes

```
\rule[3pt]{2cm}{6pt}
\rule[-3pt]{2cm}{6pt}
```

on crée respectivement les réglures et _____et

Un usage intéressant de la réglure consiste à faire croire à T_EX qu'une ligne est plus haute qu'il n'y parait en insérant dans celle-ci une réglure de

largeur nulle. Par exemple, la distance entre la présente ligne et les autres

du paragraphe est plus grande que la normale parce que nous y avons inséré une réglure invisible avec

^{3.} Rule box, en anglais

64 Boites

```
\rule[-12pt]{0mm}{30pt}
```

Ce truc est particulièrement utile pour augmenter la hauteur des lignes dans un tableau; voir la section 6.2.

5.4 Exercices

Utiliser comme canevas le fichier exercice_gabarit.tex pour tous les exercices ci-dessous.

5.1 Une fois qu'une boite est définie, T_EX n'y voit qu'une unité de contenu avec ses dimensions propres. Il est donc possible de définir une boite à l'intérieur d'une autre, et ce, peu importe le type de boite.

Avec ceci en tête, définir la boite suivante :

Ce bloc de texte est une boite verticale de 10 cm de large, doublement encadrée et centrée sur la ligne.

5.2 Réaliser l'agencement de boites verticales suivant :

Deux boites verticales de hauteurs différentes placées côte à côte alignées sur leurs premières lignes et le bas de la boite la plus haute alignée sur la ligne de base (représentée ici par le filet horizontal grisé).

La solution intuitive serait la suivante :

```
\begin{minipage}[b]{...}
\parbox[t]{...}{...} \hfill \parbox[t]{...}{...}
\end{minipage}
```

Cependant, cette solution produit le résultat suivant (les boites sont rendues visibles par des cadres) :

Les deux boites sont cor-	mais l'alignement avec la]
rectement alignées l'une	ligne de base est incorrect.	
par rapport à l'autre		

La raison : pour T_EX , la minipage externe ne contient que deux « caractères » sur une seule ligne de « texte ». La minipage est donc correctement alignée sur sa ligne du bas, mais celle-ci se trouve aussi être la ligne du haut.

5.4. Exercices 65

Pour parvenir au résultat escompté, utiliser la commande \mbox pour créer une seconde ligne (vide) dans la minipage externe.

5.3 Réaliser l'agencement de boites verticales ci-dessous. (La taille de la police est \footnotesize.)

La première ligne de cette *parbox* de 30 mm de large est alignée avec celle de la boite voisine. Cette *parbox* de 45 mm de large est positionnée de telle sorte que sa première ligne soit alignée avec le haut de la boite à gauche et la dernière avec le bas de la boite à droite. La solution intuitive consistant à placer côte à côte trois boites avec des arguments de positionnement t, t et b ne fonctionne pas.

Pour parvenir à cette disposition, il faut avoir recours à des lignes invisibles comme dans l'exercice précédent.

La troisième boite fait 35 mm de large et l'espace entre les boites, 5 mm.

6 Tableaux et figures

Les tableaux et graphiques ne sont pas les éléments de texte les plus simples et rapides à créer avec La Les traitements de texte brillent, ici, avec leurs interfaces graphiques permettant de composer un tableau ou un graphique simple pièce par pièce avec la souris.

En revanche, pour ce type de contenu comme pour tout autre, LETEX fait ce qu'on lui demande, sans tenter de deviner notre pensée ou, pire, de prétendre savoir mieux que nous ce que nous voulons faire. À ce chapitre, les traitements de texte ne brillent plus! Quiconque a déjà eu de la difficulté à contrôler les bordures d'un tableau, la hauteur des lignes ou la largeur des colonnes dans un traitement de texte comprendra combien l'exercice de composition d'un tableau avec ces outils peut rapidement devenir frustrant.

Avant de discuter de la création ou de l'insertion de tableaux, de graphiques et d'images dans un document L'IEX, il convient de présenter très succinctement quelques règles à suivre pour concevoir des tableaux clairs et faciles à consulter.

6.1 De la conception de beaux tableaux

Les tableaux servent à disposer de l'information sous forme de grille. Par conséquent, le premier réflexe pour les mettre en forme consiste souvent à mettre en évidence cette grille par le biais de filets ¹ horizontaux et verticaux.

C'est une mauvaise idée, une pratique à éviter. Vraiment!

Comparer les deux tableaux ci-dessous. Le premier est mis en forme selon une approche classique supportée depuis toujours par La : filets doubles en entête et en pied de tableau, filets simples entre chaque ligne et entre les colonnes.

^{1.} Terme typographique pour ce qui est communément appelés des « lignes » dans le langage courant ou des « bordures » dans les logiciels de traitement de texte. Dans la documentation en anglais, on parle de *rules*.

i	v	b_i	$\lfloor v/b_i \rfloor$	$v \mod b_i$	x_i
0	91 492	60	1 524	52	52
1	1 524	60	25	24	24
2	25	24	1	1	1
3	1	365	0	1	1

Le second tableau tire profit des fonctionnalités du paquetage **booktabs** (Fear, 2005) et des recommandations de son auteur : les filets horizontaux sont d'épaisseur différente selon qu'ils sont situés dans l'entête et dans le pied du tableau ou entre les lignes, l'espace autour des filets horizontaux est plus grand et, surtout, il n'y a pas de filets verticaux.

i	υ	b_i	$\lfloor v/b_i \rfloor$	$v \mod b_i$	x_i
0	91 492	60	1524	52	52
1	1524	60	25	24	24
2	25	24	1	1	1
3	1	365	0	1	1

La seconde version n'est-elle pas la plus aérée et la plus facile à consulter? N'est-ce pas que, contrairement à ce que l'on pourrait penser, les filets verticaux ne sont pas du tout requis pour bien délimiter les colonnes?

Tel que mentionné ci-dessus, le paquetage **booktabs** ajoute des fonctionnalités à \LaTeX pour améliorer la qualité typographique des tableaux. Dans la documentation \checkmark du paquetage, son auteur énonce quelques règles à suivre pour la mise en forme des tableaux :

- booktabs
- ne jamais utiliser de filets verticaux. Si l'information du côté gauche du tableau semble si différente de celle du côté droit qu'un filet vertical apparait absolument nécessaire, scinder simplement l'information dans deux tableaux;
- 2. ne jamais utiliser de filets doubles;
- 3. placer les unités (\$, cm, °C, etc.) dans le titre de la colonne plutôt qu'après chaque valeur dans le corps du tableau;
- 4. toujours inscrire un chiffre du côté gauche du séparateur décimal : 0,1 et non ,1 (pratique plus répandue en anglais, où le séparateur décimal est le point);
- 5. ne pas utiliser un symbole pour représenter une valeur répétée (comme " ou —). Laisser un blanc ou répéter la valeur s'il subsiste une ambiguïté.

6.2. Tableaux

Nous recommandons évidemment de suivre ces règles et c'est pourquoi la présente documentation ainsi que les fichiers d'exemples font usage des commandes de **booktabs**.

Les fonctionnalités de **booktabs** sont intégrées à la classe memoir et, par conséquent, à ulthese. Il n'est donc pas nécessaire de charger le paquetage avec ces deux classes.

6.2 Tableaux

Peu importe l'outil informatique utilisé, la création d'un tableau requiert toujours de préciser à l'ordinateur le nombre de colonnes que contiendra le tableau, l'entête du tableau le cas échéant et le contenu des différentes cellules. Cette dernière étape nécessite à son tour une convention pour indiquer les passages à la colonne suivante ainsi que le passage à la ligne suivante.

On crée des tableaux dans LETEX principalement avec les environnements tabular, tabular* et tabularx (ce dernier fourni par le paquetage tabularx ou par la classe memoir). La syntaxe de ces environnements est :

```
\begin{tabular}{\(format\)} \(lignes\) \end{tabular}
\begin{tabular*}{\(largeur\)}{\(format\)} \(lignes\) \end{tabular*}
\begin{tabularx}{\(largeur\)}{\(format\)} \(lignes\) \end{tabularx}
```

La signification des arguments ² est la suivante. Nous ne traitons ici que les options les plus souvent utilisées. Pour une liste plus exhaustive, consulter la documentation ☑ de la classe memoir (chapitre 11) ou Wikilivres (2015, section Tableaux ☑).

memoir

(largeur) Largeur hors tout d'un tableau avec les environnements tabular* et tabularx. Autrement, avec l'environnement tabular, la largeur d'un tableau est déterminée automatiquement pour contenir tout le tableau, quitte à dépasser dans la marge de droite.

La largeur du tableau est généralement exprimée en fraction de la largeur du bloc de texte (longueur !textwidth). Par exemple, les déclarations suivantes définissent respectivement des tableaux occupant toute la largeur d'une page et 80 % de la largeur de la page :

\begin{tabular*}{\textwidth}{\format\}

^{2.} Nous avons omis un argument optionnel à peu près jamais utilisé servant à spécifier l'alignement vertical du tableau par rapport à la ligne de base externe.

\begin{tabularx}{0.8\textwidth}{\langle format\rangle}

L'environnement tabular* joue sur l'espace entre les colonnes pour parvenir à la largeur prescrite, alors que tabularx joue sur la largeur des colonnes (voir ci-dessous).

⟨format⟩

Le format des colonnes et, par le fait même, le nombre de colonnes puisque l'argument doit compter un symbole pour chaque colonne du tableau. Les principaux symboles de mise en forme des colonnes sont :

- l contenu de la colonne aligné à gauche;
- r contenu de la colonne aligné à droite;
- c contenu de la colonne centré;
- $p\{\langle lgr \rangle\}$ contenu de la colonne traité comme un paragraphe de texte de largeur $\langle lgr \rangle$;
- X [environnement tabularx seulement] colonne dont la largeur peut être ajustée pour obtenir un tableau de la largeur prescrite; identique à p par ailleurs.

Par exemple, la déclaration

\begin{tabular}{lrp{5cm}}

définit un tableau à trois colonnes dont le contenu de la première est aligné à gauche; celui de la seconde est aligné à droite; celui de la troisième est en texte libre dans une cellule de 5 cm de largeur.

Avec la déclaration

\begin{tabularx}{\textwidth}{lrX}

la largeur de la troisième colonne sera plutôt adaptée automatiquement pour que le tableau occupe toute la largeur de la page. Les symboles | et | | dans *format* servent à insérer des filets verticaux simples et doubles entre les colonnes, mais nous avons vu à la section 6.1 que c'est une pratique à proscrire.

(lignes) Le contenu des cellules du tableau. Les entrées des cellules sont séparées par le symbole & et les lignes par \\. Une cellule peut être vide.

Outre du texte, les lignes de contenu peuvent contenir certaines commandes spéciales pour contrôler la mise en forme du tableau. En premier lieu, la commande

6.2. Tableaux 71

$\mathbb{L}_{n} \rightarrow \mathbb{L}_{n}$

permet de fusionner les $\langle n \rangle$ cellules suivantes en une seule de format $\langle fmt \rangle$ et d'y placer $\langle texte \rangle$. Cette commande ne peut apparaître qu'au début d'une ligne ou après un symbole de changement de colonne &. Elle est souvent utilisée avec une valeur de $\langle n \rangle$ égale à 1 pour changer le format d'une cellule, par exemple pour centrer le titre d'une colonne qui est autrement alignée à gauche ou à droite.

Ensuite, les commandes suivantes ³ servent à insérer des filets horizontaux dans un tableau :

```
\toprule
\midrule
\cmidrule{\m-n\}
\bottomrule
```

La commande \toprule insère un filet horizontal épais suivi d'un espace vertical au début d'un tableau; \midrule insère un filet horizontal mince précédé et suivi d'un espace vertical entre deux lignes; \cmidrule $\{\langle m-n\rangle\}$ insère un filet horizontal comme \midrule de la gauche de la colonne $\langle m\rangle$ à la droite de la colonne $\langle n\rangle$; enfin, \bottomrule insère un filet horizontal épais précédé d'un espace vertical à la fin d'un tableau. Une fin de ligne \\ doit obligatoirement précéder chacune de ces commandes, sauf évidemment \toprule.

La hauteur des lignes d'un tableau est déterminée automatiquement en fonction du contenu de celles-ci.

Exemple 6.1.	Considérer	le tahlean	enivant ·
Exemple 0.1.	Considerer	ie tabieau	Suivain.

Produit	Quantité	Prix unitaire (\$)	Prix (\$)
Vis à bois Clous vrillés	2	9,90	19,80
Clous villes	5	4,35	21,75
TOTAL	7		41,55

La largeur du tableau est ajustée au contenu, la première colonne est alignée à gauche et toutes les autres, à droite. Le code ci-dessous permet de créer ce tableau. Remarquer comment les lignes de contenu sont définies.

\begin{tabular}{lrrr}

^{3.} Ce sont les commandes de **booktabs** et memoir auxquelles nous faisions référence à la section 6.1.

Exemple 6.2. On souhaite modifier le tableau de l'exemple 6.1 pour obtenir le tableau suivant :

Produit	Quantité	Prix unitaire (\$)	Prix (\$)
Vis à bois	2	9,90	19,80
Clous vrillés	5	4,35	21,75
TOTAL	7		41,55

Le tableau occupe désormais toute la largeur de la page, la largeur de la première colonne étant ajustée pour combler l'espace nécessaire. De plus, le titre de la première colonne est centré et la hauteur de l'entête est augmentée.

Le code suivant permet de réaliser cette mise en forme.

```
\begin{tabularx}{\textwidth}{Xrrr}
  \toprule
  \multicolumn{1}{c}{Produit} &
    \rule[-8pt]{0mm}{24pt} Quantité &
    Prix unitaire (\$) & Prix (\$) \\
  \midrule
  Vis à bois & 2 & 9,90 & 19,80 \\
  Clous vrillés & 5 & 4,35 & 21,75 \\
  \midrule
  TOTAL & 7 & & 41,55 \\
  \bottomrule
\end{tabularx}
```

L'environnement tabularx sert à créer un tableau de largeur définie et la commande \multicolumn, à centrer le titre de la première colonne. On augmente la hauteur de l'entête à l'aide d'une réglure invisible (section 5.3).

6.3 Figures et graphiques

Il est possible de tracer des figures simples directement avec LaTeX. Par « simple » on entend : des figures se limitant pour l'essentiel à du texte, des lignes, des flèches, des ronds et des ovales. C'est parfois amplement suffisant et, en définitive, assez pratique puisque le code source d'une figure se trouve alors dans le même format que le reste du document.

Pour la création de figures et de graphiques plus complexes, on aura généralement recours à des logiciels spécialisés externes. Let en mesure d'importer des graphiques dans les formats standards tels que PDF, JPEG ou PNG, voire même d'insérer dans un document une ou plusieurs pages d'un document PDF.

Couvrir les détails de la création et de la manipulation d'images dépasse largement la portée du présent document. Le reste de cette section ne présente que les principales fonctionnalités. Le lecteur qui souhaite en savoir plus pourra se référer aux sources de documentation habituelles figurant à la bibliographie.

6.3.1 Figures **ET**EX

L'environnement picture permet de tracer des figures simples comme des diagrammes à base de texte, des flux logiques ou des organigrammes. Quelques logiciels spécialisés de création de graphiques sont même en mesure d'exporter leurs graphiques dans le format de picture.

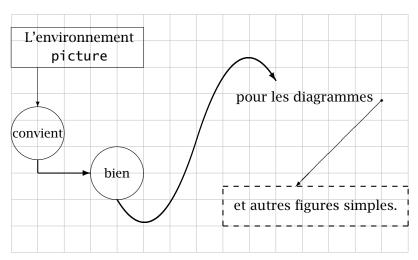
Une fois conçues, les figures réalisées avec picture sont simples à modifier; nul besoin de recourir à un logiciel externe pour le moindre petit changement. Autre avantage : la police du texte de la figure sera le même que celle du document.

Pour tracer une figure avec l'environnement picture, on crée d'abord une grille (invisible) d'une dimension quelconque dans l'unité de mesure de son choix (autrement dit : les lignes de la grille peuvent être distantes aussi bien de 1pt que de 1cm). Ensuite, on dispose des éléments sur la grille en donnant les coordonnées du point d'ancrage et, le cas échéant, les dimensions de l'élément, la distance à parcourir ou quelqu'autre information pour compléter l'élément. C'est souvent plus simple d'esquisser d'abord un modèle au crayon sur du papier quadrillé.

■ memoir

La figure ci-dessous illustre ce qu'il est possible de faire avec l'environnement picture. La consultation du code commenté correspondant devrait permettre de comprendre les principes de base de la création de figures. Autrement, l'annexe D de la documentation de memoir fournit une bonne introduction à picture.

(Nous avons tracé la grille en filigrane dans la figure afin de faciliter la comparaison entre le code et le résultat.)



```
\setlength{\unitlength}{7mm} % unité de mesure
\begin{picture}(15,9)
                                                                                                                                                                                                                                                                                           % grille 15 x 9
                %%% On trace d'abord toutes les boites
                %% Rectangle "L'environnement picture"
                \put(0,7) {\%}
                                                                                                                                                                                                                                                                                           % point d'ancrage (0, 7)
                                    framebox(5,1.5) {%
                                                                                                                                                                                                                                                                                           % rectangle 5 x 1,5 plein
                                                        \begin{minipage}{35mm} % contenu de la boite
                                                                           \centering L'environnement \\ \texttt{picture}
                                                        \end{minipage}}}
                %% Cercles "convient" et "bien"
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    % cercle diamètre 2
                \put(1,4.5){\circle{2}}
                \begin{array}{ll} \begin{array}{ll} \begin{array}{ll} \begin{array}{ll} \begin{array}{ll} \begin{array}{ll} \begin{array}{ll} \end{array} \end{array} \end{array} \end{array} \end{array} \begin{array}{ll} \begin{array}{ll} \begin{array}{ll} \begin{array}{ll} \end{array} \end{array} \end{array} \begin{array}{ll} \begin{array}{ll} \end{array} \end{array} \begin{array}{ll} \begin{array}{ll} \begin{array}{ll} \end{array} \end{array} \end{array} \begin{array}{ll} \begin{array}{ll} \end{array} \end{array} \begin{array}{ll} \begin{array}{ll} \end{array} \end{array} \begin{array}{ll} \begin{array}{ll} \end{array} \end{array} \begin{array}{ll} \end{array} \end{array} \begin{array}{ll} \begin{array}{ll} \end{array} \end{array} \begin{array}{ll} \end{array} \end{array} \begin{array}{ll} \begin{array}{ll} \end{array} \end{array} \begin{array}{ll} \end{array} \begin{array}{ll} \end{array} \\ \end{array} \begin{array}{ll} \end{array} \\ \end{array} \end{array} \begin{array}{ll} \end{array} \\ \end{array} \begin{array}{ll} \end{array} \end{array} \begin{array}{ll} \end{array} \end{array} \begin{array}{ll} \end{array} \end{array} \begin{array}{ll} \end{array} \end{array}  
                \put(4,3){\circle{2}}
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    % autre cercle
                \begin{array}{l} \begin{array}{l} \begin{array}{l} \begin{array}{l} \begin{array}{l} \\ \end{array} \end{array} \end{array} \end{array}
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   % texte
                %% Texte "pour les diagrammes"
                \put(8.5,5.7){pour les diagrammes} % point d'ancrage (8,5, 5,7)
```

```
%% Rectangle pointillé "et autres figures simples."
                                                                                                                                                                                                                                             % lignes grasses
              \begin{array}{l} \begin{array}{l} \begin{array}{l} \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \end{array} \end{array} 
                                          et autres figures simples.}}
              %%% On trace ensuite les lignes entre les boites
             %% De "L'environnement picture" à "convient"
              \thinlines
                                                                                                                                                                                                                               % retour aux lignes minces
              \begin{array}{l} \begin{array}{l} \begin{array}{l} \begin{array}{l} \begin{array}{l} \begin{array}{l} \\ \end{array} \end{array} \end{array} \end{array}
                                                                                                                                                                                                                                % [couple (0,-1) donne la pente]
             %% De "pour les diagrammes" à "et autres figures simples."
             \put(14,5.75){\circle*{0.1}} % petit cercle plein
             \put(14,5.75){\vector(-1,-1){3.25}} % flèche vers sud-ouest
                                                                                                                                                                                                                                                                           % [3.25 = déplacement hor.]
             %% Entre les deux cercles; requiert deux segments
             \thicklines
                                                                                                                                                                                                                                % lignes grasses
             \begin{array}{l} \begin{array}{l} \begin{array}{l} \begin{array}{l} \begin{array}{l} \begin{array}{l} \begin{array}{l} \end{array} \end{array} \end{array} \end{array} \end{array} \begin{array}{l} \begin{array}{l} \begin{array}{l} \begin{array}{l} \end{array} \end{array} \end{array} \begin{array}{l} \begin{array}{l} \begin{array}{l} \end{array} \end{array} \end{array} \begin{array}{l} \begin{array}{l} \end{array} \end{array} \end{array} \begin{array}{l} \begin{array}{l} \begin{array}{l} \end{array} \end{array} \end{array} \begin{array}{l} \begin{array}{l} \end{array} \end{array} \begin{array}{l} \begin{array}{l} \end{array} \end{array} \begin{array}{l} \begin{array}{l} \end{array} \end{array} \begin{array}{l} \begin{array}{l} \end{array} \end{array} \begin{array}{l} \end{array} \end{array} \begin{array}{l} \begin{array}{l} \end{array} \end{array} \begin{array}{l} \begin{array}{l} \end{array} \end{array} \begin{array}{l} \end{array} \begin{array}{l} \end{array} \begin{array}{l} \begin{array}{l} \end{array} \end{array} \begin{array}{l} \end{array} \end{array} \begin{array}{l} \begin{array}{l} \end{array} \end{array} \begin{array}{l} \end{array} \begin{array}{l} \end{array} \end{array} \begin{array}{l} \begin{array}{l} \end{array} \end{array} \begin{array}{l} \end{array} \end{array} \begin{array}{l} \begin{array}{l} \end{array} \\ \end{array} \begin{array}{l} \end{array} \end{array} \begin{array}{l} \end{array} \end{array} \begin{array}{l} \end{array} \\ \end{array} \begin{array}{l} \end{array} \end{array} \begin{array}{l} \end{array} \end{array} \begin{array}{l} \end{array} \end{array} \begin{array}{l} \end{array} \\ \begin{array}{l} \end{array} \\ \end{array} \begin{array}{l} \\ \end{array} \begin{array}{l} \\ \end{array} \end{array} \begin{array}{l} \\ \end{array} \\ \begin{array}{l} \\ \end{array} \\ \end{array} \begin{array}{l} \\ \end{array} \\ \end{array} \begin{array}{l} \\ \end{array} \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \begin{array}{l} \\ \end{array} \\ \end{array} \begin{array}{l} \\ \end{array} \\ \begin{array}{l} \\ \end{array} \\ \end{array} \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \\ \end{array} \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \\ \end{array} \begin{array}{l} \\ \end{array} \\ \end{array} \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \\ \end{array} \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \\ \\ \end{array} \begin{array}{l} \\ \end{array} \\ \\ \end{array} \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \\ \end{array} \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \\ \end{array} \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \\ \end{array} 
             \put(1,3){\vector(1,0){2}} % flèche horizontale
             %% Entre "bien" et "pour les diagrammes"; requiert deux courbes
             %% de Bézier placées bout à bout pour produire une courbe en S
             \qbezier(4,2)(5.5,-0.5)(7,4.25) % bas du S
            \qbezier(7,4.25)(8.5,9)(10,6.5) % haut du S
             \put(10,6.5){\vector(2,-3){0}} % pointe de flèche seule
\end{picture}
```

Il existe quelques outils pour tracer des figures plus complexes directement avec T_EX , dont PSTricks (Van Zandt et collab., 2014) ou le système TikZ/PGF (Tantau, 2014). Ce dernier gagne beaucoup en popularité depuis quelques années.

6.3.2 Importation d'images

Il est aujourd'hui simple d'importer des images de source externes dans un document L'TeX en utilisant l'un ou l'autre des paquetages **graphics** ou **graphicx** (Carlisle et The L'TeX3 Project, 2016) en combinaison avec un moteur TeX moderne tel que pdfL'TeX ou XeLTeX. Les fonctionnalités des deux paquetages sont les mêmes, seules les syntaxes des commandes diffèrent. Nous présenterons les commandes de **graphicx**, plus modernes et conviviales.

La commande de base pour importer des images dans un document Łack est

\includegraphics[(options)]{(fichier)}

où 〈fichier〉 est le nom du fichier à importer. Il n'est pas nécessaire de préciser l'extension dans le nom de fichier pour les types d'images usuelles. Avec les moteurs pdf[ATEX] et XHATEX, les types d'images automatiquement reconnus sont au moins PDF, JPEG et EPS.

Les 〈options〉 de \includegraphics, nombreuses, permettent de redimensionner une image, de la faire pivoter ou encore de n'en importer qu'une partie. L'exemple ci-dessous présente les principales fonctionnalités; consulter la documentation 🗹 pour les détails et d'autres options.

grfguide

Exemple 6.3. Le fichier ul_p.pdf contenant le logo de l'Université Laval en couleur et en format vectoriel est distribué avec la présente documentation ainsi qu'avec la classe ulthese. La simple commande

\includegraphics{ul_p}

insère le fichier en pleine grandeur dans le document :



On peut redimensionner l'image en valeur relative avec l'option scale ou en valeur absolue avec les options width ou height :

%% réduction à 40 % de taille réelle
\includegraphics[scale=0.4]{ul_p}



%% réduction à 15 mm de haut
\includegraphics[height=15mm]{ul_p}



(Il est préférable d'utiliser une seule de width ou height. Autrement, ajouter l'option keepaspectratio=true pour éviter de déformer l'image.)

L'option angle permet de faire pivoter l'image dans le sens inverse des aiguilles d'une montre autour du coin inférieur gauche de l'image :

```
%% réduction à 25 %, rotation à 45 degrés
\includegraphics[angle=45,scale=0.25]{ul_p}
```



Enfin, il y a diverses manières de sélectionner une partie seulement d'une image. L'option bb (pour *Bounding Box*) prend quatre mesures en points Post-Script (tableau 2.1) définissant le coin inférieur gauche et le coin supérieur droit de la zone à inclure :

```
%% extraction du logo seul et réduction
\includegraphics[bb=0 0 102 129,clip=true,
    scale=0.4]{ul_p}
```



La commande \includegraphics permet d'appliquer certaines transformations aux images importées. Ces transformations peuvent également s'effectuer à l'aide de commandes externes *après* l'importation. L'avantage de ces commandes, c'est qu'elles sont valides tout autant pour du texte que pour des images.

Le paquetage graphicx définit les commandes suivantes :

```
\rotatebox[\langle \rotatebox[\langle \rotatebox \langle \rotatebox \l
```

Dans tous les cas, \(\lambda texte\rangle\) peut être du simple texte ou une boite quelconque, y compris le résultat de \includegraphics. Ainsi,

```
\rotatebox{45}{\includegraphics{ul_p}}
et
```

```
\includegraphics[angle=45]{ul_p}
```

donnent le même résultat.

Avec \scalebox, la mise à l'échelle $\langle échelle-h \rangle$ s'applique par défaut autant à l'horizontale qu'à la verticale. Autrement, $\langle texte \rangle$ est déformé. Avec \resizebox, on peut spécifier l'une de $\langle dim-h \rangle$ ou $\langle dim-v \rangle$ et! pour l'autre valeur pour éviter de déformer $\langle texte \rangle$.

Exemple 6.4. Voici des exemples d'utilisation des commandes \rotatebox, \scalebox, \resizebox et \reflectbox avec du texte :

\rotatebox{135}{texte}	
\scalebox{1.5}{texte}	texte
\scalebox{1.5}[0.75]{texte}	texte
\resizebox{3cm}{!}{texte}	texte
\reflectbox{texte}	texte

6.3.3 Insertion de documents PDF

Il est parfois utile d'insérer dans un document LATEX une ou plusieurs pages d'un autre document en format PDF, et ce, sans avoir à se soucier des marges respectives des deux documents. Si l'on utilise les moteurs pdflateX ou XalateX, le très pratique paquetage **pdfpages** (Matthias, 2015) fournit la commande

```
\includepdf[\langle options \rangle] \langle \langle includepdf[\langle options \rangle] \langle \langle include \rangle a \ra
```

pdfpages

Les ⟨*options*⟩ sont très nombreuses; consulter la documentation ∠.

Exemple 6.5. Il n'est pas rare que les couvertures avant et arrière d'un document soient réalisées dans un logiciel spécialisé de création graphique. Supposons que les deux couvertures sont sauvegardées en format PDF dans un fichier couvertures.pdf. Pour les utiliser dans le document, il suffit de placer aux endroits appropriés les commandes

```
\includepdf[pages=1]{couvertures}
\includepdf[pages=2]{couvertures}
```

6.4 Éléments flottants

Pourquoi voudrait-on laisser La décider où un élément de contenu devrait se retrouver dans notre document? D'abord et avant tout pour les tableaux et les figures.

En effet, les tableaux et les figures occupent souvent beaucoup d'espace vertical dans la page. S'il ne reste plus assez de place pour y afficher un tel élément de contenu, LETEX devra le déplacer au début de la page suivante et cela risque de produire une page inesthétique car insuffisamment remplie 5. Les traitements de texte génèrent sans rechigner des pages à demi remplies dans de telles situations.

En définissant un élément comme flottant, on laisse plutôt à La possibilité de le disposer au meilleur endroit en fonction de la taille de l'élément, du contenu du document et de diverses règles typographiques.

On crée des éléments flottants avec les environnements table et figure :

```
\begin{table}[\langle pos \rangle] \quad \langle tableau \rangle \quad \begin{figure}[\langle pos \rangle] \quad \langle figure \rangle \quad \begin{figure} \end{figure} \end{figure}
```

Ci-dessus, $\langle tableau \rangle$ et $\langle figure \rangle$ représentent le code source d'un tableau ou d'une figure avec possiblement une commande caption, tel que traité plus loin.

L'argument optionnel 〈pos〉 permet d'indiquer à ŁTĘX la ou les positions souhaitées pour le tableau ou la figure dans la page. Lorsqu'il est question d'éléments flottants, il est très difficile de donner des ordres fermes à ŁTĘX et l'effet de l'argument 〈pos〉 est souvent déconcertant. Aussi vaut-il souvent mieux ne rien indiquer et laisser ŁTĘX faire à sa guise. Le résultat demeure assez prévisible puisque ŁTĘX tâchera d'insérer l'élément flottant dans le document dès que possible sous réserve des conditions suivantes :

- ▶ l'élément flottant ne peut apparaître dans le document avant la page où l'élément est défini;
- ▶ l'élément sera placé de préférence dans le haut de la page courante, puis dans le bas et enfin sur une page séparée ne pouvant contenir que des éléments flottants, mais pas de texte.

^{4.} Float en anglais.

^{5.} Underful \vbox dans le jargon de T_FX.

Produit	Quantité	Prix unitaire (\$)	Prix (\$)
Vis à bois Clous vrillés	2 5	9,90 4,35	19,80 21,75
TOTAL	7	1700	41,55

Si la décision de $attribute{MTEX}$ ne convient pas, il est possible de l'infléchir avec une combinaison d'une ou plusieurs des lettres suivantes dans l'argument $\langle pos \rangle$;

- b placer l'élément au bas (bottom) de la page;
- h placer l'élément ici (here), à l'endroit où il est défini dans le code source;
- p placer l'élément sur une page séparée;
- t placer l'élément au haut (top) de la page;
- ! essayer plus fort de placer l'élément à l'endroit spécifié dans le reste de l'argument.

■ memoir

La valeur par défaut de l'argument $\langle pos \rangle$ est tbp. La section 10.4 de la documentation \square de memoir explique plus en détail la signification des valeurs ci-dessus. Le lecteur qui voudrait vraiment *tout* savoir sur la disposition des éléments flottants pourra consulter Mittelbach (2014a).

Exemple 6.6. On reprend le tableau de l'exemple 6.1, mais cette fois défini à l'intérieur d'un environnement table :

```
\begin{table}
 \centering
  \begin{tabular}{lrrr}
    \toprule
   Produit & Quantité & Prix unitaire (\$) & Prix (\$) \\
   \midrule
   Vis à bois
                  & 2 & 9,90 & 19,80 \\
   Clous vrillés & 5 & 4,35 & 21,75 \\
   \midrule
   TOTAL
                  & 7 &
                             & 41,55 \\
   \bottomrule
  \end{tabular}
\end{table}
```

Remarquer où PTEX a automatiquement placé le tableau dans le document en fonction des règles précitées.

```
\addto\captionsfrench{%
  \def\frenchtablename{{\scshape Tab.}}}
\addto\captionsfrench{%
  \def\frenchfigurename{{\scshape Fig.}}}
```

FIG. 6.1 – Commandes pour modifier les étiquettes des tableaux et des figures utilisées par **babel**

Dans un document soigné, tout tableau et toute figure devrait comporter une légende ainsi qu'un numéro afin de pouvoir les annoncer et y faire référence dans le texte (« comme l'illustre la figure 3... »). Cela permet à la fois de guider le lecteur au fil de sa lecture et de construire une liste des tableaux et des figures ⁶ dans les pages liminaires d'un long document.

Pour ajouter une légende à un tableau ou une figure, il suffit d'utiliser à l'intérieur des environnements table et figure la commande

```
\caption[\langle texte_court \rangle ] \{\langle texte \rangle \}
```

où \(\lambda\) est le texte de la légende. Si celui-ci est long (plus d'une ligne), on peut en fournir une version abrégée dans l'argument optionnel \(\lambda\) texte_court\(\rangle\). C'est cette version abrégée qui sera utilisée dans la liste des tableaux ou dans la liste des figures.

La commande \caption insère, à l'endroit où elle apparait dans l'environnement, une légende de la forme « TABLE n – $\langle texte \rangle$ » pour un tableau ou « FIGURE n – $\langle texte \rangle$ » pour une figure. Le texte de la légende est centré sur la page lorsqu'il fait moins d'une ligne; dans le cas contraire il est disposé comme un paragraphe normal.



Les anciennes version du style français de **babel** utilisaient les étiquettes plus neutres « TAB. » et « FIG. » dans les légendes des tableaux et figures. Pour utiliser — comme dans le présent document — ces versions plutôt que les versions par défaut ajouter dans le préambule les commandes de la figure 6.1.

Pour faire référence à un tableau ou à une figure dans le texte, il faut utiliser le système de renvois automatiques de Laction 3.4). On attribue une étiquette à l'élément flottant en plaçant la commande \label dans le texte

^{6.} Obtenues respectivement avec les commandes \listoftables et \listoffigures mentionnées à la section 3.3.

```
\begin{table}
 \centering
 \caption{Tableau correspondant au code
   de la \autoref{fig:[...]}}
 \label{tab:[...]}
 \begin{tabular}{lrrr}
   \toprule
   Produit & Quantité & Prix unitaire (\$) & Prix (\$) \\
   \midrule
   Vis à bois
                 & 2 & 9,90 & 19,80 \\
   Clous vrillés & 5 & 4,35 & 21,75 \\
   \midrule
   TOTAL
                  & 7 &
                             & 41,55 \\
   \bottomrule
 \end{tabular}
\end{table}
```

Fig. 6.2 - Code source pour créer le tableau 6.1

Produit	Quantité	Prix unitaire (\$)	Prix (\$)
Vis à bois Clous vrillés	2 5	9,90 4,35	19,80 21,75
TOTAL	7		41,55

de la commande \caption ou dans son voisinage immédiat. Les commandes \ref ou \autoref servent ensuite à insérer des renvois dans le texte.

L'exemple suivant présente finalement la recette complète pour composer un tableau et une figure dans 上下X, légende et renvoi inclus.

```
Exemple 6.7. Le code source de la figure 6.2 crée le tableau 6.1.
```

Les environnements table et figure créent des éléments flottants qui, par ailleurs, sont des boites verticales standards (section 5.2). Il est donc permis d'y mettre à peu près n'importe quoi, mais surtout plus d'un tableau ou plus d'une figure (ou même une combinaison des deux). Les environnements minipage (section 5.2) se révèlent alors particulièrement utiles pour disposer les éléments de contenu dans la boite.



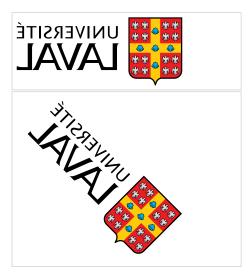


FIG. 6.3 – Exemple de disposition de plusieurs graphiques dans une même figure flottante. Les rectangles en grisé indiquent les limites des boites verticales.

Exemple 6.8. La figure 6.3 contient quatre images sous forme de grille 2×2 . Le code ci-dessous démontre comment parvenir à cette disposition à l'aide de boites verticales créées avec l'environnement minipage.

```
\begin{figure}
 \begin{minipage}{0.45\linewidth}
    \includegraphics[scale=0.4]{ul_p}
  \end{minipage}
  \hfill
  \begin{minipage}{0.45\linewidth}
    \reflectbox{\includegraphics[scale=0.4]{ul_p}}
  \end{minipage}
 \newline
  \begin{minipage}{0.45\linewidth}
    \includegraphics[scale=0.4,angle=45]{ul_p}
  \end{minipage}
 \hfill
 \begin{minipage}{0.45\linewidth}
    \reflectbox{\includegraphics[scale=0.4,angle=45]{ul_p}}
  \end{minipage}
\end{figure}
```

■ memoir

Lorsqu'une figure ou un tableau compte plusieurs éléments, comme à l'exemple précédent, il peut être souhaitable d'ajouter pour chacun une sous-légende. L'exercice 6.3 explique comment y parvenir. La section 10.9 de la documentation de memoir comporte de nombreux détails additionnels sur les sous-légendes.

6.5 Exercices

\nobreak

6.1 Reproduire le tableau ci-dessous à l'aide d'un environnement tabular. Utiliser le gabarit de document exercice_gabarit.tex.

La première colonne est alignée à gauche, la seconde est un bloc de texte de 7,5 cm et la troisième est alignée à droite. Le symbole N° dans l'entête est produit par la commande \No de babel. Le dernier prix est composé avec la commande \nombre de numprint.

Nº lot	Description	Prix (\$)
U-236	Ordinateur portable MacBook Air 13 pouces mi-2013, processeur 1,3 GHz, 8 Go RAM, disque SSD 250 Go	998
U-374	Chaise de bureau ergonomique ajustable de 8 façons, revêtement de tissu gris foncé	275
U-588	Table de travail en L	1125

- 6.2 Apporter au tableau de l'exercice précédent les modifications suivantes : centrer le titre de la deuxième colonne; ajuster automatiquement la largeur du tableau au bloc de texte sur la page avec un environnement tabularx.
- 6.3 L'exemple 6.8 montre comment intégrer plusieurs figures (ou tableaux) à l'intérieur d'un même environnement flottant en les disposant dans des boites verticales. Dans de tels cas, il peut être souhaitable de fournir une légende pour l'ensemble du flottant, mais aussi des sous-légendes pour chaque tableau ou figure.

Avec les classes ulthese et memoir, la production de sous-légendes requiert d'abord de déclarer, dans le préambule du document, son intention d'en créer pour les environnements flottants table ou figure avec, selon le cas, les commandes

6.5. Exercices 85

\newsubfloat{table}
\newsubfloat{figure}

Ensuite, on utilise la commande

\subcaption{\langle texte\rangle}

de la même manière que \caption.

Le fichier exercice_subcaption.tex contient la structure de base pour composer deux tableaux côte à côte. Ajouter des sous-légendes à l'intérieur de l'environnement flottant.

- **6.4** Utiliser le fichier exercice_gabarit.tex pour composer un document qui insère, disons, la page couverture du présent document à l'aide des fonctionnalités du paquetage **pdfpages** décrites à la section 6.3.3.
- **6.5** Le document exercice_demo.tex contient plusieurs éléments flottants, tableaux et figures. Examiner le code et modifier l'argument optionnel de position d'un flottant pour voir son effet sur la mise en page du document.

7 Mathématiques

S'il est un domaine où LETEX brille particulièrement, c'est bien dans la préparation et la présentation d'équations mathématiques — des plus simples aux plus complexes. Après tout, l'amélioration de la qualité typographique des équations mathématiques dans son ouvrage phare *The Art of Computer Programming* figurait parmi les objectifs premiers de Knuth lorsqu'il a développé TEX.

7.1 Principes de base du mode mathématique

La mise en forme d'équations mathématiques requiert d'indiquer à l'ordinateur, dans un langage spécial, le contenu des dites équations et la position des symboles : en exposant, en indice, sous forme de fraction, etc. L'ordinateur peut ensuite assembler le tout à partir de règles typographiques portant, par exemple, sur la représentation des variables et des constantes, l'espacement entre les symboles ou la disposition des équations selon qu'elles apparaissent au fil du texte ou hors d'un paragraphe.

On indique à \LaTeX que l'on change de « langage », par l'utilisation d'un mode mathématique. Il y a deux grandes manière d'activer le mode mathématique :

 en insérant le code entre les symboles \$ \$ pour générer une équation « en ligne », ou au fil du texte;

```
on sait que (a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2, d'où on obtient... on sait que (a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2, d'où on obtient...
```

2. en utilisant un environnement servant à créer une équation hors paragraphe;

88 Mathématiques

```
on sait que

\begin{equation*}

(a + b)^2

= a^2 + 2ab + b^2,

\end{equation*}

d'où on obtient...
```

Dans l'exemple ci-dessus, l'environnement equation* (tiré du paquetage amsmath, voir la section suivante) crée une équation hors paragraphe, centrée sur la ligne et non numérotée. Avec l'environnement equation (donc sans * dans le nom), LETEX ajoute automatiquement un numéro d'équation séquentiel aligné sur la marge de droite :

```
on sait que 
\begin{equation} on sait que 

(a + b) \land 2 = a \land 2 + b \land 2, \end{equation} d'où on obtient... (7.1)
```

Cette disposition est la plus usuelle dans les ouvrages mathématiques. Le type de numérotation diffère selon qu'un document comporte des chapitres ou non.

En mode mathématique, les chiffres sont automatiquement considérés comme des constantes, les lettres comme des variables et une suite de lettres comme un produit de variables (nous verrons plus loin comment représenter des fonctions mathématiques comme sin, log ou lim). Ceci a trois conséquences principales :

1. conformément aux conventions typographiques, les chiffres sont représentés en caractère romain et les variables, en italique;

```
$123xyz$ 123xyz
```

2. l'espace entre les constantes, les variables et les opérateurs mathématiques est géré automatiquement;

```
z = 2 x + 3 x y z = 2x + 3xy
```

3. les espaces dans le code source n'ont aucun impact sur la disposition d'une équation.

$$z = 2x + 3xy$$
 $z = 2x + 3xy$

Quant au langage retenu par LETEX pour décrire les équations mathématiques, il est très similaire à celui que l'on utiliserait pour le faire à voix haute. Il faut simplement recourir à des commandes pour identifier les symboles mathématiques que l'on ne retrouve pas sur un clavier usuel, comme les lettres grecques, les opérateurs d'inégalité ou les symboles de sommes et d'intégrales.

7.2 Un paquetage incontournable

Le paquetage **amsmath** (American Mathematical Society, 2002) produit par la prestigieuse *American Mathematical Society* fournit diverses extensions à

ETEX pour faciliter encore davantage la saisie d'équations mathématiques complexes et en améliorer la présentation. L'utilisation de ce paquetage doit être considérée incontournable pour tout document contenant plus que quelques équations très simples.

Au chapitre des améliorations fournies par **amsmath**, notons particulièrement :

- plusieurs environnements pour les équations hors paragraphe, en particulier pour les équations multilignes;
- ▶ une meilleure gestion de l'espacement autour des symboles de relation (comme les signes d'égalité) dans les équations multilignes;
- une commande pour faciliter l'entrée de texte à l'intérieur du mode mathématique;
- un environnement pour la saisie des matrices et des coefficients binomiaux;
- des commandes pour les intégrales multiples;
- ▶ la possibilité de définir de nouveaux opérateurs mathématiques.

Nous décrivons certaines de ces fonctionnalités dans la suite, mais tout utilisateur du paquetage devrait impérativement consulter sa documentation complète ...

amsldoc

7.3 Principaux éléments du mode mathématique

Cette section explique comment créer et assembler divers éléments d'une formule mathématique : exposants, indices, fractions, texte, etc. Les seuls

90 Mathématiques

symboles utilisés sont pour le moment les chiffres et les lettres latines. La présentation d'une partie de l'éventail de symboles mathématiques offerts par LTFX fera l'objet de la section 7.4.

7.3.1 Exposants et indices

LATEX permet de créer facilement et avec la bonne taille de symboles n'importe quelle combinaison d'exposants et d'indices.

On place un caractère en ^{exposant} avec la commande ^ et en _{indice} avec la commande _. Les indices et exposants se combinent naturellement.

$$x^2$$
 a_n a_n x_i^k x_i^k

(L'ordre de saisie n'a pas d'importance; le troisième exemple donnerait le même résultat avec x^k_i .)

Si l'exposant ou l'indice compte plus d'un caractère, il faut regrouper le tout entre accolades { }.

$$x^{2k+1} x^{2k+1}$$
 $x_{i,j}$ $x_{i,j}$ $x_{i,j}$ $x_{i,j}$

Toutes les combinaisons d'exposants et d'indices sont possibles, y compris les puissances de puissances ou les indices d'indices.

$$e^{-x^2}$$
 e^{-x^2} $A_{i,k^n} \land \{y_i\}$ $A_{i,k^n} \land \{y_i\}$



Les commandes \land et $_$ sont permises dans le mode mathématique seulement. En fait, si $T_E X$ rencontre l'une de ces commandes en mode texte, il tentera automatiquement de passer au mode mathématique après avoir émis l'avertissement

! Missing \$ inserted.

Il est assez rare que le résultat soit celui souhaité.

7.3.2 Fractions

Il y a plusieurs façons de représenter une fraction selon qu'elle se trouve au fil du texte, dans une équation hors paragraphe ou à l'intérieur d'une autre fraction. Pour les fractions au fil du texte, il vaut souvent mieux utiliser simplement la barre oblique / pour séparer le numérateur du dénominateur, quitte à utiliser des parenthèses. Ainsi, on utilise (n + 1)/2 pour obtenir (n + 1)/2.

De manière plus générale, la commande

```
\frac{\numérateur\}{\dénominateur\}
```

dispose (numérateur) au-dessus de (dénominateur), séparé par une ligne horizontale. La taille des caractères s'ajuste automatiquement selon que la fraction se trouve au fil du texte ou dans une équation hors paragraphe, ainsi que selon la position de la fraction dans l'équation.

```
% taille au fil du texte On a $z_1 = \frac{x}{y}$ et z_2 = xy. On a z_1 = \frac{x}{y} et z_2 = xy. \begin{cases} \text{% taille hors paragraphe} \\ \text{On a} \\ \text{begin{equation*}} \\ \text{z_1} = \text{frac{x}{y}} \\ \text{end{equation*}} \\ \text{et $z_2 = xy$.} \end{cases} on a z_1 = \frac{x}{y} \text{ et } z_2 = xy. z_1 = \frac{x}{y} z_1 = \frac{x}{y} z_1 = \frac{x}{y} z_2 = xy. z_1 = \frac{x}{y} z_2 = xy. Soit z_2 = xy. z_1 = \frac{x}{y} z_2 = xy.
```

Les commandes

```
\dfrac{\numérateur\}{\dénominateur\}
\tfrac{\numérateur\}{\dénominateur\}
```

de **amsmath** permettent de forcer une fraction à adopter la taille d'une fraction hors paragraphe (*displayed*) dans le cas de \dfrac, ou de celle d'une fraction au fil du texte (*text*) dans le cas de \tfrac. Consulter l'exemple 7.5 à la page 111 pour visualiser l'effet de la commande \dfrac.



Il est parfois visuellement plus intéressant, surtout au fil du texte, d'écrire une fraction comme 1/x sous la forme x^{-1} .

7.3.3 Racines

La commande

\sqrt[⟨n⟩]{⟨radicande⟩}

construit un symbole de radical autour de $\langle radicande \rangle$, par défaut la racine carrée. Si l'argument optionnel $\langle n \rangle$ est spécifié, c'est plutôt un symbole de racine d'ordre n qui est tracé. La longueur et la hauteur du radical s'adapte toujours à celles du radicande.

7.3.4 Sommes et intégrales

Les sommes et les intégrales requièrent un symbole spécial ainsi que des limites inférieures et supérieures, le cas échéant.

Les commandes \setminus sum et \setminus int servent respectivement à tracer les symboles de somme Σ et d'intégrale \int . Le paquetage **amsmath** fournit également des commandes comme \setminus iint et \setminus iint pour obtenir des symboles d'intégrales multiples finement disposés (\iint).

On entre les éventuelles limites inférieures et supérieures comme des indices et des exposants.

La taille des symboles et la position des limites s'ajustent automatiquement selon le contexte. Au fil du texte, la somme et l'intégrale simple cidessus apparaitraient comme $\sum_{i=0}^{n} x_i$ et $\int_0^{10} f(x) dx$.

Dans une intégrale il est recommandé de séparer l'intégrande de l'opérateur de différentiation dx par une espace fine. C'est ce à quoi sert la commande \setminus , ci-dessus; voir aussi le tableau 7.2 de la page 95.

commande	type de points	exemple
\dots \ldots \cdots	sélection automatique points à la ligne de base points centrés	x_1, \dots, x_n $x_1 + \dots + x_n$
\vdots	points verticaux	x_1 \vdots x_n
\ddots	points diagonaux	x_1 x_1 x_n

Tab. 7.1 - Points de suspension

7.3.5 Points de suspension

Les formules mathématiques comportent fréquemment des points de suspension dans des suites de variables ou d'opérations. On recommande d'éviter de les entrer comme trois points finaux consécutifs, car l'espacement entre les points sera trop petit et le résultat, jugé disgracieux d'un point de vue typographique : ...

Le tableau 7.1 fournit les commandes LETEX servant à générer divers types de points de suspension.

Avec **amsmath**, la commande \dots tâche de sélectionner automatiquement entre les points à la ligne de base ou les points centrés selon le contexte. Comme le résultat est en général le bon, nous recommandons d'utiliser principalement cette commande pour insérer des points de suspension en mode mathématique.

\$x_1, \dots, x_n\$
$$x_1, ..., x_n$$
\$x_1, \ldots, x_n\$ $x_1, ..., x_n$
\$x_1 + \dots + x_n\$ $x_1 + ... + x_n$
\$x_1 + \cdots + x_n\$ $x_1 + ... + x_n$

Le paquetage définit également les commandes sémantiques suivantes :

^{1.} Le résultat exact dépend de la police utilisée.

- ▶ \dotsc pour des « points avec des virgules » (commas);
- ▶ \dotsb pour des « points avec des opérateurs binaires »;
- ▶ \dotsm pour des « points de multiplication »;
- ▶ \dotsi pour des « points avec des intégrales »;
- ▶ \dotso pour d'« autres points » (other).

7.3.6 Texte et espaces

On l'a vu, en mode mathématique LETEX traite les lettres comme des variables et gère automatiquement l'espacement entre les divers symboles. Or, il n'est pas rare que des formules mathématiques contiennent du texte (notamment des mots comme « où », « si », « quand »). De plus, il est parfois souhaitable de pouvoir ajuster les blancs entre des éléments.

La commande de amsmath

```
\text{\(texte\)}
```

insère $\langle texte \rangle$ dans une formule mathématique. Le texte est inséré tel quel, sans aucune gestion des espaces avant ou après le texte. Si des espaces sont nécessaires, ils doivent faire partie de $\langle texte \rangle$.

$$f(x) = a e^{-ax}$$

$$\text{\text{ pour } } x > 0$$

$$f(x) = ae^{-ax} \text{ pour } x > 0$$

Les commandes

\quad \qquad

insèrent un blanc de largeur variable selon la taille de la police en vigueur. La commande \quad insère un blanc de 1 em (la largeur de la lettre M dans la police en vigueur), alors que \quad insère le double de cette longueur².

$$f(x) = a e^{-ax},$$

$$quad x > 0$$

$$f(x) = ae^{-ax}, x > 0$$

Le tableau 7.2 répertorie et compare les différentes commandes qui permettent d'insérer des espaces plus ou moins fines entre des éléments dans le mode mathématique.

^{2.} Bien qu'elles soient surtout utilisées dans le mode mathématique, les commandes \quad et \quad sont également valides dans le mode texte.

Commande	Longueur	Exemple
	pas d'espace	+
	3/18 de quad	$\dashv\vdash$
\:	4/18 de quad	$\dashv \vdash$
\ ;	5/18 de quad	$\dashv \vdash$
\ !	-3/18 de quad	
	1 em	\dashv \vdash
\qquad	2 em	\dashv \vdash

TAB. 7.2 - Espaces dans le mode mathématique

7.3.7 Fonctions et opérateurs

Les règles de typographie pour les équations mathématiques exigent que les variables apparaissent en *italique*, mais que les noms de fonctions, eux, apparaissent en romain, comme le texte standard. Pensons, ici, à des fonctions comme sin ou log.

On sait que La interprétera un nom de fonction saisi tel quel comme un produit de variables :

La commande \text permettrait d'afficher les noms de fonction en romain, mais l'utiliser à répétition se révélerait rapidement peu pratique. De plus, un nom de fonction n'est pas du texte à proprement parler, mais plutôt un opérateur mathématique.

La solution de La consiste à définir des commandes pour un grand nombre de fonctions et d'opérateurs mathématiques standards :

\arccos	\cosh	\det	\inf	\limsup	\Pr	\tan
\arccos \arcsin	\cot	\dim	\ker	\ln	\sec	\tanh
\arctan \arg \cos	\coth	\exp	\lg	\log	\sin	
\arg	\csc	\gcd	\lim	\max	\sinh	
\cos	\deg	\hom	\liminf	\min	\sup	

L'espacement autour des fonctions et opérateurs est géré par L'EX.

Certaines des fonctions ci-dessus, notamment \lim, acceptent des limites comme les symboles de somme et d'intégrale.

% au fil du texte
$$\lim_{x\to 0} x = 0$$

$$\lim_{x\to 0} x = 0$$

amsldoc

La commande \DeclareMathOperator de amsmath permet de définir de nouveaux opérateurs mathématiques lorsque nécessaire; consulter la documentation du paquetage (section 5.1) pour les détails.

Exemple 7.1. Le matériel passé en revue jusqu'à maintenant permet déjà de composer des équations élaborées — sous réserve qu'elles tiennent sur une seule ligne comme dans le présent exemple.

On présente ci-dessous, pièce par pièce, le code LEX pour créer l'équation suivante :

$$\int_{x}^{\infty} (y-x) f_{X|X>x}(y) \, dy = \frac{1}{1-F_X(x)} \int_{x}^{\infty} (y-x) f_X(y) \, dy.$$

 $\begin{array}{lll} \mbox{\begin{equation*}{}} & \mbox{\equation hors paragraphe} \\ \mbox{\lint_x^\infty} & \mbox{\lint_x^\infty} \\ \mbox{\lint_x^\linfty} & \mbox{\lint_x^\linfty} &$

7.4 Symboles mathématiques

Outre les chiffres et les lettres de l'alphabet, les claviers d'ordinateurs ne comptent normalement que les symboles mathématiques suivants :

Ils s'emploient directement dans les équations, sauf les accolades { } qui sont des symboles réservés par LETEX. Il faut donc entrer celles-ci avec \{ et \}, comme dans du texte normal.

Pour représenter les innombrables autres symboles mathématiques, on aura recours à des commandes qui débutent, comme d'habitude, par le symbole \ et dont le nom est habituellement dérivé de la signification mathématique du symbole.

Si un symbole mathématique a été utilisé quelque part dans une publication, il y a de fortes chances que sa version existe dans Łaga. Il serait donc utopique de tenter de faire ici une recension des symboles disponibles. Nous nous contenterons d'un avant-gout des principales catégories.

L'ouvrage de référence pour connaître les symboles disponibles dans LETEX est la bien nommée *Comprehensive LETEX Symbol List* (Pakin, 2009). La liste comprend près de 6 000 symboles répartis sur plus de 160 pages! On y trouve de tout, des symboles mathématiques aux pictogrammes de météo ou d'échecs, en passant par... des figurines des Simpsons.



Les moteurs X₁T_EX et LuaT_EX supportent nativement le code source en format Unicode UTF-8 (Unicode Consortium, 2007). Ce standard contient des définitions pour plusieurs symboles mathématiques (Wikipedia, 2015). Cela signifie qu'il est possible d'entrer une partie au moins des équations mathématiques avec des caractères visibles à l'écran, plutôt qu'avec des commandes La Le Nous ne saurions toutefois recommander cette pratique qui rend les fichiers source moins compatibles d'un système à un autre.

7.4.1 Lettres grecques

On obtient les lettres grecques en La avec des commandes correspondant au nom de chaque lettre. Lorsque la commande débute par une capitale, on obtient une lettre grecque majuscule. Les commandes de certaines lettres grecques majuscules n'existent pas lorsque celles-ci sont identiques aux lettres romaines.

Les tableaux 7.3 et 7.4 présentent l'ensemble des lettres grecques disponibles dans ŁTęX.

7.4.2 Lettres modifiées

Les lettres de l'alphabet, principalement en majuscule, servent parfois en mathématiques dans des versions modifiées pour représenter des quantités,

TAB. 7.3 - Lettres grecques minuscules

α	\alpha	θ	\theta	0	0	au	\tau
β	\beta	$\boldsymbol{\vartheta}$	\vartheta	π	\pi	υ	\upsilon
γ	\gamma	ι	\iota	$\overline{\omega}$	\varpi	ϕ	\phi
δ	\delta	K	\kappa	ρ	\rho	φ	\varphi
ϵ	\epsilon	λ	\lambda	ϱ	\varrho	χ	\chi
ε	\varepsilon	μ	\mu	σ	\sigma	Ψ	\psi
ζ	\zeta	ν	\nu	ς	\varsigma	ω	\omega
n	\eta	٤	\xi				

TAB. 7.4 - Lettres grecques majuscules

Γ	\Gamma	Λ	\Lambda	Σ	\Sigma	Ψ	\Psi
Δ	\Delta	Ξ	\Xi	Υ	\Upsilon	Ω	\Omega
Θ	\Theta	П	\Pi	Φ	\Phi		

notamment les ensembles.

La commande \mathcal permet de transformer un ou plusieurs caractères en version dite « calligraphique » dans le mode mathématique.

```
\mbox{\mbox{\mbox{$Mathcal{ABC\, xyz}}}} \mbox{\mbox{\mbox{$ABC$ $xyz$}}}
```

La commande \mathbb fournie par les paquetages **amsfonts** et **unicodemath**, entre autres, génère des versions majuscule ajourée (*blackboard bold*) des lettres de l'alphabet. Elles sont principalement utilisée pour représenter les ensembles de nombres.

\mathbb{NZRC} NZRC

comprehensive

Le tableau 213 de la *Comprehensive L'EX Symbol List* résente plusieurs autres alphabets spéciaux disponibles en mode mathématique.



Certaines polices OpenType contiennent plusieurs versions des symboles mathématiques. Par exemple, la police utilisée dans le présent document contient deux versions de la police calligraphique, celle présentée ci-contre et celle-ci : $\mathcal{ABC} xyz$. Consulter éventuellement la documentation de la police pour les détails.

TAB. 7.5 - Quelques opérateurs binaires

\times	\times	÷	\div	\pm	\pm	•	\cdot
\cup	\cup	\cap	\cap	\	\setminus	0	\circ
\wedge	\wedge	\vee	\vee	\oplus	\oplus	\otimes	\otimes
*	\ast	*	\star	\blacksquare	\boxplus [†]	\boxtimes	\boxtimes [†]

[†] requiert amsmath

TAB. 7.6 - Quelques relations et leur négation

```
\leq \leq \geq \geq \neq \neq \equiv \equiv \subset \subset \subseteq \subseteq \in \in \notin \notin \not\leftarrow \nless<sup>†</sup> \Rightarrow \ngtr<sup>†</sup> \not\equiv \nleq<sup>†</sup> \Rightarrow \ngeq<sup>†</sup>
```

7.4.3 Opérateurs binaires et relations

Les opérateurs binaires combinent deux quantités pour en former une troisième; pensons simplement aux opérateurs d'addition + et de soustraction – que l'on retrouve sur un clavier d'ordinateur normal. Les relations, quant à elles, servent pour la comparaison entre deux quantités, comme < et >. Le tableau 7.5 présente une sélection d'opérateurs binaires et le tableau 7.6 une sélection de relations.

La *Comprehensive LTEX Symbol List* consacre plus d'une dizaine de tableaux aux opérateurs binaires et près d'une quarantaine aux relations. C'est dire à quel point les tableaux 7.5 et 7.6 de la page 99 ne présentent que les principaux éléments à titre indicatif.

Certaines relations existent directement en version opposée, ou négative (comme \neq ou \notin) soit dans \LaTeX de base, soit avec **amsmath** ou un autre paquetage. Autrement, il est possible de préfixer toute relation de \not pour y superposer une barre oblique /.

7.4.4 Flèches

Les flèches de différents types sont souvent utilisées en notation mathématique, notamment dans les limites ou pour les expressions logiques. Le tableau 7.7 en présente une sélection.

On retrouve les flèches utilisables en notation mathématique dans les tableaux 102 à 119 de la *Comprehensive LTEX Symbol List* \square . Le document contient divers autres types de flèches, mais celles-ci ne sont généralement pas appropriées pour les mathématiques (pensons à \rightsquigarrow ou \rightarrow).

[†] requiert **amsmath**

TAB. 7.7 - Quelques flèches et leur négation

←	\leftarrow \gets	←	\longleftarrow
\Leftarrow	\Leftarrow	$ \leftarrow $	\Longleftarrow
\rightarrow	\rightarrow \to	\longrightarrow	\longrightarrow
\Rightarrow	\Rightarrow	\Longrightarrow	\Longrightarrow
↑	\uparrow	\downarrow	\downarrow
\uparrow	\Uparrow	\Downarrow	\Downarrow
‡	\updownarrow	\	\Updownarrow
\longleftrightarrow	\leftrightarrow	\longleftrightarrow	\longleftrightarrow
\Leftrightarrow	\Leftrightarrow	\iff	\Longleftrightarrow
← /-	\nleftarrow [†]	↔	\nleftrightarrow [†]
→	\nrightarrow [†]	#	$ackslash$ nLeftarrow †
\Leftrightarrow	\nLeftrightarrow [†]	∌	\nRightarrow [†]

[†] requiert amsmath

Tab. 7.8 - Accents et symboles mathématiques divers

â	\hat{a}	ā	\bar{a}	ã	\tilde{a}	ä	\dot{a}
∞	\infty	∇	\nabla	д	\partial	ℓ	\ell
\forall	\forall	3	\exists	Ø	\emptyset	,	\prime
\neg	\neg	\	\backslash		\1	_	\angle

Le paquetage **amsmath** fournit plusieurs flèches additionnelles ainsi que la négation des plus communes. Ces dernières apparaissent d'ailleurs dans le tableau 7.7.

7.4.5 Accents et autres symboles utiles

Le tableau 7.8 présente quelques uns des accents disponibles dans le mode mathématique, ainsi que divers symboles fréquemment utilisés en mathématiques.

Pour connaître l'ensemble des accents du mode mathématique de LEX, consulter le tableau 164 de la *Comprehensive LEX Symbol List L.* Les versions extensibles de certains accents se trouvent au tableau 169. Quant aux symboles mathématiques divers, on en trouve de toutes les sortes dans les tableaux 201–212.

Exemple 7.2. L'équation suivante contient plusieurs des éléments présentés

dans cette section et la précédente :

$$\frac{\Gamma(\alpha)}{\lambda^{\alpha}} = \sum_{j=0}^{\infty} \int_{j}^{j+1} x^{\alpha-1} e^{-\lambda x} dx, \quad \alpha > 0 \text{ et } \lambda > 0.$$

\begin{equation*}

équation hors paragraphe

$$\frac{\Gamma(\alpha)}{\lambda^{\alpha}} = \frac{\Gamma(\alpha)}{\lambda^{\alpha}}$$

$$x^{\alpha-1}e^{-\lambda x} dx$$

\end{equation*}

fin de l'environnement

7.5 Équations sur plusieurs lignes et numérotation

Dans ce qui précède, nous n'avons présenté que des équations tenant sur une seule ligne en mode hors paragraphe. Cette section se penche sur la manière de représenter des groupes d'équations du type

$$y = 2x + 4 \tag{7.2}$$

$$y = 6x - 1 \tag{7.3}$$

ou des suites d'équations comme

$$x_{\text{max}} = \sum_{i=0}^{m-1} (b-1)b^{i}$$
$$= (b-1)\sum_{i=0}^{m-1} b^{i}$$
$$= b^{m} - 1.$$

Nous recommandons fortement les environnements de **amsmath** pour les équations sur plusieurs lignes : ils sont plus polyvalents, plus simples à utiliser et leur rendu est meilleur. Le tableau 7.9 — repris presque intégralement de la documentation de ce paquetage — compare les différents environnements pour les équations hors paragraphe.

- L'environnement de base pour les équations alignées sur un symbole de relation (en une ou plusieurs colonnes) est align. C'est l'environnement le plus utilisé en mode mathématique hormis equation.
- ► Les environnements multline, gather et align existent également en version étoilée (multline*, gather*, align*) qui ne numérotent pas les équations.
- ▶ Dans les environnements align et split, les équations successives sont alignées sur le caractère se trouvant immédiatement après le marqueur de colonne &.
- ► Comme dans les tableaux, la commande \\ sert à délimiter les lignes de la suite d'équations.
- ▶ Remarquer, dans le troisième exemple du tableau 7.9, comment la commande \phantom sert à insérer un blanc exactement de la largeur du symbole = au début de la seconde ligne de la suite d'égalités.
- ▶ Pour supprimer la numérotation d'une ligne dans une série d'équations numérotées, placer la commande \notag juste avant la commande de changement de ligne \\.

```
\begin{align} \ a_1 &= b_1 + c_1 \notag \\ a_2 &= b_2 + c_2 - d_2 + e_2 \end{align} \ \ a_1 = b_1 + c_1 \ a_2 = b_2 + c_2 - d_2 + e_2 \end{align}
```

► Les renvois vers des équations numérotées fonctionnent, comme partout ailleurs en [ATEX], avec le système d'étiquettes et de références (section 6.4). Le paquetage **amsmath** fournit également la pratique commande \eqref qui place automatiquement le numéro d'équation entre parenthèses.

```
L'équation \eqref{eq:5} du L'équation (5) du tableau 7.9 détableau 7.9 démontre que...
```

L'environnement split sert à apposer un seul numéro à une équation affichée sur plusieurs lignes. Il doit être employé à l'intérieur d'un autre environnement d'équations hors paragraphe.

TAB. 7.9 – Comparaison des environnements pour les équations hors paragraphe de **amsmath** (les lignes verticales indiquent les marges logiques).

amsldoc

Consulter le chapitre 3 de la documentation 🗹 du paquetage amsmath pour les détails sur l'utilisation des environnements du tableau 7.9.



Veillez à respecter les règles suivantes pour la composition des équations.

- 1. Qu'elles apparaissent en ligne ou hors paragraphe, les équations font partie intégrante de la phrase. Ainsi, les règles de ponctuation usuelles s'appliquent-elles aux équations.
- 2. Lorsqu'une équation s'étend sur plus d'une ligne, couper chaque ligne *avant* un opérateur de sorte que chaque ligne constitue une expression mathématique complète (voir les troisième et quatrième exemples du tableau 7.9).
- 3. Ne numéroter que les équations d'un document auxquelles le texte fait référence.

Exemple 7.3. Nous avons réalisé les deux suites d'équations au début de la section avec les extraits de code ci-dessous, dans l'ordre.

```
\begin{align}
    y &= 2x + 4 \\
    y &= 6x - 1
    \end{align}
```

```
\begin{align*}
    x_{\text{max}}
    &= \sum_{i = 0}^{m - 1} (b - 1) b^i \\
    &= (b - 1) \sum_{i = 0}^{m - 1} b^i \\
    &= b^m - 1.
\end{align*}
```

7.6 Délimiteurs de taille variable

Les délimiteurs en mathématiques sont des symboles généralement utilisés en paire tels que les parenthèses (), les crochets [] ou les accolades {} et qui servent à regrouper des termes d'une équation. La taille des délimiteurs

doit s'adapter au contenu entre ceux-ci afin d'obtenir, par exemple,

$$\left(1+\frac{1}{x}\right)$$

plutôt que la peu esthétique composition

$$(1+\frac{1}{x}).$$

La paire de commandes

```
| \left⟨delim_q⟩ ... \right⟨delim_d⟩
```

définit un délimiteur gauche $\langle delim_g \rangle$ et un délimiteur droit $\langle delim_d \rangle$ dont la taille s'ajustera automatiquement au contenu entre les deux commandes.

Les commandes \left et \right doivent toujours former une paire, c'està-dire qu'à *toute* commande \left doit absolument correspondre une commande \right. Cette contrainte est facile à oublier!

Il est possible d'imbriquer des paires de commandes les unes à l'intérieur des autres, pour autant que l'expression compte toujours autant de \left que de \right.

```
\left[
\int
\left(
    1 + \frac{x}{k}
\right) dx
\right]
```

► Les symboles ⟨*delim_g*⟩ et ⟨*delim_d*⟩ n'ont pas à former une paire logique; toute combinaison de délimiteurs est valide.

▶ Il arrive qu'un seul délimiteur soit nécessaire. Pour respecter la règle de la paire ci-dessus, on aura recours dans ce cas à un délimiteur *invisible* représenté par le caractère « . ».

```
f(x) = \begin{cases} \text{left} \\ \text{begin} \{ \text{aligned} \} \\ 1 - x, \& \text{quad} \ x < 1 \\ x - 1, \& \text{quad} \ x \setminus \text{geq} \ 1 \\ \text{end} \{ \text{aligned} \} \\ \text{right.} \end{cases}
```

(L'environnement aligned utilisé ci-dessus provient de **amsmath**.) On notera au passage que l'environnement cases de **amsmath** rend plus simple la réalisation de constructions comme celle ci-dessus.

▶ La règle de la paire est tout spécialement délicate dans les équations sur plusieurs lignes car elle s'applique à chaque ligne d'une équation. Par conséquent, si la paire de délimiteurs s'ouvre sur une ligne et se referme sur une autre, il faudra ajouter un délimiteur invisible à la fin de la première ligne ainsi qu'au début de la seconde.

```
\begin{align*} \ a \ &= \left( \ b + \frac{c}{d} \ \right. \\ &\phantom{=} \left. \ + \frac{e}{d} - f \ \right) \end{align*}
```

\Bigg

taille standard () [] {}
\big () [] {}
\Big () [] {}
\bigg () [] {}

TAB. 7.10 - Tailles des délimiteurs mathématiques

▶ Quand les choix de taille de délimiteurs de La raison ou pour une autre, on peut sélectionner leur taille avec les commandes \big, \Big, \bigg et \Bigg. Ces commandes s'utilisent comme \left et \right en les faisant immédiatement suivre d'un délimiteur. Le tableau 7.10 contient des exemples de délimiteurs pour chaque taille.

La section 14 de la documentation Z de amsmath traite de divers enjeux typographiques en lien avec les délimiteurs et on y introduit des nouvelles commandes pour contrôler leur taille. C'est une lecture suggérée.

amsldoc

Exemple 7.4. Le développement de la formule d'approximation de Simpson comporte plusieurs des éléments discutés jusqu'à maintenant :

$$\int_{a}^{b} f(x) dx \approx \sum_{j=0}^{n-1} \int_{x_{2j}}^{x_{2(j+1)}} f(x) dx$$

$$= \frac{h}{3} \sum_{j=0}^{n-1} \left[f(x_{2j}) + 4f(x_{2j+1}) + f(x_{2(j+1)}) \right]$$

$$= \frac{h}{3} \left[f(x_0) + \sum_{j=1}^{n-1} f(x_{2j}) + 4 \sum_{j=0}^{n-1} f(x_{2j+1}) + \sum_{j=0}^{n-1} f(x_{2j+1}) + f(x_{2n}) \right]$$

$$= \frac{h}{3} \left[f(a) + 2 \sum_{j=1}^{n-1} f(x_{2j}) + 4 \sum_{j=0}^{n-1} f(x_{2j+1}) + f(b) \right].$$

On compose ce bloc d'équations avec le code source ci-dessous.

```
\begin{align*}
 \int \int a^b f(x) dx
 \inf_{x_{2j}}^{x_{2j}} f(x) , dx \
 = \frac{h}{3} \sum_{j=0}^{n-1}
   \left[
   f(x_{2j}) + 4 f(x_{2j} + 1) + f(x_{2(j + 1)})
   \right] \\
 &= \frac{h}{3}
   \left[
   f(x_0) +
   \sum_{j=1}^{n-1} f(x_{2j}) +
   4 \sum_{j=0}^{n-1} f(x_{2j} + 1)
   \right. \\
 &\phantom{=} + \left.
   \sum_{j=0}^{n-2} f(x_{2(j+1)}) +
   f(x_{2n})
   \right] \\
 &= \frac{h}{3}
   \left[
   f(a) +
   2 \sum_{j=1}^{n-1} f(x_{2j}) +
   4 \sum_{j=0}^{n-1} f(x_{2j} + 1) +
   f(b)
   \right].
\end{align*}
```



De manière générale, il est déconseillé de scinder une suite d'équations entre deux pages. Le chargement du paquetage **amsmath** désactive d'ailleurs cette possibilité. Cependant, c'est parfois inévitable pour les longs blocs d'équations.

La commande \displaybreak, placée immédiatement avant \\ dans un environnement comme align permet d'indiquer à LATEX la possibilité d'insérer un saut de page après la ligne courante dans le bloc d'équations.

La commande accepte en argument optionnel un entier entre 0 et 4 indiquant à quel point un saut de page est désiré : \displaybreak[0] signifie « il est permis de changer de page ici » sans que ce ne soit obligatoire; \displaybreak[4] ou, de manière équivalente, \displaybreak force un saut de page.

À moins d'en être vraiment aux toutes dernières étapes d'édition d'un document, il est conseillé d'utiliser la commande \displaybreak avec parcimonie et avec un argument optionnel faible.

7.7 Caractères gras en mathématiques

Les caractères gras sont parfois utilisés en mathématiques, particulièrement pour représenter les vecteurs et les matrices :

$$Ax = b \Leftrightarrow x = A^{-1}b$$

Pourquoi consacrer une section spécialement à cette convention typographique? Parce que la création de symboles mathématiques en gras doit certainement figurer parmi les questions les plus fréquemment posées par les utilisateurs de ETFX... et que la réponse n'est pas unique!

La commande

\mathbf{\langle symbole \rangle}

place (*symbole*) en caractère gras en mode mathématique. C'est donc l'analogue de la commande \textbf du mode texte. Dans \textbf de base, la commande n'a toutefois un effet que sur les lettres latines et, parfois, les lettres grecques majuscules.

```
\theta \mathbf{\theta} + \Gamma \mathbf{\Gamma} \mathbf{+} \ A \mathbf{A} \end{a}
```

On remarquera aussi que \mathbf{A} produit une lettre majuscule droite plutôt qu'en italique.

La manière la plus standard et robuste d'obtenir des symboles mathématiques (autres que les lettres) en gras semble être, au moment d'écrire ces lignes, via la commande

```
\bm{\langle symbole \rangle}
```

fournie par le paquetage **bm** (Carlisle, 2014).

```
\theta \bm{\theta} + \Gamma \bm{\Gamma} \bm{+} \theta 	heta + \Gamma \Gamma + A 	heta A \bm{A}
```

Les utilisateurs de Xapateurs chargent normalement le paquetage **unicodemath** (Robertson et collab., 2017) pour sélectionner la police pour les mathématiques. Ce paquetage fournit la commande

```
\symbf{(symbole)}
```

pour placer un ⟨*symbole*⟩ mathématique en gras. Le paquetage offre différentes combinaisons de lettres latines et grecques droites ou italiques en gras selon la valeur de l'option bold-style; consulter la section 5 de la documentation .

unicode-math

```
% XeLaTeX + paquetage unicode-math % avec l'option bold-style=ISO \theta \symbf{\theta} + \Gamma \symbf{\Gamma} \symbf{+} A \symbf{A}
```

Si le gras est fréquemment utilisé dans un document pour une notation particulière, il est fortement recommandé de définir une nouvelle commande sémantique plutôt que d'utiliser à répétition l'une ou l'autre des commandes ci-dessus. Par exemple, si le gras est utilisé pour les vecteurs et matrices, on pourrait définir une nouvelle commande \mat en insérant dans le préambule du document

```
\newcommand[1]{\mat}{\bm{#1}}
```

^{3.} La définition de nouvelles commandes est couvert plus en détail au chapitre 9.

Exemple 7.5. Le paquetage **amsmath** fournit quelques environnements qui facilitent la mise en forme de matrices; ils diffèrent simplement par le type de délimiteur autour de la matrice.

Considérer le bloc d'équations suivant :

$$\mathbf{J}(\boldsymbol{\theta}) = \begin{bmatrix} \frac{\partial f_1(\boldsymbol{\theta})}{\partial \theta_1} & \frac{\partial f_1(\boldsymbol{\theta})}{\partial \theta_2} \\ \frac{\partial f_2(\boldsymbol{\theta})}{\partial \theta_1} & \frac{\partial f_2(\boldsymbol{\theta})}{\partial \theta_2} \end{bmatrix}$$
$$= \begin{bmatrix} \frac{\partial f_i(\boldsymbol{\theta})}{\partial \theta_j} \end{bmatrix}_{2 \times 2}, \quad i, j = 1, 2.$$

Le code pour composer ces équations est :

```
\begin{align*}
  \mat{J}(\mat{\theta})
  &=
  \begin{bmatrix}
    \dfrac{\partial f_1(\mat{\theta})}{\partial \theta_1} &
    \dfrac{\partial f_1(\mat{\theta})}{\partial \theta_2}
    \\[12pt] % augmenter l'espace entre les lignes
    \dfrac{\partial f_2(\mat{\theta}))}{\partial \theta_1} &
    \dfrac{\partial f_2(\mat{\theta}))}{\partial \theta_2}
    \end{bmatrix} \\
    &=
    \left[
    \frac{\partial f_i(\mat{\theta}))}{\partial \theta_j}
    \right]_{2 \times 2}, \quad i, j = 1, 2.
    \end{align*}
```

On remarquera l'utilisation de la commande \dfrac (section 7.3.2) pour composer des grandes fractions à l'intérieur des matrices. Nous avons également eu recours à la commande \mat ci-dessus.



Le paquetage **unicode-math** offre l'option ISO pour le traitement du gras dans les mathématiques. En fait, c'est toute la composition des mathématiques qui fait l'objet d'un standard ISO! Plusieurs prescriptions du standard — comme les noms de variables en italique — sont déjà prises en compte par $\text{ET}_{E}X$. Le respect de certaines autres règles est moins répandu, notamment celle qui veut que les constantes mathématiques dont la valeur de change pas (ce sont des constantes, après tout) soient représentées en police droite. On pense, par exemple, au nombre d'Euler e, au nombre imaginaire $i = \sqrt{-1}$. Même chose pour les opérateurs mathématiques, dont le d dans les dérivées et les intégrales. Voici un exemple d'intégrale composée avec ces règles :

$$\int_C \frac{\mathrm{e}^z}{z} \, \mathrm{d}z = 2\pi \mathrm{i}.$$

Pour en savoir plus sur l'utilisation du standard ISO dans ᡌᠯĒX, consulter Beccari (1997) ou, pour un sommaire rapide, l'entrée de blogue ☑ de Nick Higham.

7.8 Exercices

\nobreak

7.1 Utiliser le gabarit de document exercice_gabarit.tex pour reproduire le texte suivant :

La dérivée de la fonction composée $f \circ g(x) = f[g(x)]$ est $\{f[g(x)]\}' = f'[g(x)]g'(x)$. La dérivée seconde du produit des fonctions f et g est

$$[f(x)g(x)]'' = f''(x)g(x) + 2f'(x)g'(x) + f(x)g''(x).$$

7.2 Composer l'équation suivante avec l'environnement align*:

$$f(x+h, y+k) = f(x, y) + \left\{ \frac{\partial f(x, y)}{\partial x} h + \frac{\partial f(x, y)}{\partial y} k \right\}$$
$$+ \frac{1}{2} \left\{ \frac{\partial^2 f(x, y)}{\partial x^2} h^2 + \frac{\partial^2 f(x, y)}{\partial x \partial y} k h + \frac{\partial^2 f(x, y)}{\partial y^2} k^2 \right\}$$
$$+ \frac{1}{6} \{ \cdots \} + \cdots + \frac{1}{n!} \{ \cdots \} + R_n.$$

7.8. Exercices

Aligner les deuxième et troisième lignes de l'équation sur divers caractères de la première ligne afin que l'équation ne dépasse pas les marges du document.

7.3 Composer à l'aide de l'environnement cases (section 7.6) la définition de la fonction $\tilde{f}(x)$:

$$\tilde{f}(x) = \begin{cases} 0, & x \le c_0 \\ \frac{F_n(c_j) - F_n(c_{j-1})}{c_j - c_{j-1}} = \frac{n_j}{n(c_j - c_{j-1})}, & c_{j-1} < x \le c_j \\ 0, & x > c_r. \end{cases}$$

Il est nécessaire d'imposer la taille des fractions dans la seconde branche de la définition à l'aide des fonctions de la section 7.3.2.

- 7.4 Le fichier exercice_mathematiques.tex contient un exemple complet de développement mathématique. Étudier le contenu du fichier puis compiler celui-ci tel quel avec pdflateX ou XalateX. Effectuer ensuite les modifications suivantes.
 - a) Charger le paquetage **amsfonts** dans le préambule, puis remplacer \$R^+\$ par \$\mathbb{R}^+\$ à la ligne débutant par « Le domaine ».
 - b) Dans l'équation du Jacobien de la transformation, remplacer successivement l'environnement vmatrix par pmatrix, bmatrix, Bmatrix et Vmatrix. Observer l'effet sur les délimiteurs de la matrice.
 - c) Toujours dans la même matrice, composer successivement les deux fractions avec les commandes \frac, \tfrac et \dfrac. Observer le résultat.
 - d) Réduire l'espacement de part et d'autre du symbole ⇔ dans la seconde équation hors paragraphe.
 - e) À l'aide de la fonction Rechercher et remplacer de l'éditeur de texte, remplacer toutes les occurrences du symbole θ par λ .

8 Bibliographie et citations

La production de la bibliographie d'un ouvrage d'une certaine ampleur — qu'il s'agisse d'un article scientifique, d'un mémoire, d'une thèse — est une tâche d'une grande importance qui peut rapidement devenir laborieuse... lorsqu'elle n'est pas réalisée avec les outils appropriés.

L'ordinateur est bien meilleur qu'un humain pour accomplir certaines opérations propres à la production d'une bibliographie. Un auteur ne devrait se préoccuper que de colliger les informations bibliographiques, puis de sélectionner les ouvrages à citer. La machine peut ensuite se charger :

- d'inclure dans la bibliographie tous les ouvrages cités dans le document et seulement ceux-ci;
- de trier les entrées de la bibliographie;
- ▶ de composer les entrées de manière uniforme;
- ▶ de recommencer ces opérations autant de fois que nécessaire pour un même document ou pour chaque nouveau document.

Avec en main une base de données bibliographique, la création de la bibliographie devient une tâche triviale qui ne prend guère plus que les quelques secondes de compilation nécessaires pour la composer.

8.1 Quel système utiliser?

La gestion des citations et la composition d'une bibliographie sont des tâches hautement spécialisées. Comme la plupart des traitements de texte, LETEX les confie donc à des outils externes. Reste à savoir lequel de ces outils utiliser.

8.1.1 BIBTFX et natbib

Fort de plus de 25 années d'existence, BibTEX (Patasnik, 1988) est le système standard de traitement des bibliographies dans LATEX. Il est stable et

prévisible — ce que certains considéreraient des bogues passent pour des caractéristiques — et, surtout, il existe un vaste catalogue de références bibliographiques en format BIBTEX. C'est généralement le seul format accepté par les revues scientifiques. Non qu'il s'agisse d'un argument massue, mais même Wikipedia, dans les rubriques « Citer cette page », et la Bibliothèque de l'Université Laval, dans les pages de notices bibliographiques, offrent les citations en format BIBTEX.

BIBT_EX est principalement un système de tri d'entrées bibliographiques et d'interface avec la base de données. La présentation des citations et de la bibliographie relève d'un *style*. Les styles standards sont plain, unsrt, alpha et abbrv; nous y reviendrons à la section 8.4.

Fonctionnant de pair — et exclusivement — avec BibTeX, **natbib** (Daly, 2010) est un paquetage qui fournit des styles et des commandes pour composer des bibliographies dans le format auteur-année fréquemment utilisé dans les sciences naturelles et sociales ¹. Le paquetage est également compatible avec les styles de citation standards mentionnés ci-dessus.

Parce qu'il est flexible et qu'il rend facile de produire des extensions compatibles, **natbib** est en quelque sorte devenu un standard *de facto* pour la composition des bibliographies. D'ailleurs, la classe ulthese pour les thèses et mémoires de l'Université Laval charge par défaut le paquetage.

Il existe plusieurs autres paquetages pour rencontrer des exigences particulières avec BibTeX: bibliographies multiples, bibliographies par chapitre, etc. Mori (2009) en offre un bon survol. Consulter aussi la section *Bibliographies and citations* de la formidable *UK List of TeX Frequently Asked Questions* .

letterfaq

8.1.2 Biber et biblatex

Au moment d'écrire ces lignes, un nouveau système de traitement des bibliographies dans La est en émergence. Il est formé du moteur de traitement Biber (Kline et Charette, 2015) et du paquetage **biblatex** (Lehman, 2015). Ensemble, ils visent tout à la fois à remplacer l'infrastructure bâtie autour de BIBTEX et à proposer des fonctionnalités additionnelles. Citons le support natif des caractères UTF-8 et de nombreux modes de citation, dont le mode auteur-titre populaire en sciences humaines.

Le duo Biber-**biblatex** bénéficie d'un développement récent en phase avec les technologies et les préoccupations actuelles. Certains enjoignent aux débutants de sauter dans ce train. Difficile, cependant, de dire si ce système

^{1.} C'est le style utilisé dans le présent document.

saura s'établir comme nouveau standard, surtout compte tenu de la masse de matériel disponible pour BibT_EX.

Pour de l'information additionnelle, consulter cette entrée d' du site TEX-LETEX Stack Exchange qui fournit un excellent sommaire des mérites et des inconvénients respectifs des deux systèmes de traitement de bibliographie.

En l'absence d'un consensus clair, nous avons choisi de traiter dans ce chapitre à la fois du système le plus répandu et de celui avec lequel nous sommes le plus familier, soit la combinaison BIBT_FX et **natbib**.

8.1.3 EndNote

EndNote est un logiciel commercial de gestion bibliographique très répandu dans certaines disciplines scientifiques. Il n'est donc pas rare que les nouveaux utilisateurs de LETEX demandent : « puis-je utiliser EndNote pour ma bibliographie? » La réponse courte est « Non », car LETEX ne peut traiter directement les données bibliographiques de EndNote. La réponse plus longue est « Oui, indirectement », car EndNote possède un filtre pour exporter ses données en format BibTEX.

Il est hors de la portée de ce document de traiter de la conversion des données bibliographiques de EndNote. Une simple recherche dans Internet sur « EndNote BibTeX » devrait fournir toute l'information nécessaire pour réaliser la conversion.

8.2 Processus de création d'une bibliographie

La création d'une bibliographie compte plusieurs étapes. Nous les présentons ici afin d'en avoir une vue d'ensemble avant d'aborder les détails dans les sections suivantes.

- 1. Construire une ou plusieurs bases de données contenant les informations bibliographiques. On utilise les mêmes bases de données pour tous ses documents. Par conséquent, le temps consacré à cette étape s'amenuise au fur et à mesure que l'on complète ses bases de données.
- 2. Choisir un style de citation et de présentation de la bibliographie, généralement en se conformant aux us et coutumes dans sa discipline scientifique ou aux instructions d'un éditeur.
- 3. Insérer dans le texte de son document des références à des ouvrages se trouvant dans ses bases de données bibliographiques.

4. Insérer dans le code source du document les informations relatives au style de bibliographie et aux bases de données à utiliser, puis composer les références et la bibliographie avec BIBT_FX.

8.3 Création d'une base de données

Il est tout à fait possible de citer des références et de construire une bibliographie avec La sans avoir recours à une base de données bibliographiques et à BIBTEX pour traiter celles-ci. Nous recommandons toutefois fortement d'adopter cette approche. L'investissement requis en temps et en efforts demeure relativement faible, surtout au regard des avantages :

- ▶ on entre les informations dans une base de données une seule fois pour ensuite les utiliser à répétition;
- ▶ le traitement automatisé des informations assure une présentation uniforme de celles-ci;
- ▶ on peut changer le style de présentation de la bibliographie sans pour autant toucher aux informations bibliographiques.

La base de données n'est en fait qu'un simple fichier texte dans lequel sont regroupées dans un format précis les informations bibliographiques. Le nom du fichier doit nécessairement comporter l'extension .bib.

La base de données est composée d'entrées de divers *types* : livre, article scientifique, thèse, etc. Chaque entrée comporte un certain nombre de *champs* : titre, nom de l'auteur, date de publication, etc. Pour un type d'entrée donné, certains champs sont obligatoires, d'autres optionnels et d'autres simplement ignorés ou inactifs.

La structure générale d'une entrée de base de données est la suivante :

Ci-dessus, $\langle cl\acute{e} \rangle$ est un identifiant arbitraire, mais unique — et idéalement mnémonique — de l'entrée. C'est cette clé qui sera utilisée pour faire référence à l'entrée dans le code source du document.

Il est beaucoup plus facile de comprendre ce dont il est question ici par le biais d'exemples. Des commentaires et précisions additionnels sur la préparation des entrées bibliographiques suivent l'exemple 8.1. **Exemple 8.1.** On trouvera ci-dessous les entrées bibliographiques d'un livre (Kopka et Daly, 2003), d'un article scientifique (Mori, 2009) et d'un manuel générique, en l'occurrence la documentation d'un paquetage (Daly, 2010). Pour faciliter la comparaison, chaque entrée est immédiatement suivie du texte de la notice tel qu'il apparait dans la bibliographie du présent ouvrage.

```
@Book{Kopka:latex:4e,
   author = {Kopka, Helmut and Daly, Patrick W.},
   title = {Guide to {\LaTeX}},
   publisher = {Addison-Wesley},
   year = 2003,
   edition = 4,
   isbn = {978-032117385-0},
   language = {english}}
```

Kopka, H. et P. W. Daly. 2003, *Guide to \LaTeX*, $4^{\rm e}$ éd., Addison-Wesley, ISBN 978-032117385-0.

```
@Article{Mori:bibliographies:2009,
   author = {Lapo F. Mori},
   title = {Managing bibliographies with {\LaTeX}},
   journal = {{TUG}boat},
   year = 2009,
   volume = 30,
   number = 1,
   pages = {36-48},
   url = {https://www.tug.org/TUGboat/tb30-1/tb94mori.pdf},
   language = {english}}
```

Mori, L. F. 2009, «Managing bibliographies with \LaTeX , TUGboat, vol. 30, n^o 1, p. 36-48. URL https://www.tug.org/TUGboat/tb30-1/tb94mori.pdf.

```
@Manual{natbib,
  author = {Patrick W. Daly},
  title = {Natural Sciences Citations and References},
  year = 2010,
```

```
url = {https://www.ctan.org/pkg/natbib/},
language = {english}}
```

Daly, P. W. 2010, *Natural Sciences Citations and References*. URL https://www.ctan.org/pkg/natbib/.

► Les types d'entrée bibliographique dans l'exemple ci-dessus sont Book, Article et Manual². On remarquera que les champs utilisés sont différents d'un type à un autre.

On trouvera la liste de tous les types d'entrée et des champs obligatoires et optionnels pour chacun dans, entre autres, Wikipedia , la documentation de BibTeX u ou la plupart des bons ouvrages de référence (comme Kopka et Daly, 2003).

- ► On entre le nom d'un auteur soit sous la forme {Prénom Nom}, soit sous la forme {Nom, Prénom}. La seconde forme est surtout utile pour distinguer explicitement le nom du prénom, par exemple dans le cas de prénoms ou de noms multiples.
- ► Lorsqu'un ouvrage compte plusieurs auteurs, on distingue ceux-ci en séparant le nom complet de *chacun* des auteurs par le mot-clé and.
- ▶ BibTEX gère automatiquement les hauts et bas de casse (majuscules et minuscules), en particulier dans les titres d'ouvrages. Pour préserver une casse particulière, il suffit de placer les lettres entre accolades.

 Par exemple, dans la seconde entrée de l'exemple 8.1, le titre du journal TUGboat est inscrit sous la forme {{TUG}boat} pour éviter que BibTEX ne le transforme en « Tugboat ».
- ▶ Les champs isbn, url et quelques autres (Daly, 2010, section 2.8) sont fournis par le paquetage **natbib**. Même si ces champs ne devaient pas s'afficher dans la bibliographie pour le style choisi, c'est une bonne idée d'insérer les informations dans la base de données pour référence future.
- ► Le champ language, introduit par **babel**, permet de préciser la langue de l'entrée bibliographique. La césure de mots et la composition de certains éléments seront ainsi adaptées en conséquence.

btxdoc

^{2.} Les identifiants des types d'entrée et des champs sont insensibles à la casse. Par exemple, on pourrait tout aussi bien débuter une entrée par @Manual, @manual ou @MANUAL.

Par exemple, si l'entrée d'un document comporte le champ edition = 2, sa fiche bibliographique contiendra la mention « 2^e édition » ou « 2nd edition » selon que l'on a précisé que l'ouvrage est en français ou en anglais.

▶ BIBTEX supporte les lettres accentuées ou autres caractères spéciaux dans le texte des champs seulement si le document utilisant la bibliographie supporte lui-même ces caractères; voir la section 2.10. Autrement, il faut entrer les caractères spéciaux avec les commandes LETEX de base tel qu'expliqué sommairement à la section 2.9.

Notre recommandation : éviter les lettres accentuées dans les entrées susceptibles d'être utilisées dans un document entièrement en anglais.



Entretenir une base de données bibliographiques unique peut rapidement devenir pénible quand le nombre d'entrée devient grand.

Mieux vaut alors scinder ses références dans plusieurs fichiers par thématique, un peu comme dans une bibliothèque : droit, finance, informatique, mathématiques, etc.

On nommera ensuite les fichiers du nom de la thématique : droit.bib, finance.bib, informatique.bib, etc.

8.4 Style des citations et de la bibliographie

Il existe plusieurs manières différentes de présenter une bibliographie et LETEX sait s'adapter. Le format général de la bibliographie est contrôlé par un *style* choisi avec la commande \bibliographystyle. Le style affecte habituellement deux composantes de la bibliographie :

- 1. le mode de citation dans le texte (numérique, alphanumérique, auteurannée, etc.);
- 2. la présentation des notices bibliographiques (ordre des éléments, ponctuation, mise en forme des caractères, etc.).

On trouvera des exemples de quelques styles de bibliographie dans le tableau 8.1.

Les styles standards de Łata sont plain, unsrt, alpha et abbrv. Ces styles ont été développés pour des modes de citation numériques ou alphanumériques.

Pour plus de flexibilité, nous recommandons d'utiliser le paquetage **natbib** pour la gestion des références et du style de la bibliographie. Entre autres

TAB. 8.1 – Quelques styles de bibliographie et leur effet sur le mode de citation et le format des notices bibliographiques

Styles standards numériques et alphanumériques

style	mode de citation	format de notice
plain	Un bon ouvrage de référence est [1]	[1] Helmut Kopka and Patrick W. Daly. <i>Guide to LATEX</i> . Addison-Wesley, 4 edition, 2003.
plain-fr	Un bon ouvrage de référence est [1]	[1] Helmut KOPKA et Patrick W. DALY: <i>Guide to LATEX</i> . Addison-Wesley, 4 édition, 2003.
alpha-fr	Un bon ouvrage de référence est [KDo3]	[KDo3] Helmut KOPKA et Patrick W. DALY: <i>Guide to LATEX</i> . Addison-Wesley, 4 édition, 2003.

Styles auteur-année avec natbib

style	mode de citation	format de notice
plainnat- fr	Un bon ouvrage de référence est Kopka et Daly (2003)	Helmut KOPKA et Patrick W. DALY: <i>Guide to LAT_EX</i> . Addison-Wesley, 4 édition, 2003.
francais	Un bon ouvrage de référence est Kopka et Daly (2003)	Kopka, H. et P. W. Daly. 2003. Guide to ET_EX , 4^e éd., Addison-Wesley.

choses, ce paquetage supporte le style de citation auteur-année fréquemment employé en sciences naturelles et sociales, plusieurs commandes de citation, un grand nombre de styles de bibliographie, ainsi que des entrées spécifiques pour les numéros ISBN et les URL. Le paquetage fournit des styles plainnat, unsrtnat et abbrvnat similaires aux styles standards, mais plus complets. Il existe des versions francisées \Box de ces styles dans CTAN et dans $T_{E\!X}$ Live. Il est fortement recommandé de consulter la documentation \Box de natbib pour les détails. On y trouvera également des informations sur l'utilisation de styles de citation autres que auteur-année.

natbib

Également dans CTAN et dans TEX Live, le paquetage **francais-bst** (Goulet, 2013) fournit deux feuilles de style compatibles avec **natbib** permettant de composer des bibliographies auteur-année respectant les normes de typographie française proposées dans Malo (1996); voir le dernier exemple du tableau 8.1.

ulthese

En terminant, notons que la plupart des journaux scientifiques et des maisons d'édition ont leur propre style que les auteurs sont tenus d'utiliser. En ce qui a trait aux thèses et mémoires de l'Université Laval, la Faculté des études supérieures et postdoctorales n'impose aucun style de bibliographie particulier. Nous recommandons d'utiliser le style usuel dans sa discipline scientifique.

8.5 Insertion de références dans le texte

La raison première d'une bibliographie, c'est évidemment d'y colliger les informations relatives aux ouvrages auxquels un document fait référence. Avant de penser créer une bibliographie, il faut donc savoir comment insérer des références dans le texte.

La commande de base pour insérer une référence au fil du texte dans LATEX est

```
\cite{⟨clé⟩}
```

L'effet de la commande est double :

- 1. insérer une référence comme « Mori (2009) » dans le texte;
- 2. ajouter le document dans la bibliographie.

En somme, outre la phase de compilation qui fait l'objet de la section suivante, c'est tout ce qu'il y a à faire pour construire sa bibliographie.

Avec natbib, on utilisera plutôt les commandes

```
\citet{\langle cl\acute{e}\rangle} \citep{\langle cl\acute{e}\rangle}
```

Dans le style de citation auteur-année, ces commandes permettent respectivement d'insérer une référence au fil de la phrase ou en aparté :

```
\citet{Mori:bibliographies:2009} Mori (2009), en offre un bon survol.
```

```
TUGboat a publié un bon survol 
\citep{Mori:bibliographies:2009}. (Mori, 2009).
```

On ne devrait *jamais* entrer directement dans le texte des informations bibliographiques, même partielles. Pour insérer dans le texte le nom d'un auteur ou l'année de publication d'un ouvrage, **natbib** offre les commandes :

```
\citeauthor{⟨clé⟩}
\citeyear{⟨clé⟩}
```

Avec ces commandes, pas de risque de mal orthographier un nom par inadvertance, ou d'oublier de modifier dans le texte une année de publication que l'on aura changé dans la base de données bibliographique.

Le paquetage fournit plusieurs autres commandes pour manipuler les informations bibliographiques et contrôler leur présentation; consulter la documentation 🗹 de natbib.

Il arrive que l'on souhaite inclure dans la bibliographie un ou plusieurs documents qui ne sont pas cités dans le texte. Pour ce faire, insérer dans le corps du document la commande

```
\nocite{\langle cl\(\elline{1}\), cl\(\elline{2}\),...\\)}
```

où $\langle cl\acute{e}1 \rangle$, $\langle cl\acute{e}2 \rangle$, ..., sont les clés des documents à inclure dans la bibliographie.

Le paquetage **hyperref** fait automatiquement d'une référence bibliographique un hyperlien vers l'entrée dans la bibliographie. C'est le cas dans le présent document. Or, il peut arriver que l'hyperlien soit superflu ou indésirable. Pour le supprimer pour une référence particulière, utiliser l'environnement NoHyper:

```
\begin{NoHyper} \citet{\langle cl\(e'\)} \end{NoHyper}
```

8.6 Composition de la bibliographie

Les commandes de la section précédente servent à indiquer à LATEX les ouvrages à inclure dans la bibliographie. C'est toutefois l'outil externe BIBTEX qui se chargera de fournir à LATEX le texte des références ainsi que le contenu de la bibliographie.

À la section 1.3, nous avons représenté schématiquement comme suit le processus de création d'un document avec pdf La Valle Xalla va Xalla va Valle Va



natbib

Pour créer ou mettre à jour la bibliographie, il s'ajoute au processus une étape de compilation du document avec BibTeX :



Plus en détails, le processus de préparation d'un document comprenant une bibliographie est le suivant.

- 1. Composer le texte et y insérer des références avec les commandes de la section précédente.
- 2. Ajouter dans le préambule ou près de la commande \bibliography cidessous la commande

\bibliographystyle{\langle style \rangle}

où \(\style\) est un nom de style bibliographique.

3. Ajouter dans le texte la commande

```
\bibliography{\langle base_donnees1\rangle, \langle base_donnees2\rangle, \ldots\rangle
```

à l'endroit où l'on veut qu'apparaisse la bibliographie (généralement à la fin du document). Les arguments (*base_donnees1*), (*base_donnees2*), séparés par des virgules, sont les noms (sans l'extension .bib) des fichiers de données bibliographiques.

- 4. Compiler le document une première fois avec un moteur T_EX afin que L^AT_EX détecte les ouvrages à insérer dans la bibliographie. À cette étape, les références dans le texte apparaissent sous forme d'un point d'interrogation «? ».
- 5. Compiler le document avec BIBT_EX afin de préparer le texte des références et composer la bibliographie.
- 6. Compiler à nouveau le document au moins deux fois avec un moteur T_EX afin d'y insérer d'abord la bibliographie, puis le texte des références.

Il faut répéter les étapes 4-6 chaque fois qu'une nouvelle référence est ajoutée dans le document ou que l'entrée bibliographique est modifiée. Autrement, tant que la bibliographie demeure inchangée, une compilation standard avec seulement le moteur T_EX suffit.

Exemple 8.2. La figure 8.1 présente le contenu d'un fichier de base de données bibliographiques et le fichier source d'un document simple contenant des références et une bibliographie.

- ▶ Le document utilise le mode de citation auteur-année de **natbib**.
- ▶ La présence du paquetage **fontspec** dans le préambule indique que le document doit être compilé avec XqET_EX. Cela fait en sorte que les lettres accentuées sont automatiquement supportées tant dans le texte que dans les entrées de la bibliographie.
- ► Le paquetage **babel** est activé avec l'anglais et le français, les deux langues utilisées dans la bibliographie. Nommé en dernier dans les options de chargement de la classe, le français est la langue par défaut du document.

Ces fichiers en main, les étapes de composition 1–3 sont complétées. La figure 8.2 présente la zone de texte principale du document après l'étape 4, puis après chacune des deux compilations de l'étape 6.



Aux toutes dernières étapes avant de rendre un document, s'assurer d'exécuter BIBTEX une dernière fois et de compiler avec pdfETEX ou XTETEX au moins deux fois. Le journal de la compilation (*log file*) ne devrait pas rapporter de références manquantes (*undefined references*).

Les logiciels intégrés de rédaction offrent généralement des raccourcis pour exécuter la compilation avec BibT_FX.

- ▶ Dans TeXShop, on sélectionne un autre programme dans le menu à côté du bouton « Composition ».
- Dans Texmaker, on choisit le programme approprié dans le menu de composition rapide.
- ▶ Dans GNU Emacs, on choisit BibTeX dans le menu Command ou après avoir lancé la commande TeX-command-master avec C-c.

La figure 8.3 présente les deux premières interfaces.

On trouvera des informations additionnelles, notamment sur des sources de données bibliographiques et des outils de gestion des bases de données, dans la section Gestion de la bibliographie 🗹 de Wikilivres.

8.7 Exercices

\nobreak

8.1 Composer des entrées de base de données pour les références bibliographiques suivantes.

8.7. Exercices

exemple-bibliographie.bib

```
@Book{Kopka:latex:4e,
                 {Kopka, Helmut and Daly, Patrick W.},
 author =
 title =
                 {Guide to {\LaTeX}},
                 {Addison-Wesley},
 publisher =
                 2003,
 year =
  edition =
                 4,
                 {978-0321173850},
  isbn =
  language =
                 {english}}
@Book{Malo:1996,
 author =
                 {Malo, M.},
 title =
                 {Guide de la communication écrite au cégep,
                 à l'université et en entreprise},
                 {Québec Amérique},
  publisher =
                 1996.
  vear =
  language =
                 {french}}
```

exemple-bibliographie.tex

```
\documentclass[11pt,english,french]{article}
  \usepackage{fontspec}
  \usepackage{natbib}
  \usepackage{babel}

  \bibliographystyle{francais}

\begin{document}

Nous recommandons \citet{Kopka:latex:4e} comme ouvrage de référence sur {\LaTeX}.

La bibliographie est mise en forme selon des normes de typographie française \citep{Malo:1996}.

\bibliography{exemple-bibliographie}

\end{document}
```

FIG. 8.1 – Code source d'un fichier de base de données (haut) et d'un document simple (bas)

xelatex

Nous recommandons ? comme ouvrage de référence sur LATEX. La bibliographie est mise en forme selon des normes de typographie française (?).

xelatex → bibtex → xelatex

Nous recommandons? comme ouvrage de référence sur LATEX.

La bibliographie est mise en forme selon des normes de typographie française (?).

Références

Kopka, H. et P. W. Daly. 2003, Guide to \LaTeX X, 4e éd., Addison-Wesley, ISBN 978-0321173850.

Malo, M. 1996, Guide de la communication écrite au cégep, à l'université et en entreprise, Québec Amérique.

xelatex → bibtex → xelatex → xelatex

Nous recommandons Kopka et Daly (2003) comme ouvrage de référence sur LATEX.

La bibliographie est mise en forme selon des normes de typographie française (Malo, 1996).

Références

Kopka, H. et P. W. Daly. 2003, *Guide to L⁴TEX*, 4e éd., Addison-Wesley, ISBN 978-0321173850.

Malo, M. 1996, Guide de la communication écrite au cégep, à l'université et en entreprise, Québec Amérique.

FIG. 8.2 – Zone de texte du document aux diverses étapes de la compilation des fichiers de la figure 8.1 avec X-M-TeX et BIBTEX

8.7. Exercices





FIG. 8.3 – Interfaces de sélection du programme BIBT_EX dans TeXShop (à gauche) et Texmaker (à droite)

a) Mittelbach, F. 2014b, «How to influence the position of float environments like figure and table in ETEX?», *TUGboat*, vol. 35, n° 3, p. 258–254

Astuce : cette entrée est un article tiré d'une revue scientifique.

- b) Wilson, P. 2016, *The Memoir Class for Configurable Typesetting*, 8e éd., The Herries Press. URL https://www.ctan.org/pkg/memoir/, maintained by Lars Madsen
 - Astuces : traiter cette entrée comme un livre et utiliser le champ note pour consigner la remarque qui se trouve à la fin de la notice.
- c) Van Zandt, T., D. Girou et H. Voß. 2014, *PSTricks PostScript Macros for Generic T_EX*. URL https://www.ctan.org/pkg/pstricks-base/ *Astuces*: utiliser le type de document Manual; attention à la casse de certains mots; on obtient le symbole ß avec la commande \ss.
- **8.2** Utiliser pour cet exercice le fichier exercice_gabarit.tex ainsi que la base de données bibliographique crée à l'exercice précédent.
 - a) Créer un document simple comprenant des références à une ou plusieurs des entrées bibliographiques de l'exercice précédent. Compiler le document en suivant les étapes mentionnées à la section 8.6 en utilisant tour à tour les styles par défaut plain, unsrt, alpha et abbrv.
 - b) Charger dans le document le paquetage **natbib** (avant **babel**) et utiliser le style de bibliographie francais fourni par **francais-bst** (installé par défaut dans T_EX Live). Recompiler le document et observer les différences par rapport aux documents produit en a).
- **8.3** À partir d'un gabarit fourni avec la classe ulthese, produire un document simple contenant une bibliographie.

9 Commandes et environnements définis par l'usager

ET_EX est un ensemble de macro-commandes conçu pour faciliter l'utilisation du système T_EX. Dès lors, il est assez naturel de permettre à l'usager de définir à son tour ses propres commandes. Il suffit généralement d'avoir rédigé quelques documents — ou quelques chapitres d'un long document — avec ET_EX pour réaliser combien cette possibilité est de nature à faciliter le travail.

La définition de nouvelles commandes et de nouveaux environnements peut servir à créer des extensions à ET_{EX} — c'est d'ailleurs ce que font plusieurs paquetages. Cependant, en usage courant, on fera principalement appel à ces fonctionnalités pour l'une ou l'autre des trois raisons suivantes :

- 1. créer des raccourcis pour de longues commandes utilisées fréquemment;
- 2. créer des commandes sémantiques afin d'uniformiser la présentation du texte;
- 3. modifier le comportement de commandes existantes car il est également possible de redéfinir une commande existante.

Exemple 9.1. Nous avons créé ou modifié des commandes pour chacune des raisons ci-dessus dans la préparation du présent document.

- Une nouvelle commande \doc facilite et systématise l'insertion de liens vers la documentation. D'un seul appel, elle crée un hyperlien dans le texte suivi de l'icône

 de et elle ajoute le nom du fichier de documentation dans la marge précédé de l'icône

 .
- 2. Une nouvelle commande sémantique \pkg sert pour la mise en forme des noms de paquetages. Ainsi, leur présentation est toujours la même et si nous souhaitons en changer, il suffit de modifier la définition de la commande.

3. La redéfinition de la commande \chaptitlefont de la classe memoir permet de modifier la police et la mise en forme des titres de chapitres.

Nous reviendrons sur les détails de ces exemples dans la suite du chapitre.

9.1 Nouvelles commandes

Les commandes \newcommand et \renewcommand permettent respectivement de définir une nouvelle commande et de redéfinir une commande existante — c'est-à-dire d'en modifier la définition. On place généralement les appels à ces commandes dans le préambule du document.

9.1.1 Commandes sans arguments

Certaines commandes ne requièrent pas d'argument; pensons à \LaTeX ou \bfseries. Ce sont les commandes les plus simples à créer. La syntaxe des commandes \newcommand et \renewcommand pour de tels cas est la suivante :

```
\newcommand{\\nom_commande\}{\définition\}
\renewcommand{\\nom_commande\}{\définition\}
```

Le premier argument, \(\(nom_commande \)\, est le nom de la commande, avec le symbole \. Ce nom doit être différent de celui de toute commande active \(^1\) dans le document dans le cas de \(^newcommand. À l'inverse, une commande active doit nécessairement porter le même nom lorsque l'on fait appel à \(^renewcommand.

Le second argument, $\langle définition \rangle$, contient la définition de la commande. Il peut s'agir de caractères à insérer dans le texte, de commandes à exécuter ou d'une combinaison de tout cela.

Exemple 9.2. La commande \mathbb, présentée à la section 7.4.2, permet de créer une lettre majuscule ajourée pour représenter un ensemble de nombres en mathématiques. Plutôt que de l'utiliser à divers endroits dans un document, il est préférable de définir une commande sémantique comme \R pour représenter l'ensemble des nombres réels :

```
\newcommand{\R}{\mathbb{R}}
```

^{1.} Les commandes actives dans un document sont les commandes de base de T_EX et ET_EX ainsi que les commandes de tous les paquetages chargés dans le préambule.

Ainsi, si l'on souhaite pour une raison quelconque modifier la représentation de l'ensemble des nombres réels, il suffit de modifier la définition de la commande \R pour que le changement prenne effet dans tout le document. \Box

Exemple 9.3. Tel que mentionné à l'exemple 9.1, nous avons modifié la police des titres de chapitres dans le présent document en redéfinissant la commande \chaptitlefont de la classe memoir. Pour obtenir des titres de chapitres sans empattements, en caractères gras, de dimension \Huge et alignés à gauche, on trouve dans le préambule du document la déclaration

```
\renewcommand{\chaptitlefont} {\normalfont%
  \sffamily\bfseries\Huge\raggedright}
```

9.1.2 Commandes avec arguments

Les commandes \newcommand et \renewcommand ont d'autres tours dans leur sac. Leur syntaxe étendue permet également de définir ou de redéfinir des commandes acceptant un ou plusieurs arguments :

Le nouvel argument $\langle narg \rangle$ est un nombre entre 1 et 9 spécifiant le nombre d'arguments de la commande. La $\langle définition \rangle$ de la commande doit alors contenir des jetons #1, #2, ... pour identifier les endroits où les arguments 1, 2, ... doivent apparaitre.

Exemple 9.4. La nouvelle commande \pkg mentionnée à l'exemple 9.1 affiche les noms de paquetages en caractères gras. La commande prend en argument le nom du paquetage. Sa définition est donc

```
\newcommand{\pkg}[1]{\textbf{#1}}
```

Il s'agit encore d'une commande sémantique permettant de changer aisément la mise en forme en modifiant une seule définition dans le préambule du document.

Exemple 9.5. La commande \doc mentionnée à l'exemple 9.1 requiert trois arguments :

- 1. le texte de l'hyperlien qui sera placé au fil du texte;
- 2. le nom du fichier de documentation à placer dans la marge dans une police non proportionnelle;

3. l'URL vers le fichier de documentation en ligne.

Voici une version simplifiée de la définition de la commande :

```
\newcommand{\doc}[3]{%
\href{#3}{#1~\raisebox{-0.2ex}{\faExternalLink}}%
\marginpar{\faBookmark~\texttt{#2}}}
```

La commande \href qui permet d'insérer un hyperlien dans le texte provient du paquetage **hyperref** (Rahtz et Oberdiek, 2017). Les commandes \faExternalLink et \faBookmark proviennent du paquetage **fontawesome** (Danaux et Gandy, 2015); elles insèrent dans le texte des icônes de la police libre Font Awesome [2].

Avec la définition ci-dessus, la déclaration

```
\doc{documentation}{hyperref}{%
  http://texdoc.net/pkg/hyperref}
```

hyperref

produit : documentation

9.2 Nouveaux environnements

Tel que mentionné en introduction du chapitre, $\[mathbb{E}\]$ permet également à l'utilisateur de définir ou de modifier des environnements. La mécanique est similaire à celle de la définition de commandes, sauf qu'un environnement compte trois parties : le début, marqué par la déclaration \begin{\lambda...\rangle} et, parfois, des commandes de configuration de l'environnement; le contenu en tant que tel; la fin, marquée par la déclaration \end{\lambda...\rangle}.

On crée ou modifie des environnements avec les commandes

```
\newenvironment{\langle nom_env\rangle} \langle \langl
```

Les nombreux arguments sont les suivants :

 $\langle nom_env \rangle$ nom de l'environnement à créer ou à modifier. Il est fortement recommandé de ne pas modifier les environnements de base de MTEX;

 (narg) un nombre entre 1 et 9 représentant le nombre d'arguments de l'environnement, lorsqu'il y en a. Les arguments sont utilisés de la même manière que dans les définitions de commandes;

 $\langle d\acute{e}but_d\acute{e}f \rangle$ commandes et texte à insérer au début de l'environnement, lors de l'appel $\langle nom_env \rangle$. C'est dans ce bloc que

9.3. Exercices

doivent se trouver les jetons #1, ..., $\#\langle narg \rangle$ lorsque l'environnement a des arguments.

 $\langle fin_d\acute{e}f \rangle$ commandes et texte à insérer à la fin de l'environnement, lors de l'appel $\langle nom_env \rangle$.

Exemple 9.6. On souhaite composer les citations hors paragraphe de la manière suivante :

Texte en italique, dans une police de taille inférieure au texte normal et en retrait des marges gauche et droite.

Ceci est simple à réaliser en se basant sur l'environnement standard quote et en modifiant les attributs de police :

```
\begin{quote}
 \small\itshape%
 Texte en italique...
 \end{quote}
```

Pour automatiquement composer toutes les citations de la même manière, il suffit de créer un nouvel environnement citation :

```
\newenvironment{citation}%
  {\begin{quote}\small\itshape}%
  {\end{quote}}
```

Le bloc de code ci-dessus peut ensuite être remplacé par

```
\begin{citation}
Texte en italique...
\end{citation}
```



N'hésitez pas à créer des nouvelles commandes et des nouveaux environnements dès lors qu'une mise en forme particulière revient plus d'une ou deux fois dans un document.

9.3 Exercices

\nobreak

9.1 Certains auteurs composent les sigles et les acronymes ² en petites capitales, avec ou sans les points : C.Q.F.D., NASA.

^{2.} Un sigle est une abréviation formée par une suite de lettres qui sont les initiales d'un groupe de mots. Un acronyme est un sigle qui se prononce comme un mot ordinaire.

- a) Créer une commande \NASA qui insère l'acronyme NASA dans le texte.
 Rappelons que l'on compose du texte en petites capitales avec la commande \textsc.
- b) Créer une commande plus générale \sigle qui affiche son argument en petites capitales. La commande devra convertir l'argument en minuscules avec \MakeLowercase afin que le résultat soit toujours le même peu importe la casse utilisée dans le code. Ainsi, \sigle{nasa}, \sigle{Nasa} et \sigle{NASA} donneront toujours NASA.
- c) Après avoir utilisé la commande \sigle à quelques reprises dans un document, modifier sa définition pour plutôt composer les sigles en majuscules.

Utiliser le gabarit de document exercice_gabarit.tex pour créer et tester les commandes ci-dessus.

9.2 Nous n'avons pas abordé dans le chapitre une fonctionnalité plus avancée de \newcommand et \renewcommand, soit celle de pouvoir définir des commandes dont un argument est optionnel ou, plus précisément, de donner une valeur par défaut à un argument.

La syntaxe réellement complète de \newcommand et \renewcommand est la suivante :

L'argument additionnel $\langle option \rangle$ contient la valeur par défaut du *premier* argument de $\langle nom_commande \rangle$. Dès lors, la commande ne compte plus $\langle narg \rangle$ arguments obligatoires, mais bien $\langle narg \rangle - 1$ arguments obligatoires et un optionnel.

Modifier la définition de la commande \doc de l'exemple 9.5 pour que « documentation » soit le texte par défaut de l'hyperlien qui est placé au fil du texte.

9.3 Modifier l'environnement citation de l'exemple 9.6 afin de composer les citations hors paragraphe comme suit :

La citation est toujours en retrait des marges gauche et droite, mais également surmontée et suivie de filets horizontaux. Le texte est en police de taille \small, droite et sans empattements.

Astuce : utiliser un tableau pleine largeur à l'intérieur de l'environnement quote pour disposer le texte et créer les filets horizontaux.

10 Trucs et astuces divers

En clôture de l'ouvrage, ce chapitre traite de différents sujets que même une personne débutant avec La voudra assez rapidement aborder, comme le contrôle des sauts de ligne et des sauts de page, la modification de la police du document, l'utilisation de la couleur ou l'insertion d'hyperliens dans le fichier de sortie PDF. Nous offrons également de courtes introductions à des usages plus spécialisés de La comme la mise en page de code informatique, la production de diapositives ou la programmation lettrée. Enfin, nous expliquons sommairement comme assurer de manière efficace la gestion des versions de ses documents, surtout dans un contexte de travail collaboratif.

10.1 Contrôle de la disposition du texte

Des algorithmes élaborés permettent généralement à LETEX de disposer le texte harmonieusement sur la page. Néanmoins, il est parfois nécessaire d'effectuer soi-même de menus ajustements, notamment pour les sauts de page et la coupure de mots.

10.1.1 Sauts de ligne et de page

Il est assez rarement nécessaire avec La de devoir forcer les retours à la ligne. Chose certaine, l'on devrait toujours utiliser une ligne blanche dans le code source pour identifier un changement de paragraphe.

Cela dit, les commandes suivantes permettent d'insérer un saut de ligne manuellement lorsque requis :



La commande \\ est connue : elle sert aussi à délimiter les lignes dans les tableaux (section 6.2) et les lignes d'une suite d'équations (section 7.5). L'ar-

gument optionnel [$\langle longueur \rangle$] permet d'insérer un blanc entre les deux lignes; la section 2.7 explique comment spécifier une longueur.

Généralement équivalente à \\, la commande \newline est parfois nécessaire, notamment pour insérer un changement de ligne à l'intérieur d'une cellule d'un tableau ou à l'intérieur d'un titre de section. Quand \\ ne fonctionne pas, essayer \newline.

Exemple 10.1. La commande \\ est particulièrement utile — voire nécessaire — pour disposer des boites à l'intérieur d'une figure. L'utilisation de l'argument \(\language \text{longueur} \rangle \text{permet alors de contrôler l'espacement vertical entre les éléments. Comparer les deux exemples ci-dessous.

```
\begin{minipage}{1.0\linewidth}
  \framebox[\linewidth]{texte}
\end{minipage} \\
                                               texte
\begin{minipage}{1.0\linewidth}
                                               texte
  \framebox[\linewidth]{texte}
\end{minipage}
\begin{minipage}{1.0\linewidth}
  \framebox[\linewidth]{texte}
                                               texte
\end{minipage} \\[6pt]
\begin{minipage}{1.0\linewidth}
                                               texte
  \framebox[\linewidth]{texte}
\end{minipage}
```

Les commandes

permettent d'insérer manuellement un saut de page pour éviter une coupure malheureuse. La commande de base pour insérer un saut n'importe où dans la page est \newpage. La commande \clearpage, quant à elle, va également s'assurer d'afficher tous les éléments flottants (section 6.4) en attente de disposition.

Les commandes \cleartorecto et \cleartoverso, propres à la classe memoir permettent respectivement de passer automatiquement à une page

recto ou à une page verso. Évidemment, elles n'ont d'utilité que dans les documents recto verso.

Moins directives, les commandes

```
\pagebreak[\langle n \rangle] \\ \enlargethispage{\langle longueur \rangle}
```

permettent de seulement aider $\mbox{ET}_{\mbox{EX}}$ à gérer les sauts de page à un endroit précis. La commande \pagebreak est intéressante lorsque utilisée avec son argument optionnel $\langle n \rangle$: celui-ci indique, par le biais d'un nombre entier entre o et 4, à quel point nous *recommandons* à $\mbox{ET}_{\mbox{EX}}$ d'insérer un saut de page à l'endroit où la commande apparait (o étant une faible recommandation et 4, une forte).

La commande \enlargethispage, comme son nom l'indique, permet d'allonger une page de \(\langle \langle \text{longueur} \rangle \text{pour y faire tenir plus de texte. C'est une commande particulièrement utile pour éviter que la toute dernière ligne d'un chapitre ou d'un document se retrouve seule sur une page.

10.1.2 Coupure de mots

La coupure automatique des mots en fin de ligne est toujours active avec La C'est d'ailleurs pourquoi il importe d'indiquer à La Cana quelle langue est le texte (lorsque ce n'est pas en anglais) avec les commandes du paquetage **babel**.

Il existe deux façons de contrôler la coupure de mots. La première, principalement utilisée lorsque LETEX refuse de couper un mot en fin de ligne, consiste à insérer des *suggestions* d'endroits où couper le mot avec la commande \-. Par exemple, en écrivant vrai\-sem\-blance, on indique à LETEX qu'il est possible de diviser le mot en *vrai-semblance* ou *vraisem-blance*.

La seconde méthode, celle-là surtout utilisée lorsque LETEX ne reconnait pas des mots qui reviennent souvent dans le document, consiste à fournir dans le préambule une liste d'exceptions avec la commande

\hyphenation{\liste\}

La 〈*liste*〉 est une suite de mots, séparés par des virgules, des blancs ou des retours à la ligne, dans lesquels les points de coupure sont identifiés par un trait d'union.

Exemple 10.2. La commande suivante, insérée dans le préambule, permet d'ajouter des points de coupure aux mots « puisque », « constante » et « vraisemblance » pour l'ensemble du document.

\hyphenation{puis-que,cons-tante,vrai-sem-blance}



Règle générale, garder les opérations d'ajustements de la mise en page — position des éléments flottants, sauts de page, lignes trop longues, etc. — pour la toute fin de la rédaction.

10.2 Au-delà de la police Computer Modern

Les documents LATEX standards sont facilement reconnaissables par leur police par défaut, Computer Modern — celle utilisée dans ce paragraphe. Pour qui souhaitait briser la relative monotonie induite par cette uniformité, il a longtemps été difficile d'utiliser une autre police. Fort heureusement, la situation a beaucoup évolué et il est aujourd'hui assez simple de produire des documents LATEX utilisant des polices variées.

Avant d'aller plus loin, une mise en garde : si un document contient plus que quelques équations mathématiques très simples, le choix de police devient très restreint. La raison : peu de polices comprennent des symboles mathématiques et les informations nécessaires pour les assembler selon les hauts standards qualité usuels de L'IFX.

Cela dit, pour qui souhaite aller au-delà de la police Computer Modern sans trop se compliquer la vie, il existe deux solutions principales.

- 2. Utiliser une police OpenType ou TrueType présente sur son système avec le moteur X¬METEX. Seule une poignée de ces polices offre toutefois un support approprié pour les mathématiques. La gestion des polices avec X¬METEX se fait avec le paquetage standard **fontspec**; consulter sa documentation ∠.

fontspec

psnfss2e

Pour les thèses et mémoires de l'Université Laval, la Faculté des études supérieures et postdoctorales accepte les polices

Computer Modern ABCDEF abcdef 1234567890
Times ABCDEF abcdef 1234567890
Palatino ABCDEF abcdef 1234567890

10.3. Couleurs

Pour utiliser ces deux dernières avec pdflatex, charger respectivement les paquetages **mathptmx** ou **mathpazo**. Avec Xalatex, utiliser les polices Termes et Pagella du projet Tex Gyre . Ce sont des polices très similaires à Times et Palatino, disponibles en version OpenType et qui fournissent un bon support pour les mathématiques via le projet frère Tex Gyre Math .

Exemple 10.3. Pour utiliser la police PostScript classique Palatino avec La tant pour le texte que pour les mathématiques, il suffit d'insérer dans le préambule de son document la commande

```
\usepackage{mathpazo}
```

Avec le moteur XAMEX, il est possible d'utiliser n'importe quelle police OpenType et TrueType installée dans le système d'exploitation de l'ordinateur. Pour obtenir un résultat équivalent à celui de **mathpazo**, installer les polices TeX Gyre dans le système, puis insérer dans le préambule les commandes

```
\usepackage{fontspec}
\setmainfont{TeX Gyre Pagella}
\setmathfont{TeX Gyre Pagella Math}
```

Le texte principal du présent document est en Lucida Bright OT , une police commerciale de très haute qualité offrant également un excellent support pour les mathématiques. Ses auteurs ont toujours été proches de la communauté ETEX. La Bibliothèque de l'Université Laval détient une licence d'utilisation de cette police. Les étudiants et le personnel de l'Université peuvent s'en procurer une copie gratuitement en écrivant à lucida@bibl.ulaval.ca.

10.3 Couleurs

L'utilisation de couleur dans un document LETEX requiert de charger le paquetage **xcolor** (Kern, 2016). Celui-ci définit d'abord plusieurs couleurs que l'on peut utiliser directement; consulter la documentation ☑ pour en connaitre les différentes listes. Le tableau 10.1 fournit celle des couleurs toujours disponibles.

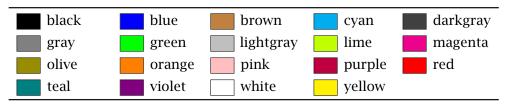
iste deux

xcolor

Un peu comme pour les changements d'attributs de police, il existe deux commandes pour modifier la couleur du texte :

```
\color{\langle nom\rangle} \textcolor{\langle nom\rangle} {\langle texte\rangle}
```

TAB. 10.1 – Couleurs toujours disponibles lorsque le paquetage **xcolor** est chargé



La première modifie la couleur de tout ce qui suit (à moins d'en limiter la portée avec des accolades) et la seconde, seulement pour $\langle texte \rangle$. Dans les deux cas, $\langle nom \rangle$ est le nom d'une couleur.

```
texte {\color{red} en rouge}
et \textcolor{blue}{en bleu}
texte en rouge et en bleu
```

La commande \definecolor permet de définir de nouvelles couleurs selon plusieurs systèmes de codage. Le plus usuel demeure *Rouge, vert, bleu* (RVB ou RGB, en anglais) où une couleur est représentée par une combinaison de teintes — exprimées par un nombre entre 0 et 1 — de rouge, de vert et de bleu. Dans ce cas, la syntaxe de \definecolor est

```
\definecolor{\(\lamble\)} \{\rangle\) \lambda \(\rangle\) \rangle \(\rangle\) \rangle
```

où $\langle valeur_r \rangle$, $\langle valeur_v \rangle$ et $\langle valeur_b \rangle$ sont respectivement les teintes de rouge, de vert et de bleu.

Exemple 10.4. La commande

```
\definecolor{acier}{rgb}{0.3,0.4,0.6}
```

La commande \colorlet, dont la syntaxe simplifiée est

```
\colorlet{\langle nom\rangle} {\langle couleur\rangle}
```

permet de faire référence à la $\langle couleur \rangle$ déjà existante par $\langle nom \rangle$. C'est pratique pour assigner un nom sémantique à une couleur.

10.4 Hyperliens et métadonnées de documents PDF

Nous en avons déjà traité à quelques reprises, notamment à la section 3.4: le paquetage **hyperref** (Rahtz et Oberdiek, 2017) permet de transformer les références dans le texte en hyperliens cliquables lorsque le document est produit avec pdfIFTEX ou XFIFEX. C'est très pratique lors de la consultation électronique d'un document.

Le paquetage offre une multitudes d'options de configuration; nous n'en présenterons que quelques unes. On accède aux options de configuration de **hyperref** via la commande \hypersetup dans le préambule. Celle-ci prend en arguments des paires option=valeur séparées par des virgules.

Une des principales choses que l'on pourra souhaiter configurer, c'est le comportement et la couleur des divers types d'hyperliens. On trouvera cidessous les options de configuration pertinentes, leur valeur (avec en gras la valeur par défaut) ainsi qu'une brève explication de chacune.

colorlinks	true false	colorer les liens selon leur type	
linktocpage	true false	faire du numéro de page plutôt que du titre	
		l'hyperlien dans la table des matières	
linkcolor	$\langle couleur \rangle$	couleur des liens internes	
urlcolor	$\langle couleur \rangle$	couleur des URL externes	
citecolor	$\langle couleur \rangle$	couleur des citations	
allcolor	$\langle couleur \rangle$	couleur pour tous les types d'hyperliens	

Lorsque la valeur admissible d'une option est true ou false, sa seule mention équivaut à true. La valeur $\langle couleur \rangle$ est le nom d'une couleur telle que définie par **xcolor** (section 10.3).

Les fichiers PDF peuvent contenir diverses métadonnées sur leur contenu. Le paquetage **hyperref** permet d'en définir certaines, notamment le titre ou l'auteur du document.

```
pdftitle texte titre du document PDF
pdfauthor texte auteur du document PDF
```

Consulter la section 3.7 de la documentation ☑ de hyperref pour obtenir la liste complète des options de configuration des métadonnées.

hyperref

Exemple 10.5. Le présent document fait appel aux définitions de couleurs et aux options de configuration de **hyperref** suivantes :

```
\definecolor{link}{rgb}{0,0.4,0.6} % ~RoyalBlue de dvips
```

Exemple 10.6. Les gabarits de thèses et de mémoires livrés avec la classe ulthese contiennent dans le préambule la ligne suivante :

```
\hypersetup{colorlinks,allcolors=ULlinkcolor}
```

Tous les liens de la thèse ou du mémoire seront donc de la même couleur, ULlinkcolor , une couleur définie par la classe. □



L'interaction du paquetage **hyperref** avec les autres est parfois (voire souvent) délicate. Pour cette raison, il est fortement recommandé que **hyperref** soit le tout dernier paquetage chargé dans le préambule.

10.5 Présentation de code informatique

L'environnement standard verbatim de L'EX permet de présenter du texte tel qu'il est entré dans le code source du document. C'est un environnement particulièrement utile pour afficher du code informatique puisque le texte est composé en police non proportionnelle et que sa disposition exacte est respectée.

```
\begin{verbatim}
/* Hello World en C */
#include <stdio.h>

int main()
{
    printf("Hello world\n");
    return 0;
}
\end{verbatim}

/* Hello World en C */
#include <stdio.h>

int main()
{
    printf("Hello world\n");
    return 0;
}
```

Si un document doit contenir beaucoup de code informatique et que l'on souhaite exercer un fin contrôle sur sa disposition et sa mise en forme, il vaut mieux se tourner vers un paquetage spécialisé comme **listings** (Heinz et collab., 2015). La documentation **C** du paquetage compare ses fonctionnalités à celles de plusieurs autres paquetages similaires.

■ listings

Le paquetage **listings** peut effectuer automatiquement le marquage des mots-clés de nombreux langages de programmation, ajouter des numéros de ligne, importer du code de fichiers externes ou même indexer les mots-clés des extraits de code. À titre d'illustration, en utilisant l'environnement lstlisting de **listings** plutôt que **verbatim**, l'extrait de code C ci-dessus pourrait se présenter ainsi :

```
\begin{lstlisting}
/* Hello World en C */
#include <stdio.h>

int main()
{
   printf("Hello world\n");
   return 0;
}
\end{lstlisting}

/* Hello World en C */
#include <stdio.h>

int main()
{
   printf("Hello world\n");
   return 0;
}
```

Il serait trop long et nettement hors de la portée du présent ouvrage d'expliquer les nombreuses fonctionnalités de **listings**. Précisons simplement que le paquetage a servi pour composer ses extraits de code et pour construire une grande partie de son index.

Exemple 10.7. Pour parvenir à la présentation des extraits de code source LETEX de ce document, le paquetage **listings** est configuré dans le préambule de la manière suivante :

```
%% Couleurs
\definecolor{comments}{rgb}{0.7,0,0}

%% Configuration de listings
\lstset{language = [LaTeX]TeX,
  basicstyle = \ttfamily\NoAutoSpacing,
  keywordstyle = \mdseries,
  commentstyle = \color{comments}\slshape,
  extendedchars = true,
  showstringspaces = false,
  backgroundcolor = \color{LightYellow1},
  frame = lr,
  rulecolor = \color{LightYellow1},
  xleftmargin = 3.4pt,
  xrightmargin = 3.4pt}
```

(La couleur LightYellow1 est définie par **xcolor** lorsque le paquetage est chargé avec l'option x11names.) □

10.6 Production de rapports avec l'analyse intégrée

Les publications scientifiques reposent souvent sur une forme ou une autre d'analyse numérique ou statistique, la production de code informatique, une simulation stochastique, etc. La portion développement et analyse est alors produite avec un certain outil et la publication, avec un outil d'édition séparé — ETEX dans le cas qui nous occupe. Or, tous les auteurs ont vécu cette situation : les résultats de l'analyse changent et il faut modifier le rapport en conséquence, refaire les tableaux et les graphiques, retracer cette valeur isolée au fil du texte directement tirée de l'analyse... Seule la quantité de temps perdu rivalise avec le risque d'erreur.

Il existe pourtant une meilleure façon de travailler.

Cette meilleure façon de faire, tirée du concept de *programmation let-trée*, consiste à combiner dans un seul et même document l'analyse et le rapport, puis de produire automatiquement une partie du second à partir de la première.

Les utilisateurs du système statistique R bénéficient d'une mise en œuvre simple et élégante du concept ci-dessus avec l'outil Sweave (Leisch, 2002).

Un fichier Sweave est à la base un document LETEX dans lequel on a inséré du code R à l'intérieur de balises spéciales <>>= et @ tirée de la syntaxe noweb (Ramsey, 2011), comme ceci :

```
\section{Commandes R}

L'utilisateur de R interagit avec l'interprète en entrant des commandes à l'invite de commande:

<>>>=
2 + 3
pi
cos(pi/4)
@
La commande \verb=exp(1)= donne \Sexpr{exp(1)},
la valeur du nombre $e$.
```

Par convention, on enregistre un tel document sous un nom se terminant par l'extension . Rnw. Sa compilation s'effectue en deux étapes :

1. Le fichier .Rnw est passé à la commande Sweave() de R. Celle-ci retrace les extraits de code et les remplace par des environnements LETEX contenant, par défaut, les expressions R et leur résultat dans des environnements Sinput et Soutput. Elle évalue également les expressions R se trouvant dans les commandes \Sexpr pour les remplacer par leur résultat. Cela produit un fichier .tex:

```
\section{Commandes R}

L'utilisateur de R interagit avec l'interprète en entrant
des commandes à l'invite de commande:
\begin{Schunk}
\begin{Schunk}
\begin{Sinput}
> 2 + 3
\end{Sinput}
\begin{Soutput}
[1] 5
\end{Soutput}
\begin{Sinput}
> pi
\end{Sinput}
> pi
\end{Sinput}
\begin{Soutput}
[1] 3.141593
```

```
\end{Soutput}
\begin{Sinput}
> cos(pi/4)
\end{Sinput}
\begin{Soutput}
[1] 0.7071068
\end{Soutput}
\end{Soutput}
\alpha commande \verb=exp(1)= donne 2.71828182845905,
la valeur du nombre $e$.
```

2. On compile le fichier .tex comme d'habitude.

Sweave se révèle particulièrement utile pour créer des graphiques à partir de R: tout ce que l'on doit conserver dans son fichier. Rnw, c'est le code pour créer le graphique. Il est également possible de contrôler l'exécution des blocs de code et l'affichage du code source et des résultats par le biais d'options placées à l'intérieur de la balise d'ouverture <<>>=. Consulter la documentation 🗹 de Sweave pour les détails.

Pweave ☑ est un système similaire à Sweave pour le langage Python.

Inspiré de Sweave, knitr (Xie, 2016) permet également d'entrelacer du code ETEX et du code R. Cet outil offre plus d'options de traitement que Sweave, mais au prix d'une complexité accrue.

En terminant, rappelons que Sweave n'est qu'un exemple de système de programmation lettrée. Il en existe plusieurs autres. Il appartient dès lors au lecteur de trouver le système qui correspond le mieux à ses besoins.



On doit le concept de programmation lettrée au créateur de T_EX, Donald Knuth. En fait, tout le code source de T_EX est écrit en programmation lettrée! La page Wikipedia C consacrée au sujet offre un très bon survol de l'historique et de la nature du concept. Le lecteur intéressé pourra consulter, par exemple, le code source C de la classe ulthese. La documentation de la classe, le code LEX, les gabarits, tout se trouve entrelacé dans le seul fichier ulthese.dtx.

10.7 Diapositives

Il n'est pas rare qu'une publication scientifique fasse l'objet d'une présentation dans le cadre d'un colloque ou d'un séminaire. Lorsque le texte a été rédigé avec LETEX, il est tout naturel de souhaiter le réutiliser pour la

préparation de diapositives — surtout si le texte comporte de nombreuses équations mathématiques qu'il serait extrêmement long de retranscrire dans un logiciel de présentation comme PowerPoint.

Fort heureusement, il est tout à fait possible de composer ses diapositives avec La classe standard slides produit des diapositives élégantes, quoique minimalistes, qui conviendront à l'auteur qui ne recherche rien de plus que du texte noir sur fond blanc.

Cependant, l'outil devenu le standard *de facto* pour la production de diapositives est la classe beamer (Tantau et collab., 2015). Celle-ci compte un grand nombre de thèmes et de gabarits élaborés, rend très simple l'insertion d'animations d'une diapositive à l'autre, gère automatiquement la table des matières et... produit des diapositives en couleur.

Quelle que soit la classe utilisée, les diapositives produites avec La se présentent sous forme de fichier PDF. On les projette avec une liseuse PDF en mode plein écran.

Nous n'irons pas plus loin sur le sujet dans ce document. Consulter la documentation 🗹 de beamer pour apprendre à utiliser la classe. Produire des diapositives de grande qualité avec les gabarits fournis avec la classe se révèle simple et rapide.

beamer

10.8 Gestion des versions et travail collaboratif

Plusieurs personnes travaillent sur un même fichier, ou encore, une seule personne y travaille, mais de plusieurs postes de travail différents. Quelle est la plus récente version du fichier? Un ajout fait hier dans le fichier a-t-il été pris en compte par une collègue aujourd'hui? Une modification apportée au fichier n'est plus nécessaire; comment retourner en arrière facilement?

Les informaticiens ont résolu ce genre de problèmes il y a des dizaines d'années avec les systèmes de gestion de versions. Les systèmes les plus populaires en ce moment sont Subversion (Collins-Sussman et collab., 2008) et Git (Chacon et Straub, 2014).

Bien que développés à l'origine pour la gestion du code source de logiciels, les systèmes de contrôle de versions conviennent parfaitement pour les sources La L'utilisation d'un tel système permet de :

- ▶ toujours savoir quelle est la plus récente version d'un fichier;
- ▶ travailler à plusieurs personnes simultanément sur un même fichier;
- ► revenir aisément à une version antérieure d'un fichier;
- comparer deux versions d'un fichier pour connaître les modifications qui y ont été apportées;

- gérer automatiquement les éventuels conflits de modification d'un fichier;
- disposer en tout temps d'une copie de secours de son travail lorsque l'on a recours à un serveur central (obligatoire avec Subversion; optionnel avec Git¹.)

Un système de gestion de versions est un outil qui permet d'augmenter considérablement sa productivité ou celle de son équipe de travail au moment de rédiger un ouvrage scientifique.

La page Wikipedia Z sur le sujet offre une bonne introduction aux systèmes de gestion de versions. Les membres de la communauté de l'Université Laval qui souhaitent mettre sur pied un dépôt pour un projet pourront consulter leur équipe de soutien informatique facultaire.



La présente documentation est conservée dans un dépôt Git public d'où l'on peut toujours obtenir la plus récente version. Consulter la page des notices de copyright au début du document pour accéder au dépôt.

10.9 Exercices

Pour les exercices 10.1-10.5, utiliser le fichier exercice_trucs.tex. Celuici reprend une partie de la documentation de la classe ulthese. De plus, on remarquera que le document :

- ▶ doit être compilé avec pdf₽T_EX puisqu'il charge les paquetages inputenc et fontenc;
- définit des nouvelles commandes \class et \fichier pour composer, respectivement, les noms de classe et les noms de fichier;
- ▶ utilise la commande \doc de l'exemple 9.5;
- charge le paquetage hyperref, ce qui transforme les titres de la table des matières, les renvois aux notes de bas de page et les liens externes en hyperliens.
- **10.1** Compiler et visualiser le fichier sans aucune modification. Le texte est composé dans la police par défaut Computer Modern.
 - Ensuite, modifier le préambule du document pour composer le document dans la police Palatino, tel qu'expliqué à l'exemple 10.3. Charger

^{1.} Si ce n'est que pour le volet de sauvegarde, nous recommandons d'utiliser avec Git un dépôt central tel que GitLab ☑, un serveur public qui héberge déjà des millions de projets.

10.9. Exercices

- également le paquetage **helvet** afin d'utiliser Helvetica pour le texte en police sans empattements (\textsf).
- 10.2 Configurer le paquetage hyperref pour que les hyperliens dans la table des matières soient ancrés aux numéros de page plutôt qu'aux titres de section.
- **10.3** Charger le paquetage **xcolor** et ajouter l'option **colorlinks** à **hyperref**, puis recompiler le document. Observer les changements.
- **10.4** En s'inspirant de l'exemple 10.5, modifier la couleur des liens internes et externes.
- 10.5 Charger le paquetage **listings** et modifier l'environnement verbatim que l'on trouve dans le document pour un environnement lstlisting. En s'inspirant de l'exemple 10.7, configurer la présentation des extraits de code pour utiliser une police non proportionnelle (\ttfamily) et un arrière-plan de la couleur standard lightgray.

A Classe pour les thèses et mémoires de l'Université Laval

La classe ulthese (Goulet, 2018) permet de composer des thèses et mémoires immédiatement conformes aux règles générales de présentation matérielle de la Faculté des études supérieures et postdoctorales de l'Université Laval. Ces règles définissent principalement la présentation des pages de titre des thèses et mémoires ainsi que la disposition du texte sur la page. La classe est compatible tant avec L'IFX qu'avec X-L'IFX.

La classe ulthese est basée sur la classe memoir. L'intégralité des fonctionnalités de memoir se retrouve donc disponible dans ulthese. Les deux classes sont livrées avec la distribution T_FX Live.

Outre memoir, la classe charge par défaut un certain nombre de paquetages, notamment les essentiels pour la rédaction en français. Il n'est donc pas nécessaire de charger de nouveau les paquetages suivants : **babel**, **numprint**, **natbib fontspec** (moteur X₃MT_EX seulement), **graphicx**, **xcolor**, **text-comp**. Le paquetage **geometry** est incompatible avec la classe à cause de sa mauvaise interaction avec memoir. Son chargement dans le préambule du document cause une erreur lors de la compilation.

Afin de faciliter la rédaction, la classe est livrée avec un ensemble de gabarits sur lesquels se baser pour :

- ▶ les fichiers maitres de divers types de thèses et mémoires (standard, sur mesure, en cotutelle, en bidiplomation, en extension, etc.);
- ▶ les fichiers des parties les plus usuelles (résumés français et anglais, avantpropos, introduction, chapitres, conclusion, etc.).

Ces gabarits comportent des commentaires succincts pour guider l'utilisateur dans la préparation de son document. La documentation ☑ de la classe explique en détail le contenu des gabarits.

ulthese

B Solutions des exercices

Chapitre 2

- 2.2 Il y a trois modifications principales à apporter au fichier.
 - 1. La commande La qui imprime le logo de La TeX n'ayant pas d'argument, il faut l'écrire sous la forme {\LaTeX} ou \LaTeX{} pour éviter que l'espace qui suit ne soit avalée par la commande.
 - 2. Il faut délimiter par des accolades la zone à laquelle la commande \bfseries doit s'appliquer :

```
{\bfseries limitée}
```

3. Il faut utiliser l'environnement enumerate pour les listes numérotées. L'environnement itemize sert pour les listes à puces.

Chapitre 5

5.1 Une première boite verticale de 10 cm de large contient le texte :

```
\parbox{10cm}{Ce bloc [...] la ligne.}
```

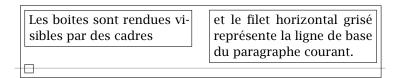
Cette boite peut être placée dans une boite horizontale encadrée avec \fbox. Celle-ci peut à son tour être placée dans une autre boite horizontale encadrée, de manière à obtenir un cadrage double. Pour centrer le tout sur la ligne, on a recours à l'environnement center :

```
\begin{center}
 \fbox{\fbox{\parbox{10cm}{Ce bloc [...] la ligne.}}}
\end{center}
```

5.2 L'idée consiste à créer une seconde ligne dans la minipage externe sans que celle-ci n'occupe aucun espace. Pour ce faire, on insère du contenu vide avec \mbox{}, tel qu'expliqué à la page 60. Le code

```
\begin{minipage}[b]{...}
  \parbox[t]{...}{...} \hfill \parbox[t]{...}{...} \\
  \mbox{}
  \end{minipage}
```

produit donc le résultat voulu :



(Sans le cadre, la boite de la seconde ligne n'occupe aucun espace.)

5.3 La solution la plus simple consiste à réunir les deux premières boites dans une minipage dans laquelle les deux boites seront alignées tel que désiré, puis à aligner la minipage avec la troisième boite. Cependant, il faut insérer une seconde ligne invisible dans la minipage afin de pouvoir l'aligner par le bas avec la boite de droite :

```
\begin{minipage}[b]{80mm}
  \parbox[t]{30mm}{...} \hfill \parbox[t]{45mm}{...} \\
  \mbox{}
  \end{minipage}
  \hfill
  \parbox[b]{35mm}{...}
```

Chapitre 6

6.1 Les paquetages **babel** et **numprint** étant chargés dans le fichier de gabarit, le code pour créer le tableau est le suivant :

```
\begin{tabular}{lp{7.5cm}r}
  \toprule
  {\No} lot & Description & Prix (\$) \\
  \midrule
  U-236 & Ordinateur [...] & 998 \\
  U-374 & Chaise [...] & 275 \\
  U-588 & Table [...] & \nombre{1125} \\
  \bottomrule
  \end{tabular}
```

Solutions des exercices 157

- **6.2** Pour effectuer les modifications demandées, il faut :
 - i) utiliser la commande \multicolumn dans l'entête du tableau pour centrer le titre de la deuxième colonne sans autrement centrer le contenu de la colonne;
 - ii) remplacer l'environnement tabular par l'environnement tabularx de memoir, spécifier une largeur de tableau \textwidth, changer le format de la deuxième colonne pour X afin que la largeur de celle-ci s'ajuste automatiquement pour combler celle du tableau.

6.3 Tout d'abord, remarquer que la commande

\newsubfloat{table}

est déjà présente dans le préambule du fichier. Si l'on souhaite placer des sous-légendes au-dessus de chacun des deux tableaux, le code du tableau devient :

```
...
\end{tabular*}
\end{minipage}
\end{table}
```

6.4 Le préambule du document devrait contenir la déclaration

```
\usepackage{pdfpages}
```

pour charger le paquetage **pdfpages**. Ensuite, à l'endroit où l'on souhaite insérer la couverture du présent document dans le document, il s'agit de placer la commande

```
\includepdf[pages=1]{formation-latex-ul}
```

Chapitre 7

7.1 On trouve la commande pour produire le symbole ○ dans le tableau 7.5. On peut produire les symboles de dérivée ′ avec la commande \prime (tableau 7.8) ou simplement avec le caractère '.

```
La dérivée de la fonction composée $f \circ g(x) =
f[g(x)]$ est $\{f[g(x)]\}^\prime = f^\prime[g(x)]
g^\prime(x)$. La dérivée seconde du produit des
fonctions $f$ et $g$ est
\begin{equation*}
  [f(x) g(x)]^{\prime\prime} =
  f^{\prime\prime}(x) g(x) + 2 f^\prime(x) g^\prime(x) +
  f(x) g^{\prime\prime}(x).
\end{equation*}
```

7.2 Nous avons aligné les lignes de l'équation juste à droite du premier symbole + à la première ligne. Remarquer l'usage des commandes \cdots et \dots dans la dernière ligne : LEX choisit correctement la position centrée des points entre les opérateurs d'addition, mais pas entre les accolades.

```
\begin{align*}
    f(x +& h, y + k) = f(x, y) +
        \left\{
        \frac{\partial f(x,y)}{\partial x} h +
        \frac{\partial f(x,y)}{\partial y} k
```

Solutions des exercices

```
\right\} \\
&+
  \frac{1}{2}
  \left\{
  \frac{\partial^2 f(x,y)}{\partial x^2} h^2 +
  \frac{\partial^2 f(x,y)}{\partial x \partial y} kh +
  \frac{\partial^2 f(x,y)}{\partial y^2} k^2
  \right\} \\
&+
  \frac{1}{6} \{\cdots\} + \dots +
  \frac{1}{n!} \{\cdots\} + R_n.
\end{align*}
```

7.3 Il faut utiliser \dfrac pour obtenir des fractions dans une branche de cases de la même taille que dans une équation hors paragraphe :

```
\begin{equation*}
  \tilde{f}(x) =
  \begin{cases}
    0, & x \leq c_0\\
    \dfrac{F_n(c_j) - F_n(c_{j-1})}{c_j - c_{j-1}} =
    \dfrac{n_j}{n (c_j - c_{j - 1})}, &
        c_{j-1} < x \leq c_j \\
    0, & x > c_r.
  \end{cases}
\end{equation*}
```

Chapitre 8

- 8.1 On trouve les champs obligatoires et optionnels pour chaque type d'entrée dans Wikipedia ☑. La clé est laissée vacante dans les réponses cidessous.
 - a) On utilise le type Article pour cette entrée.

```
year = 2014,
volume = 35,
number = 3,
pages = {258-254},
language = {english}}
```

b) On utilise le type Book pour cette entrée.

c) La réponse ci-dessous contient les prénoms des auteurs, simplement afin d'illustrer que BIBTEX sait les abréger au moment de composer la notice bibliographique. Remarquer l'utilisation des accolades { } dans le titre pour préserver la casse de « PSTricks » et de « PostScript ».

Chapitre 9

- 9.1 a) \newcommand{\NASA}{\textsc{nasa}}
 - b) \newcommand{\sigle}[1]{\textsc{\MakeLowercase{#1}}}
 - c) \newcommand{\sigle}[1]{\MakeUppercase{#1}}
- **9.2** Avec la définition

Solutions des exercices 161

```
\newcommand{\doc}[3][documentation]{%
\href{#3}{#1~\raisebox{-0.2ex}{\faExternalLink}}%
\marginpar{\faBookmark~\texttt{#2}}}
```

la déclaration à deux arguments

```
\doc{hyperref}{http://texdoc.net/pkg/hyperref}
```

produit toujours documentation <a>\mathbb{Z}.

hyperref

9.3 La définition suivante donne les résultats demandés :

```
\newcommand{citation}
    {\begin{quote}
      \begin{tabularx}{\linewidth}{X}
      \toprule\small\sffamily}%
      {\\ \bottomrule
      \end{tabularx}
      \end{quote}}
```

On remarquera dans le troisième argument la présence de la commande de fin de ligne \\ qui doit absolument précéder \bottomrule.

Chapitre 10

10.1 On doit ajouter dans le préambule les commandes

```
\usepackage{mathpazo}
\usepackage{helvet}
```

La police Helvetica est très grande. Tel que mentionné dans la documentation de PSNFSS (section 4), il est généralement préférable de charger le paquetage **helvet** avec, par exemple,

psnfss2e

```
\usepackage[scaled=0.92]{helvet}
```

pour que le texte en Helvetica se marie mieux à celui dans une autre police.

10.2 Tel qu'expliqué à la section 10.4, on doit insérer dans le préambule du document la commande

```
\hypersetup{linktocpage=true}
```

ou, plus simplement,

```
\hypersetup{linktocpage}
```

10.3 En conservant l'ajout de l'exercice précédent, on a dans le préambule la commande

```
\hypersetup{colorlinks, linktocpage}
```

Les hyperliens se présentent maintenant en couleur selon les paramètres par défaut de **hyperref**.

10.4 On peut soit utiliser des couleurs prédéfinies de xcolor (tableau 10.1), soit en définir de nouvelles avec \definecolor. On fait ensuite appel aux couleurs choisies pour les options linkcolor (liens internes) et urlcolor (liens externes) de hyperref.

Exemple utilisant des couleurs prédéfinies :

```
\hypersetup{colorlinks, linktocpage, linkcolor=brown, urlcolor=blue}
```

Exemple avec de nouvelles couleurs :

```
\definecolor{link}{rgb}{0,0.4,0.6}
\definecolor{url}{rgb}{0.6,0,0}
\hypersetup{colorlinks, linktocpage,
urlcolor=url, linkcolor=link}
```

10.5 S'il y avait plusieurs extraits de code dans le document, mieux vaudrait les configurer tous à l'identique dans le préambule du document avec

```
\lstset{basicstyle=\ttfamily,
 backgroundcolor=\color{lightgray}}
```

Ensuite,

```
\begin{lstlisting}
latex ulthese.ins
\end{lstlisting}
```

donne le résultat demandé.

Pour un seul extrait, il est également possible de simplement charger le paquetage dans le préambule et d'effectuer la configuration à l'ouverture de l'environnement, comme ceci :

```
\begin{lstlisting}[basicstyle=\ttfamily,
backgroundcolor=\color{lightgray}]
latex ulthese.ins
\end{lstlisting}
```

- Beccari, C. 1997, «Typesetting mathematics for science and technology according to ISO 31/XI», *TUGboat*, vol. 18, nº 1, p. 39-48. URL https://tug.org/TUGboat/tb18-1/tb54becc.pdf.
- Beebe, N. H. F. 2004, «25 years of TEX and METAFONT: Looking back and looking forward», *TUGboat*, vol. 25, nº 1, p. 7-30. URL https://www.tug.org/TUGboat/tb25-1/beebe-2003keynote.pdf, TUG 2003 Keynote Address.
- Bezos, J. 2011, *Customizing lists with the enumitem package*. URL https://www.ctan.org/pkg/enumitem/.
- Braams, J. et J. Bezos. 2016, *Babel*. URL https://www.ctan.org/pkg/babel/.
- Carlisle, D. 2014, *The bm Package*. URL https://www.ctan.org/pkg/bm/.
- Carlisle, D. et The Lagrange Project. 2016, *Packages in the 'graphics' Bundle*. URL https://www.ctan.org/pkg/graphics/.
- Chacon, S. et B. Straub. 2014, *Pro Git*, 2^e éd., Apress. URL https://git-scm.com/book/fr/v2, version en ligne.
- Collins-Sussman, B., B. W. Fitzpatrick et C. M. Pilato. 2008, *Gestion de versions avec Subversion*, O'Reilly Media. URL https://svnbook.red-bean.com, version en ligne.
- Unicode Consortium, T. 2007, *The Unicode Standard, Version 5.o.o*, Addison-Wesley, Boston, ISBN 0-32148091-0.
- Daly, P. W. 2010, *Natural Sciences Citations and References*. URL https://www.ctan.org/pkg/natbib/.

Danaux, X. et D. Gandy. 2015, *The fontawesome package. High quality web icons*. URL https://www.ctan.org/pkg/fontawesome/.

- Fairbairns, R. 2011, *footmisc* a portmanteau package for customising footnotes in *ETFX*. URL https://www.ctan.org/pkg/footmisc.
- Fear, S. 2005, *Publication quality tables in LTEX*. URL https://www.ctan.org/pkg/booktabs/.
- Goulet, V. 2013, « Paquetage **francais-bst** », URL https://www.ctan.org/pkg/francais-bst/.
- Goulet, V. 2018, ulthese: la classe pour les thèses et mémoires de l'Université Laval, Faculté des études supérieures et doctorales, Université Laval. URL https://www.ctan.org/pkg/ulthese/.
- Harders, H. 2012, *The numprint package*. URL https://www.ctan.org/pkg/numprint/.
- Heinz, C., B. Moses et J. Hoffmann. 2015, *The listings Package*. URL https://www.ctan.org/pkg/listings/.
- Jeffrey, A. et F. Mittelbach. 2015, *inputenc.sty*. URL https://www.ctan.org/pkg/inputenc/.
- Kern, D. U. 2016, *Extending LaTeX's color facilities: the xcolor package*. URL https://www.ctan.org/pkg/xcolor/.
- Kline, P. et F. Charette. 2015, biber A Backend Bibliography Processor for Biblatex. URL https://www.ctan.org/pkg/biber/.
- Kopka, H. et P. W. Daly. 2003, *Guide to 上*X, 4e éd., Addison-Wesley, ISBN 978-032117385-0.
- Lehman, P. 2015, *The Biblatex Package Programmable Bibliographies and Citations*. URL https://www.ctan.org/pkg/biblatex/.
- Lehman, P. et J. Wright. 2015, *The csquotes Package: Context Sensitive Quotation Facilities*. URL https://www.ctan.org/pkg/csquotes/.
- Leisch, F. 2002, «Sweave: Dynamic generation of statistical reports using literate data analysis», dans *Compstat 2002 Proceedings in Computational Statistics*, édité par W. Härdle et B. Rönz, Physica Verlag, Heidelberg, ISBN 3-79081517-9, p. 575-580. URL https://www.stat.uni-muenchen.de/~leisch/Sweave.

Malo, M. 1996, Guide de la communication écrite au cégep, à l'université et en entreprise, Québec Amérique.

- Matthias, A. 2015, *The pdfpages Package*. URL https://www.ctan.org/pkg/pdfpages/.
- Mittelbach, F. 2014a, «How to influence the position of float environments like figure and table in LTEX?», *TUGboat*, vol. 35, n° 3, p. 258-254. URL https://www.tug.org/TUGboat/tb35-3/tb111mitt-float.pdf.
- Mittelbach, F. 2014b, «How to influence the position of float environments like figure and table in ETeX?», *TUGboat*, vol. 35, n° 3, p. 258–254.
- Mittelbach, F., R. Fairbairns et W. Lemberg. 2014, ETeX font encodings. URL https://www.ctan.org/pkg/encguide/.
- Mori, L. F. 2009, «Managing bibliographies with MTEX», *TUGboat*, vol. 30, nº 1, p. 36-48. URL https://www.tug.org/TUGboat/tb30-1/tb94mori.pdf.
- Pakin, S. 2009, *The Comprehensive LATEX Symbol List*. URL https://www.ctan.org/pkg/comprehensive/.
- Patasnik, O. 1988, BiBT_FXing. URL https://www.ctan.org/pkg/bibtex/.
- Rabagliati, M. 1999, Paul à la campagne, La Pastèque, ISBN 978-2-92258501-8.
- Rahtz, S. et H. Oberdiek. 2017, *Hypertext marks in LaTeX: a manual for hyperref*. URL https://www.ctan.org/pkg/hyperref/.
- Ramsey, N. 2011, «Noweb a simple, extensible tool for literate programming», URL https://www.cs.tufts.edu/~nr/noweb/.
- Robertson, W. et K. Hosny. 2017, *The fontspec package: Font selection for XqLPTEX and Lual*-TEX. URL https://www.ctan.org/pkg/fontspec/.
- Robertson, W., P. Stephani et K. Hosny. 2017, Experimental Unicode Mathematical Typesetting: The unicode-math Package. URL https://www.ctan.org/pkg/unicode-math/.
- Schmidt, W. 2002, *The icomma package for LTEX2e*. URL https://www.ctan.org/pkg/icomma/.
- American Mathematical Society. 2002, *User's Guide for the amsmath Package*. URL https://www.ctan.org/pkg/amsmath/.

Tantau, T. 2014, PGF and TikZ — Graphic System for T_EX. URL https://www.ctan.org/pkg/pgf/.

- Tantau, T., J. Wright et V. Miletić. 2015, *The BEAMER Class*. URL https://www.ctan.org/pkg/beamer/.
- Thurnherr, T. 2014, «MTEX document class options», *TUGboat*, vol. 35, nº 3, p. 245-247. URL https://tug.org/TUGboat/tb35-3/tb111thurnherr.pdf.
- Wikilivres. 2015, « LaTeX », URL https://fr.wikibooks.org/wiki/LaTeX.
- Wikipedia. 2015, «Mathematical operators and symbols in Unicode», URL https://en.wikipedia.org/wiki/Mathematical_operators_and_ symbols_in_Unicode.
- Wilson, P. 2016, *The Memoir Class for Configurable Typesetting*, 8e éd., The Herries Press. URL https://www.ctan.org/pkg/memoir/, maintained by Lars Madsen.
- Xie, Y. 2016, «knitr: A general-purpose package for dynamic report generation in R», URL https://cran.r-project.org/package=knitr, R package version 1.12.
- Van Zandt, T., D. Girou et H. Voß. 2014, *PSTricks PostScript Macros for Generic T_EX*. URL https://www.ctan.org/pkg/pstricks-base/.

Cet index contient des références aux commandes et environnements Le X, ainsi qu'aux noms de paquetages et de classes. Le premier numéro indique habituellement, mais pas toujours, la page où un concept est introduit, défini ou expliqué.

```
\!,95
                                         amsmath, 88, 89, 91–94, 96, 99, 100,
\#, 19
                                                  102-104, 106, 107, 109, 111,
                                                  167
\$, 19
\%, 19
                                         \angle, 77, 83, 101
                                         \approx, 108
\&, 19
                                         \aption, 79
\,, 93, 95
                                         \arbox, 62
\-, 141
                                         \arccos, 95
\:, 95
                                         \arcsin, 95
\;, 95
                                         \arctan, 95
\|, 101
                                         \arg, 96
\\, 70, 102, 139
                                         article, 12, 23, 27, 28, 30, 34, 35
\_, 19
                                         \ast, 99
                                         \author, 31, 32
\above, 16
                                         \autoref, 41, 46, 82
abstract, 34
\addcontentsline, 38
                                         babel, 13, 19, 22-24, 54, 61, 81, 84,
\AE, 20
                                                  120, 126, 129, 141, 155, 158
\ae, 20
                                         \backmatter, 36
align, 102-105, 107-109, 111, 160,
                                         \backslash, 101
        161
                                         \bar, 101
align*, 102
                                         beamer, 151
aligned, 106
                                         \beta, 98
\alpha, 98, 101
                                         \bfseries, 15, 50
amsfonts, 98, 113
                                         Biber, 116
```

biblatex, 116	article, 12, 23, 27, 28, 30, 34, 35
biblatex, 116	beamer, 151
\bibliography, 125, 127	book, 12, 23, 27-31, 36
\bibliographystyle, 121, 125, 127	letter, 12, 27
BIBT _E X, 115	memoir, viii, ix, 12, 28, 30, 31,
\Big, 107	33, 34, 36, 38, 46, 50, 51, 56,
\big, 107	57, 69, 71, 74, 80, 84, 132,
\Bigg, 107	133, 140, 155, 159, 178
\bigg, 107	report, 12, 27-29, 31, 34
\bm, 110, 111	slides, 12, 27, 28, 151
bm , 110, 165	ulthese, vii, 12, 22, 30, 34, 36,
Bmatrix, 113	38, 51, 56, 69, 76, 84, 116,
bmatrix, 111, 113	123, 129, 146, 150, 152, 155,
book, 12, 23, 27-31, 36	166
booktabs, 68, 69, 71	\clearpage, 140
\bottomrule, 71, 72, 80, 82, 158,	\cleartorecto, 140
159, 163	\cleartoverso, 140
\boxplus, 99	\cmidrule, 71
\boxtimes, 99	\color, 144, 148, 164
	\colorlet, 144
\cap, 99	\cos, 96, 149, 150
\caption, 81, 82, 85, 159	\cosh, 95
cases, 106, 113, 161	\cot, 95
\cdot, 99	\coth, 95
\cdots, 93, 94, 160, 161	\csc, 96
center, 15, 54, 55, 157	csquotes, 20, 166
\centering, 54, 55, 74, 80, 82	\cup, 99
\chapter, 35	
\chaptitlefont, 132	\dashbox, 75
\chi, 98	\date, 31
\circ, 99, 160	\ddot, 101
\circle, 74, 75	\ddots, 93
\citation, 16, 18, 135, 146, 163	\DeclareMathOperator, 96
citation, 135, 136	\definecolor, 144-146, 148, 164
\cite, 123	\deg, 96
\citeauthor, 124	\Delta, 98
\citep, 123, 127	\delta, 98
\citet, 123, 124, 127	description, 54
\citeyear, 124	\det, 95
classe	\dfrac, 91, 92, 111-113, 161

\dim, 95	minipage, 62, 64, 65, 74, 83,
\displaybreak, 109	84, 140, 158-160
\div, 99	multline, 103
\documentclass, 11	multline*, 102
\dots, 93, 94, 160, 161	NoHyper, 124
\dotsb, 94	picture, 73-75
\dotsc, 94	pmatrix, 113
\dotsi, 94	quotation, 55
\dotsm, 94	quote, 15, 16, 55, 135, 163
\dotso, 94	Sinput, 149
\Downarrow, 100	Soutput, 149
\downarrow, 100	split, 102-104
	table, 79, 80, 82, 85, 159, 160
\ell, 101	tabular, 69-72, 80, 82, 158-160
\emph, 14, 52, 58	tabular*, 69, 70
\emptyset, 101	tabularx, 69, 70, 72, 73, 159,
EndNote, 117	163
\enlargethispage, 141	titlepage, 33
enumerate, 52, 53	titlingpage, 33
enumitem, 53, 165	verbatim, 56, 57, 146, 147
environnement	verbatim*,57
abstract, 34	Vmatrix, 113
align, 102-105, 107-109, 111,	vmatrix, 113
160, 161	\epsilon, 98
align*, 102	\eqref, 104
aligned, 106	equation, 88, 91, 96, 101, 103, 160,
Bmatrix, 113	161
bmatrix, 111, 113	\equiv, 99
cases, 106, 113, 161	\eta, 98
center, 15, 54, 55, 157	\exists, 101
citation, 135, 136	\exp, 95, 149, 150
description, 54) 5 1
enumerate, 52, 53	\fbox, 60, 157
equation, 88, 91, 96, 101, 103,	figure, 79, 83-85
160, 161	fontawesome, 134, 166
figure, 79, 83-85	fontenc, 21, 22, 24, 152
gather, 103	fontspec, 22-24, 32, 126, 142, 155,
gather*, 102	167
itemize, 52-54	footmisc, 56, 166
lstlisting, 147, 164	\footnote, 56

\footnotesize, 51	\iint, 92
\forall, 101	\in, 16, 39, 42, 99
\frac, 91, 92, 96, 101, 105-108, 111,	\include, 43-46
113, 160, 161	\includegraphics, 46, 47, 76, 77,
\frame, 148	83
\framebox, 60, 63, 74, 140	\includeonly, 45-47
francais-bst, 122, 129, 166	\includepdf, 78, 160
\frenchbsetup, 22, 54	\inf, 95
\frenchfigurename, 81	\infty, 96, 101
\frenchtablename, 81	\input, 43, 44, 47
\frontmatter, 36	inputenc, 21, 22, 24, 152
	\int, 92, 96, 101, 106, 108
\Gamma, 98, 101, 110	\iota, 98
\gamma, 98	\item, 52-54
gather, 103	itemize, 52-54
gather*, 102	\itshape, 50
\gcd, 96	(== 0, 0 =
geometry, 155	\kappa, 98
\geq, 99, 106	\ker, 95
\gets, 100	knitr, 168
graphics, 75	
graphicx, 46, 75, 77, 155	\label, 38-40, 42, 82, 103
\hat, 101	\Lambda, 98
\height, 76	\lambda, 98, 101
helvet, 153, 163	\language, 148
\hfill, 63	\LARGE, 51
\hom, 96	\Large, 51
\href, 134	\large, 10, 51
\HUGE, 51	\LaTeX, 14
\Huge, 51	\ldots, 93
\huge, 51	\le, 11, 16, 62
hyperref, 36, 38, 41, 46, 124, 134,	\left, 105-108, 111, 160, 161
145, 146, 153, 164, 167	\Leftarrow, 100
\hypersetup, 145, 146, 163, 164	\leftarrow, 100
\hyphenation, 141, 142	\Leftrightarrow, 100
(hyphenacion, 141, 142	\leftrightarrow,100
\I, 16	\leq, 99, 161
icomma, 23, 24, 167	letter, 12, 27
\ieme, 61	\lg, 95
\iiint, 92	\lim, 96

\liminf, 96	minipage, 62, 64, 65, 74, 83, 84,
\limsup, 95	140, 158-160
\line, 75	\miniscule, 51
\linewidth, 17, 63, 83, 140, 159,	\mu, 98
163	\multicolumn, 71-73, 159
listings, 57, 147, 148, 153, 166	multline, 103
\listoffigures, 81	multline*, 102
\listoftables, 81	
\ln, 95	\nabla, 101
\log, 95, 96	natbib, 115-117, 120, 122-124, 126,
\long, 14	129, 155
\Longleftarrow, 100	\ne, 11, 16, 57
\longleftarrow, 100	\neg, 101
\Longleftrightarrow, 100	\neq, 99
\longleftrightarrow, 100	\newcommand, 111, 132-134, 136, 162,
\Longrightarrow, 100	163
\longrightarrow, 100	\newenvironment, 134, 135
longueur, 16	\newline, 83, 139, 140
lorem, 33	\newpage, 140
lstlisting, 147, 164	\newsubfloat, 85, 159
	\ngeq, 99
\mainmatter, 36	\ngtr, 99
\makebox, 60, 74	\nLeftarrow, 100
\MakeLowercase, 136, 162	\nleftarrow, 100
\MakeUppercase, 162	\nLeftrightarrow, 100
\marginpar, 134, 163	\nleftrightarrow, 100
\mathbb, 98, 132	\nleq, 99
\mathbf, 109, 110	\nless, 99
\mathcal, 98	\No, 84
mathpazo, 143	\nocite, 124
mathptmx, 143	NoHyper, 124
\max, 96, 104	\nombre, 23, 84
\mbox, 60, 65, 158	\normalfont, 50
\mdseries, 50	\normalsize, 51
memoir, viii, ix, 12, 28, 30, 31, 33, 34,	\not, 16, 99
36, 38, 46, 50, 51, 56, 57, 69,	\notag, 102
71, 74, 80, 84, 132, 133, 140,	\notin, 99
155, 159, 178	\nRightarrow, 100
\midrule, 71, 72, 80, 82, 158, 159	\nrightarrow, 100
\min, 96	\nu, 98

numprint, 23, 24, 84, 155, 158, 166	listings, 57, 147, 148, 153, 166
	lorem, 33
\0, 20	mathpazo, 143
\0E, 20	mathptmx, 143
\oe, 20	natbib, 115-117, 120, 122-124, 126,
$\backslash Omega, 98$	129, 155
\omega, 98	numprint, 23, 24, 84, 155, 158,
\oplus, 99	166
\otimes, 99	pdfpages, 78, 85, 160, 167
\pagebreak, 141	tabularx, 69
	textcomp, 155
\pageref, 39	unicode-math, 23, 98, 110, 112,
paquetage amsfonts, 98, 113	167
amsmath, 88, 89, 91-94, 96, 99,	xcolor, 143-145, 148, 153, 155,
100, 102-104, 106, 107, 109,	164, 166
111, 167	\par, 52, 53
babel, 13, 19, 22-24, 54, 61, 81,	\parbox, 61, 62, 64, 157, 158
84, 120, 126, 129, 141, 155,	\partial, 101, 111, 160, 161
158	pdfpages, 78, 85, 160, 167
biblatex, 116	\phantom, 102, 103, 107, 108
bm, 110, 165	\phantomsection, 38
booktabs, 68, 69, 71	\Phi, 98
csquotes, 20, 166	\phi, 98
enumitem, 53, 165	\Pi,98
fontawesome, 134, 166	\pi, 98, 149, 150
fontenc, 21, 22, 24, 152	picture, 73-75
fontspec, 22-24, 32, 126, 142,	\pm, 99
155, 167	pmatrix, 113
footmisc, 56, 166	\Pr, 95
francais-bst, 122, 129, 166	\prime, 101, 160
geometry, 155	\Psi, 98
graphics, 75	\psi, 98
graphicx, 46, 75, 77, 155	\put, 74, 75
helvet, 153, 163	
hyperref, 36, 38, 41, 46, 124, 134,	\qbezier,75
145, 146, 153, 164, 167	\qquad, 94, 95
icomma, 23, 24, 167	, 94, 95, 101, 106, 111
inputenc, 21, 22, 24, 152	quotation, 55
knitr, 168	quote, 15, 16, 55, 135, 163

\raisebox, 61, 134, 163	\subcaption, 85, 159
\ref, 39, 40, 46, 82	\subset, 99
\reflectbox, 77, 78, 83	\subseteq, 99
\renewcommand, 132, 133, 136	\sum, 92, 101, 105, 108, 109
\renewenvironment, 134	\sup, 96
report, 12, 27-29, 31, 34	\symbf, 110
\resizebox, 77, 78	
\rho, 98	table, 79, 80, 82, 85, 159, 160
\right, 105-109, 111, 161	tabular, 69-72, 80, 82, 158-160
\Rightarrow, 100	tabular*, 69, 70
\rightarrow, 100	tabularx, 69, 70, 72, 73, 159, 163
\rmfamily, 50	tabularx, 69
\rotatebox, 77, 78	\tan, 95
\rule, 14, 63, 64, 72	\tanh, 95
	\tau, 98
\scalebox, 77, 78	\text, 94, 101, 104
\scriptsize, 51	\textbf, 50, 110
\scshape, 50	\textcolor, 144
\sec, 39, 42, 95	textcomp, 155
\section, 10, 13, 34, 39, 42, 149	\textit, 10, 50, 51
\section*, 13	\textmd, 50
\setmainfont, 143	\textrm, 50
\setmathfont, 143	\textsc, 50, 136, 162
\setminus, 99	\textsf, 50
\setsecheadstyle, 50	\textsl, 50
\Sexpr, 149	\textsubscript, 61
\sffamily, 50	\textsuperscript, 18, 61
\Sigma, 98	\texttt, 50
\sigma, 98	\textup, 50
\sin, 95, 96	\textwidth, 17, 47, 62, 69, 70, 72,
\sinh, 96	159
Sinput, 149	\tfrac, 91, 92, 113
slides, 12, 27, 28, 151	\thanks, 32
\slshape, 50	\the, 16, 52
\small, 51	\Theta, 98
soulignement, 52	\theta, 98, 110, 111
Soutput, 149	\thicklines, 75
split, 102-104	\thinlines, 75
\sqrt, 92	\tilde, 101, 161
\star, 99	\times, 99, 111

```
\tiny, 51
                                        xcolor, 143-145, 148, 153, 155, 164,
\title, 31, 32
                                                166
                                        \Xi, 98
titlepage, 33
titlingpage, 33
                                        \xi, 98
\to, 96, 100
                                        \zeta, 98
\toprule, 71, 72, 80, 82, 158, 159,
\ttfamily, 50
ulthese, vii, 12, 22, 30, 34, 36, 38, 51,
        56, 69, 76, 84, 116, 123, 129,
        146, 150, 152, 155, 166
unicode-math, 23, 98, 110, 112, 167
\unitlength, 74
\Uparrow, 100
\uparrow, 100
\Updownarrow, 100
\updownarrow, 100
\upshape, 50
\Upsilon, 98
\upsilon, 98
\varepsilon, 98
\varphi, 98
\varpi, 98
\varrho, 98
\varsigma, 98
\vartheta, 98
\vdots, 93
\vector, 75
\vee, 99
\verb, 53, 57, 149, 150
\verb*, 57
verbatim, 56, 57, 146, 147
verbatim*, 57
\vert, 54
Vmatrix, 113
vmatrix, 113
\wedge, 99
\width, 47
```

Ce document a été produit avec le système de mise en page X¬ETEX à partir de la classe memoir. Le texte principal est en Lucida Bright OT 11 points, les mathématiques en Lucida Bright Math OT, le code informatique en Lucida Grande Mono DK et les titres en Fira Sans. Les icônes proviennent de la police Font Awesome.

