

$\text{L}^{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X} \dots$ pour le prof de maths !

Aide-mémoire, astuces et approfondissements

Arnaud GAZAGNES

31 août 2017



Τέχνης δεῖ τῷ μέλλοντι δρᾶν.

Celui qui se dispose à agir a besoin de connaissances techniques. (Platon)

Τὸ πράττειν τοῦ λέγειν χρηϊττόν ἐστιν.

L'action vaut mieux que la parole. (Démosthène)

Faire atteindre le minimum à tous et le maximum à chacun. (A. G.)

Sommaire

1	En guise de préambule...	4
2	Squelette	6
2.1	Commande <code>\</code> , argument <code>{}</code> et option <code>[]</code>	6
2.2	Préambule	6
2.3	<code>\documentclass</code>	6
2.4	Extensions et <code>\usepackage</code>	7
2.4.1	Principe	7
2.4.2	Encodages	7
2.4.3	D'autres extensions	7
2.5	Environnements	7
2.6	Caractères réservés et lettres accentuées	7
2.6.1	Caractères réservés	7
2.6.1.1	Le symbole de pourcentage <code>%</code>	7
2.6.1.2	Écriture des caractères réservés	8
2.6.2	Lettres accentuées et autres symboles divers	8
2.6.3	Accents en mode mathématique	8
2.7	Hiérarchie de sectionnement	9
2.8	Inclusion de fichiers	9
2.8.1	Commande <code>\include</code>	9
2.8.2	Commande <code>\includeonly</code>	9
2.8.3	Commande <code>\input</code>	10
2.9	Les causes d'erreur	10
3	Mise en forme – Mise en valeur du texte	11
3.1	Multicolonnes	11
3.1.1	Principe	11
3.1.2	Saut de colonne	11
3.1.3	Version étoilée	11
3.1.4	Améliorations	12
3.1.4.1	Ligne de séparation	12
3.1.4.2	Espace inter-colonnes	12
3.2	Taille de l'interligne	12
3.2.1	Dans tout le document	12
3.2.2	Localement : l'extension <code>\setspace</code>	12
3.2.3	Et la taille de fonte!	12
3.3	Paragraphe	13
3.3.1	Indentation	13
3.3.2	Retour à la ligne	13
3.3.3	Alignement au centre et autres	13
3.3.4	Trois points... de typographie	13
3.3.4.1	Guillemets	14
3.3.4.2	Points de suspension	14
3.3.4.3	Espace insécable	14
3.3.4.4	Traits d'union	14

3.4	Longueurs et espacements	14
3.4.1	Longueurs	14
3.4.2	Espacement horizontal	14
3.4.3	Espacement vertical	15
3.4.4	Espacements élastiques	15
3.4.4.1	<code>\hfill</code> , <code>\vfill</code>	15
3.4.4.2	<code>\stretch</code>	15
3.4.5	Espacement entre paragraphes	15
3.4.6	Affectation de valeur à une longueur	16
3.4.6.1	<code>\newlength</code>	16
3.4.6.2	<code>\setlength</code>	16
3.4.6.3	<code>\addtolength</code>	16
3.4.6.4	<code>\settowidth</code>	17
3.4.6.5	Application 1 : texte barré	17
3.4.6.6	Application 2 : filet double encadrant	17
3.5	Police!	17
3.5.1	Styles classiques	17
3.5.2	Changement de police	18
3.5.2.1	Quelques exemples	18
3.5.2.2	Sans empattement	18
3.5.2.3	Cursive	18
3.5.3	Ils sont fous, ces Romains!	19
3.5.3.1	Écrire en chiffres romains	19
3.5.3.2	Notation des siècles	19
3.5.3.3	Premier, deuxième, etc.	19
3.5.3.4	Chiffres elzéviens	19
3.5.4	Taille des caractères	19
3.5.5	Couleurs	19
3.5.5.1	Couleurs prédéfinies	19
3.5.5.2	Définir une couleur à partir d'un modèle de couleur	19
3.5.5.3	Définir une couleur à partir d'un mélange de couleurs existantes	20
3.5.5.4	Écrire un texte en couleur	20
3.5.6	Divers effets	21
3.5.6.1	Soulignement	21
3.5.6.2	Divers encadrements	21
3.5.6.3	Agrandissements	21
3.5.6.4	Texte tourné et <code>\rotatebox</code>	22
3.5.6.5	À l'envers	22
3.5.6.6	Texte penché et <code>\pstilt</code>	22
3.5.6.7	Trait horizontal	22
3.6	Citations	22
3.6.1	Environnement <code>quote</code>	22
3.6.2	Environnement <code>quotation</code>	22
3.6.3	Avec un nouvel environnement	23
3.7	Adresses <code>url</code>	23
3.8	Deux idées pour un QCM	23
3.8.1	En bout de ligne	23
3.8.2	Avec des multicolonnes	23
3.9	Filigrane	23
3.10	Symboles décoratifs	24
3.10.1	Des symboles dans un environnement mathématique	24
3.10.2	Dingbats et <code>pifont</code>	24
3.11	D'autres couleurs, format <code>rgb</code>	26

4	Mise en boîte	28
4.1	Boîtes de ligne	28
4.1.1	Commande <code>\mbox</code>	28
4.1.2	Commande <code>\makebox</code>	28
4.1.3	Commandes <code>\fbox</code> et <code>\framebox</code>	29
4.1.3.1	Commande <code>\fbox</code>	29
4.1.3.2	Aspect des encadrements : commandes <code>\fboxsep</code> et <code>\fboxrule</code>	29
4.1.3.3	... avec la commande <code>\strut</code>	29
4.1.3.4	Commande <code>\framebox</code>	29
4.1.4	Commande <code>\raisebox</code>	29
4.1.5	Divers effets de mise en forme	29
4.2	Boîtes verticales	29
4.2.1	Commande <code>\parbox</code>	29
4.2.2	Minipages	30
4.3	Dimensions de la boîte	31
4.4	Boîtes de couleur	31
4.4.1	Commande <code>\colorbox</code>	31
4.4.2	Commande <code>\fcolorbox</code>	32
4.5	Boîtes de réglures, boîtes noires : <code>rule</code>	32
4.6	Boîtes de sauvegarde	32
5	Compteurs et énumérations de texte	33
5.1	Compteurs	33
5.1.1	Définir son propre compteur	33
5.1.2	Affichage de la valeur du compteur	33
5.1.3	Application 1. Exercice n°...	34
5.1.3.1	Première façon	34
5.1.3.2	Seconde façon	34
5.1.4	Application 2. Lignes de tableau	34
5.1.5	Application 3. Création d'exercices avec des nombres aléatoires	35
5.1.5.1	Idée	35
5.1.5.2	Simplifications de fractions	35
5.1.5.3	Simplifications de racines carrées	35
5.1.6	Application 4. Liste de livres	36
5.1.7	Dans un QCM	36
5.1.8	Comme aux concours!	36
5.2	Énumérations de texte	37
5.2.1	Les listes de description : l'environnement <code>description</code>	37
5.2.2	Les listes numérotées : l'environnement <code>enumerate</code>	37
5.2.2.1	Sans option	37
5.2.2.2	Avec option : changement <i>local</i> du type de numération	37
5.2.2.3	Numéros entourés	38
5.2.2.4	1, 2, 4	38
5.2.2.5	Interruption temporaire pour une mise en page	38
5.2.3	Les listes à tirets, non numérotées : l'environnement <code>itemize</code>	39
5.2.3.1	Tirets	39
5.2.3.2	Personnalisation des items	40
5.2.3.3	Puces et autres, <i>dans tout le document</i>	40
5.2.3.4	Puces et autres, <i>localement</i>	40
5.2.3.5	Espacement vers la droite	40
5.2.4	Imbrication	40
5.2.4.1	Principe	40
5.2.4.2	Exemple avec <code>enumerate</code> et différents niveaux	40
5.2.4.3	Exemple avec deux types d'énumération	41
5.2.4.4	Exemple avec <code>enumerate</code> et jeu de compteurs	41

5.2.5	Liste dans le texte	41
5.2.6	Espace entre les éléments	41
5.2.7	Avec des lettres grecques	41
5.2.8	Avec l'extension <code>enumitem</code>	42
5.2.9	Définir une liste	42
5.2.9.1	L'environnement <code>list</code>	42
5.2.9.2	Liste non numérotée	42
5.2.9.3	Liste numérotée	43
5.2.10	Liste en colonnes	43
5.2.10.1	De haut en bas d'abord	43
5.2.10.2	De gauche à droite ensuite	43
6	Références	44
6.1	Principe	44
6.2	Note de bas de page	44
6.2.1	Commande <code>\footnote</code>	44
6.2.2	Changer le style de numérotation	44
6.2.3	Note sur une même ligne	44
6.2.4	Dans un tableau ou une minipage	44
6.2.5	Référence à une note en bas de page	45
6.2.6	Filets de notes	45
6.3	Notes dans la marge	45
6.3.1	Commande <code>\marginpar</code>	45
6.3.2	Commande <code>\reversemarginpar</code>	45
6.4	Les étiquettes	45
6.4.1	<code>\label</code>	45
6.4.2	<code>\ref</code>	45
6.4.3	<code>\pageref</code>	46
6.4.4	<code>\the...</code>	46
6.4.5	Hyperliens	46
7	Écrire des mathématiques	47
7.1	Composition	47
7.2	Environnement mathématique	47
7.2.1	Expressions « en ligne » (<code>\$...\$</code>) ou « hors texte » (<code>\[...\]</code>)	47
7.2.2	Commande <code>\displaystyle</code> et autres commandes de taille de police	48
7.2.3	Texte et espace dans un environnement mathématique	48
7.2.3.1	Espaces entre deux <code>\$</code>	48
7.2.3.2	Commande <code>\text{...}</code>	48
7.2.3.3	Espaces : <code>\quad</code> et <code>\qquad</code>	48
7.2.4	Mise en boîte	48
7.3	Commandes de base	48
7.3.1	Écriture d'un nombre et virgule	48
7.3.1.1	Commande <code>\np</code>	48
7.3.1.2	Commande <code>\DecimalMathComma</code>	49
7.3.2	Flèches	49
7.3.2.1	Flèches « droites »	49
7.3.2.2	« équivaut à » et « implique »	49
7.3.2.3	Flèches « obliques »	49
7.3.2.4	Flèches « arrondies »	49
7.3.2.5	Flèches des fonctions	49
7.3.3	Indices et exposants	50
7.3.4	Fractions	50
7.3.5	Radicaux	50
7.3.6	Fonctions usuelles	50
7.3.7	Dérivées	50

7.3.8	Limites, intégrales, sommes et produits	51
7.3.8.1	Symboles et utilisation	51
7.3.8.2	Placement des « limites »	51
7.3.9	Vecteurs	51
7.3.9.1	Commandes <code>\vec</code> et <code>\overrightarrow</code>	51
7.3.9.2	Cas des lettres i et j	51
7.3.9.3	Norme	51
7.3.10	Complexes	51
7.3.10.1	Réels et imaginaires	51
7.3.10.2	Conjugué	51
7.3.10.3	Module	52
7.3.10.4	Argument	52
7.3.11	Matrices	52
7.3.11.1	Matrices usuelles	52
7.3.11.2	Matrices « bordées »	52
7.3.11.3	Espacement vertical	52
7.3.12	Systèmes	53
7.3.13	Parallèles et perpendiculaires	53
7.3.14	Ensemble de nombres entiers	53
7.3.15	Probabilités	53
7.3.16	Arithmétique	53
7.3.17	« tel que »	54
7.3.18	: et application	54
7.3.19	Multiplication	54
7.3.20	Pointillés	54
7.3.21	Des blancs et des crochets	54
7.4	Délimiteurs	54
7.4.1	Délimiteurs classiques (, {,	54
7.4.2	Délimiteurs <code>\big,</code>	55
7.4.3	Avec <code>\delimitfactor</code>	55
7.5	Symboles extensibles	55
7.5.1	Angle, vecteur, barre,	55
7.5.2	Accolades horizontales	55
7.5.3	Empilement : écriture de limite	55
7.5.4	Empilement : commande <code>\stackrel</code>	56
7.6	Mise en valeur	56
7.6.1	Encadrement d'une formule	56
7.6.2	Gras	56
7.6.2.1	Avec <code>\boldmath</code>	56
7.6.2.2	Avec <code>\mathversion</code>	56
7.6.2.3	Avec <code>\boldsymbol</code>	56
7.6.2.4	Avec l'extension <code>bm</code>	56
7.6.3	Polices mathématiques	57
7.6.4	Lettres calligraphiées	57
7.6.5	Barré	57
7.6.6	Fantômes	57
7.7	Présentation d'une équation	58
7.7.1	Numérotation d'une formule	58
7.7.2	Équations sur plusieurs lignes	58
7.7.2.1	L'environnement <code>eqnarray</code>	58
7.7.2.2	L'environnement <code>align</code>	59
7.7.2.3	L'environnement <code>split</code>	59
7.7.3	Insertion d'un commentaire avec la commande <code>\intertext</code>	59
7.7.4	Formule trop longue	59
7.8	Définir ses propres commandes	60

7.8.1	La commande <code>\ensuremath</code>	60
7.8.2	La commande <code>\DeclareMathOperator</code>	60
7.8.3	Utilisation de <code>\renewcommand</code>	60
7.8.3.1	Principe	60
7.8.3.2	Un « raccourci clavier »	60
7.8.3.3	Redéfinir des commandes existantes	61
7.8.4	Utilisation de <code>\xspace</code>	61
7.9	Pose d'une opération : <code>xlop</code>	61
7.10	Lettres et symboles	61
7.10.1	Le symbole €	61
7.10.2	Un utilitaire	61
7.10.3	Numérations antiques	61
7.10.4	Lettres grecques	62
7.10.4.1	De l'alpha à l'oméga	62
7.10.4.2	Majuscules en italiques	62
7.10.5	Symboles mathématiques	62
8	Tableaux	64
8.1	Tableaux « de base »	64
8.1.1	Structure... et aide-mémoire	64
8.1.2	Un travail sans filet	64
8.1.3	Répétition de colonnes	64
8.1.4	Fin de ligne	64
8.1.5	Position du tableau par rapport au texte	64
8.2	Lignes horizontales	65
8.2.1	Avec des lignes horizontales entières	65
8.2.2	Double ligne horizontale	65
8.2.3	Bordure horizontale partielle	65
8.3	Fixer la largeur	65
8.3.1	Commande <code>p{largeur}</code>	65
8.3.2	Alignement : <code>\centering</code> ,	65
8.4	Cellules multicolonnes et multilignes	66
8.4.1	Cellules multicolonnes	66
8.4.2	Cellules multilignes	67
8.5	Tableau et paragraphe	67
8.5.1	Texte en paragraphe sur plusieurs lignes	67
8.5.2	Revenir à la ligne	67
8.6	Style par défaut pour une colonne	67
8.6.1	L'instruction <code>>{commandes}</code>	67
8.6.2	L'instruction <code>\newcolumnntype</code>	68
8.7	Agrandissement vertical	69
8.7.1	La commande <code>\arraystretch</code>	69
8.7.2	Avec une boîte	69
8.7.3	Avec l'insertion d'un filet	69
8.7.4	Éloignement vertical	69
8.8	Épaisseur des filets	70
8.8.1	Pour tout le tableau	70
8.8.2	Pour quelques lignes ou quelques séparateurs de colonnes	70
8.9	On tourne!	70
8.9.1	Le contenu	70
8.9.2	Le contenant	70
8.10	On scinde!	71
8.11	On réduit!	71
8.12	On note!	71
8.13	On décale (entre deux lignes)!	71

8.14	Des colonnes extensibles	71
8.14.1	Extension tabularx	71
8.14.2	Position du contenu : commandes <code>\arraybackslash</code> , <code>\centering</code> ,	72
8.14.3	Plus de place qu'une autre	73
8.15	Couleurs	73
8.15.1	Bordure et filets	73
8.15.2	Colonne, ligne ou cellule	73
8.15.3	Couleurs de ligne alternées	74
8.16	Séparateur de colonne <code>@{...}</code>	74
8.16.1	Principe et exemples	74
8.16.2	Alignement de nombres sur le point décimal	74
8.17	Avec un contenu mathématique	75
8.17.1	L'extension array	75
8.17.2	Systèmes (et assimilés!)	75
8.17.3	Matrices et coordonnées vectorielles	75
8.17.4	Coefficient binomial	76
8.17.5	Tableaux de variations et de signes	76
8.17.5.1	« À la main »	76
8.17.5.2	Avec le package tkz-tab	76
8.17.6	Structures conditionnelles	76
8.17.7	Equations sur plusieurs lignes	77
8.18	Liste dans un tableau	77
8.19	Tableaux et algorithmes	77
8.20	Tableau sur plusieurs pages	78
8.21	QCM : trois (autres) idées	78
8.21.1	Première idée	78
8.21.2	Seconde idée	79
8.21.3	Troisième idée	79
8.22	Nombres croisés et grilles de mots (ou de nombres)	79
8.22.1	Nombres croisés et sudoku	79
8.22.2	Grilles de mots	80
8.23	Tabulations	80
8.23.1	Principe	80
8.23.2	Syntaxe	80
8.23.3	Exemples	80
8.23.4	Positionnement du texte dans une colonne	81
8.23.5	Cas des lettres accentuées	81
8.23.6	Déplacement des marges	81
9	Flottants	84
9.1	Principe	84
9.2	Structure	84
9.3	Liste des flottants	84
9.4	Deux figures en une	84
10	Macros personnelles : <code>\newcommand</code>	86
10.1	Explicitation de la commande	86
10.2	Des exemples sans argument	86
10.2.1	Des notations récurrentes	86
10.2.2	Danger!	86
10.2.3	Plusieurs mêmes graphiques	86
10.2.4	Symbole de début de paragraphe	87
10.2.5	Des épaisseurs de filets différentes	87
10.2.6	Flèches de variation	87
10.3	Des exemples avec argument	87
10.3.1	Racine carrée	87

10.3.2	Fractions	87
10.3.3	Vecteurs	87
10.3.4	Arc	87
10.3.5	Touches et écran de calculatrice	88
10.3.6	Axe gradué et graduations	89
10.3.7	Grille de mots	89
10.3.8	Encadré de cours	89
10.3.9	PGCD de deux nombres	89
10.3.10	Texte souligné	90
10.3.11	Texte surligné	90
10.3.12	Texte barré	90
10.3.13	Double filet d'encadrement	90
10.3.14	Intervalles	90
10.4	Avec option	90
10.4.1	Principe. Coucou, Céline!	90
10.4.2	Calculatrice autorisée	90
10.4.3	Polynômes	91
10.5	Variantes étoilées	91
10.6	Une présentation de DS	91
10.7	Où les élèves répondent-ils?	92
10.7.1	Quadrillages à petits carreaux	92
10.7.1.1	Quadrillages à largeur fixe	92
10.7.1.2	Quadrillages à largeur variable	92
10.7.2	Quadrillages à gros carreaux	92
10.7.3	Cadres blancs	93
10.7.4	Lignes de pointillés	93
10.7.5	Texte à trous	93
10.8	Une présentation de QCM	93
10.9	Une autre commande : <code>\def</code>	94
10.9.1	Une définition simple	94
10.9.2	Un exemple	94
10.9.3	Attention, néanmoins!	94
11	Image	96
11.1	Insertion d'une image	96
11.1.1	Pdf \LaTeX ou \LaTeX ?	96
11.1.2	Avec TexMaker	96
11.1.3	Mise en place	96
11.1.4	Options	96
11.1.5	Découpage	97
11.1.5.1	Options <code>trim</code> et <code>clip</code>	97
11.1.5.2	Bounding box	97
11.2	Légende	98
11.3	Logiciels de géométrie	98
11.4	Deux banques d'images	98
11.4.1	Icônes de Geogebra	98
11.4.2	Cartes à jouer	98
11.5	Pour convertir une image	98
12	Dessins avec Pstricks	99
12.1	Environnement <code>pspicture</code>	99
12.1.1	Syntaxe	99
12.1.2	Formes raccourcies	99
12.1.3	Forme étoilée	99
12.2	Paramètres d'une figure	99
12.2.1	Quelques paramètres par défaut	99

12.2.2	Changer des paramètres	99
12.2.3	Placement du graphique	100
12.2.4	Créer des styles de paramètres	100
12.3	Grilles	100
12.4	Lignes	101
12.4.1	Lignes « droites »	101
12.4.2	Lignes « courbes »	101
12.4.3	Lignes « à main levée »	102
12.5	Flèches et autres extrémités	103
12.6	Options	103
12.6.1	Épaisseur	103
12.6.2	Codage	103
12.6.3	Style : pointillés,	103
12.6.4	Couleur	104
12.6.5	Points	104
12.6.6	Longueur des flèches	104
12.6.7	Double trait	104
12.6.8	Hachures	104
12.7	Figures usuelles	105
12.7.1	Rectangles, polygones, etc.	105
12.7.1.1	Rectangles et polygones	105
12.7.1.2	Un triangle... eulérien	105
12.7.1.3	Pour un Sudoku	105
12.7.2	Parabole	106
12.7.3	Cercles, disques et ellipses	106
12.7.4	Secteurs et arcs	106
12.7.5	La commande <code>\SpecialCoor</code>	107
12.8	Commande <code>\degrees[num]</code>	108
12.9	Commande <code>\pscustom</code> : coloriage d'une surface	108
12.10	Commande <code>\psclip</code> : découpage d'une surface	109
12.11	Transformations usuelles	110
12.11.1	Commandes <code>\rput</code> et <code>\uput</code>	110
12.11.1.1	Commande <code>\rput</code>	110
12.11.1.2	Commande <code>\uput</code>	110
12.11.2	Translation	110
12.11.3	Rotation et symétrie centrale	111
12.11.4	Homothétie	111
12.12	Décorations	111
12.12.1	Encadrements	111
12.12.2	On épouse	112
12.13	Répétition	112
12.13.1	Commande <code>\multiput</code>	112
12.13.1.1	Syntaxe	112
12.13.1.2	Quadrillage	112
12.13.2	Commande <code>\multirput</code>	112
12.13.3	Commande <code>\multips</code>	113
12.13.3.1	Et avec <code>Pstricks</code>	113
12.13.3.2	Syntaxe	113
12.13.3.3	Zigzag	113
12.13.3.4	Jouons aux cubes!	113
12.13.3.5	Un réseau triangulaire pointé	113
12.13.4	Utilisation de <code>\multido</code>	113
12.13.4.1	La commande <code>\multido</code>	113
12.13.4.2	Des parts de camemberts	113
12.13.4.3	Un rapporteur	114

12.13.4.4	Un papier quadrillé	114
12.13.4.5	Un échiquier	114
12.14	Divers axes gradués	114
12.14.1	Avec la commande <code>\multido</code>	114
12.14.1.1	Un seul axe gradué	114
12.14.1.2	Un repère	115
12.14.2	La commande <code>\psaxes</code>	115
12.14.2.1	Deux structures	115
12.14.2.2	L'axe « horizontal » seul	116
12.14.2.3	L'option <code>arrowscale</code>	116
12.14.2.4	Les options <code>Dx</code> , <code>Ox</code> , etc.	116
12.14.2.5	Taille des étiquettes	117
12.14.2.6	Graduations et sous-graduations	117
12.15	Repères non orthogonaux et commande <code>\pstilt</code>	118
12.16	Marquage	119
12.16.1	Marquage des étiquettes	119
12.16.2	Marquage des dimensions	119
12.17	Face de dé	120
12.18	D'autres extensions et des logiciels utiles	120
12.18.1	L'extension <code>pst-fun</code>	120
12.18.2	L'extension <code>pst-eucl</code>	121
12.18.3	L'extension <code>pst-ob3d</code>	121
12.18.4	Des logiciels externes	121
12.18.4.1	Geogebra	122
12.18.4.2	Pstplus	122
12.18.4.3	TeXgraph	122
12.18.4.4	Eukleides	122
12.18.4.5	LaTeXDraw	122
12.18.4.6	TikZ	122

13 Courbes représentatives de fonctions avec Pstricks 124

13.1	Des logiciels externes et de la documentation	124
13.2	Tracé de \mathcal{C}	124
13.2.1	Commande de base	124
13.2.2	Virgule comme séparateur décimal	124
13.2.3	Algébrique ou polonaise ?	124
13.2.3.1	Forme classique	124
13.2.3.2	Forme polonaise	124
13.3	Intersection	125
13.3.1	Images et antécédents	125
13.3.2	Affichage des ordonnées	125
13.3.3	Courbe-courbe et courbe-droite	126
13.4	Plusieurs courbes	126
13.4.1	Fonctions associées	126
13.4.2	Famille de courbes	127
13.5	Aires	128
13.5.1	Aire sous la courbe	128
13.5.2	Aire entre deux courbes	128
13.6	Représentation des lois binomiale et normale	128
13.7	Tangentes en un point et fonctions dérivées	129
13.8	Suites récurrentes	129
13.9	Repères trigonométriques	130

14 Graphes et arbres pondérés	131
14.1 Graphes	131
14.1.1 Graphe non pondéré	131
14.1.1.1 Graphe non orienté	131
14.1.1.2 Graphe orienté	132
14.1.2 Graphe pondéré	133
14.1.2.1 Graphe non orienté	133
14.1.2.2 Graphe orienté	134
14.1.3 Applications	134
14.1.3.1 Illustration d'une démarche de résolution	134
14.1.3.2 Graphe probabiliste	135
14.1.3.3 Texte partiellement encadré	135
14.2 Arbres	135
14.2.1 Arbres non pondérés	135
14.2.2 Avec une <code>\newcommand</code>	136
14.2.3 Arbres pondérés	136
15 Algorithmes	139
15.1 Deux premières idées de présentation	139
15.2 Le package <code>algorithmic</code>	139
15.2.1 Présentation	139
15.2.2 Quelques instructions	139
15.2.3 Francisation	140
15.2.4 Exemple	140
15.2.5 Début et fin	140
15.2.6 Numérotation des lignes	140
15.2.7 Commentaire	141
15.2.8 Indentation	141
15.3 L'environnement <code>algorithm</code>	141
15.4 Avec <code>Algobox</code>	141
16 Programmation structurée	143
16.1 <code>\multido</code>	143
16.1.1 La commande <code>\multido</code>	143
16.1.2 Exemples	143
16.1.2.1 Somme des dix premiers entiers	143
16.1.2.2 Somme de termes alternée	143
16.1.2.3 Factorielles	143
16.1.2.4 Diagramme en toile d'araignée	143
16.1.2.5 Multiples de π	144
16.1.2.6 Méthode Coué	144
16.1.2.7 Dégradés	144
16.1.2.8 Palette de couleurs	144
16.2 <code>\ifthenelse</code>	144
16.2.1 La commande <code>\ifthenelse</code>	144
16.2.2 Exemples	144
16.2.2.1 Impair	144
16.2.2.2 Plus grand	145
16.2.2.3 Matin ou après-midi ?	145
16.2.2.4 Barème	145
16.3 <code>\whiledo</code>	145
16.3.1 La commande <code>\whiledo</code>	145
16.3.2 Exemples	145
16.3.2.1 Méthode Coué (bis)	145
16.3.2.2 Calcul du PGCD	145
16.3.2.3 Suite de Syracuse	146

17 Personnaliser son cours	147
17.1 Titre, auteur et date	147
17.2 Orientation « paysage »	147
17.2.1 Document entier	147
17.2.2 Une ou quelques pages seulement	147
17.3 Page	147
17.3.1 Numéro de page	147
17.3.2 Changement de page	148
17.3.3 Marges	148
17.3.4 Au début d'un chapitre	148
17.4 Page de garde	148
17.5 Changement de la numérotation des listes	148
17.5.1 Le compteur lui-même	148
17.5.1.1 Énumération du type A, B, C,	148
17.5.1.2 Énumération du type I, II, III,	149
17.5.2 L'étiquette : gras, couleur, encadré,	149
17.5.2.1 Énumération du type 1), 2), 3)	149
17.5.2.2 Énumération du type ■ A □,	149
17.5.2.3 Énumération colorée	149
17.5.2.4 Énumération encadrée	149
17.5.3 Alignement vertical	149
17.5.4 Comme aux examens	149
17.6 Titres de section	150
17.6.1 Police	150
17.6.2 Style de numérotation	150
17.6.3 Changement de valeur	150
17.6.4 Couleur	150
17.6.5 Présentation	150
17.6.6 Numérotation dans la marge	151
17.6.7 Centrage des titres de section	151
17.7 Encadrés : définitions, résultats, textes,	151
17.7.1 Le package <code>bclogo</code>	151
17.7.2 Le package <code>framed</code>	151
17.7.3 Et une macro !	152
17.8 Présentation du théorème	152
17.8.1 Numérotation d'une proposition	152
17.8.1.1 La commande <code>\newtheorem</code>	152
17.8.1.2 Le nom en option	153
17.8.1.3 La numérotation du théorème	153
17.8.2 Personnalisation de la présentation	153
17.8.3 Un exemple détaillé	153
17.8.4 Encadrement automatique	155
17.9 Hauts et bas de pages	155
17.9.1 L'extension <code>fancyhdr</code>	155
17.9.2 Cas d'un document <code>oneside</code>	155
17.9.3 Cas d'un document <code>twoside</code>	155
17.9.4 Nom, prénom	156
17.9.5 Trait horizontal	156
17.10 Autour des numéros de page	156
17.10.1 Nouveau numéro initial de page	156
17.10.2 « Page 1 sur 20 »	156
17.10.3 Tournez, SVP !	156
17.10.4 Dans la classe <code>book</code>	156
17.11 Table des matières et listes de figures et tables	156
17.11.1 Table des matières	156

17.11.2	Liste des figures et tables	157
17.11.3	Mini-table des matières	157
17.11.4	Ajout d'une entrée	157
17.12	Résumé – abstract	157
17.13	Appendice	158
17.14	Index	158
17.14.1	Principe	158
17.14.2	Sous-entrée	158
17.14.3	Références croisées	158
17.14.4	Lettres accentuées	158
17.14.5	Style de page	158
17.14.6	Exemples	158
17.15	Changer les noms prédéfinis	158
17.15.1	Noms prédéfinis	158
17.15.2	Changement des noms	159
18	Des feuilles d'exercices corrigés, avec barème !	160
18.1	Corrigés à la fin	160
18.2	Corrigés en-dessous	161
18.2.1	Première méthode	161
18.2.2	Seconde méthode	161
18.3	Des indications	161
18.4	Numérotation des exercices	161
18.4.1	Style de numérotation	161
18.4.2	Changement de valeur	161
18.4.2.1	Principe	161
18.4.2.2	Départ à 4	162
18.4.2.3	Départ à -1	162
18.5	Un texte en option	162
18.6	Avec un barème	162
18.7	La classe exam	162
19	Diaporamas avec Beamer	163
19.1	Petite présentation	163
19.2	Préambule	163
19.2.1	Classe	163
19.2.2	Thème	163
19.2.3	Page de titre	163
19.2.4	Option de placement vertical	164
19.3	Transparent	164
19.3.1	Transparent « de base »	164
19.3.2	Etiquette	164
19.3.3	Titre	164
19.3.4	Sans décor	164
19.3.5	Logo	164
19.3.6	Sur deux colonnes	164
19.4	Mise en valeur	164
19.4.1	Block	164
19.4.1.1	Le block « de base »	164
19.4.1.2	Deux autres versions	165
19.4.2	Une option mathématique	165
19.5	Apparition progressive du contenu	165
19.5.1	La commande \pause	165
19.5.2	Action sur les couches	165
19.5.2.1	Codages	165
19.5.2.2	Variations sur la police	166

19.5.2.3	Macro <code>\onslide<></code>	166
19.5.2.4	Macros <code>\uncover<></code> et <code>\only<></code>	166
19.5.2.5	Macro <code>\alt<>{comm1}{comm2}</code>	167
19.5.2.6	Macro <code>\alert<></code>	167
19.5.2.7	Cas des listes : <code>\item<n></code> , <code>\item<n-></code> et <code>\item<n-p></code>	167
19.5.2.8	Macro <code>\alert</code> et liste	167
19.5.3	Texte caché mis en gris	168
19.6	Animation	168
20	ShareLaTeX ou L^AT_EX en ligne !	169
20.1	Présentation rapide	169
20.2	Création d'un compte	169
20.3	Création d'un nouveau document	169
20.4	Insertion d'une image	170
20.5	Insertion d'un préambule commun	170
20.6	Gérer ses fichiers	170
20.6.1	Un fichier en tant que tel	170
20.6.2	L'ensemble des fichiers	170
21	Quelques exercices et des solutions !	171
21.1	Énoncés	171
21.1.1	Commun	171
21.1.2	Collège	172
21.1.3	Lycée	173
21.2	Solutions	175
21.2.1	Commun	175
21.2.2	Collège	177
21.2.3	Lycée	177
	Bibliographie et sitographie	180

Chapitre 1

En guise de préambule...

Avant toute chose...

Avant tout, je suppose que le lecteur dispose d'un ordinateur où est installé L^AT_EX, prêt à l'emploi.

Je passe de surcroît sous silence tout ce qui touche de près ou de loin aux différents formats de documents rencontrés lors de la compilation.

Merci !

Je remercie chaleureusement tous les collègues qui, directement ou indirectement, ont relu, posé leurs questions, soulevé des remarques (constructives), corrigé les erreurs et donné une solution plus pertinente que la mienne ⁽¹⁾. Ils ont permis l'enrichissement et l'amélioration de cette brochure.

Je remercie l'IREM de Lyon pour la publication en ligne de cette brochure.

Je remercie tous ceux qui font connaître la brochure (dans les formations, par le bouche-à-oreille, ...)

Je remercie enfin mes collègues belges qui m'ont amené, pour des raisons de publications, à découvrir et utiliser L^AT_EX. Le jour où je l'ai découvert est marqué d'une pierre blanche !

Ce que vous ne trouverez pas

Je n'ai pas mis des thèmes particuliers comme « comment présenter un texte poétique », « comment faire une bibliographie », « comment écrire un texte en grec ancien » ⁽²⁾, « comment faire recueil de musique avec les accords de guitare », « comment écrire un texte sous forme d'un cœur », « comment représenter un échiquier », « comment représenter une courbe donnée par ses coordonnées polaires », etc. ⁽³⁾ Soit parce que la réponse était trop longue à rédiger (!) soit parce que les différentes ressources citées donnent la solution (et je ne voulais pas paraphraser), soit parce que

(1). En particulier Régis Deleuze (IREM de Reims), Guy Noël (UMons - CREM, Belgique) et Luc Tiennot (IREM de la Réunion). Merci à eux !

(2). La première phrase écrite en page 2 donne, outre une pensée profonde, l'origine de T_EX, nom choisi par son créateur, D. Knuth, en 1977. Τέχνης se traduit par *art* et *savoir-faire*.

(3). L^AT_EX sait faire tout cela sans problème ! Si, si !

le thème n'est pas dans les programmes actuels de l'enseignement secondaire. Les lecteurs curieux sauront utiliser les bibliographie et sitographie données en fin de brochure !

Il est illusoire de vouloir tout écrire sur L^AT_EX dans une brochure. Ceci dit, n'hésitez pas à m'envoyer un courriel ⁽⁴⁾ si vous pensez qu'il manque tel ou tel point. Après vous avoir répondu, j'enrichirai ce fascicule en le complétant.

Il n'y a pas d'index dans cette brochure ; le sommaire est assez détaillé pour trouver la réponse à la question qui vous intéresse.

Enfin, j'ai choisi de présenter et d'utiliser **pstricks** pour la création des dessins de la brochure, pour diverses raisons. Il n'y aura pas de mode d'emploi de **tikz**, **metapost**, ... , pour la création. C'est d'ailleurs avec cet outil que sont faits la quasi-totalité des dessins des annales de Bac (et leurs corrigés, parfois !) déposés sur le site de l'APMEP (voir [125]).

Ce que vous trouverez

Une brochure de plus sur L^AT_EX ?

Celle-ci fait suite aux stages de découverte de L^AT_EX que j'ai animés ici et là dans les académies de Reims et de Lyon. En ce sens, elle est un *aide-mémoire*. Elle répond aux demandes de mes collègues qui, en stage ou par courriel, m'ont posé diverses questions pratiques. En ce sens, elle fournit des *approfondissements*.

Cette brochure est donc fortement orientée et personnalisée car elle s'adresse plus particulièrement à des *enseignants de mathématiques en collège et en lycée* et se veut leur être une *aide pratique*. Elle ne remplace pas les nombreuses ressources données à la fin mais essaie de répondre aux questions les plus fréquentes que nous nous posons.

J'ai donc présenté dans cette brochure tout ce dont un enseignant du secondaire pouvait avoir besoin et seulement ceci. Il y a des commandes que le lecteur pourra ne pas utiliser personnellement ; comme elles peuvent figurer dans les sources trouvées sur l'e-toile,

(4). Mon adresse est : arnaud.gazagnes@ac-lyon.fr

j'ai pris l'option de les expliquer pour que ce même lecteur se les approprie pour mieux les réinvestir.

J'ai fait le choix d'*utiliser seulement les extensions existantes dans une distribution de L^AT_EX standard* (obtenue par téléchargement ou sur un CD-Rom), ceci afin d'éviter au collègue une (parfois peu aisée) installation d'extension personnelle d'un internaute.

Le lecteur trouvera donc non seulement les outils de base (les écritures mathématiques, les tableaux, les dessins, ...) mais aussi tout ce qui pourrait enrichir ses propres documents (macros, personnalisation d'un cours, ...).

Il y a probablement des paragraphes dont vous ne verrez pas l'utilité (par exemple, comment écrire un texte en gras ou aligner un paragraphe à droite) puisqu'il y a, dans certains éditeurs, des icônes sur lesquelles il suffit de cliquer pour avoir la réponse. Mais vous verrez vite qu'il sera à terme plus rapide de taper l'instruction que de chercher l'icône plus ou moins cachée... Et vous ne serez pas gênés en passant sur un autre éditeur !

J'ai volontairement *multiplié les exemples* ; en fait, il y en a un pour chaque technique, définition, etc. pour vous permettre de mieux vous familiariser avec celle-ci. J'ai fait le choix de présenter, le cas échéant, aussi bien l'*utilisation d'une extension* existant (permettant au collègue de l'utiliser directement) que l'*utilisation d'une macro* (permettant au collègue d'en inventer une autre). N'hésitez pas à modifier les paramètres proposés pour voir comment ils agissent sur le résultat !

J'ai aussi écrit un chapitre sur la création d'un diaporama pour vous permettre de *préparer des animations dynamiques en cours* à l'aide de la classe **Beamer** (page 163).

Pour vous aider à vous tester et à progresser, cette brochure propose, au chapitre 21, *une batterie d'exercices* (page 171) *corrigés* (page 175).

Mise en ligne

Cette brochure est mise en ligne sur le site de l'IREM de Lyon pour trois raisons (au moins).

La première est de rendre possible au plus grand nombre de collègues l'accès à cette brochure. Il me paraît important de permettre et de faciliter la maîtrise de L^AT_EX et l'échange et la mutualisation de documents sources entre collègues. Je laisse les collègues libres d'utiliser ou pas L^AT_EX ⁽⁵⁾ ; je propose cette brochure pour ceux qui veulent l'adopter.

(5). Même si je fais le vœu pieux que tout le monde l'utilise ! Mais je ne fais aucunement d'intégrisme « pro L^AT_EX et anti tout le reste ».

La deuxième est de pouvoir mettre à jour facilement la publication en ligne (ce qui est plus difficile pour une publication « papier »). La date de la dernière compilation/mise à jour se trouvant sur la première page, il vous est immédiat de savoir si vous avez la dernière édition !

La troisième est que je suis convaincu du bien-fondé et de la pertinence des IREM ⁽⁶⁾. Tout simplement !

Par ailleurs, vous trouverez sur le site de l'IREM de Lyon ([127]) un dossier zippé comprenant des codes-sources de cette brochure, pour qu'ils soient plus facilement récupérables.

À vous de jouer !

L'investissement au départ vous semblera peut-être énorme. C'est probablement parce que vous n'êtes pas encore habitué à L^AT_EX. Mais je peux vous assurer que ça vient tranquillement mais sûrement ! Peut-être aussi ferez-vous des erreurs (classiques) au début qui entraîneront des arrêts de compilation et vous devrez retrouver cette erreur... : ne vous découragez pas, le temps où vous ne la ferez plus viendra très vite !

Il est illusoire aussi de vouloir maîtriser L^AT_EX et d'en faire le tour complet en quelques heures. Ne serait-ce que parce que l'on veut toujours améliorer ses documents (et l'on cherche des tuyaux) ou réduire le temps passé pour la création d'un document (et l'on cherche là encore des tuyaux) ! Personnellement, j'ouvre (encore) de temps en temps mes bouquins ou surfe sur la toile pour chercher telle ou telle réponse. C'est en utilisant encore et encore L^AT_EX que l'on progresse.

Ne vous promettez pas de produire vos premiers documents « quand vous aurez le temps »... : vous risquez de ne jamais utiliser L^AT_EX ! *Commencez simplement* : cela peut-être un devoir dont vous aurez pris le fichier source sur Internet sur une des banques d'exercices ou d'annales (de brevet et de baccalauréat, par exemple) citées ⁽⁷⁾.

Je vous souhaite d'avoir autant de plaisir à lire et utiliser cette brochure que j'en ai eu à la réaliser.

C'est maintenant à vous de jouer !

Arnaud GAZAGNES

« Partager plus pour enseigner mieux. »

(6). Il y a un Institut de Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques dans chaque académie.

(7). La mutualisation ayant le vent en poupe, toutes ces banques s'enrichissent jour après jour. Et combien il est agréable de faire un copier-coller plutôt que de tout retaper !

Squelette

Détaillons un exemple :

```
\documentclass[11pt,twocolumn]{article}
\usepackage[T1]{fontenc}
\usepackage[utf8]{inputenc}
\usepackage[francais]{babel}
\usepackage{amsfonts,amsmath,amssymb}
\begin{document} %Cours
\section{Bla}
Bla bla bla
\section{Blo}
\include{ch1}
\end{document}
```

2.1 Commande `\`, argument `{}` et option `[]`

La contre-oblique `\` sert à indiquer les instructions (*commandes*) et les accolades, un bloc.

Les accolades ont pour fonction de grouper le texte sélectionné, appelé alors *argument* de la commande. Certaines commandes ont deux arguments ⁽¹⁾.

De plus, certaines commandes admettent des *options* écrites entre crochets et placées après le nom de la commande ⁽²⁾.

Une liste de commandes se trouve sur [32].

2.2 Préambule

Tout document L^AT_EX possède un *préambule* dans lequel figurent des informations valides pour l'ensemble du texte.

Le préambule débute à la première ligne du fichier et se termine à la *balise* `\begin{document}` (exclus).

Tout ce qui est écrit entre `\begin{document}` et `\end{document}` constitue le *corps* du document. *Rien* de ce qui est marqué ensuite n'est pris en compte.

(1). Comme la commande relative à la fraction, qui demande le numérateur et le dénominateur.

(2). Comme l'option `francais` de `babel` ou comme la commande liée à la racine n -ième (n et x).

2.3 `\documentclass`

La classe du document définit sa structure physique. Chaque classe a ses propres règles de mise en page et certaines commandes particulières.

Il existe différentes classes de document : ⁽³⁾

- *article*, qui permet de créer des documents courts ;
- *letter*, qui sert à écrire des courriers ⁽⁴⁾ ;
- *report*, qui permet de créer des documents plus longs que ceux créés avec la classe *article* ⁽⁵⁾ ;
- *book*, qui permet d'écrire des livres ;
- *beamer*, qui permet de créer des transparents.

Ci-dessous se trouvent les options autorisées dans les classes standard et utilisées dans nos documents d'enseignement. Lorsque plusieurs sont mentionnées dans une extension, elles sont séparées par des virgules.

- **11 pt** définit un corps de caractères dont la taille standard des caractères est 11 pt ⁽⁶⁾. L^AT_EX propose deux autres tailles de police, 10 pt et 12 pt ⁽⁷⁾.
- **a4paper** définit la taille du papier utilisé (21×29,7). Les dimensions du document sont adoptées en conséquence. De même pour **a5paper**.
- **landscape** indique que le document est orienté au format « paysage » ⁽⁸⁾.
- **twocolumn** indique que le texte compilé est écrit globalement sur deux colonnes. Par défaut, le document est écrit sur une colonne (**onecolumn**).

(3). Celle du présent document est **report**. Les chapitres d'un « vrai » livre commencent à une page impaire ; j'ai choisi de ne pas mettre de pages blanches.

(4). Des champs sont proposés pour l'adresse, la signature, les formules de politesse, la marque du « pli en 3 », etc.

(5). Mémoire ou rapport se dit *report* en anglais.

(6). La présente brochure utilise la taille 11 pt. À noter qu'un document écrit en taille 12 et réduit à 71 % (réduction de A3 en A4 souvent utilisée pour nos documents à destination des élèves !) se lit correctement.

(7). Pour utiliser des tailles plus grandes ou plus petites, il y a le package `extsizes` dont la saisie dans le préambule est `\usepackage[14pt]{extsizes}` ; le 14pt peut être remplacé par 8pt, 9pt, 10pt, 11pt, 12pt, 14pt, 17pt ou 20pt.

(8). Ce format est aussi appelé « à l'italienne ».

- `oneside` indique que le document doit être traité en vue d’une impression en recto seulement ⁽⁹⁾. L’option `twoside` indique que le document doit être traité en vue d’une impression en recto-verso. En particulier, cela joue sur l’alternance des marges.

2.4 Extensions et `\usepackage`

2.4.1 Principe

La traduction de *package* est *extension*. Une extension permet d’étendre des possibilités de \LaTeX et dédié à une tâche précise.

L’ensemble des ces extensions est disponible dans tout pack d’installation. Les extensions nécessaires pour les mises en place des exemple de cette brochure seront systématiquement et explicitement données.

2.4.2 Encodages

- `\usepackage[utf8]{inputenc}` ⁽¹⁰⁾ et permet de taper directement à l’écran, dans le fichier `*.tex`, les caractères accentués.
- `\usepackage[T1]{fontenc}` permet juste d’utiliser une nouvelle norme \LaTeX concernant le codage des caractères.
- `\usepackage[français]{babel}` permet de spécifier au compilateur que l’on désire taper son document en français, ce qui donne en particulier des césures correctes.
- `\usepackage{amsfonts,amsmath,amssymb}` ⁽¹¹⁾ permettent d’obtenir des caractères mathématiques (de toute beauté!).

2.4.3 D’autres extensions

Hormis les extensions présentées auparavant, les plus fréquemment utilisées sont :

`array` pour les tableaux à contenu mathématique
`cancel` pour barrer un texte
`color` pour utiliser les couleurs
`colortbl` pour colorier les cellules d’un tableau
`enumerate` pour modifier le motif d’une énumération
`eurosym` pour le symbole €
`fancybox` pour les encadrements
`fancyhdr` pour le titre courant (les en-tête etc.)
`geometry` pour la mise en page
`graphicx` pour l’insertion d’image

(9). C’est l’option par défaut, sauf dans la classe `book`.

(10). Il y avait auparavant l’option `latin1` pour les PC `applemac` pour les Mac.

(11). Ces extensions `ams...` ont été conçues par l’*American Mathematical Society*.

`hyperref` pour les liens hypertexte

`lscape` pour un format « paysage »

`makeidx` pour la création d’un index

`multicol` pour fusionner des colonnes d’un tableau ou écrire un texte sur plusieurs colonnes

`multido` pour effectuer des boucles

`multirow` pour fusionner des lignes d’un tableau

`ntheorem` avec les options `thmmarks` et `amsmath` pour la personnalisation des théorèmes

`pifont` pour les symboles « ding » ⁽¹²⁾

`pstricks` pour les dessins géométriques

`rotating` pour tourner du texte

`tabularx` pour les tableaux dont on fixe la longueur totale

`titlesec` pour changer la police des titres de niveaux de hiérarchie

`url` pour les adresses éponymes

D’autres extensions sont proposées ponctuellement dans la brochure.

2.5 Environnements

Tout *environnement* délimite une région dans laquelle une action particulière – donnée par le nom de l’environnement – est appliquée.

Cet environnement entoure cette région (avant) par un `begin` et après par un `end` explicites.

Par exemple, l’environnement `center` permet de centrer un texte. Le code source

```
\begin{center}
Voici un exemple.
\end{center}
```

donnera le résultat suivant :

Voici un exemple.

De même, l’environnement `enumerate` permet d’obtenir des listes numérotées.

2.6 Caractères réservés et lettres accentuées

2.6.1 Caractères réservés

2.6.1.1 Le symbole de pourcentage %

Remarquez le `%Cours` après le `\begin{document}`. Le texte `Cours` est un commentaire ; il a pour vocation d’être lu seulement par un utilisateur et non pas par \LaTeX . Le symbole `%` précède tout commentaire et *rien*

(12). Voir page 24

de ce qui le suit sur la ligne ne sera pris en compte. Donc le texte **Cours** sera ignoré.

Pour introduire des commentaires dans votre document source, utilisez le symbole « % ». Lors de la compilation du document, les caractères situés après ce symbole seront ignorés. Cela permet de ne pas supprimer un texte qu'il faudrait éventuellement retaper ensuite !

Un retour chariot dans le code source équivaut à la frappe de l'espace \square disponible grâce à la barre d'espace. Pour qu'il n'y ait pas d'espace apparaissant sur le document compilé, on place un % en bout de ligne ; cela permet d'écrire sur plusieurs lignes du document compilé un code source qui, sinon, dépasserait la page. Il est donc *équivalent* d'écrire, par exemple, les deux codes sources suivants :

```
\texttt{texte en télétype}
```

```
\texttt{%
texte en télétype}
```

2.6.1.2 Écriture des caractères réservés

Les *caractères réservés* ont pour but de donner des instructions à L^AT_EX. Si l'on veut faire figurer ces caractères dans le document final, on ne peut donc pas les saisir tels quels. Leur liste est :

\	introduction d'une commande
{	ouverture d'un groupe
}	fermeture d'un groupe
%	introduction d'un commentaire
#	désignation d'un argument dans une macro
~	espace insécable
&	séparateur de contenus de colonnes dans un tableau
\$	délimiteur de mode mathématique
^	exposant, en mode mathématique
_	indice, en mode mathématique

On les obtient de la façon suivante :

{	\{	}	\}
%	\%	#	\#
\$	\\$	_	_
&	\&	^	\textasciicircum ⁽¹³⁾
~	\textasciitilde	\	\textbackslash ⁽¹⁴⁾

(13). ^ s'obtient en mode mathématique avec ^{\wedge}.

(14). Ou \backslash en mode mathématique. On peut aussi obtenir \ avec **boi** (abréviation de **b**arre **o**blique **i**nverse), avec l'option **francais** du package **babel**.

2.6.2 Lettres accentuées et autres symboles divers

D'une part, les claviers ne permettent pas d'obtenir directement des lettres telles que œ. D'autre part, les codes des lettres accentuées diffèrent dans les PC et dans les Mac, ce qui donnent des symboles cabalistiques inattendus sur le pdf (ce qui est gênant lors d'échanges entre collègues !) ; si vous êtes le seul destinataire du fichier source, le problème des lettres accentuées n'en sera donc pas un pour vous.

L^AT_EX a un système qui permet d'accentuer n'importe quelle lettre : chaque lettre accentuée est obtenue en saisissant un \ suivi de l'accent voulu puis de la lettre à accentuer. Voici comment obtenir ligatures et lettres accentuées⁽¹⁵⁾ :

à	\`a	á	\'a	â	\^a
ä	\"a	ã	\~a	à	\.a
æ	{\ae}	œ	{\oe}	ç	\c{c}

György Pólya⁽¹⁶⁾ s'obtient avec Gy\"orgy P\"olya.

Le mot « cœur » peut aussi bien saisi par c{\oe}ur que par c\oe ur ou par c\oe{}ur. Dans le deuxième cas, l'espace suivant la macro sert de séparateur entre la commande et la suite du mot n'est donc pas interprétée par L^AT_EX comme une espace ; sans elle, L^AT_EX chercherait une commande \oeur inexistante (et enverrait un message d'erreur). De même, le æ dans « et cætera » (qui s'abrège correctement en « etc. ») se saisit {\ae} ou \ae{ }.

Par ailleurs, les lettres majuscules devant être accentuées, on obtient À et É avec \`A et \'E⁽¹⁷⁾.

2.6.3 Accents en mode mathématique

â	\$_{\hat{a}}\$	ā	\$_{\bar{a}}\$
ā	\$_{\vec{a}}\$	â	\$_{\dot{a}}\$

Mais nous verrons dans les exemples du chapitre portant sur l'écriture mathématique que ces commandes ne donnent pas forcément un rendu heureux et qu'il y a d'autres macros pour un meilleur rendu.

(15). Le pangramme « Dès Noël où un zéphyr haï me vêt de glaçons würmiens je dîne d'exquis rôtis de bœuf au kir à l'âÿ d'âge mûr & cætera ! » de G. Esposito-Farèse contient les quarante-deux caractères de la langue française.

(16). (1887–1985) On doit à ce mathématicien américain d'origine hongroise des publications à vocation pédagogique sur la résolution de problèmes comme *How to solve it : a new aspect of mathematical method* (1945).

(17). S'il n'est pas possible d'avoir cette lettre accentuée directement.

2.7 Hiérarchie de sectionnement

Les titres sont composés à l'aide de leur niveau logique, de la *partie* à la *sous-sous-section*, comme cela est indiqué ci-dessous.

Les numéros sont calculés automatiquement et les taille et graisse de la police sont gérés par L^AT_EX qui, d'ailleurs, permet de tout programmer et en particulier, une autre type de numération !⁽¹⁸⁾

La hiérarchie et la numérotation sont les suivantes :

```
\part{une partie}
\chapter{un chapitre}(19)
\section{une section} 1
\subsection{une sous-section} 1.1
\subsubsection{une sous-sous-section} 1.1.1
\paragraph{un paragraphe}
\subparagraph{un sous-paragraphe}
```

Les lignes suivantes portent sur les `\section` ; le contenu reste valable pour toutes les autres commandes de sectionnement.

Il y a la possibilité de mettre une étoile optionnelle (`\section*`) : cela permet d'obtenir une section non numérotée. Par défaut, toutes les commandes de sectionnement (mis à part les (sous-)paragraphes) produisent une numérotation.

On a ensuite un argument optionnel permettant de spécifier un titre alternatif *TitrTabMat* qui n'apparaîtra pas dans le corps du document mais seulement dans la table des matières. Ceci peut être utile pour les sections ayant un titre très long, qui apparaîtrait sur plusieurs lignes dans la table : on peut donner une version courte du titre qui perturbera moins la mise en pages de la table des matières.

On a donc la syntaxe :

```
\section[TitrTabMat]{TitrSection}
```

De plus, il n'est pas possible d'utiliser la commande `\footnote` de note de bas de page dans le titre d'une section. Pour contourner ce problème, on peut écrire par exemple :

```
\section[TitrTabMat]{%
  {TitrSection}\footnote{NoteBasPage}}
```

La note de bas de page apparaît ainsi uniquement dans le document mais pas dans la table des matières.

⁽¹⁸⁾. Voir à ce sujet page 150.

⁽¹⁹⁾. N'existe pas avec la classe `article`.

2.8 Inclusion de fichiers

2.8.1 Commande `\include`

On peut être amené, par exemple, dans une équipe pédagogique à vouloir faire une banque d'exercices sur des thèmes différents répartis par les collègues⁽²⁰⁾ (lorsqu'il n'y a pas de manuel de classe) ou vouloir se compiler l'ensemble de ses cours dans un seul document. Mais voilà... tout taper dans un document est certes possible mais guère pratique (surtout quand on cherche une information !). Prenons pour exemple un document qui contiendrait trois fichiers. La procédure est la suivante.

On crée les fichiers `ch1.tex`, `ch2.tex` et `ch3.tex` que l'on inclura dans un fichier `principal.tex` (par exemple) ; ils contiennent *seulement* le corps du texte proprement dit.

Le fichier `principal.tex` sera donc le suivant :

```
\documentclass[11pt,twocolumn]{report}
\usepackage[T1]{fontenc}
\usepackage[latin1]{inputenc}
\usepackage[french]{babel}
\begin{document}
\include{ch1} % Le thème est...
\include{ch2} % Le thème est...
\include{ch3} % Le thème est...
\end{document}
```

Les chapitres seront appelés *sans* l'extension `.tex` dans l'inclusion.

Attention, on ne peut pas mettre un `\include` dans un fichier déjà appelé par `\include`. De surcroît, il faut veiller à bien indiquer les chemins de ces fichiers depuis le document (ce problème sera levé si tout est dans le même dossier !). Enfin, `\include` met toujours un saut de page avant d'inclure le contenu du fichier.

2.8.2 Commande `\includeonly`

On peut mettre du coup un % de commentaire devant telle ou telle inclusion : cela peut être pratique pour n'afficher qu'un des chapitres par exemple et pour alléger le temps de compilation. Voici une autre possibilité.

`\include{}` permet, grâce à la commande `\includeonly{ch1,ch3}` placée dans le préambule, de choisir, parmi tous les fichiers inclus (dans l'exemple, `ch1` et le `ch3` mais pas le `ch2`), ceux qui seront affichés dans le document final.

⁽²⁰⁾. La mutualisation a du bon !

(Pour la mise en page du document, voir le chapitre 17, page 147.)

3.1 Multicolonnes

3.1.1 Principe

`\usepackage{multicol}` placé dans le préambule permet de redéfinir localement le nombre de colonnes désirées (10 maximum).

La syntaxe est ⁽¹⁾ :

```
\begin{multicols}{NbCol}%
  [TexteAvant] [EspaceSupp]
Texte
\end{multicols}
```

- *NbCol* (avec $1 \leq NbCol \leq 10$) est le nombre de colonnes désiré ;
- *TexteAvant* est le texte précédant le passage en multicolonnage ;
- *EspaceSupp* est l'espace ajouté entre *TexteAvant* et *Texte*.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adi- piscina elit. Sed non risus. Suspendisse lectus tortor,	dignissim sit amet, adi- piscina nec, ultricies sed, dolor. Cras elementum ultrices diam. ⁽²⁾
---	---

est obtenu avec :

```
\begin{multicols}{2}
Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur...
\end{multicols}
```

L'argument optionnel permet de faire figurer en mode normal, juste avant l'écriture en multicolonnes, un texte qui sera toujours sur la même page que le texte qui suit.

- Si l'on veut que le titre précédant les multicolonnes apparaisse sur une seule colonne, on écrit ce titre entre crochets après le nombre de colonnes. Par exemple, on écrit :

```
\begin{multicols}{2}[Lorem ipsum : Titre
sur une seule colonne.]
```

- Si c'est le titre numéroté d'une section (par exemple) qui doit être écrit sur une seule colonne, on écrit :

```
\begin{multicols}{2}[%
\section{Titre numéroté}]
```

Il est possible d'imbriquer plusieurs environnements `multicols`.

Tout comme on peut justifier une ligne, on peut « justifier » une colonne, en jouant sur les espaces entre les lignes. Deux commandes pour contrôler l'homogénéité de la hauteur des colonnes sont disponibles :

- `flushcolumns` (par défaut) indique que toutes les colonnes ont la même hauteur (\LaTeX répartit le surplus de place entre les lignes) ;
- `raggedcolumns` indique que les colonnes peuvent avoir des hauteurs différentes (\LaTeX met le surplus en bas de chaque colonne).

3.1.2 Saut de colonne

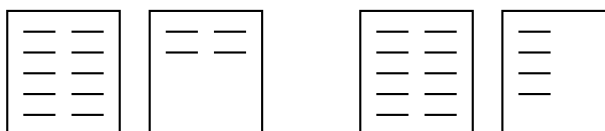
Pour interrompre la colonne et écrire la suite du texte dans la colonne suivante, on utilise `\columnbreak`. (Si l'on veut éviter un dilatement de la colonne, on utilise `\vfill\columnbreak`.)

En revanche, si tout le document est écrit sur deux colonnes, on utilise `\newpage`.

3.1.3 Version étoilée

L'environnement `multicol` équilibre les colonnes sur la (dernière) page. Si l'on veut remplir les colonnes une à une, il faut utiliser la version étoilée :

`\begin{multicols}{2}{...}` est utilisé ci-dessous à gauche et `\begin{multicols*}{2}{...}` est utilisé ci-dessous à droite.



(1). Attention au « s ».

(2). Connaissez-vous l'extension `lipsum` ?

3.1.4 Améliorations

3.1.4.1 Ligne de séparation

Pour qu’une ligne de séparation apparaisse entre les colonnes, il faut écrire dans le préambule, comme c’est le cas dans cette brochure ⁽³⁾ :

```
\setlength{\columnseprule}{0.25pt}
```

3.1.4.2 Espace inter-colonnes

Pour redéfinir la largeur de l’espace inter-colonnes, il faut écrire dans le préambule :

```
\setlength{\columnsep}{30pt}
```

On peut « remonter » le texte en plaçant avant le `\begin{multicols}{2}` et après le `\end{multicols}` l’instruction `\vspace*{-0.3cm}`.

3.2 Taille de l’interligne

L’enseignant peut avoir besoin de changer la taille de l’interligne.

3.2.1 Dans tout le document

On peut aussi mettre directement l’option `doublespacing` dans la déclaration de la classe du document. Pour des interlignes un et demi, on utilise `onehalfspacing`. ⁽⁴⁾

`\renewcommand{\baselinestretch}{1.2}` ⁽⁵⁾ placé dans le préambule permet de doubler l’intervalle par défaut.

3.2.2 Localement : l’extension `\setspace`

Pour obtenir (semi)globalement des interlignes de format un ⁽⁶⁾, un et demi ou double, elle propose les commandes respectivement `simplespacing`, `onehalfspacing`, `doublespacing`.

Pour obtenir (semi-)globalement des interlignes d’un certain *coefficient*, elle propose l’environnement `spacing`, dont la syntaxe est :

```
\begin{spacing}{coefficient}
...
\end{spacing}
```

Pour revenir semi-globalement ou localement à un interligne normal, on saisit la commande

`simplespacing`.

Voici quelques exemples. Le changement de forme droit/emphase est utilisé pour mettre en valeur alternativement les différents résultats.

Que j’aime à faire apprendre un nombre utile aux sages. Que j’aime à faire apprendre un nombre utile aux sages.

Que j’aime à faire apprendre un nombre utile aux sages. Que j’aime à faire apprendre un nombre utile aux sages.

Que j’aime à faire apprendre un nombre utile aux sages. Que j’aime à faire apprendre un nombre utile aux sages.

Que j’aime à faire apprendre un nombre utile aux sages. Que j’aime à faire apprendre un nombre utile aux sages.

Que j’aime à faire apprendre un nombre utile aux sages. Que j’aime à faire apprendre un nombre utile aux sages.

```
Que j’aime ... sages.\par
\doublespacing
%Par défaut, double interligne
Que j’aime ... sages.\par
\begin{spacing}{0.8}
%Début interligne 0,8
Que j’aime ... sages.\par
\end{spacing}
% Fin interligne 0,8
% À nouveau, double interligne
Que j’aime ... sages.\par
\singlespacing %
%Maintenant, interligne simple
Que j’aime ... sages.\par
```

Les `\par` donnés sont nécessaires : il faut changer de paragraphe avant d’utiliser une autre interligne, sans quoi la commande `\singlespacing` affecte tout le paragraphe qui la contient (alors que ce devrait être le suivant).

3.2.3 Et la taille de fonte !

Par ailleurs, pour réduire l’interligne d’un paragraphe (à celui de `small` par exemple) *sans* modifier la taille de la fonte on peut utiliser `\small{\normalsize texte à interligne réduit}\par`.

(3). Où l’épaisseur de la ligne vaut 0,25 pt.

(4). Par défaut, c’est `simplespacing`.

(5). Cette valeur peut être changée !

(6). Ce format est celui par défaut.

3.3 Paragraphe

3.3.1 Indentation

Par défaut, un paragraphe admet en son début un décalage par rapport à la marge de gauche (l'alinéa). La valeur de ce décalage est représentée par une quantité appelée `\parindent` ⁽⁷⁾.

Cette quantité peut être modifiée à l'aide de la commande `\setlength`. Pour que toute indentation ait la valeur *décal*, on écrit dans le préambule `\setlength{\parindent}{décal}`.

Pour supprimer cette indentation localement, il faut écrire au début du paragraphe `\noindent`.

3.3.2 Retour à la ligne

Pour finir un paragraphe et aller à la ligne dans le document, il suffit, à la fin de celui-là, de choisir l'une des possibilités suivantes :

- écrire `\par` (de préférence)
- sauter une ligne (sauf dans un mode mathématique ou une commande de mise en forme)
- écrire `\\`
- écrire `\newline`

La dernière de ces instructions supprime l'indentation (le paragraphe suivant est alors collé sur la marge de gauche). Par conséquent, si l'indentation est nulle, ces commandes sont équivalentes.

Attention à ne pas mettre de `\\` directement ⁽⁸⁾ après un `\end{...}`. Voir ci-dessus les espaces verticaux.

3.3.3 Alignement au centre et autres

Par défaut, un paragraphe est justifié (c'est-à-dire aligné sur la marge de gauche et sur la marge de droite). On peut choisir trois autres alignements : sur la gauche, au centre et à droite.

Pour aligner *texte* sur la *gauche*, on a l'un des deux choix suivants ⁽⁹⁾ :

```
\begin{flushleft} texte \end{flushleft} (10)
{\raggedright texte \par}
```

Pour centrer *texte*, on peut choisir l'une des deux commandes :

(7). Elle vaut 15 pt par défaut.

(8). On peut insérer une espace `\ $ ou ~`.

(9). Sur Texnic Center, c'est la première qui est activée.

(10). Les environnements `flushleft` et `flushright` font référence au côté de l'alignement, *flush* pouvant se traduire par « chasser vers ». Les commandes `\raggedright` et `\raggedleft` font référence au côté opposé ; *ragged* signifie « en lambeau ».

```
\begin{center} texte \end{center}
{\centering texte \par}
```

Pour aligner *texte* sur la *droite*, on peut choisir l'une des deux commandes :

```
\begin{flushright} texte \end{flushright}
{\raggedleft texte \par}
```

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Sed non risus. Suspendisse lectus tortor, dignissim sit amet, adipiscing nec, ultricies sed,

dolor. Cras elementum ultrices diam. Maecenas ligula massa, varius a, semper congue, euismod non, mi. Proin porttitor, orci nec

nonummy molestie, enim est eleifend mi, non fermentum diam nisl sit amet erat. Duis semper.

```
\begin{flushleft} Lorem ... \end{flushleft}
\begin{center} dolor ... \end{center}
\begin{flushright} non ... \end{flushright}
```

Pour centrer un texte qui ne tient que sur une ligne, on peut utiliser `\centerline{texte}` :

```
bla bla bla bla bla
                ble ble ble ble ble
bli bli bli bli bli
```

```
bla bla bla bla bla
```

```
\centerline{ble ble ble ble ble}
```

```
bli bli bli bli bli
```

Pour insérer un texte au milieu d'une ligne, on utilise la commande `\hfil`.

```
À gauche                au centre
```

```
À gauche\hfil au centre
```

3.3.4 Trois points... de typographie

Sous réserve d'avoir inséré l'option `francais` de l'extension `babel` dans le préambule ⁽¹¹⁾, \LaTeX respecte la typographie française : il sait, par exemple, qu'il faut une espace insécable devant un point-virgule, deux points, un point d'interrogation ou un point d'exclamation ⁽¹²⁾. Voici donc trois points de typographie ⁽¹³⁾.

(11). Soit `\usepackage[francais]{babel}`.

(12). Sinon, il faut placer une espace insécable devant ces symboles.

(13). Qui, tels les Trois Mousquetaires, sont au nombre de 4 !

3.3.4.1 Guillemets

Dans notre chère typographie française, les guillemets s'écrivent « » et on les obtient avec `\og \fg{}` ⁽¹⁴⁾.

À force de flatter chacun, à nous en donner des boutons, il récolta le surnom de « dermagogue ».

... surnom de `\og dermagogue \fg{}`.

3.3.4.2 Points de suspension

Les points de suspension s'écrivent de façon correcte ... avec `\ldots{}` (ou `\dots{}`) et non pas ... (obtenu en appuyant trois fois sur la touche `.`).

Par ailleurs, « etc » est suivi d'un point seul et non pas de points de suspension.

3.3.4.3 Espace insécable

Il est désagréable de lire une coupure comme « 2 cm » (l'unité doit être sur la même ligne). Utilisons l'espace insécable `~`, espace que l'on intercale entre deux entités qui ne doivent pas être séparés par un éventuel retour à la ligne automatique. On écrira donc `2~cm`.

De même, on écrit `M.~Dupont` ⁽¹⁵⁾.

3.3.4.4 Traits d'union

L^AT_EX connaît trois types de tirets, que les conventions typographiques françaises demandent d'utiliser :

- `-`, le tiret court, le trait d'union (dans les noms composés), obtenu avec `-` ;
- `–`, le tiret moyen ⁽¹⁶⁾, pour lister les énumérations ⁽¹⁷⁾, ainsi que pour séparer les intervalles (délimité par deux espaces fines insécables), obtenu avec `--` ;
- `—`, le tiret long ⁽¹⁸⁾, pour les répliques de dialogues ou les propositions incises, obtenu avec `---`.

3.4 Longueurs et espacements

3.4.1 Longueurs

Le système de mesure utilisé par L^AT_EX est constitué de diverses unités de longueur. Parmi les plus utili-

(14). `\ouvrez/fermez` les guillemets. L'absence de la paire d'accolades fait coller le texte suivant » au guillemet.

(15). L'abréviation correcte de « Monsieur » est « M. » et non pas « Mr » ni « M^r », comme chez nos amis anglo-saxons.

(16). Ou « tiret demi-cadratin ».

(17). Ce qui n'est pas le cas dans cette brochure ! Je prends la puce anglo-saxonne dans mes documents, pour qu'il n'y ait pas de confusion avec le signe des négatifs.

(18). Ou « tiret cadratin ».

sées ⁽¹⁹⁾, il y a les suivantes ⁽²⁰⁾ :

<code>pt</code>	point 1 pt = 0,351 5 mm
<code>mm</code>	millimètre
<code>cm</code>	centimètre
<code>in</code>	pouce 1 in = 2,54 cm = 72,27 pt
<code>ex</code>	hauteur du x (police courante)
<code>em</code>	<i>cadratin</i> largeur d'un M (police courante)

Pour préciser une distance, on écrit l'écrit avec l'unité collée, comme `3cm`.

Il y a des longueurs variables, qui dépendent de la configuration du document :

<code>\parindent</code>	taille de l'indentation
<code>\baselineskip</code>	distance verticale entre deux lignes
<code>\parskip</code>	espace entre les paragraphes
<code>\textwidth</code>	largeur d'une ligne de texte sur la page
<code>\linewidth</code>	largeur d'une ligne de texte dans l'environnement local
<code>\textheight</code>	hauteur du texte dans la page

Par exemple, la saisie dans le préambule de la commande `\setlength{\parskip}{3cm}` permet de créer un espace entre chaque paragraphe de 3 cm.

3.4.2 Espacement horizontal

L^AT_EX se moque du nombre d'espaces ⁽²¹⁾ obtenues à l'aide de la frappe sur la barre d'espace : on obtiendra `A A`, que l'on tape `A A` ou `A\quad A` ou que l'on fasse un « retour chariot » après le premier `A`.

Plusieurs espaces sont disponibles :

usuelle	<code>\quad</code>	<code>A A</code>	<code>A A</code>
insécable	<code>~</code>	<code>A~A</code>	<code>A A</code>
négative	<code>\!</code>	<code>A\!A</code>	<code>AA</code>
fine	<code>\,</code>	<code>A\,A</code>	<code>AA</code>
moyenne	<code>\:</code>	<code>A\:A</code>	<code>AA</code>
large	<code>\;</code>	<code>A\:A</code>	<code>AA</code>
cadratin	<code>\quad</code>	<code>A \quad A</code>	<code>A A</code>
double cadr.	<code>\qqad</code>	<code>A \qqad A</code>	<code>A A</code>

`\;`, `\:` et `\!` ont pour valeur respective $3/18$, $4/18$ et $-3/18$ de cadratin.

(19). Celles que l'on retrouve dans la plupart des documents des collègues ou sur la toile !

(20). Le point est l'unité de base pour le système et l'on a : $2,54\text{ cm} = 1\text{ in} = 72,27\text{ pt}$.

(21). En typographie, *espace* est un mot féminin.

Il existe aussi la commande `\hspace` qui permet un espacement horizontal (`\hspace*` force l'espacement) :

`A\hspace{0.8cm}B` donne : A B

3.4.3 Espacement vertical

Il existe de même la commande `\vspace` qui permet un espacement vertical (`\vspace*` force l'espace) :

On peut aussi écrire `\\[Espacement]` : `\\[2cm]` donnera un espacement vertical de 2 cm.

Les espacements verticaux suivants sont proportionnels à la hauteur d'une ligne de texte (leur utilisation est préférable). Sauf s'ils sont précédés d'un `\end{...}`, ils sont suivis d'un saut de ligne.

`\smallskip` saut d'un quart de ligne

`\medskip` saut d'une demi-ligne

`\bigskip` saut d'une ligne

On obtient donc, avec le source donné après :

blabla blabla blabla

blabla blabla blabla

blabla blabla blabla\bigskip

blabla blabla blabla

Ces espacements seront particulièrement utiles dans un texte centré. Voyez par exemple la différence entre les paragraphes suivants :

bla bla
bla bla

`\begin{center}`
`\emph{bla bla}`

`\emph{bla bla}`
`\end{center}`

ble ble
ble ble

`\begin{center}`
`\emph{ble ble}\\`

`\emph{ble ble}`
`\end{center}`

Bla bla

Ble ble

Bli bli

Blo blo

Blu blu

`\begin{center}`
`\emph{Bla bla}\bigskip`

`\emph{Ble ble}\medskip`

`\emph{Bli bli}\smallskip`

`\emph{Blo blo}`

`\emph{Blu blu}`
`\end{center}`

3.4.4 Espacements élastiques

3.4.4.1 `\hfill`, `\vfill`

Ces espacements s'étendent sur toute la place disponible. Horizontalement, c'est `\hfill`. L'équivalent vertical de `\hfill` est `\vfill`.

D'où le résultat ■

D'où le résultat `\hfill \blacksquare`

Exercice 1 (3 points)

Exercice 1 `\hfill \textit{(3 points)}`

La commande `\hfill A \hfill \hfill \null` place A au premier tiers de la ligne.

Il y a aussi la commande `\dotfill` :

0 1/3 2/3 1

0 `\dotfill` 1/3 `\hfill` 2/3 `\dotfill` 1

Nom : Prénom :

Nom : `\dotfill{}` Prénom : `\dotfill{}`

3.4.4.2 `\stretch`

La commande `\stretch{n}` permet d'insérer un espacement élastique qui va s'ajuster de manière à forcer l'occupation de toute une ligne ou de toute une page. Le facteur d'élasticité *n* intervient dès que plusieurs commandes `\stretch` sont appelées sur la même ligne. Dans l'exemple suivant, la lettre B est placée aux 2/5 de la ligne de texte :

A B C

`A\hspace{\stretch{2}}B\hspace{\stretch{3}}C`

3.4.5 Espacement entre paragraphes

L'espace usuel entre deux paragraphes est contenu dans la macro `\parskip`.

Pour agir de manière globale (sur tout le document), on peut changer cette valeur avec la commande `\setlength`. Pour que cette valeur soit égale à 0,5 cm, on saisit :

```
\setlength{\parskip}{0.5cm}
```

On peut lui donner une valeur élastique :

```
\setlength{\parskip}{3ex plus 2ex minus 1ex}
```

indique que, pour des raisons de mise en page, L^AT_EX définira une valeur idéale valant 3 ex et y ajoutera au maximum de 2 ex ou la diminuera au maximum de 1 ex.

Attention! La modification de `\parskip` modifie aussi l'espace entre les titres des sections et le texte qui suit, les environnements de liste, la table des matières, etc.

On peut également la modifier en utilisant la commande `\addtolength`. La saisie de `\addtolength{\parskip}{10pt}` ajoutera 10 pt à la valeur de `\parskip`.

Il est possible de modifier la valeur d'une variable en utilisant la commande `\setlength`. La commande prend deux paramètres, le premier est la longueur à modifier, le second est la nouvelle valeur de la longueur.

Les paragraphes sont « normalement » espacés.

Bla Bla Bla Bla

Bla Bla Bla Bla

Les paragraphes sont espacés de 0,5 cm.

Bla Bla Bla Bla

Bla Bla Bla Bla

Bla Bla Bla Bla Bla Bla Bla Bla Bla

Les paragraphes ... \par

Bla Bla Bla Bla \par

Bla Bla Bla Bla\par

```
{\setlength{\parskip}{0.5cm}
```

Les paragraphes sont espacés de 0,5 cm.\par

Bla Bla Bla Bla \par

Bla Bla Bla Bla\par

Bla Bla Bla Bla Bla Bla Bla Bla Bla

3.4.6 Affectation de valeur à une longueur

3.4.6.1 \newlength

La déclaration d'une longueur se fait avec la commande `\newlength`⁽²²⁾ :

```
\newlength{\Nom}
```

crée une longueur nommée *Nom*.

3.4.6.2 \setlength

Par défaut, la valeur de cette longueur vaut un pouce (1 in). Pour qu'elle soit égale à *Valeur*, on utilise la commande `\setlength` :

```
\setlength{\Nom}{Valeur}
```

Ainsi, les deux lignes de commande

```
\newlength{\malongueur}
```

```
\setlength{\malongueur}{2cm}
```

créent une longueur `\malongueur` et lui donne la valeur de deux centimètres.

La longueur s'utilise ensuite à la place des valeurs dans les commandes. Par exemple :

- `A\hspace{\malongueur}B`

donne A B ;

- `A\rule{\malongueur}{1mm}B`

donne A  B.

3.4.6.3 \addtolength

On peut ajouter une valeur *ValeurAjout* à une longueur avec la commande `\addtolength` :

```
\addtolength{\Nom}{ValeurAjout}
```

Ainsi, la ligne de commande

```
\addtolength{\malongueur}{1cm}
```

ajoute la longueur 1 cm à la longueur `\malongueur` et lui donne alors la valeur de trois centimètres.

Si la valeur *ValeurAjout* est négative (et précédée du signe -), sa valeur absolue sera soustraite de la valeur courante de `\malongueur`.

La longueur ajoutée n'a pas forcément la même unité⁽²³⁾ : on peut ajouter des pouces à des millimètres, par exemple.

(22). Le lecteur remarquera que, contrairement au nom d'un compteur, le nom de la longueur est précédée d'une contre-oblique \.

(23). Ce qui arrive rarement !

3.4.6.4 \settowidth

Pour utiliser les trois dimensions d'un objet déjà existant (comme une lettre, un mot ou une boîte), on peut utiliser les trois macros suivantes :

- `\settowidth{\Nom}{Objet}`
pour affecter à la variable de longueur de nom *Nom* la longueur de *Objet* ;
- `\settoheight{\Nom}{Objet}`
pour affecter à la variable de longueur de nom *Nom* la hauteur de *Objet* ;
- `\settodepth{\Nom}{Objet}`
pour affecter à la variable de longueur de nom *Nom* la profondeur de *Objet*.

Ainsi, les lignes de commande

```
\newlength{\malongueurbis}
\setlength{\malongueurbis}{Maths}
```

donneront pour valeur à `\malongueurbis` la taille du mot « Maths » dans la police courante.

3.4.6.5 Application 1 : texte barré

Dans la macro ⁽²⁴⁾ `\barre` suivante, le texte est mis dans la variable `#1`, et sa largeur est affectée dans `\textlrg`. Le texte est affiché puis le « curseur » est ramené en arrière d'une valeur de `\textlrg` (donc au début du texte en question) on affiche un rectangle situé à une hauteur de 0,5 ex de la ligne de base et de 1 pt d'épaisseur et ayant la longueur du mot (`\textlrg`).

```
\newlength{\textlrg}
\newcommand{\barre}[1]{%
\settowidth{\textlrg}{#1}
#1\hspace{-\textlrg}%
\rule[0.5ex]{\textlrg}{1pt}}
```

Exemple de ~~texte barré~~.

Exemple de `\barre{texte barré}`.

Par ailleurs, `\usepackage[normalem]{ulem}` peut être utilisé plus directement :

```
Barré      \sout{Barré}
Hachuré    \xout{Hachuré}
```

3.4.6.6 Application 2 : filet double encadrant

Voici une macro, appelée `\Filetdouble`, pour dessiner un double filet ⁽²⁵⁾ horizontal placé au-dessus et au-dessous d'un texte centré et (surtout!) ajusté sur la largeur de celui-ci.

(24). Les macros sont détaillées dès la page 86.

(25). Les filets (`rule`) sont décrits page 32.

```
\newcommand{\Filetdouble}[1]{%
\newlength{\ecart}
\settowidth{\ecart}{#1}
\begin{center}
\noindent
\rule[0ex]{\ecart}{1pt} \par
#1 \par
\rule[1ex]{\ecart}{1pt}
\end{center}}
```

Xyloglottie

```
\Filetdouble{Xyloglottie}
```

3.5 Police !

3.5.1 Styles classiques

Une police est caractérisée par une famille (parmi trois), une forme (parmi quatre) et une graisse (parmi deux).

Chaque élément est associée à une commande à argument (le texte à saisir) – dont la syntaxe est dans la colonne de gauche – et une commande déclarative – dont la syntaxe est colonne de droite – situées sous le nom de cet élément. La seconde commande est une bascule : si les accolades sont écrites alors elle ne portera que sur le texte entre celles-ci mais si elles ne le sont pas, elle portera sur tout le texte qui suit (jusqu'à la prochaine commande).

FAMILLES

romaine (par défaut)	
<code>\textrm{Texte}</code>	<code>{\rmfamily Texte}</code>

télétype	
<code>\texttt{Texte}</code>	<code>{\ttfamily Texte}</code>

sans empattement	
<code>\textsf{Texte}</code>	<code>{\sffamily Texte}</code>

FORMES

droit (par défaut)	
<code>\textup{Texte}</code>	<code>{\upshape Texte}</code>

italique	
<code>\textit{Texte}</code>	<code>{\itshape Texte}</code>

incliné	
<code>\textsl{Texte}</code>	<code>{\slshape Texte}</code>

PETITES CAPITALES	
<code>\textsc{Texte}</code>	<code>{\scshape Texte}</code>

GRAISSES

médium (par défaut)	
<code>\textmd{Texte}</code>	<code>{\mdseries Texte}</code>
gras	
<code>\textbf{Texte}</code>	<code>{\bfseries Texte}</code>

On peut aussi rajouter

Par défaut	
<code>\textnormal{Texte}</code>	<code>{\normalfont Texte}</code>

Emphase	
<code>\emph{Texte}</code>	<code>{\em Texte}</code>

Les commandes peuvent s’imbriquer, dans le cas général ⁽²⁶⁾, mais il ne faut pas en abuser et rester sobre. L’emphase est généralement *suffisante* pour mettre en valeur.

L’imbrication `\textbf{\textit{commande}}` a pour résultat ***commande***.

On peut imbriquer l’emphase, contrairement à l’italique :

- `\emph{A\emph{B}C}` donne *ABC*
- `\textit{A\textit{B}C}` donne *ABC*.

Enfin, on peut écrire `{\it texte}` à la place de `\itshape{texte}` et ainsi de suite.

3.5.2 Changement de police

3.5.2.1 Quelques exemples

L^AT_EX utilise par défaut les fontes **Computer Modern** et **Latin Modern**. Mais on peut utiliser d’autres fontes que celles-ci. Toutefois, toutes ne contiennent peut être pas tous les symboles mathématiques...

Par exemple, la fonte **Helvetica** donne le rendu suivant :

Que j’aime à faire apprendre un nombre utile aux sages ! Immortel Archimède, artiste ingénieur, qui de ton jugement peut priser la valeur ? Pour moi, ton problème eut de pareils avantages.

```
{\fontfamily{phv}\selectfont%
Que j’aime ... avantages.}
```

La fonte Zapf Chancery donne le rendu suivant :

Que j’aime à faire apprendre un nombre utile aux sages ! Immortel Archimède, artiste ingénieur, qui de ton jugement peut priser la valeur ? Pour moi, ton problème eut de pareils avantages.

(26). Selon la police utilisée, il y a quelques impossibilités : il n’y a pas de petites majuscules en gras, pas exemple.

```
{\fontfamily{pzc}\selectfont%
Que j’aime ... avantages.}
```

L’extension **Fourier**, dont le caractère de base est Adobe Utopia, se prête très bien à un document mathématique.

C’est une fonte de famille romaine, avec des variantes grasse, italique, penchée, grasse italique. Elle ne propose pas de famille sans empattement ou à chasse fixe. Pour cela, on les complète souvent par les fontes Helvetica (avec une réduction d’échelle) et Courier.

```
\usepackage{fourier}
\usepackage[scaled=0.875]{helvet}
\usepackage{courier}
```

Le choix de son utilisation se fait donc pour *tout* le document.

Les annales de Bac ou de Brevet disponibles sur le site de l’APMEP ([125]) utilisent très souvent cette extension.

Pour en savoir plus sur l’utilisation de cette extension, voyez [104] et [105].

Plus généralement, pour avoir un aperçu des polices de caractères utilisables par L^AT_EX, voir [106] et [107].

3.5.2.2 Sans empattement

Pour faciliter le travail de lecture de nos élèves dyslexiques, il est recommandé d’utiliser une police sans empattements. Il y a ainsi la possibilité ⁽²⁷⁾ d’utiliser le package **cmbright**.

3.5.2.3 Cursive

On écrit en cursive avec le package **frcursive**.

Mathématiques et jeux
est donné par :

```
\begin{cursive}Mathém...\end{cursive}
```

Un retour à la ligne s’effectue automatiquement après le `\end{cursive}`. Si l’on veut insérer le texte en cursive dans un texte « classique », on peut par exemple utiliser une boîte ⁽²⁸⁾ :

```
ab \mbox{\begin{cursive}cd\end{cursive}} ef
ab cd ef
```

(27). De plus, saisir le symbole de commentaire % devant permet de supprimer facilement ce rendu !

(28). Les boîtes sont expliquées au chapitre 4, page 28.

3.5.3 Ils sont fous, ces Romains !

3.5.3.1 Écrire en chiffres romains

Voici une commande⁽²⁹⁾ pour convertir un nombre en chiffres arabes en chiffres romains (majuscules) : `\MakeUppercase{\romannumeral}`

Ainsi `\MakeUppercase{\romannumeral 2016}` donne MMXVI.

3.5.3.2 Notation des siècles

Les numéros de siècles se composent en chiffres romains petites capitales⁽³⁰⁾, suivis d'un e (ou er) minuscule en exposant.

On utilise, d'une part, la commande `\romannumeral` et, d'autre part, la commande `\textsuperscript` (ou `\up`⁽³¹⁾) pour l'exposant.

Ainsi les codes

```
\textsc{\romannumeral 21}%  
\textsuperscript{e}~siècle
```

```
\textsc{\romannumeral 21}\up{e}~siècle
```

donnent tous les deux : XXI^e siècle

3.5.3.3 Premier, deuxième, etc.

On écrit 1^{er}, 1^{re}, 2^e, 2nd, 2^{nde}, 3^e et ainsi de suite. Donc pas de ier, ière, ème ni de ième en exposant.

```
1\up{er} 1\up{re} 2\up{e} 3\up{e}
```

Par ailleurs, s'il y a un troisième élément dans une liste, on emploie pour désigner son précédent le terme « deuxième » et sinon le terme « second ».

Pour écrire 1^o, 2^o, 3^o et 4^o, on saisit⁽³²⁾ respectivement `\primo`, `\secundo`, `\tertio` et `\quarto`.

Et, plus généralement, on peut utiliser la commande `\FrenchEnumerate` : on obtient 7^o avec la saisie `\FrenchEnumerate{7}`.

Les nombres ordinaux contenant une variable se notent sans exposant. On écrira donc *n*-ième (et non pas *n*^{ème}) et *p*-ième, à l'exception de *i*-ème et *j*-ème.

Enfin, on ne met pas la marque de l'ordinal quand il s'agit d'un dénominateur d'une fraction. On écrit donc : une carte au 1/25 000.

(29). Elle est basée sur la commande `\uppercase` qui transforme les lettres minuscules en lettres majuscules.

(30). Les nombres exprimant un ordre – comme pour Louis XIV – sont écrites en grandes capitales.

(31). `\up` est une macro de l'option `francais` de `babel`.

(32). Grâce à l'option `francais` du package `babel`.

3.5.3.4 Chiffres elzéviens

Pour information, la commande `\oldstylenums` permet d'écrire les chiffres en « style ancien » :

`\oldstylenums{0123456789}` donne 0123456789.

3.5.4 Taille des caractères

On peut modifier la taille des caractères. Les commandes suivantes donnent des tailles de texte de plus en plus grandes :

<code>\tiny</code>	texte
<code>\scriptsize</code>	texte
<code>\footnotesize</code>	texte
<code>\small</code>	texte
<code>\normalsize</code>	* texte *
<code>\large</code>	texte
<code>\Large</code>	texte
<code>\LARGE</code>	texte
<code>\huge</code>	texte
<code>\Huge</code>	texte

Le texte « a texte b » est obtenu avec trois saisies possibles :

- a `{\Large texte}` b⁽³³⁾
- a `\Large texte \normalsize b`
- a `\begin{Large}texte\end{Large} b`

3.5.5 Couleurs

3.5.5.1 Couleurs prédéfinies

Les couleurs prédéfinies dans l'extension `xcolor` sont les suivantes :

black	blue	brown	cyan
darkgray	gray	green	lightgray
lime	magenta	olive	orange
pink	purple	red	teal
violet	white	yellow	

3.5.5.2 Définir une couleur à partir d'un modèle de couleur

On peut définir une couleur de plusieurs façons à l'aide de la commande `\definecolor` ; en voici trois.

(33). L'accolade ouvrante `{` se place bien *avant* la commande de taille.

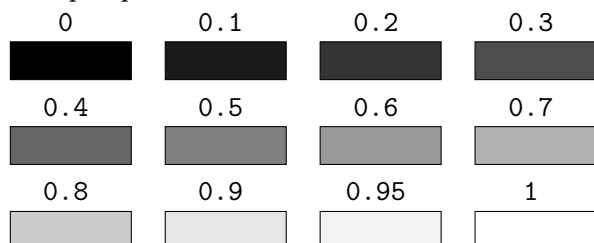
- Avec le mode `gray` et une valeur comprise entre 0 et 1, qui est le pourcentage de blanc dans le noir.

On définit, *localement ou dans le préambule*, toute *nuance* de gris sous la forme

```
\definecolor{nuance}{gray}{k}
```

où k est un nombre décimal compris entre 0 (noir) et 1 (blanc).

Voici quelques nuances :



On dispose aussi de la commande

```
\newgray{nuance}{k}
```

où k est un nombre décimal compris entre 0 (noir) et 1 (blanc).

```
\definecolor{gris1}{gray}{0.85}
\definecolor{gris2}{gray}{0.65}
```

Enseigner, ce n'est pas *éblouir* mais *éclairer*.

```
... pas \textcolor{gris1}{éblouir}
mais \textcolor{gris2}{éclairer}.
```

Les gris `gris1` et `gris2` sont donc définis et peuvent être appliqués dès qu'on les appelle. (Au passage, une macro permettant de surligner un mot – un nouveau mot dans une définition, par exemple – de façon homogène dans un texte se trouve page 90.)

- Avec le mode `rgb` [red/green/blue] ⁽³⁴⁾ et trois valeurs k_1 , k_2 et k_3 comprises entre 0 et 1 ⁽³⁵⁾, qui sont les teneurs en rouge, vert et bleu. Deux commandes nous permettent de définir une couleur ⁽³⁶⁾ :

```
\definecolor{couleur}{rgb}{k1,k2,k3}
\newrgbcolor{couleur}{rgb}{k1 k2 k3}
```

(34). Personnellement, je n'utilise que des différentes teintes de gris (blanc et noir compris) car mes documents sont disposés à être photocopiés pour mes élèves; je pense au meilleur rendu après un passage par l'imprimante! Néanmoins, pour ceux qui aiment les couleurs et qui ne se contentent pas des couleurs données plus haut, je donne (pages 26 et 27) les 317 couleurs définies dans l'extension `xcolor` avec l'option `x11names`, avec les quantités de rouge, vert et bleu incluses correspondantes, dans l'ordre alphabétique. Histoire d'avoir des idées de (nouvelles) couleurs...

(35). Dont la somme ne fait pas obligatoirement 1!

(36). Attention à la présence ou pas de virgules ou d'espaces.

```
\definecolor{olive}{rgb}{.604,.804,.196}
\newrgbcolor{olive}{rgb}{.604 .804 .196}
\definecolor{orange}{rgb}{1,.5,0} (37)
```

Il existe aussi le mode `RGB` où les trois valeurs k_1 , k_2 et k_3 sont comprises entre 0 et 255.

```
\definecolor{orange}{RGB}{255,127,0}
```

- Avec le mode `cmk` [cyan/magenta/yellow/key] ⁽³⁸⁾ et quatre valeurs k_1 , k_2 , k_3 et k_4 comprises entre 0 et 1.

On obtient la couleur rouge ainsi :

```
\definecolor{red}{cmk}{0,1,1,0}
```

3.5.5.3 Définir une couleur à partir d'un mélange de couleurs existantes

(Le package `xcolor` doit être installé.)

La syntaxe est `\colorlet{nom}{mélange}`.

On peut obtenir une nouvelle couleur en mélangeant deux couleurs différentes de la façon suivante :

```
couleur1! pourcentage de couleur1! couleur2
```

Si *couleur2* n'est pas précisée, c'est par défaut du blanc.

La couleur *vert foncé* est obtenue en saisissant `\colorlet{darkgreen}{green!60!black}`.

Voici quelques exemples de différents tons de couleur :

<code>red</code>	<i>texte</i>	
<code>red!70</code>	<i>texte</i>	
<code>red!45!black</code>	<i>texte</i>	
<code>red!55!green</code>	<i>texte</i>	

3.5.5.4 Écrire un texte en couleur

Pour écrire un *texte* en *couleur*, on utilisera aussi bien l'une des deux commandes suivantes :

```
\textcolor{couleur}{texte}
{\color{couleur}{texte}}
```

L^AT_EX est si *puissant*!

BU + *ZO* = *MEU* (en shadok)

```
\LaTeX{} est si \textcolor{red}{puissant} !
{\color{blue}BU} + {\color{red}ZO} ...
```

Pour écrire un texte (dans un environnement non mathématique) sur un fond en couleur *coulfond*, on utilisera la commande

(37). On obtient donc 1,5 dose de couleur orange en mélangeant 1 dose rouge et 0,5 dose verte (et pas de dose bleue).

(38). « key » est le noir.

`\colorbox{coulfond}{texte}`

Le `stage` offre de grandes ouvertures.

Le `\textcolor{gris2}{stage}` offre de grandes `\colorbox{gris1}{ouvertures}`.

3.5.6 Divers effets

3.5.6.1 Soulignement

On utilise la commande `underline` qui prend comme paramètre le texte à souligner.

Ce texte est souligné.

`\underline{Ce texte est souligné.}`

Lorsque le texte à souligner dépasse une ligne, il faut dans ce cas utiliser la commande `\uline` du package `ulem`, auquel on aura spécifié⁽³⁹⁾ l'option `normalem`⁽⁴⁰⁾.

π : Que j'aime à faire apprendre un nombre utile aux

`\underline{\$ \pi \$: Que j' ... sages !}`

π : Que j'aime à faire apprendre un nombre utile aux sages !

`\uline{\$ \pi \$: Que j' ... sages !}`

Par ailleurs, dans le soulignement avec `\underline`, la position du trait de soulignement dépend de la présence ou non de lettres à jambage, contrairement au soulignement avec `\uline`.

Passage étroit Passage étroit

`\uline{Passage} \uline{étroit}`

`\underline{Passage} \underline{étroit}`

On peut créer une commande à cet effet : voir l'exemple en sous-section 10.3.10, page 90.

Pour souligner un texte avec un trait de couleur, on utilise le package `color`. On définit d'abord la couleur du trait du soulignement puis la couleur du texte.

`\underline{\textcolor{red}{texte}}`

texte

`\textcolor{red}{\underline{texte}}`

texte

`\textcolor{red}{\%`

`\underline{\textcolor{blue}{texte}}}`

texte

(39). Sinon l'emphase sera toujours soulignée.

(40). Autrement dit, on écrit `\usepackage[normalem]{ulem}`.

Ceci dit, les typographes préfèrent une emphase à un soulignement pour mettre un texte en valeur !

Avec `\usepackage[normalem]{ulem}`, on obtient

Vague

avec la saisie de `\uwave{Vague}`.

3.5.6.2 Divers encadrements

Avec `\usepackage{pstricks}` :

Faux

`\psovalbox{Faux}`

Avec `\usepackage{fancybox}` :

Ombre

`\shadowbox{Ombre}`

Entouré

`\ovalbox{Entouré}`

Entouré

`\Ovalbox{Entouré}`

Double

`\doublebox{Double}`

L'aspect de l'encadré est paramétrable avec les commandes `\fboxsep` et `\fboxrule` définies en sous-section 4.1.3.2, page 29.

On peut aussi jouer sur l'arrondi avec `\cornersize` (0,5 par défaut). Ce paramètre influe, de même, tous les encadrés si l'instruction est placée dans le préambule.

Encadré

`{\cornersize{2} \ovalbox{Encadré}}`

`\textcircled{x}` entoure le caractère `x` : on obtient ainsi \textcircled{x} .

3.5.6.3 Agrandissements

L'agrandissement⁽⁴¹⁾ d'un objet (texte, formule, dessin, etc.) est produit par la commande

`\scalebox{Coef_h}[Coef_v]{Objet}`

où `Coef_h` et `Coef_v` sont les coefficients d'agrandissement/réduction horizontalement et verticalement, respectivement⁽⁴²⁾.

Texte

`\scalebox{5}[1.5]{Texte}`

On peut aussi utiliser la commande

`\resizebox{Long}{Larg}{Objet}`

(41). Le coefficient n'est pas forcément supérieur à 1 !

(42). Des arguments négatifs donnent des images miroir.

qui effectue une déformation de l'objet telle que qu'il occupe toute la longueur *Long* et la largeur *Larg* données.

Texte

```
\resizebox{5cm}{0.35cm}{Texte}
```

Texte

```
\resizebox{\linewidth}{0.35cm}{Texte}
```

Si ! est placé à la place de l'un des deux paramètres précédents, l'objet est déformé du même coefficient horizontal et vertical.

Texte

```
\resizebox{!}{0.35cm}{Texte}
```

3.5.6.4 Texte tourné et \rotatebox

Pour tourner un *texte* de *angle* degrés, on saisit :

```
\rotatebox{angle}{texte}
```

Cette commande est contenue dans le package `graphicx`.

Un chemin ascendant puis descendant.

```
Un chemin \rotatebox{10}{ascendant}
puis \rotatebox{-10}{descendant}.
```

Lorsque *texte* dépasse une ligne, on le place dans une `parbox`⁽⁴³⁾ ou une `minipage`.

Happy
culteur !

```
\rotatebox{10}{%
\fbbox{\parbox{1.3cm}{Happy culteur !}}}
```

3.5.6.5 À l'envers

Pour écrire un texte à l'envers (une réponse, par exemple), on utilise l'option `origin` de la commande `\rotatebox`.

La valeur `origin=c` indique que le centre de rotation de l'objet que l'on tourne.

```
Bla \rotatebox[origin=c]{180}{Réponses}
donne :
Bla sésuodəɹ.
```

Citons aussi la commande `\reflectbox` :

effet miroir de la boîte

```
effet \reflectbox{miroir} de la boîte
```

(43). Voir la sous-sous-section 4.2.1, page 29.

3.5.6.6 Texte penché et \pstilt

A l'aide du package `pstricks-add`, on peut pencher un texte d'un angle donné :

Texte 1 *Texte 2* *Texte 3*

```
\pstilt{45}{Texte 1}
\pstilt{135}{Texte 2}
\pstilt{-45}{Texte 3}
```

Cette commande `pstilt` sera à nouveau utilisée dans les dessins, page 118, plus particulièrement dans des repères non orthogonaux.

3.5.6.7 Trait horizontal

Pour tracer une ligne sur la longueur de texte disponible, on écrit : `\hrulefill{}`

On peut aussi écrire un texte au milieu d'une ligne horizontale :

```
\hrulefill{ } texte \hrulefill{ }
```

3.6 Citations

Il existe deux environnements permettant d'inclure des citations, `quote` et `quotation`. Toutes les citations sont placées en retrait de l'une ou l'autre des deux marges. Les guillemets entourant les citations seront à insérer « à la main ».

3.6.1 Environnement quote

Pour faire une citation courte, ou des séries de petites citations séparées par des interlignes, on utilise l'environnement `quote`, qui n'indente pas le texte⁽⁴⁴⁾ :

Si $0 + 0 = 1$ alors le Père Noël existe. S'il pleut, je vais au cinéma.

```
\begin{quote}
Si $0+0=1$ alors...
\end{quote}
```

3.6.2 Environnement quotation

Pour faire une citation longue, on utilise l'environnement `quotation`, qui indente le texte :

La science est ce que nous comprenons suffisamment bien pour l'expliquer à un ordinateur. L'art, c'est tout ce que nous faisons d'autre. (D. KNUTH)

(44). Cela ne se voit pas sur un texte d'une ligne !

```
\begin{quotation}
La science est ... autre. (D. \textsc{Knuth})
\end{quotation}
```

3.6.3 Avec un nouvel environnement

Dans [21], on trouve le ⁽⁴⁵⁾ source suivant :

```
\newsavebox{\auteurbm}
\newenvironment{Bonmot}[1]%
{\small\slshape%
\savebox{\auteurbm}{\upshape\sffamily#1}%
\begin{flushright}}
{\ll[4pt]\usebox{\auteurbm}
\end{flushright}\normalsize\upshape}
```

La citation

*La science est ce que nous comprenons suffisamment bien
pour l'expliquer à un ordinateur.
L'art, c'est tout ce que nous faisons d'autre.*
(D. KNUTH)

est alors obtenue avec :

```
\begin{Bonmot}{(D. \textsc{Knuth})}
La science ... ordinateur.\par
L'art, ... d'autre.
\end{Bonmot}
```

3.7 Adresses url

Pour écrire correctement une adresse web ⁽⁴⁶⁾, il faut utiliser l'extension `url`. Elle gère correctement les espaces et les coupures de lignes.

`http://math.univ-lyon1.fr/irem/`

```
\url{http://math.univ-lyon1.fr/irem/}
```

3.8 Deux idées pour un QCM

3.8.1 En bout de ligne

Entourer la réponse correcte.

- | | |
|--------------------|-----------|
| 1. Premier énoncé. | Vrai Faux |
| 2. Second énoncé. | Vrai Faux |

Entourer la réponse correcte.

```
\begin{enumerate}
\item Premier énoncé. \hfill Vrai~~Faux
\item Second énoncé. \hfill Vrai~~Faux
\end{enumerate}
```

(45). Abus de langage pour « le code source ».

(46). Si cette extension n'est pas utilisée, le double point après `http` est suivi d'une espace, le lien n'est pas écrit en télétype et n'est pas hyperactif (lorsque le document le permet).

3.8.2 Avec des multicolonnnes

Pour gagner de la place, on peut écrire les items des questions en plusieurs colonnes :

- | | | | |
|--------------------|-------------|-------------|-------------|
| 1. Premier énoncé. | (a) Prop. 1 | (b) Prop. 2 | (c) Prop. 3 |
| 2. Second énoncé. | (a) Prop. 1 | (b) Prop. 2 | (c) Prop. 3 |

```
\begin{enumerate}
\item Premier énoncé.
\setlength{\multicolsep}{0pt}
\begin{multicols}{3}
\begin{enumerate}
\item Prop. 1 \item Prop. 2 \item Prop. 3
\end{enumerate}
\end{multicols}
\setlength{\multicolsep}{0pt}
\item Second énoncé.
\setlength{\multicolsep}{0pt}
\begin{multicols}{3}
\begin{enumerate}
\item Prop. 1 \item Prop. 2 \item Prop. 3
\end{enumerate}
\end{multicols}
\end{enumerate}
```

(`\setlength{\multicolsep}{0pt}` annule l'espace vertical avant le début de l'environnement et `\setlength{\multicolsep}{0pt}` indique que le trait vertical entre deux colonnes a en effet pour largeur 0 pt.)

3.9 Filigrane

Le package `draftwatermark` ([54]) permet d'obtenir un filigrane sur *tout* le document ⁽⁴⁷⁾.

Parmi les possibilités, notons les suivantes.

- `\SetWatermarkText{texte}` met *texte* en filigrane ;
- `\SetWatermarkAngle{angle}` permet de changer l'*angle* (avec l'horizontale) du texte ;
- `\SetWatermarkColor{couleur}` permet de changer la *couleur* du texte ;
- `\SetWatermarkScale{échelle}` permet de changer l'*échelle* du texte.

Les valeurs par défaut de ces paramètres sont respectivement DRAFT, 45°, gris à 80 % et 1,2.

Par ailleurs, le chargement de

(47). Il y a aussi le package `draftcopy`, [55], mais celui-ci semble avoir des problèmes de compatibilité avec pdf^LTeX.

`\usepackage[firstpage]{draftwatermark}`

permet d’afficher ce filigrane seulement en première page (alors que, par défaut, il est affiché sur toutes les pages). Cela peut servir dans la construction de devoir de sujet (Brevet ou Bac) « blanc ».

3.10 Symboles décoratifs

Pour améliorer l’ordinaire (mais ne pas en abuser!).

3.10.1 Des symboles dans un environnement mathématique

Certains symboles tels que \surd , \boxtimes , \diamond , ... sont utilisés par des collègues dans leurs présentations (de corrigés) d’exercices ou d’énumérations. Ils sont écrits dans un environnement mathématique : le tableau de la page 63 en donne quelques-uns.

3.10.2 Dingbats et pifont

L’extension `pifont` permet d’obtenir tous les caractères spéciaux appelés « dingbats » avec la commande `\ding` avec le code du symbole en argument.

Par exemple, avec `\ding{33}`, on obtient \clubsuit et avec `\ding{43}`, on obtient \spadesuit , etc. L’ensemble des caractères disponibles est donné page 25.

De plus, pour écrire une ligne avec un seul même caractère, on utilise `\dingfill{code du symbole}`.

Par exemple,

`\dingfill{33}` donne :

$\clubsuit \clubsuit \clubsuit \clubsuit \clubsuit \clubsuit \clubsuit \clubsuit \clubsuit \clubsuit \clubsuit \clubsuit \clubsuit \clubsuit \clubsuit \clubsuit$

`\ding{33} \dotfill \ding{33}` donne :

$\clubsuit \dots \clubsuit$

De plus, et par exemple, on superpose les symboles \square et \surd pour obtenir \boxtimes en reculant le second avec l’instruction `\hspace{-0.7em}`.

`\ding{114}\hspace{-.7em}\ding{51}`




























































































































































































									
			33	34	35	36	37	38	39
									
40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
									
50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
									
60	61	62	63	64	65	66	67	68	69
									
70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
									
80	81	82	83	84	85	86	87	88	89
									
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
									
100	101	102	103	104	105	106	107	108	109
									
110	111	112	113	114	115	116	117	118	119
									
120	121	122	123	124	125	126			
									
	161	162	163	164	165	166	167	168	169
									
170	171	172	173	174	175	176	177	178	179
									
180	181	182	183	184	185	186	187	188	189
									
190	191	192	193	194	195	196	197	198	199
									
200	201	202	203	204	205	206	207	208	209
									
210	211	212	213	214	215	216	217	218	219
									
220	221	222	223	224	225	226	227	228	229
									
230	231	232	233	234	235	236	237	238	239
									
	241	242	243	244	245	246	247	248	249
									
250	251	252	253	254					

TABLE 3.1 – Caractères disponibles avec l'extension pifont

3.11 D'autres couleurs, format rgb

AntiqueWhite1 AntiqueWhite1	AntiqueWhite2 AntiqueWhite2	AntiqueWhite3 AntiqueWhite3	AntiqueWhite4 AntiqueWhite4	Aquamarine1 Aquamarine1	Aquamarine2 Aquamarine2	Aquamarine3 Aquamarine3
1,.936,.86	.932,.875,.8	.804,.752,.69	.545,.512,.47	.498,1,.83	.464,.932,.776	.4,.804,.668
Aquamarine4 Aquamarine4	Azure1 Azure1	Azure2 Azure2	Azure3 Azure3	Azure4 Azure4	Bisque1 Bisque1	Bisque2 Bisque2
.27,.545,.455	.94,1,1	.88,.932,.932	.756,.804,.804	.512,.545,.545	1,.894,.77	.932,.835,.716
Bisque3 Bisque3	Bisque4 Bisque4	Blue1 Blue1	Blue2 Blue2	Blue3 Blue3	Blue4 Blue4	Brown1 Brown1
.804,.716,.62	.545,.49,.42	0,0,1	0,0,.932	0,0,.804	0,0,.545	1,.25,.25
Brown2 Brown2	Brown3 Brown3	Brown4 Brown4	Burlywood1 Burlywood1	Burlywood2 Burlywood2	Burlywood3 Burlywood3	Burlywood4 Burlywood4
.932,.23,.23	.804,.2,.2	.545,.136,.136	1,.828,.608	.932,.772,.57	.804,.668,.49	.545,.45,.332
CadetBlue1 CadetBlue1	CadetBlue2 CadetBlue2	CadetBlue3 CadetBlue3	CadetBlue4 CadetBlue4	Chartreuse1 Chartreuse1	Chartreuse2 Chartreuse2	Chartreuse3 Chartreuse3
.596,.96,1	.556,.898,.932	.48,.772,.804	.325,.525,.545	.498,1,0	.464,.932,0	.4,.804,0
Chartreuse4 Chartreuse4	Chocolate1 Chocolate1	Chocolate2 Chocolate2	Chocolate3 Chocolate3	Chocolate4 Chocolate4	Coral1 Coral1	Coral2 Coral2
.27,.545,0	1,.498,.14	.932,.464,.13	.804,.4,.112	.545,.27,.075	1,.448,.336	.932,.415,.312
Coral3 Coral3	Coral4 Coral4	Cornsilk1 Cornsilk1	Cornsilk2 Cornsilk2	Cornsilk3 Cornsilk3	Cornsilk4 Cornsilk4	Cyan1 Cyan1
.804,.356,.27	.545,.244,.185	1,.972,.864	.932,.91,.804	.804,.785,.694	.545,.532,.47	0,1,1
Cyan2 Cyan2	Cyan3 Cyan3	Cyan4 Cyan4	DarkGoldenrod1 DarkGoldenrod1	DarkGoldenrod2 DarkGoldenrod2	DarkGoldenrod3 DarkGoldenrod3	DarkGoldenrod4 DarkGoldenrod4
0,.932,.932	0,.804,.804	0,.545,.545	1,.725,.06	.932,.68,.055	.804,.585,.048	.545,.396,.03
DarkOliveGreen1 DarkOliveGreen1	DarkOliveGreen2 DarkOliveGreen2	DarkOliveGreen3 DarkOliveGreen3	DarkOliveGreen4 DarkOliveGreen4	DarkOrange1 DarkOrange1	DarkOrange2 DarkOrange2	DarkOrange3 DarkOrange3
.792,1,.44	.736,.932,.408	.635,.804,.352	.43,.545,.24	1,.498,0	.932,.464,0	.804,.4,0
DarkOrange4 DarkOrange4	DarkOrchid1 DarkOrchid1	DarkOrchid2 DarkOrchid2	DarkOrchid3 DarkOrchid3	DarkOrchid4 DarkOrchid4	DarkSeaGreen1 DarkSeaGreen1	DarkSeaGreen2 DarkSeaGreen2
.545,.27,0	.75,.244,1	.698,.228,.932	.604,.196,.804	.408,.132,.545	.756,1,.756	.705,.932,.705
DarkSeaGreen3 DarkSeaGreen3	DarkSeaGreen4 DarkSeaGreen4	DarkSlateGray1 DarkSlateGray1	DarkSlateGray2 DarkSlateGray2	DarkSlateGray3 DarkSlateGray3	DarkSlateGray4 DarkSlateGray4	DeepPink1 DeepPink1
.608,.804,.608	.41,.545,.41	.592,1,1	.552,.932,.932	.475,.804,.804	.32,.545,.545	1,.08,.576
DeepPink2 DeepPink2	DeepPink3 DeepPink3	DeepPink4 DeepPink4	DeepSkyBlue1 DeepSkyBlue1	DeepSkyBlue2 DeepSkyBlue2	DeepSkyBlue3 DeepSkyBlue3	DeepSkyBlue4 DeepSkyBlue4
.932,.07,.536	.804,.064,.464	.545,.04,.312	0,.75,1	0,.698,.932	0,.604,.804	0,.408,.545
DodgerBlue1 DodgerBlue1	DodgerBlue2 DodgerBlue2	DodgerBlue3 DodgerBlue3	DodgerBlue4 DodgerBlue4	Firebrick1 Firebrick1	Firebrick2 Firebrick2	Firebrick3 Firebrick3
.116,.565,1	.11,.525,.932	.094,.455,.804	.064,.305,.545	1,.19,.19	.932,.172,.172	.804,.15,.15
Firebrick4 Firebrick4	Gold1 Gold1	Gold2 Gold2	Gold3 Gold3	Gold4 Gold4	Goldenrod1 Goldenrod1	Goldenrod2 Goldenrod2
.545,.1,1	1,.844,0	.932,.79,0	.804,.68,0	.545,.46,0	1,.756,.145	.932,.705,.132
Goldenrod3 Goldenrod3	Goldenrod4 Goldenrod4	Gray0 Gray0	Green0 Green0	Green1 Green1	Green2 Green2	Green3 Green3
.804,.608,.112	.545,.41,.08	.745,.745,.745	0,1,0	0,1,0	0,.932,0	0,.804,0
Green4 Green4	Grey0 Grey0	Honeydew1 Honeydew1	Honeydew2 Honeydew2	Honeydew3 Honeydew3	Honeydew4 Honeydew4	HotPink1 HotPink1
0,.545,0	.745,.745,.745	.94,1,.94	.88,.932,.88	.756,.804,.756	.512,.545,.512	1,.43,.705
HotPink2 HotPink2	HotPink3 HotPink3	HotPink4 HotPink4	IndianRed1 IndianRed1	IndianRed2 IndianRed2	IndianRed3 IndianRed3	IndianRed4 IndianRed4
.932,.415,.655	.804,.376,.565	.545,.228,.385	1,.415,.415	.932,.39,.39	.804,.332,.332	.545,.228,.228
Ivory1 Ivory1	Ivory2 Ivory2	Ivory3 Ivory3	Ivory4 Ivory4	Khaki1 Khaki1	Khaki2 Khaki2	Khaki3 Khaki3
1,1,.94	.932,.932,.88	.804,.804,.756	.545,.545,.512	1,.965,.56	.932,.9,.52	.804,.776,.45
Khaki4 Khaki4	LavenderBlush1 LavenderBlush1	LavenderBlush2 LavenderBlush2	LavenderBlush3 LavenderBlush3	LavenderBlush4 LavenderBlush4	LemonChiffon1 LemonChiffon1	LemonChiffon2 LemonChiffon2
.545,.525,.305	1,.94,.96	.932,.88,.898	.804,.756,.772	.545,.512,.525	1,.98,.804	.932,.912,.75
LemonChiffon3 LemonChiffon3	LemonChiffon4 LemonChiffon4	LightBlue1 LightBlue1	LightBlue2 LightBlue2	LightBlue3 LightBlue3	LightBlue4 LightBlue4	LightCyan1 LightCyan1
.804,.79,.648	.545,.536,.44	.75,.936,1	.698,.875,.932	.604,.752,.804	.408,.512,.545	.88,1,1
LightCyan2 LightCyan2	LightCyan3 LightCyan3	LightCyan4 LightCyan4	LightGoldenrod1 LightGoldenrod1	LightGoldenrod2 LightGoldenrod2	LightGoldenrod3 LightGoldenrod3	LightGoldenrod4 LightGoldenrod4
.82,.932,.932	.705,.804,.804	.48,.545,.545	1,.925,.545	.932,.864,.51	.804,.745,.44	.545,.505,.298
LightPink1 LightPink1	LightPink2 LightPink2	LightPink3 LightPink3	LightPink4 LightPink4	LightSalmon1 LightSalmon1	LightSalmon2 LightSalmon2	LightSalmon3 LightSalmon3
1,.684,.725	.932,.635,.68	.804,.55,.585	.545,.372,.396	1,.628,.48	.932,.585,.448	.804,.505,.385

LightSalmon4 LightSalmon4	LightSkyBlue1 LightSkyBlue1	LightSkyBlue2 LightSkyBlue2	LightSkyBlue3 LightSkyBlue3	LightSkyBlue4 LightSkyBlue4	LightSteelBlue1 LightSteelBlue1	LightSteelBlue2 LightSteelBlue2
.545,.34,.26	.69,.888,1	.644,.828,.932	.552,.712,.804	.376,.484,.545	.792,.884,1	.736,.824,.932
LightSteelBlue3 LightSteelBlue3	LightSteelBlue4 LightSteelBlue4	LightYellow1 LightYellow1	LightYellow2 LightYellow2	LightYellow3 LightYellow3	LightYellow4 LightYellow4	Magenta1 Magenta1
.635,.71,.804	.43,.484,.545	1,1,.88	.932,.932,.82	.804,.804,.705	.545,.545,.48	1,0,1
Magenta2 Magenta2	Magenta3 Magenta3	Magenta4 Magenta4	Maroon0 Maroon0	Maroon1 Maroon1	Maroon2 Maroon2	Maroon3 Maroon3
.932,0,.932	.804,0,.804	.545,0,.545	.69,.19,.376	1,.204,.7	.932,.19,.655	.804,.16,.565
Maroon4 Maroon4	MediumOrchid1 MediumOrchid1	MediumOrchid2 MediumOrchid2	MediumOrchid3 MediumOrchid3	MediumOrchid4 MediumOrchid4	MediumPurple1 MediumPurple1	MediumPurple2 MediumPurple2
.545,.11,.385	.88,.4,1	.82,.372,.932	.705,.32,.804	.48,.215,.545	.67,.51,1	.624,.475,.932
MediumPurple3 MediumPurple3	MediumPurple4 MediumPurple4	MistyRose1 MistyRose1	MistyRose2 MistyRose2	MistyRose3 MistyRose3	MistyRose4 MistyRose4	NavajoWhite1 NavajoWhite1
.536,.408,.804	.365,.28,.545	1,.894,.884	.932,.835,.824	.804,.716,.71	.545,.49,.484	1,.87,.68
NavajoWhite2 NavajoWhite2	NavajoWhite3 NavajoWhite3	NavajoWhite4 NavajoWhite4	OliveDrab1 OliveDrab1	OliveDrab2 OliveDrab2	OliveDrab3 OliveDrab3	OliveDrab4 OliveDrab4
.932,.81,.63	.804,.7,.545	.545,.475,.37	.752,1,.244	.7,.932,.228	.604,.804,.196	.41,.545,.132
Orange1 Orange1	Orange2 Orange2	Orange3 Orange3	Orange4 Orange4	OrangeRed1 OrangeRed1	OrangeRed2 OrangeRed2	OrangeRed3 OrangeRed3
1,.648,0	.932,.604,0	.804,.52,0	.545,.352,0	1,.27,0	.932,.25,0	.804,.215,0
OrangeRed4 OrangeRed4	Orchid1 Orchid1	Orchid2 Orchid2	Orchid3 Orchid3	Orchid4 Orchid4	PaleGreen1 PaleGreen1	PaleGreen2 PaleGreen2
.545,.145,0	1,.512,.98	.932,.48,.912	.804,.41,.79	.545,.28,.536	.604,1,.604	.565,.932,.565
PaleGreen3 PaleGreen3	PaleGreen4 PaleGreen4	PaleTurquoise1 PaleTurquoise1	PaleTurquoise2 PaleTurquoise2	PaleTurquoise3 PaleTurquoise3	PaleTurquoise4 PaleTurquoise4	PaleVioletRed1 PaleVioletRed1
.488,.804,.488	.33,.545,.33	.732,1,1	.684,.932,.932	.59,.804,.804	.4,.545,.545	1,.51,.67
PaleVioletRed2 PaleVioletRed2	PaleVioletRed3 PaleVioletRed3	PaleVioletRed4 PaleVioletRed4	PeachPuff1 PeachPuff1	PeachPuff2 PeachPuff2	PeachPuff3 PeachPuff3	PeachPuff4 PeachPuff4
.932,.475,.624	.804,.408,.536	.545,.28,.365	1,.855,.725	.932,.796,.68	.804,.688,.585	.545,.468,.396
Pink1 Pink1	Pink2 Pink2	Pink3 Pink3	Pink4 Pink4	Plum1 Plum1	Plum2 Plum2	Plum3 Plum3
1,.71,.772	.932,.664,.72	.804,.57,.62	.545,.39,.424	1,.732,1	.932,.684,.932	.804,.59,.804
Plum4 Plum4	Purple0 Purple0	Purple1 Purple1	Purple2 Purple2	Purple3 Purple3	Purple4 Purple4	Red1 Red1
.545,.4,.545	.628,.125,.94	.608,.19,1	.57,.172,.932	.49,.15,.804	.332,.1,.545	1,0,0
Red2 Red2	Red3 Red3	Red4 Red4	RosyBrown1 RosyBrown1	RosyBrown2 RosyBrown2	RosyBrown3 RosyBrown3	RosyBrown4 RosyBrown4
.932,0,0	.804,0,0	.545,0,0	1,.756,.756	.932,.705,.705	.804,.608,.608	.545,.41,.41
RoyalBlue1 RoyalBlue1	RoyalBlue2 RoyalBlue2	RoyalBlue3 RoyalBlue3	RoyalBlue4 RoyalBlue4	Salmon1 Salmon1	Salmon2 Salmon2	Salmon3 Salmon3
.284,.464,1	.264,.43,.932	.228,.372,.804	.152,.25,.545	1,.55,.41	.932,.51,.385	.804,.44,.33
Salmon4 Salmon4	SeaGreen1 SeaGreen1	SeaGreen2 SeaGreen2	SeaGreen3 SeaGreen3	SeaGreen4 SeaGreen4	Seashell1 Seashell1	Seashell2 Seashell2
.545,.298,.224	.33,1,.624	.305,.932,.58	.264,.804,.5	.18,.545,.34	1,.96,.932	.932,.898,.87
Seashell3 Seashell3	Seashell4 Seashell4	Sienna1 Sienna1	Sienna2 Sienna2	Sienna3 Sienna3	Sienna4 Sienna4	SkyBlue1 SkyBlue1
.804,.772,.75	.545,.525,.51	1,.51,.28	.932,.475,.26	.804,.408,.224	.545,.28,.15	.53,.808,1
SkyBlue2 SkyBlue2	SkyBlue3 SkyBlue3	SkyBlue4 SkyBlue4	SlateBlue1 SlateBlue1	SlateBlue2 SlateBlue2	SlateBlue3 SlateBlue3	SlateBlue4 SlateBlue4
.494,.752,.932	.424,.65,.804	.29,.44,.545	.512,.435,1	.48,.404,.932	.41,.35,.804	.28,.235,.545
SlateGray1 SlateGray1	SlateGray2 SlateGray2	SlateGray3 SlateGray3	SlateGray4 SlateGray4	Snow1 Snow1	Snow2 Snow2	Snow3 Snow3
.776,.888,1	.725,.828,.932	.624,.712,.804	.424,.484,.545	1,.98,.98	.932,.912,.912	.804,.79,.79
Snow4 Snow4	SpringGreen1 SpringGreen1	SpringGreen2 SpringGreen2	SpringGreen3 SpringGreen3	SpringGreen4 SpringGreen4	SteelBlue1 SteelBlue1	SteelBlue2 SteelBlue2
.545,.536,.536	0,1,.498	0,.932,.464	0,.804,.4	0,.545,.27	.39,.72,1	.36,.675,.932
SteelBlue3 SteelBlue3	SteelBlue4 SteelBlue4	Tan1 Tan1	Tan2 Tan2	Tan3 Tan3	Tan4 Tan4	Thistle1 Thistle1
.31,.58,.804	.21,.392,.545	1,.648,.31	.932,.604,.288	.804,.52,.248	.545,.352,.17	1,.884,1
Thistle2 Thistle2	Thistle3 Thistle3	Thistle4 Thistle4	Tomato1 Tomato1	Tomato2 Tomato2	Tomato3 Tomato3	Tomato4 Tomato4
.932,.824,.932	.804,.71,.804	.545,.484,.545	1,.39,.28	.932,.36,.26	.804,.31,.224	.545,.21,.15
Turquoise1 Turquoise1	Turquoise2 Turquoise2	Turquoise3 Turquoise3	Turquoise4 Turquoise4	VioletRed1 VioletRed1	VioletRed2 VioletRed2	VioletRed3 VioletRed3
0,.96,1	0,.898,.932	0,.772,.804	0,.525,.545	1,.244,.59	.932,.228,.55	.804,.196,.47
VioletRed4 VioletRed4	Wheat1 Wheat1	Wheat2 Wheat2	Wheat3 Wheat3	Wheat4 Wheat4	Yellow1 Yellow1	Yellow2 Yellow2
.545,.132,.32	1,.905,.73	.932,.848,.684	.804,.73,.59	.545,.494,.4	1,1,0	.932,.932,0
Yellow3 Yellow3	Yellow4 Yellow4					
.804,.804,0	.545,.545,0					

Le lecteur trouvera une autre liste, de 752 couleurs, sur [33]. Les définitions de ces couleurs sont dans le dossier de ressources sur [127].

Chapitre 4

Mise en boîte

4.1 Boîtes de ligne

Les boîtes de ligne sont destinées à recevoir des textes dont la longueur n'excède pas une ligne. Dès que le texte est inséré dans une telle boîte, celle-ci constitue un seul bloc et débordera dans la marge de droite s'il est trop long.

4.1.1 Commande `\mbox`

La commande `\mbox` permet à L^AT_EX de considérer son argument comme une seule entité. Elle peut ainsi empêcher la coupure d'un mot (une césure) ou d'un groupe de mots ⁽¹⁾ : la commande crée donc une boîte insécable autour du texte. Le texte concerné ne doit pas faire plus d'une ligne. La longueur de la boîte (du bloc) est calculée automatiquement pour être égale à la longueur du texte.

Pour qu'une formule ne soit pas coupée en fin de ligne et écrite sur deux lignes, on saisira `\mbox{formule}`. C'est, par exemple, le cas avec l'égalité $\sin^2 x + \cos^2 x = 1$. ⁽²⁾

...ité `\mbox{\$ \sin^2 x + \cos^2 x = 1 \$}`

On peut aussi s'en servir pour écrire du texte dans une formule :

$$x = 1 \text{ ou } x = 2$$

`\$x=1 \mbox{ ou } x=2\$`

4.1.2 Commande `\makebox`

La commande `\makebox` est un peu plus fournie. On peut spécifier la largeur de la boîte et la position du texte à l'intérieur par le biais de deux options de la commande. La forme générale de la commande est :

`\makebox[Largeur][Position]{Texte}`

Largeur est la largeur de la boîte. Elle peut être égale à une longueur usuelle (en mm, cm, in), en fonction de la longueur de texte disponible, ... ⁽³⁾

(1). Tout comme lorsque l'on crée un tableau avec l'environnement `tabular`, celui-ci est considéré comme un seul bloc et le compilateur ne le coupera jamais en plusieurs parties.

(2). Le fait de ne pas demander un retour à la ligne après « égalité » implique ces écarts blancs plus grands entre les mots sur la ligne précédant l'égalité.

(3). On verra dans ce dernier cas des exemples (plus visibles car encadrés) avec la commande `\framebox`.

Position est la position du texte dans la boîte :

l pour l'aligner sur la gauche de la boîte ;

r pour l'aligner sur la droite de la boîte ;

s pour l'aligner sur toute la longueur de la boîte.

Par défaut, si rien n'est spécifié, le texte est centré.

Ces paramètres sont *locaux* : en dehors de la commande, leur valeur n'est plus utilisable.

		Texte centré		
	Texte à gauche			
			Texte à droite	
Sur	toute	la	largeur	

`\makebox[6cm]{Texte centré}`

`\makebox[6cm][l]{Texte à gauche}`

`\makebox[6cm][r]{Texte à droite}`

`\makebox[6cm][s]{Sur toute la largeur}`

On peut s'en servir pour placer dans des textes des « trous » ⁽⁴⁾ que les élèves peuvent compléter :

Elle a pour paramètres et

Elle a pour paramètres et

La `\makebox[3cm]{}` a pour ...

La `\makebox[3cm]{\dotfill}` a pour...

Propriétés à savoir par cœur :

`\makebox[8cm][s]{Propri... c\oe ur :}`

On peut aussi utiliser des boîtes de largeur nulle, permettant de placer du matériel à un endroit mais en agissant comme s'il n'était pas là : on peut ainsi obtenir des effets particuliers, comme le suivant.

Ligne de texte pour voir la marge.

Ce gâteau est ~~bon~~ infect.

Ligne de texte pour voir la marge. `\par`

`\makebox[0pt][r]{Bah !}` Ce gâteau

est `\texttt{\makebox[0pt][l]{///}bon}` infect.

(4). Il y a une macro pour dessiner des lignes de pointillés page 93.

4.1.3 Commandes `\fbox` et `\framebox`

Ces deux commandes fonctionnent de la même manière que `\box` et `\makebox`, si ce n'est qu'elles ajoutent un cadre autour de la boîte. Il s'agit des commandes `\fbox` et `\framebox` ⁽⁵⁾.

4.1.3.1 Commande `\fbox`

`\fbox{Vrai}` donne Vrai.
`\fbox{\fbox{Vrai}}` donne Vrai.

4.1.3.2 Aspect des encadrements : commandes `\fboxsep` et `\fboxrule`

L'aspect des encadrements peut être réglé avec deux paramètres : le premier est l'espacement ajouté entre le cadre et son contenu `\fboxsep` (3 pt par défaut) et le second, l'épaisseur du filet `\fboxrule` (0,4 pt par défaut).



```
{\setlength{\fboxsep}{3mm}  
\setlength{\fboxrule}{1mm}  
\fbox{Encadré}}
```

Placer ces deux commandes de réglage dans le préambule affecte donc tous les encadrés. Si les paramètres doivent être changés localement, on écrit, comme écrit au-dessus, le bloc de saisie entre accolades.

4.1.3.3 ... avec la commande `\strut`

La commande `\strut` fixe la hauteur du plus haut caractère et la profondeur du caractère qui a la plus grande profondeur dans la fonte utilisée. Elle est donc très utile pour harmoniser la hauteur de divers encadré sur une même ligne.

je dis et je fais

```
\fbox{je} \fbox{dis} et %  
\fbox{je\strut} \fbox{fais\strut}
```

4.1.3.4 Commande `\framebox`

La boîte suivante est trois fois plus longue ⁽⁶⁾ que le texte contenu dedans.

Bla bla bla

```
\framebox[2\width]{Bla bla bla}
```

(5). Le *f* est l'initiale de *frame*, « cadre ».

(6). Dès qu'il y a un calcul de longueur, comme c'est le cas ici, il est nécessaire que l'extension `calc` soit chargée.

La boîte suivante a pour longueur celle du texte disponible du document.

De la largeur du texte du document

```
\framebox[\linewidth]{De la largeur...}
```

4.1.4 Commande `\raisebox`

La commande `\raisebox` permet d'englober du texte dans une nouvelle boîte et ensuite de la monter ou descendre par rapport à la ligne de base.

Il faut ^{élever} le nombre au carré.

Il faut `\raisebox{3mm}{élever}` le ...

Il est également possible de préciser la hauteur et la profondeur de cette boîte en utilisant des options de la commande, dont la version complète est :

```
\raisebox{différence}%  
[hauteur][profondeur]{texte}
```

où

- *différence* spécifie le décalage vertical du texte par rapport à la ligne ;
- *hauteur* est la taille que \LaTeX considère comme étant au-dessus de la ligne ;
- *profondeur* est la taille que \LaTeX considère comme étant en-dessous de la ligne.

Il faut ^{élever} le nombre au carré.

... `\raisebox{3mm}[10mm][5mm]{élever}` ...

On peut aussi utiliser cette commande ⁽⁷⁾ pour écrire les fractions :

$\frac{3}{4}$ est donné avec la commande

```
\raisebox{0.5ex}{3}\slash\raisebox{-0.5ex}{4}
```

4.1.5 Divers effets de mise en forme

D'autres boîtes peuvent servir dans des effets de mise en forme tels les encadrements ou les agrandissements horizontaux. Voyez la sous-section 3.5.6, page 21.

4.2 Boîtes verticales

4.2.1 Commande `\parbox`

Avec les boîtes précédentes, on peut seulement insérer un texte d'une seule ligne. Pour travailler avec un texte dont la longueur dépasse une ligne, on utilise

(7). Voir en faire une macro ! Voyez page 87...

un autre type de boîte, obtenu avec la commande `\parbox`⁽⁸⁾.

Sa syntaxe est la suivante :

`\parbox[ext][haut][int]{larg}{texte}`

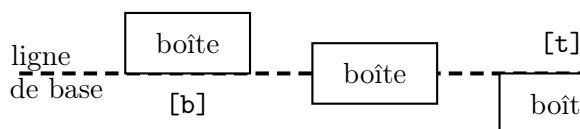
- La valeur *larg* peut être :
 - une distance, comme 7cm ou 20pt ;
 - un multiple de la largeur `\linewidth` de la ligne en cours, comme 0.25`\linewidth`.
- La valeur *haut* est la hauteur de la boîte.

- L'option *ext* désigne l'alignement externe : elle sert à positionner verticalement la boîte par rapport au niveau de la ligne (l'absence de paramètre implique que la boîte sera centrée sur la ligne).

Elle peut prendre deux valeurs :

- * **b** pour aligner le bas (*bottom*) de la boîte sur la ligne de base ;
- * **t** pour aligner le haut (*top*) de la boîte sur la ligne de base.

Si aucune option n'est donnée⁽⁹⁾, la boîte sera centrée sur la ligne de base.



- L'option *int* désigne l'alignement interne : elle sert à positionner verticalement le texte dans la boîte, sous réserve qu'une hauteur ait été indiquée (sinon L^AT_EX calcule lui-même les dimensions)

Elle peut prendre quatre valeurs :

- * **b** pour repousser le texte vers le bas de la boîte ;
- * **t** pour situer le texte en haut de la boîte ;
- * **c** pour centrer verticalement le texte ;
- * **s** pour étirer verticalement le texte (la première et la dernière lignes sont respectivement en haut et en bas de la boîte) dont les parties sont séparés par des espaces élastiques.

`\parbox{6cm}{%`

Ce responsable ...`\par Sans ...}`

Ce responsable est réputé pour être un phénoménal oligophrénarche.

Sans être orchidoclaste.

A~~`\parbox[b]{2cm}{Par. 1\par Par. 2}`~~

B~~`\parbox{2cm}{Par. 3\par Par. 4}`~~

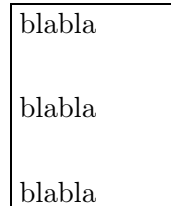
C~~`\parbox[t]{2cm}{Par. 5\par Par. 6}`

Par. 1		
A Par. 2	B Par. 3	C Par. 5
	Par. 4	Par. 6

(8). *par* pour *paragraphe*.

(9). On peut aussi mettre l'option *m*.

`\fbox{%`
`\parbox[c][2.5cm][s]{2cm}{%`
`blabla \vfill blabla \vfill blabla}}`



Toutefois, *on ne peut pas* insérer d'environnement dans le texte qu'elle contient : il est donc impossible de centrer un texte avec l'environnement `center` ou utiliser une liste d'énumération. Il faut absolument utiliser dans ce cas une minipage (voir plus bas). De plus, l'indentation est nulle.

4.2.2 Minipages

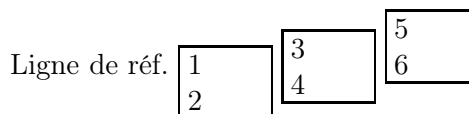
La structure est la suivante :

`\begin{minipage}[ext][haut][int]{larg}`
texte
`\end{minipage}`

Cet environnement admet les mêmes paramètres optionnels que le précédent et précise la largeur de la boîte créée.

Ligne de réf.

`\fbox{\begin{minipage}[t]{1cm}`
`1\par 2\end{minipage}}`
`\fbox{\begin{minipage}[m]{1cm}`
`3\par 4\end{minipage}}`
`\fbox{\begin{minipage}[b]{1cm}`
`5\par 6\end{minipage}}`



L'usage d'une minipage se fait essentiellement dans l'un des deux cas suivants.

- Le premier est dû au besoin de centrer un paragraphe justifié (que l'on veut éventuellement encadrer) car si le texte dépasse la ligne, on ne peut plus utiliser la commande `\fbox{}`.

G. Duhamel écrivait à juste titre que le jeu était une passerelle entre les peuples.

`\begin{center} \begin{minipage}{6cm}`
G. Duhamel écrivait ...
`\end{minipage} \end{center}`

G. Duhamel écrivait à juste titre que le jeu était une passerelle entre les peuples.

```
\begin{center}
\fbbox{\begin{minipage}{6cm}
G. Duhamel ... \end{minipage}}
\end{center}
```

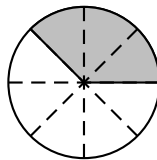
G. Duhamel écrivait à juste titre que le jeu était une passerelle entre les peuples.

```
\begin{minipage}{0.65\linewidth}
G. Duhamel ...
\end{minipage}
```

- Le second est dû au besoin de mettre côte-à-côte deux textes (ou un texte et une figure ou ...).

Dans l'exemple ci-dessous, la largeur de la première minipage est égale à 65% de la largeur du texte disponible (0.65\linewidth).

La figure ci-contre traduit la fraction $3/8$ à l'aide d'une représentation dite « en camemberts ».



```
\begin{minipage}{0.65\linewidth}
La figure ...
\end{minipage}
\hfill
\begin{minipage}{3cm}
\begin{pspicture}(-1,-1) ...
\end{pspicture}
\end{minipage}
```

Pour les notes de bas de page dans une minipage, voir page 44.

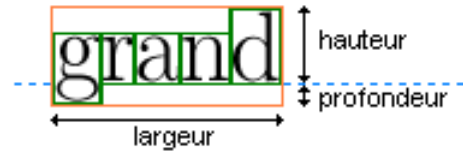
Tout comme la commande `\parbox`, la commande `\minipage` a un argument de position :

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

4.3 Dimensions de la boîte

En fait, \LaTeX travaille en créant des boîtes lorsqu'il met du texte en forme, boîtes qu'il ajuste les unes par rapport aux autres. Chaque caractère, chaque mot et chaque paragraphe sont inclus dans une boîte.

L'exemple du mot « grand » ci-dessous



montre qu'une boîte est composée de deux parties. La première est au-dessus de la ligne de base (hauteur) et la seconde, au-dessous (profondeur), toutes deux sur une certaine largeur.

De plus, la boîte contenant le mot « grand » contient toutes les boîtes correspondant à chacune des lettres du mot.

Quatre variables contiennent les différentes dimensions de la boîte :

- `\width` contient la largeur de la boîte ;
- `\height` contient la hauteur de la boîte ;
- `\depth` contient la profondeur de la boîte ;
- `\totalheight` contient la hauteur de la boîte, égale à `\width + \depth`.

Ces variables, que l'on ne peut utiliser qu'avec les commandes `\framebox`, `\makebox` et `\parbox`, se révèlent très utiles quand on veut réaliser des dispositions de texte par rapport à ses caractéristiques.

La boîte suivante a pour longueur le double de plus que celle du texte.

Texte du cadre

```
\framebox[2\width]{Texte du cadre}
```

La boîte suivante a pour longueur 2 cm de plus⁽¹⁰⁾ que celle du texte.

Texte du cadre

```
\framebox[\width+2cm]{Texte du cadre}
```

4.4 Boîtes de couleur

4.4.1 Commande `\colorbox`

La commande `\colorbox{couleur}{texte}` écrit *texte* dans un fond coloré en *couleur*.

Et voilà un **exemple** colorié !

... un `\colorbox{red}{exemple}` ...

(10). Il faut appeler le package `calc`.

4.4.2 Commande `\fcolorbox`

La commande

`\fcolorbox{coul_cadre}{coul_fond}{texte}`
écrit *texte* dans un fond coloré en *coul_cadre* et la couleur du cadre est *coul_fond*.

`\fcolorbox{red}{yellow}{Vrai}` donne Vrai.

On peut combiner avec une minipage :

Il n'y a rien de plus sérieux qu'un enfant qui joue. Jeu après jeu, l'enfant devient « je ».

```
\fcolorbox{red}{yellow}{%
\begin{minipage}{0.675\linewidth}
Il n'y a rien de plus sérieux...
\end{minipage}}
```

Par ailleurs, `\pagecolor{couleur}` affecte une *couleur* de fond à la page.

4.5 Boîtes de réglures, boîtes noires : `rule`

On peut créer des rectangles complètement noirs. Pour cela, on utilise la commande

```
\rule[décalage]{largeur}{hauteur}
```

où

- *décalage* permet de spécifier le décalage par rapport à la ligne de texte : une valeur positive le place au-dessus alors qu'une négative, en dessous ;
- *largeur* est la largeur du rectangle ;
- *hauteur* est sa hauteur (ou épaisseur).

La taille de la boîte est précisée par les deux derniers arguments.

abc

```
abc\rule[3mm]{5cm}{0.25cm}
```

Texte

```
\rule{2cm}{1mm} Texte \rule{4cm}{1mm}
```

Si l'on veut tracer une ligne d'épaisseur 1 mm sur toute la largeur du texte ⁽¹¹⁾, on écrit ⁽¹²⁾ :

```
\rule{\linewidth}{1mm}
```

Si l'on veut tracer une ligne d'épaisseur 1 mm, centrée sur la moitié de la largeur du texte, on écrit :

(11). Si le document est écrit sur une seule colonne, comme c'est quasiment toujours le cas, on peut aussi bien écrire `\linewidth` que `\textwidth`.

(12). Voir aussi le paragraphe 3.5.6.7 page 22.

```
\begin{center}
\rule{0.5\linewidth}{1pt}
\end{center}
```

Il est possible de créer une boîte noire de longueur 0 et de hauteur non nulle : elle est invisible. Elle s'appelle alors un *strut*. Elle s'utilise, entre autres, pour agrandir une ligne dans un tableau (voir page 69).

Par défaut, les boîtes noires apparaissent noires mais on peut bien évidemment modifier leur couleur.

4.6 Boîtes de sauvegarde

L^AT_EX sait mémoriser et de recopier le contenu d'une boîte (texte, tableau, image, autre boîte, ...).

Il existe les commandes suivantes :

- `\newsavebox{\MaBoite}` pour déclarer une boîte de nom *MaBoite* ;
- `\sbox{\MaBoite}` pour remplir *MaBoite* ;
- `\savebox{\MaBoite}[larg][pos]{contenu}` pour remplir *MaBoite* de largeur *larg* et de position *pos*, qui est l, c ou r (aligné à gauche, centré ou aligné à droite) ;
- `\usebox{\MaBoite}` pour appeler le contenu de *\MaBoite*.

L'IREM de Lyon se situe à... L'adresse url de l'IREM de Lyon est...

```
\newsavebox{\monirem}
\sbox{\monirem}{IREM de Lyon}
```

L'`\usebox{\monirem}` se situe à`\dots{}` L'adresse url de l'`\usebox{\monirem}` est`\dots{}`

Pour \LaTeX , toute entité qui porte un numéro (autrement dit, les pages, les notes de bas de pages, le sectionnement, les énumérations, les théorèmes...) est relié à un compteur. Les compteurs peuvent être liés entre eux ⁽¹⁾.

Dans la première section de ce chapitre, le lecteur travaillera avec les compteurs proprement dit; dans la seconde partie, le lecteur travaillera avec un compteur particulier (et familier), celui qui est rattaché aux énumérations.

5.1 Compteurs

5.1.1 Définir son propre compteur

Un certain nombre de compteurs sont prédéfinis dans \LaTeX . Il y a ⁽²⁾ :

- les compteurs de structuration du document ;
- le compteur de page ;
- le compteur d'équation ;
- le compteur de figure et de tables ;
- le compteur de notes ;
- les compteurs de liste.

Pour définir son propre compteur, il faut utiliser la commande :

```
\newcounter{nv_cptr}[ref_cptr]
```

Lorsque qu'un compteur déjà existant est passé en argument (`ref_cptr`), le nouveau compteur `nv_cptr` sera réinitialisé à chaque incrément (via `\stepcounter` ou `\refstepcounter`) du compteur `ref_cptr`.

Par défaut, la valeur d'un nouveau compteur est 0. On peut lui donner une autre valeur grâce à la commande `\setcounter{cptr}{val}` (`val` est un entier relatif).

Le compteur est incrémenté puis le résultat est affiché : par exemple, en modifiant le compteur de `\section` par `\setcounter{section}{3}`, la prochaine commande `\setcounter{section}{BlaBla}` affichera **4. BlaBla**.

(1). Par exemple, à chaque fois que le compteur `section` est incrémenté, le compteur `subsection` est remis à 0.

(2). Tous ces compteurs sont décrits dans cette brochure.

De plus, la valeur d'un compteur peut également être incrémentée via la commande `\addtocounter{cptr}{val}`. La valeur d'un compteur peut être récupérée, dans un calcul par exemple, grâce à la commande `\value{cptr}`.

`\stepcounter{cptr}` permet d'incrémenter le compteur `cptr` et de réinitialiser tous les compteurs liés par référence (qui est l'argument `ref_cptr` de la commande `\newcounter`).

De plus, la commande `\refstepcounter{cptr}` permet la mise à jour de la valeur courante du compteur pouvant alors être appelé par un `\ref`.

`\thecptr`, où `cptr` est le nom d'un compteur, permet d'afficher sa valeur.

La commande `\addtocounter{cptr}{val}` permet d'ajouter `val` au compteur.

Dans l'exemple suivant, un compteur est créé, initialisé et diminué de 2, tout en affichant sa valeur à chaque fois.

```
\newcounter{compteur}
Création : \thecompteur \par
\setcounter{compteur}{5}
Initialisation : \thecompteur \par
\addtocounter{compteur}{-2}
Moins 2 : \thecompteur

Création : 0
Initialisation : 5
Moins 2 : 3
```

5.1.2 Affichage de la valeur du compteur

Il y a plusieurs styles d'affichage :

<code>\arabic{cptr}</code>	1 2 3 ...
<code>\roman{cptr}</code>	i ii iii ...
<code>\Roman{cptr}</code>	I II III ...
<code>\alph{cptr}</code>	a b c ...
<code>\Alph{cptr}</code>	A B C ...
<code>\fnsymbol{cptr}</code>	* † ‡ § ¶ ** †† ‡‡

`\roman` et `\Roman` s'appliquent pour une valeur de compteur comprise entre 1 et 26 et `\fnsymbol` ⁽³⁾

(3). C'est le style anglais pour la numérotation des notes en bas de page.

s'appliquent pour une valeur de compteur comprise entre 1 et 9.

Il existe une autre commande pour afficher le compteur (en chiffres arabes) `\arabic{cptr}` : `\thepage` pour le compteur de page, `\thechapter` pour les chapitres, ...

À noter la différence entre les deux commandes `\the{cptr}` et `\arabic{cptr}`. Elle se remarque si `cptr` est « lié » à un autre compteur. Penchons-nous, par exemple, sur la numérotation des figures liée, dans les environnements `book` et `report`, au chapitre. Supposons qu'il y ait, dans le chapitre 1 une figure 4 : la commande `\arabic{figure}` affiche « 4 » tandis que `\thefigure` donne « 1. 4 ».

Connaître ces affichages peut se révéler utile si l'on veut modifier la numération des listes et des titres dans un cours : ces modifications sont données dans la section 17.6.2 du chapitre 17, à la page 150.

5.1.3 Application 1. Exercice n° ...

5.1.3.1 Première façon

Pour créer une commande `\exo` qui, à chaque appel, ajoutera la présentation d'un exercice suivi d'un numéro incrémenté automatiquement ⁽⁴⁾, on écrit dans le préambule ⁽⁵⁾ :

```
\newcounter{nexo}
\setcounter{nexo}{0}
\newcommand{\exo}{%
\stepcounter{nexo}
{\textbf{$\triangleright$ Exercice %
\arabic{nexo} $\square$~}}
}
```

Cette macro agit de la façon suivante :

- elle crée un *compteur* `nexo`
`\newcounter{nexo}`
- ce compteur est *initialisé* à 0
`\setcounter{nexo}{0}`
- et il est *augmenté* de 1 à chaque appel
`\stepcounter{nexo}`

En écrivant dans le document

`\exo Définir la somme de deux nombres.`

`\exo Définir le produit de deux nombres.`

on obtiendra :

(4). Cela permet d'éviter les erreurs de numérotation qui arrivent lorsque l'on remanie l'ordre des exercices !

(5). La commande `\newcommand` sera détaillée page 86.

▷ **Exercice 1** □ Définir la ...

▷ **Exercice 2** □ Définir le ...

Au passage, n° et N° se saisissent respectivement par `\no` et `\No`.

Pour obtenir

▷ **Exercice 0** □ Merci d'écrire votre nom sur la copie.

on remplace `\setcounter{nexo}{0}` par `\setcounter{nexo}{-1}` puis on commence la liste des exercices par

`\exo Merci d'écrire votre nom sur la copie.`

5.1.3.2 Seconde façon

Pour avoir une feuille d'exercices commençant chacun par une expression du type

Exercice n° n.

n initialisé à 1, voici un code source possible :

```
\newcounter{num}
\newcommand{\exo}{\addtocounter{num}{1}
\textbf{Exercice \no\thenum.}}
```

Par ailleurs, si votre document ne contient que des exercices (éventuellement corrigés en fin de document), vous trouverez au chapitre 18, page 160, une structure vous facilitant la vie !

5.1.4 Application 2. Lignes de tableau

Voici, en utilisant en plus le package `array`, comment incrémenter automatiquement les différentes lignes d'une colonne dans un tableau ⁽⁶⁾.

n°	texte
1	contenu de la ligne 1
2	contenu de la ligne 2
3	contenu de la ligne 3

```
\newcounter{ligne}
\begin{tabular}{%
>\stepcounter{ligne}\theligne}cl}
\multicolumn{1}{c}{\no}& texte \\ \hline
& contenu de la ligne 1 \\
& contenu de la ligne 2 \\
& contenu de la ligne 3 \\
\end{tabular}
```

Notez une astuce : l'utilisation de `\multicolumn` dont le rôle est d'empêcher que la numérotation ne commence sur la première ligne ⁽⁷⁾.

(6). Les tableaux sont décrits au chapitre 8, page 64.

(7). `\multicolumn` redéfinit le format de la cellule et donc ne prend pas en compte le descripteur.

Une autre version permet de mettre en page⁽⁸⁾ une « présentation tableur »⁽⁹⁾ :

	G	H	I
12			
13	nombre âge	0–10	11–20
14	14 ans	6,80 %	14,97 %
15	15 ans	5,73 %	13,74 %
16	16 ans	7,36 %	19,40 %
17	17 ans	5,71 %	16,57 %
18	18 ans	6,53 %	16,32 %

```
\renewcommand{\arraystretch}{1.1}
\definecolor{gris}{gray}{0.80}
\newcounter{lignetab}
\setcounter{lignetab}{11}
\newcommand{\lignetab}{%
\emph{\stepcounter{lignetab}
\arabic{lignetab}}}
\begin{tabular}{%
|>\columncolor{gris}c|*{5}{c|}}\hline
\rowcolor{gris}&G&H&I\\ \hline
\lignetab&&&\\ \hline
\lignetab&\backslash\box{\^age}{nombre}&&0--10&11--20\\ \hline
\lignetab&14 ans&6,80 \%&14,97 \%\\ \hline
\lignetab&15 ans&5,73 \%&13,74 \%\\ \hline
\lignetab&16 ans& ...
\end{tabular}
```

La commande

```
\newcommand{\lignetab}{%
\emph{\stepcounter{lignetab}
\arabic{lignetab}}}
```

permet d'écrire le numéro de ligne en emphase et en nombre arabe. Il y a d'autres formats : voir page 33.

5.1.5 Application 3. Création d'exercices avec des nombres aléatoires

5.1.5.1 Idée

Le package `lcg` permet de générer des nombres (pseudo-)aléatoires et le package `calc` permet d'effectuer des calculs (avec les 4 opérations de base) sur des variables stockées dans des compteurs ; les quatre opérations seront notées dans le source `+` `-` `*` `/` (en non pas, pour les deux dernières, `\times` et `\div`). En les couplant, on peut réaliser des exercices⁽¹⁰⁾ dont les données sont générées aléatoirement.

(8). D'après le sujet Liban 2007 en Première L.

(9). Il y a bien évidemment aussi la possibilité d'insérer une copie d'écran en tant qu'image !

(10). Le codage des formules mathématiques est expliqué dans le chapitre suivant.

5.1.5.2 Simplifications de fractions

Supposons que l'on veuille créer des exercices de simplifications de fractions. L'enseignant propose à l'élève la fraction $\frac{\text{coef} \times \text{num}}{\text{coef} \times \text{den}}$ et $\frac{\text{num}}{\text{den}}$ ⁽¹¹⁾ est la réponse attendue par l'enseignant.

On va utiliser trois compteurs⁽¹²⁾, `Num`, `Den` et `Coef`, à valeurs entières dans $[1 ; 10]$, $[2 ; 20]$ et $[2 ; 10]$ respectivement. Il faut veiller à ne pas prendre les mêmes intervalles⁽¹³⁾.

Le code source est le suivant :

```
\newcounter{Num} \newcounter{Den}
\newcounter{Coef}
\newcommand{\FractAleat}{%
\reinitrand[first=1,last=10,counter=Num]\rand
\reinitrand[first=2,last=10,counter=Den]\rand
\reinitrand[first=2,last=12,counter=Coef]\rand
\setcounter{Num}{\value{Num}*\value{Coef}}
\setcounter{Den}{\value{Den}*\value{Coef}}
$\dfrac{\theNum}{\theDen}$}
```

Avec le source

Simplifier les fractions suivantes : \medskip

```
\FractAleat = \dotfill\medskip
```

```
\FractAleat =\dotfill\medskip
```

```
\FractAleat =\dotfill\medskip
```

on obtient⁽¹⁴⁾ :

Simplifier les fractions suivantes :

```
16
24 = .....
14
63 = .....
24
48 = .....
```

5.1.5.3 Simplifications de racines carrées

Supposons que l'on veuille créer des exercices de simplifications de racines carrées. L'enseignant propose à l'élève l'expression $\sqrt{A \times B^2}$ et $A\sqrt{B}$ (ou A si B est lui-même un carré parfait) est la réponse attendue par l'enseignant.

(11). Une fraction irréductible, évidemment.

(12). \LaTeX étant sensible à la casse et un compteur `num` ayant été déjà créé avant, j'ai mis une majuscule pour les différencier.

(13). Sinon, curieusement, on obtiendra les mêmes valeurs à l'arrivée (un compteur suivant ne sera pas mis en action).

(14). Ces valeurs sont liées à *cette* compilation !

On va utiliser trois compteurs, A et B, à valeurs entières dans [2 ; 10] et [3 ; 7] respectivement.

Le code source est le suivant :

```
\newcounter{Expr}
\newcommand{\RacinAleat}{
\reinitrand[first=2,last=20,counter=A]\rand
\reinitrand[first=2,last=7,counter=B]\rand
\setcounter{Expr}{%
\value{A}*\value{B}*\value{B}}
$\sqrt{\theexpr}$}
```

La compilation de

```
Simplifier les expressions... :\par
\RacinAleat=\dotfill\par
\RacinAleat=\dotfill
```

donne :

Simplifier les expressions suivantes sous la forme $a\sqrt{b}$ (b le plus petit entier possible) ou a .

```
 $\sqrt{90} = \dots\dots\dots$ 
 $\sqrt{68} = \dots\dots\dots$ 
```

5.1.6 Application 4. Liste de livres

Voici une liste d'énumération sous forme d'un environnement appelé `livre` qui permet de dresser une liste de livres. ⁽¹⁵⁾

```
\newcounter{opus}
\newenvironment{livre}{%
\begin{list}{\textsc{livre} \arabic{opus} :}{
\usecounter{opus}%
\setlength{\labelwidth}{1.8cm}%
\setlength{\labelsep}{0.1cm}%
\setlength{\leftmargin}{2cm}%
\setlength{\itemindent}{0cm}}}{
\end{list}}
```

```
\begin{livre}
\item \emph{Tout ce que Joseph écrivit %
cette année-là}, Patrick Cauvin, 1986
\item \emph{Pourquoi j'ai mangé mon %
père}, Roy Lewis, 1960
\item \emph{Pantagruel}, François %
Rabelais, 1532
\end{livre}
```

LIVRE 1 : *Tout ce que Joseph écrivit cette année-là*,
Patrick Cauvin, 1986

LIVRE 2 : *Pourquoi j'ai mangé mon père*, Roy Le-
wis, 1960

LIVRE 3 : *Pantagruel*, François Rabelais, 1532

(15). Je laisse le lecteur tester différentes longueurs que celles proposées.

5.1.7 Dans un QCM

Voyez la section 10.8 de la page 93 : elle donne une utilisation des compteurs dans des QCM.

5.1.8 Comme aux concours !

Pour obtenir une énumération que l'on rencontre dans les sujets de concours (par exemple), on pourra utiliser les commandes suivantes ⁽¹⁶⁾ :

```
\newcounter{q}
\setcounter{q}{0}
\newcounter{qq}
\newcommand{\q}{%
\setcounter{qq}{0}
\addtocounter{q}{1}\par\theq.\space}
\newcommand{\sq}{%
\addtocounter{qq}{1}\par\hspace{2em}
\theq.\space\theqq.\space}
```

La saisie de

```
bla bla bla
\q question 1
\q texte de la question 2
\sq sous-question 1 de la question 2
\sq sous-question 2 de la question 2
\sq sous-question 3 de la question 2
\q texte de la question 3
\sq sous-question 1 de la question 3
\sq sous-question 2 de la question 3
```

donnera :

```
bla bla bla
1. question 1
2. texte de la question 2
   2. 1. sous-question 1 de la question 2
   2. 2. sous-question 2 de la question 2
   2. 3. sous-question 3 de la question 2
3. texte de la question 3
   3. 1. sous-question 1 de la question 3
   3. 2. sous-question 2 de la question 3
```

Remarques sur le contenu des commandes

- Le « `par` » va impliquer un retour à la ligne à la fin de la question.
- Le « `\theq` » (resp. « `\theqq` ») est la valeur du compteur `q` (resp. `qq`).
- Le point qui suit la commande est le point qui sera affiché après le numéro de la question sur le document papier. On peut évidemment remplacer ce point par un carré \square (`\square`), un losange \diamond (`\lozenge`), etc.

(16). Bien évidemment, la commande `\q` est liée à une question et `\sq`, à une sous-question !

- Le « `\space` » est l'espace usuelle \square .
- Le « `\hspace{2em}` »⁽¹⁷⁾ permettant un décalage horizontal en début de sous-section peut être modifié et l'on peut mettre à loisir `\hspace{1cm}` ou encore `\hspace{2\parindent}`⁽¹⁸⁾.

Pour remettre à 1 le compteur des questions⁽¹⁹⁾, il suffit d'écrire avant la première nouvelle question :

```
\setcounter{q}{0}
```

Une autre solution consiste à utiliser l'environnement `easylist` du package éponyme. Je renvoie le lecteur intéressé à [63].

5.2 Énumérations de texte

On peut structurer un texte avec des listes.

LaTeX dispose de trois environnements

```
\begin{description}...\end{description}
```

```
\begin{enumerate}...\end{enumerate}
```

```
\begin{itemize}...\end{itemize}
```

et prend en charge leur mise en page (numérotation, indentation et espacement).

Chaque élément d'une liste est introduit par la commande `\item`.

Les listes peuvent être imbriquées.

Le texte est justifié mais la première ligne est saillante (sauf pour le premier type).

5.2.1 Les listes de description : l'environnement `description`

L'environnement `description` permet d'associer une définition à un terme. LaTeX écrit en gras les termes entre crochets.

```
\begin{description}
  \item[Renart :] le goupil ...
  \item[Ysengrin :] le loup, ...
  \item[Tibert :] le chat ;
  \item[Chantecler :] le coq.
\end{description}
```

Voici quelques personnages du *Roman de Renart*.

Renart : le goupil espiègle, rusé, personnage principal de ces récits ;

(17). Le cadratin `em` représente la largeur de la lettre M dans la police courante.

(18). Il n'y aura donc pas de décalage horizontal si l'indentation du paragraphe est nulle !

(19). Pour une partie suivante, par exemple.

Ysengrin : le loup, éternel ennemi de Renart, tous jours dupé ;

Tibert : le chat ;

Chantecler : le coq.

5.2.2 Les listes numérotées : l'environnement `enumerate`

L'environnement `enumerate` fournit les listes numérotées.

5.2.2.1 Sans option

Pour faire un quatre-quarts, il faut :

1. du beurre
2. des œufs
3. de la farine
4. du sucre.

Pour faire un quatre-quarts, il faut :

```
\begin{enumerate}
\item du beurre
\item des {\oe}ufs
\item de la farine
\item du sucre.
\end{enumerate}
```

5.2.2.2 Avec option : changement *local* du type de numération

Lorsque l'environnement `enumerate` est employé, on peut utiliser ses options pour préciser le type de numérotation. Ainsi, la liste

Question 1 \diamond Donner la définition de...

Question 2 \diamond Donner l'expression de...

Question 3 \diamond Calculer...

est obtenue avec :

```
\begin{enumerate}[{Question} 1 $\diamond$]
\item Donner la définition de\dots
\item Donner l'expression de\dots
\item Calculer\dots
\end{enumerate}
```

Dans la déclaration, le mot `[{Question}]` (qui contient la lettre `i`), a été mis entre accolades pour éviter qu'il ne soit interprété et que les items suivants s'appellent `Questiion`, `Questiion`, etc. On pouvait aussi écrire `[Quest{i}on]` alors que l'on peut écrire (si l'on veut réduire « Question » en « Qu. ») `[{Qu.}]` ou `[Qu.]`...

Par contre, l'espace horizontal de tabulation disparaît (et la liste est alors collée à la marge). Pour éviter cela, on peut rajouter dans l'option un `\quad` ou un `\hspace{1em}`.

Priorité 1 : Parenthèses

Priorité 2 : Multiplication

Priorité 3 : Addition

```
\begin{enumerate}[\quad{Priorité} 1 :]
\item Parenthèses
\item Multiplication
\item Addition
\end{enumerate}
```

De même, si l'on veut avoir une énumération encadrée, il faut impérativement utiliser des accolades :

```
\begin{enumerate}[[[1]]]
\item AAA
\item BBB
\end{enumerate}
```

[1] AAA

[2] BBB

Voyez aussi en section 17.5, page 148, diverses mises en forme d'énumération.

Pour obtenir la typographie actuellement utilisée dans les sujets d'examen (chiffres et lettres suivis d'un point, écrits en gras), voyez la sous-section 17.5.4, page 149.

5.2.2.3 Numéros entourés

Avec le package `pifont`, on peut créer une autre présentation :

- ① premier ;
- ② second.

```
\begin{dingautolist}{192}
\item premier ; \item second.
\end{dingautolist}
```

- ❶ premier ;
- ❷ second.

```
\begin{dingautolist}{182}
\item premier ; \item second.
\end{dingautolist}
```

5.2.2.4 1, 2, 4

Imaginons un corrigé où l'on donne seulement certaines réponses ; les numéros des réponses ne sont donc pas tous à écrire. On agit alors sur les compteurs, de deux façons possibles.

- 1. Poulain Perspicace
- 2. Chat Tout à tous
- 4. Tapir Affamé

```
\begin{enumerate}
\item Poulain Perspicace
\item Chat Tout à tous
\addtocounter{enumi}{1}
\item Tapir Affamé
\end{enumerate}
```

- 1. Poulain Perspicace
- 2. Chat Tout à tous
- 4. Tapir Affamé

```
\begin{enumerate}
\item Poulain Perspicace
\item Chat Tout à tous
\setcounter{enumi}{3}
\item Tapir Affamé
\end{enumerate}
```

5.2.2.5 Interruption temporaire pour une mise en page

Comparez les deux mises en page suivantes : la première est classique, avec l'indentation due à l'énumération, et la seconde utilise en fait deux énumérations et une modification de la valeur du compteur `enumi` pour supprimer cette indentation.

Texte avant la question 1.

- 1. Question 1
Texte non lié à la quest. 1 et avant la quest. 2.
- 2. Question 2
Texte lié à la question 2.

Texte après la question 2.

Texte avant la question 1.

```
\begin{enumerate}
\item Question 1\par
Texte non lié à la quest. 1 et avant...
\item Question 2\par
Texte lié à la question 2.
\end{enumerate}
```

Texte après la question 2.

Texte avant la question 1.

- 1. Question 1
 - 2. Question 2
- Texte non lié à la quest. 2 et avant la quest. 3.
- 3. Question 3
Texte lié à la question 3.

Texte avant la question 1.

```
\begin{enumerate}
\item Question 1
\item Question 2
```

```

\end{enumerate}
Texte non lié à la quest. 2%
et avant la quest. 3.
\begin{enumerate}
\setcounter{enumi}{2}
\item Question 3\par
Texte lié à la question 3.
\end{enumerate}

```

On peut même automatiser l'interruption de la numérotation la façon suivante ⁽²⁰⁾ .

```

1. un
2. deux
bla bla bla ..
3. trois
4. quatre

\newcounter{saveenum}
\begin{enumerate}
\item un
\item deux
\setcounter{saveenum}{\value{enumi}}
\end{enumerate}
bla bla bla ..
\begin{enumerate}
\setcounter{enumi}{\value{saveenum}}
\item trois
\item quatre
\end{enumerate}

```

Il y a en fait quatre niveaux de listes possibles. Je renvoie le lecteur à la sous-sous-section 5.2.4.4, page 41, donnant un exemple à plusieurs niveaux et jouant avec les compteurs.

Ceci dit, je sais que des collègues préfèrent rester sur la première version et saisissent devant `Texte non lié à...` l'instruction (collée) ⁽²¹⁾ `\hspace*{-2.5em}!` Ce qui leur donne, sans aucune utilisation de compteur :

```

1. Question 1
Texte non lié à la quest. 1 et avant la quest. 2.
2. Question 2
Texte lié à la question 2.

```

```

\begin{enumerate}
\item Question 1

```

(20). Cette possibilité évite de compter les items !

(21). En effet, le numéro de l'énumération est décalé de 1 em – largeur de la lettre M dans la police courante – par rapport à la marge de gauche et le texte lié à cette énumération, de 2,5 em.

```

\hspace*{-2.5em}Texte non lié à ...
\item Question 2\par Texte lié à ...
\end{enumerate}

```

On peut aussi jouer avec les compteurs lorsqu'une mise en page a nécessité une `minipage` (par exemple pour placer à droite des questions un graphique).

```

\begin{minipage}{3cm}
\begin{enumerate}
\item Question 1
\item Question 2
...
\item Question 5
\end{enumerate}
\end{minipage}
\hfill
\begin{minipage}{4cm}
... [Code de la figure] ...
\end{minipage}

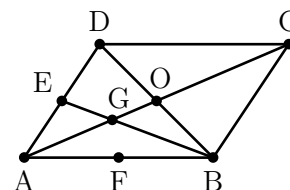
```

```

\begin{enumerate}
\setcounter{enumi}{5}
\item Question 6
\item Question 7
\end{enumerate}

```

1. Question 1
2. Question 2
3. Question 3
4. Question 4
5. Question 5
6. Question 6
7. Question 7



5.2.3 Les listes à tirets, non numérotées : l'environnement `itemize`

5.2.3.1 Tirets

L'environnement `itemize` fournit les listes non numérotées. En typographie française, les lignes commencent par des tirets « – » et dans l'anglaise, par une puce, « • ».

Le résultat standard est :

- Le premier élément ;
- le deuxième ;
- le troisième.

```

\begin{itemize}
\item Le premier élément ;
\item le deuxième ;
\item le troisième.
\end{itemize}

```

5.2.3.2 Personnalisation des items

On peut changer la présentation des items :

- § Le premier élément ;
- le deuxième ;
- le troisième.

```
\begin{itemize}
\item[\S] Le premier élément ;
\item[] le deuxième ;
\item[\textbullet] le troisième.
\end{itemize}
```

5.2.3.3 Puces et autres, dans tout le document

Si l'on préfère ⁽²²⁾ le choix de la puce (`\textbullet`) dans tout le document, on écrit dans le préambule l'une des deux commandes suivantes :

```
\AtBeginDocument{\renewcommand{%
\labelitemi}{\textbullet}}

\renewcommand{\FrenchLabelItem}{\textbullet}
```

On peut bien évidemment remplacer cette puce par ✓, par □, par ☞ ou par tout autre symbole.

Voyez la page 25 pour avoir divers symboles.

5.2.3.4 Puces et autres, localement

Le package `enumerate` permet de changer localement la puce, indiquée comme option.

- ✓ Le cours ;
- ✓ les exercices.

```
\begin{enumerate}[\ding{51}]
\item Le cours ; \item les exercices.
\end{enumerate}
```

5.2.3.5 Espacement vers la droite

Pour obtenir l'énumération suivante

- item 1 ;
- item 2.

on a le choix, dans une personnalisation locale, entre les deux propositions suivantes.

```
\setlength\parindent{3mm}
\begin{itemize}
\item[\bullet] item 1 ;
\item[\bullet] item 2.
\end{itemize}
\setlength\parindent{0mm}
```

(22). Ce qui est le cas dans cette brochure. Les tirets peuvent ne pas se voir après passage à la photocopieuse... Et cela évite les tirets confondus avec les signes négatifs !

```
{\setlength\parindent{3mm}
\begin{itemize}
\item[\bullet] item 1 ;
\item[\bullet] item 2.
\end{itemize}
}
```

Le premier source indique à la fin que l'indentation revient à 0 (qui est celle du reste du document) ; dans le second source, les accolades autour du bloc impliquent que l'indentation changée n'est effective que dans ce bloc.

Dans une personnalisation globale, on obtient

```
\begin{itemize}
\item item 1 ;
\item item 2.
\end{itemize}
```

avec la saisie dans le préambule de

```
\AtBeginDocument{\renewcommand{\labelitemi}{%
\hspace{3mm}\textbullet}}
```

5.2.4 Imbrication

5.2.4.1 Principe

Les environnements de listes peuvent sans problème s'imbriquer les uns dans les autres, et cela, quelle que soit leur nature (liste numérotée ou non, liste descriptive, etc.).

5.2.4.2 Exemple avec enumerate et différents niveaux

Pour les listes numérotées, il y a en fait quatre niveaux d'imbrication et des symboles différents à chaque niveau ; \LaTeX utilise des chiffres romains et arabes et des lettres, respectivement 1. , 2. , 3., etc. , (a), (b), (c), etc., i. , ii. , iii. , etc. et A. , B. , C. , etc. Les compteurs correspondants sont `enumi`, `enumii`, `enumiii` et `enumiv`.

1. Niveau 1
 - (a) Niveau 2
 - i. Niveau 3
 - A. Niveau 4
 - B. Niveau 4
 - ii. Niveau 3
 - (b) Niveau 2
2. Niveau 1

```

\begin{enumerate}
\item Niveau 1
  \begin{enumerate}
    \item Niveau 2
      \begin{enumerate}
        \item Niveau 3
          \begin{enumerate}
            \item Niveau 4
            \item Niveau 4
          \end{enumerate}
        \item Niveau 3
      \end{enumerate}
    \item Niveau 2
  \end{enumerate}
\item Niveau 1
\end{enumerate}

```

Conseil. Il peut être très utile de décaler les diverses lignes dans le source pour pouvoir se relire rapidement (notamment pour corriger rapidement des erreurs!)

5.2.4.3 Exemple avec deux types d'énumération

Dans un vote, parmi les inscrits, il y a :

1. les abstentionnistes
2. les votants avec :
 - un vote exprimé;
 - un bulletin blanc ou nul.

Dans un vote, ...

```

\begin{enumerate}
\item les abstentionnistes
\item les votants avec :
  \begin{itemize}
    \item un vote exprimé ;
    \item un bulletin blanc ou nul.
  \end{itemize}
\end{enumerate}

```

5.2.4.4 Exemple avec enumerate et jeu de compteurs

1. un
2. deux
3. (e) trois
(g) quatre
8. cinq
9. (a) six
(f) sept

```

\begin{enumerate}
\item un
\item deux
\item

```

```

\begin{enumerate}
  \setcounter{enumii}{4}
  \item trois
  \setcounter{enumii}{6}
  \item quatre
\end{enumerate}
\setcounter{enumi}{7}
\item cinq
\item
  \begin{enumerate}
    \item six
    \setcounter{enumii}{5}
    \item sept
  \end{enumerate}
\end{enumerate}

```

5.2.5 Liste dans le texte

Pour insérer une liste numérotée qui se trouve dans la continuité du texte, on peut utiliser l'environnement `inparaenum`, disponible dans le package `paralist`.

Pour réaliser l'opération, il faut trois étapes : `\begin{inparaenum}[(a)] \item la première, \item la deuxième et \item la troisième. \end{inparaenum}`

Pour réaliser l'opération, il faut trois étapes : (a) la première, (b) la deuxième et (c) la troisième.

5.2.6 Espace entre les éléments

On peut modifier l'espacement entre éléments d'une liste en redéfinissant la commande de longueur `\itemsep`.

```

\begin{enumerate}
\setlength{\itemsep}{7mm}
\item un ;
\item deux ;
\item trois.
\end{enumerate}

```

1. un ;
2. deux ;
3. trois.

À la place de `\setlength{\itemsep}{7mm}`, on peut écrire la notation raccourcie `\itemsep=7mm`.

5.2.7 Avec des lettres grecques

On peut obtenir une énumération de listes avec des minuscules ou de majuscules grecques. Leur syntaxe est celle de `\alph`.

Je renvoie le lecteur intéressé à [62].

5.2.8 Avec l'extension `enumitem`

Une autre possibilité d'utiliser le package `enumitem` afin d'ajouter des options à `itemize`.

Attention! Il y a conflit entre `enumitem` et l'option `francais` (ou `frenchb`) de `babel` dans la gestion des puces. La solution (si `enumitem` est chargé) est de demander à `francais` de ne pas s'occuper des listes par la commande

```
\frenchbsetup{StandardLists=true}
```

à placer dans l'entête du source (c'est-à-dire avant le `\begin{document}`)⁽²³⁾.

Parmi les possibilités, on sait (entre autres)⁽²⁴⁾ :

- modifier les descriptions (comme les écrire en rouge, avec une fonte en emphase et sans sériation);
- supprimer les espaces horizontaux dans une énumération (pour deux niveaux) et coller les étiquettes des questions sur la marge;
- modifier le numéro de début de l'énumération;
- entourer les étiquettes des questions par un cadre de couleur;
- modifier l'espace interligne d'une liste;
- numéroté la sous-liste suivante en reprenant la numérotation de la liste mère...

Je renvoie le lecteur intéressé à [42] et [44].

À noter la différence de présentation des listes à puces : la première ci-dessous à gauche est la version « `itemize` francisée » et la seconde, à droite, avec `enumitem`.

AAA	BBB
• a	• a
• b	• b

5.2.9 Définir une liste

5.2.9.1 L'environnement `list`

Cet environnement est une primitive à partir desquelles tous les environnements vus plus haut ont été fabriqués. Sa syntaxe est la suivante :

```
\begin{list}{Etiquette}{Declaration}
\item Item 1
\item Item 2...
\end{list}
```

(23). Il y a toutefois une petite différence de présentation des listes, notamment sur la place des puces et sur l'espace entre les items.

(24). On sait aussi le faire sans ce package, en parcourant ce chapitre ainsi que la section 17.5, page 148!

Etiquette est ce qui sera imprimé devant chaque objet/texte succédant à la commande `\item` et *Declaration* est une série de déclarations qui permettent de changer les paramètres de formatage par défaut⁽²⁵⁾.

La rédaction obtenue pour chaque item (lorsqu'elle dépasse une ligne) dans un environnement `list` est la suivante :

```
_____  - - - - -
          - - - - -
          - - - - -
          - - - - -
```

```
\begin{list}{}{}
\item A
\item B
\end{list}
```

A

B

```
\begin{list}{${\square}}{}
\item C
\item D
\end{list}
```

□ C

□ D

5.2.9.2 Liste non numérotée

On peut définir un nouveau type de liste avec la commande `\newenvironment`. Pour définir `maliste`, dans laquelle tous les items commenceront par \diamond , on saisit :

```
\newenvironment{maliste}{%
\begin{list}{${\diamond}}{}{\end{list}}
```

On peut maintenant saisir

```
\begin{maliste}
\item Premier
\item Second
\end{maliste}
```

pour obtenir :

\diamond Premier

\diamond Second

(25). Comme `labelsep`, pour l'espace entre l'extrémité droite de l'étiquette et le texte de l'objet de la liste ou `itemsep` qui est l'espace vertical supplémentaire inséré entre les éléments d'une liste.

5.2.9.3 Liste numérotée

La liste est numérotée en utilisant un compteur :

```
\newcounter{qcounter}
\begin{list}
{Question \arabic{qcounter}:~}
{\usecounter{qcounter}}
\item Item un;
\item Item deux ;
\item Item trois.
\end{list}
```

Question 1 : Item un;

Question 2 : Item deux;

Question 3 : Item trois.

La numérotation peut ne pas être 1, 2, 3, ... mais A, B, C, ... : voyez les différents styles page 33.

Voyez d'autres paramètres de mise en forme sur [57].

5.2.10 Liste en colonnes

5.2.10.1 De haut en bas d'abord

Nous avons vu page 11 l'utilisation du package `multicol` pour écrire une liste d'éléments présentés en colonnes. Plus précisément, les éléments sont écrits de haut en bas puis de gauche à droite.

1. Item 1	3. Item 3	5. Item 5
2. Item 2	4. Item 4	

```
\begin{multicols}{3}
\begin{enumerate}
\item Item 1
\item Item 2
\item Item 3
\item Item 4
\item Item 5
\end{enumerate}
\end{multicols}
```

5.2.10.2 De gauche à droite ensuite

Il existe une autre possibilité quand les éléments sont courts : l'utilisation du package `tablists` et son environnement `tabenum`. Dans ce cas, les éléments sont écrits de gauche à droite puis de haut en bas.

Insérer une ligne vide dans le source permet de passer à la ligne suivante de la liste.

1. Item 1	2. Item 2	3. Item 3
4. Item 4	5. Item 5	

```
\begin{tabenum}
\tabenumitem Item 1
\tabenumitem Item 2
\tabenumitem Item 3

\tabenumitem Item 4
\tabenumitem Item 5
\end{tabenum}
```

De plus, l'option de cet environnement est identique à celle de l'environnement `enumerate` :

1) $y = 3x + 4$ 2) $y = -x + 1$ 3) $y = 5$
4) $y = -2x - 1$ 5) $y = 5x$

```
\begin{tabenum}[\bfseries 1)]
\tabenumitem $y=3\,x+4$
\tabenumitem $y=-x+1$
\tabenumitem $y=5$

\tabenumitem $y=-2\,x-1$
\tabenumitem $y=5\,x$
\end{tabenum}
```


6.1 Principe

Les *références*, ce sont les renvois à une autre partie du texte (comme les *conferatur*), à des figures, tableaux, des paragraphes, des équations, ...

L^AT_EX se charge lui-même de la numérotation des références, les notations de renvoi (les ⁽¹⁾, ⁽²⁾, ... dans ce document). Elles ne sont pas données par le rédacteur car elles sont générées lors de la compilation. Ainsi, si l'on déplace une figure, un paragraphe, ... les rappels sont changés automatiquement.

6.2 Note de bas de page

6.2.1 Commande \footnote

On utilise la commande `\footnote`, suivie, entre accolades, du texte à mettre en note.

Par exemple, pour obtenir le texte « Ici, il y a un appel de note ⁽¹⁾ en bas de page. » et sa note « C'est celle-ci ! », on écrit :

Ici, il y a un appel de note `\footnote{C'est celle-ci !}` en bas de page.

L^AT_EX gère la numérotation des appels de notes et, si besoin est, la répartition des notes très longues entre plusieurs pages.

Les appels de notes sont mises *avant* les ponctuations. De plus, il ne faut pas oublier le point final d'une phrase écrite en note en bas de page.

6.2.2 Changer le style de numérotation

Six styles de compteur de niveau sont présentés page 33 : chiffres arabes, romains, lettres, ... Ce sont les mêmes pour les appels de notes.

Pour choisir les lettres majuscules, par exemple, il faut écrire dans le préambule :

```
\renewcommand{\thefootnote}{\Alph{footnote}}
```

Pour obtenir la présentation des notes de ce fascicule, il est écrit dans le préambule :

(1). C'est celle-ci !

```
\renewcommand{\thefootnote}{%
\texttt{(\arabic{footnote})}}
```

6.2.3 Note sur une même ligne

Lorsque les notes sont courtes (du type « D'après 1a) »), il peut être intéressant de les écrire toutes les unes après les autres, dans un même paragraphe (sans retour à la ligne, donc).

Il suffit de saisir dans le préambule :

```
\usepackage[para]{footmisc}
```

6.2.4 Dans un tableau ou une minipage

Il existe également deux commandes spécifiques : `\footnotemark` (qui permet de gérer le compteur de notes) et `\footnotetext{}` (qui permet d'insérer le texte correspondant en bas de page).

Par exemple,

A ⁽²⁾	20 %
B	80 %

 est donné par :

```
\begin{tabular}{|l|l|}
\hline A \footnotemark & 20\,\%\ \hline
B & 80\,\%\ \hline
\end{tabular}
\footnotetext{Tous âges confondus.}
```

Si l'on emploie telle quelle l'instruction `\footnote` dans une minipage, la note est écrite en dessous :

Voici un texte écrit une minipage incluant une note ^a.

a. Note

Pour remédier à cela (c'est-à-dire pour qu'il n'y ait pas de « saut » de note), on emploiera les mêmes commandes que dans un tableau.

On ne peut pas dire que le contenu soit d'un fol intérêt mais il me permet de parler du cas de la note ⁽³⁾ de bas de page dans une minipage.

```
... cas de la note \footnotemark{} de bas
de page dans une minipage.\end{minipage}
\footnotetext{La voici...}
```

(2). Tous âges confondus.

(3). La voici, la voilà !

6.2.5 Référence à une note en bas de page

On utilise les commandes `\label` et `\ref` décrites en section 6.4, page 45.

On place le `\label` dans le footnote :

```
texte A \footnote{\label{noteA}%
Contenu de la note.}
```

```
texte B \footnote{%
D'après la note \ref{noteA}.}
```

```
texte A (4)
texte B (5)
```

6.2.6 Filets de notes

Par défaut, les notes de bas de page sont séparées du reste du texte par un filet, modifiable à volonté.

Par exemple, en écrivant dans le préambule

```
\renewcommand{\footnoterule}{\%
\vspace*{0.2cm}}\%
\ding{70}\hfill Notes \ding{71}\hfill\hrule}
\vspace*{0.1cm}
```

les notes sont précédées de

```
◆ Notes ◇
```

6.3 Notes dans la marge

6.3.1 Commande `\marginpar`

Des notes peuvent aussi s'inscrire dans la marge ⁽⁶⁾. On les obtient grâce à la commande :

```
\marginpar{texte de la note}
```

*

L'étoile dans la marge a été obtenue par :

L'étoile `\marginpar{*}` dans ...

L'espacement *esp* horizontal entre l'extrémité droite ou gauche du texte et une note de marge peut être réglé avec la commande

```
\setlength{\marginparsep}{esp}
```

Non numérotées séquentiellement ⁽⁷⁾, ces notes sont inscrites pour un document recto seul à droite et, pour un document recto-verso, dans la marge de gauche si l'on est sur la page de gauche et dans la marge de droite si l'on est sur la page de droite.

Comme le texte est écrit en petits caractères dans une boîte dont la largeur est 0,75 pt par défaut, les textes

(4). Contenu de la note.

(5). D'après la note (4).

(6). Dont la taille est définie par l'utilisateur !

(7). Contrairement aux notes de bas de page.

de ces notes devront être courts. Les notes peuvent aussi accueillir des symboles ou des règles verticales pour attirer l'attention.

```
\marginpar{\rule[2mm]{3mm}{7mm}}
```

Une note marginale ne doit pas être placée juste avant le premier mot d'un paragraphe pour qu'elle s'aligne correctement avec celui-ci.

La position du texte marginal dépend donc de la page sur laquelle il se trouve. Les symboles dans les notes peuvent dépendre de la page : par exemple, on peut vouloir qu'une flèche pointe vers la droite quand on est sur une page de gauche et vers la gauche quand on est sur une page de droite. Cela est possible car la syntaxe complète de la macro est :

```
\marginpar[à gauche]{à droite}
```

On saisisrait ainsi par exemple :

```
\marginpar[ $\rightarrow$ ]{ $\leftarrow$ }
```

6.3.2 Commande `\reversemarginpar`

Pour faire figurer les notes marginales dans les marges internes de la page, on utilise la commande `\reversemarginpar`.

Cette commande affectera toute la suite du document. La commande opposée (pour retrouver ensuite les notes dans les marges externes) est `\normalmarginpar`.

6.4 Les étiquettes

6.4.1 `\label`

La référence se fait en deux temps.

On place une étiquette (*label*) à l'endroit où l'on veut faire référence. Ceci se fait par la fonction

```
\label{MotDeRappel}
```

où *MotDeRappel* est un mot ⁽⁸⁾ qui sera utilisé lors de la référence.

6.4.2 `\ref`

On indique la référence à cette étiquette dans le texte par la fonction

```
\ref{MotDeRappel}
```

(8). Il peut contenir des lettres *non* accentuées, des symboles de ponctuation ou des chiffres mais *pas* d'espace.

À l'impression, la fonction `\label{}` n'apparaîtra pas et la fonction `\ref{}` sera remplacée par le numéro de sectionnement où se trouve l'étiquette. Plus précisément : si `\label{}` est placé derrière un titre de section alors `\ref{}` donne le numéro de section et si `\label{}` est placé derrière une équation alors `\ref{}` donne le numéro de l'équation.

6.4.3 `\pageref`

La fonction

```
\pageref{MotDeRappel}
```

indiquera le numéro de page.

En revanche, il est nécessaire de compiler le texte deux fois : une première pour que \LaTeX fasse la liste des références et une seconde pour les intégrer dans le texte. Lors de la première fois, \LaTeX signalera par des points d'interrogation `??` que certaines références sont absentes (ce qui est tout à fait normal).

Par exemple, dans l'introduction de cette brochure, il est fait référence à des exercices (corrigés). Les codes correspondants (pour les énoncés) sont :

d'une part, dans la déclaration, au chapitre 21

```
\section{Des exercices ... }\label{Exos}
```

d'autre part, dans l'appel de la page 5

```
(chapitre~\ref{Exos}, page~\pageref{Exos})
```

6.4.4 `\the...`

Les `\the`-commandes sont des compteurs définis pour de nombreux objets : `\thesection`, `\thepage`, `\thefootnote`, ... Elles permettent de donner la valeur de l'objet correspondant.

Si l'on saisit *ici* `\thesection`, on obtiendra : 6.4, qui est bien le numéro de la section en cours.

6.4.5 Hyperliens

Pour créer des hyperliens liés aux références dans un document, on saisit

```
\usepackage{hyperref}
```

dans le préambule, *juste avant* le `\begin{document}`. De plus, il faudra supprimer les fichiers `aux`, `toc`, ... pour éviter un arrêt de la compilation.

Les extensions `amsmath`, `amssymb` et `mathrsfs` sont nécessaires.

Un tableau des symboles usuels se trouve en page 63.

7.1 Composition

Les recommandations suivantes proviennent de l'Inspection générale. ⁽¹⁾

- Les minuscules qui correspondent à des variables, des inconnues, des indices, ... sont écrites en italique.
- Les identificateurs de fonctions et constantes pré-définies sont écrits en romain : d'une part, les noms des fonctions usuelles \sin , \cos , \ln , \exp , ... et, d'autre part, les constantes e ($= \exp(1)$), i (base des imaginaires purs) et le symbole d pour écrire un élément différentiel. On lira donc :

$$e^{ix} = \cos x + i \sin x \quad \int_1^2 (f(x) - \ln x) dx$$

- Les ensembles de nombres sont normalement écrits en gras (\mathbf{R} , etc.) dans un texte imprimé, les caractères ajourés (\mathbb{R} , etc.) étant en principe réservés à l'écriture au tableau.
- Les noms des points sont écrits en majuscules et en romain (et non pas en italiques) ⁽²⁾. On lira donc ⁽³⁾ :
 $\overrightarrow{AB} \quad x_M \quad OM^2$
- Pour les ensembles de points en géométrie, on a intérêt à utiliser des italiques, voire des cursives : la courbe \mathcal{C} , la droite \mathcal{D} , ...
- Lorsqu'elles reçoivent un symbole, les lettres i et j doivent perdre leur point. On lit \vec{i} et \vec{j} .

(1). D'après le *Lexique des règles typographiques en usage à l'Imprimerie nationale*.

(2). Ce sera le cas systématiquement dans la brochure, sauf si cette contrainte alourdit le code.

(3). Pour écrire les majuscules en romain systématiquement, une possibilité qui porte donc sur *tout* le texte, souvent utilisée sur la banque d'annales de l'APMEP, [125] : on utilise l'option `upright` de l'extension `fourier`.

7.2 Environnement mathématique

7.2.1 Expressions « en ligne » (`$...$`) ou « hors texte » (`\[...\]`)

La simple formule $E = mc^2$ s'insère correctement dans une ligne de texte tandis que l'équation

$$\frac{\pi}{4} = \int_0^1 \frac{1}{t^2 + 1} dt$$

a été écrite en passant à la ligne (et en centrant), ce qui la met en évidence.

Si l'on avait voulu que cette dernière équation soit simplement insérée dans la ligne courante, on aurait obtenu $\frac{\pi}{4} = \int_0^1 \frac{1}{t^2 + 1} dt$.

La première présentation est dite « en ligne ». Les formules sont encadrées aussi bien entre :

- `\(` et `\)`
- `$` et `$`
- `\begin{math}` et `\end{math}`

Les trois écritures `\begin{math}4x=9\end{math}`, `\(4x=9\)` et `$4x=9$` donnent les mêmes résultats. En pratique, c'est la troisième (entre `$`) qui est la plus souvent utilisée.

La seconde est dite « hors ligne ». Les formules sont encadrées aussi bien entre :

- `\[` et `\]`
- `$$` et `$$` ⁽⁴⁾
- `\begin{equation*}` et `\end{equation*}`

De plus, il ne faut pas faire de saut de ligne en mode mathématique sous peine d'arrêt de compilation, comme dans l'exemple suivant :

$$\mathbf{f}(x) = x$$

$$g(x)=x^2\$$$

(4). Même si la seconde possibilité est plus aisée à saisir, elle est, pour des raisons qui dépassent le cadre de cette brochure, nettement déconseillée. De plus, les espaces ne sont pas toujours correctement faites (pour les puristes!).

7.2.2 Commande `\displaystyle` et autres commandes de taille de police

La taille des caractères est gérée automatiquement en fonction de leurs emplacements (exposant, exposant d'exposant, ...) et du mode texte ou hors-texte.

Quatre tailles sont prédéfinies, hors-texte, texte, scripte et sous-scripte. La taille peut donc être forcée grâce aux macros liées, `\displaystyle`, `\textstyle`, `\scriptstyle` et `\scriptscriptstyle`.

Ces commandes amènent L^AT_EX à gérer les indices et les exposants comme si le texte mathématique est en mode « hors ligne ». Cela peut introduire une modification locale de l’interligne.

$2^{2^{2^2}} \quad 2^{2^{2^2}}$

$$\mathscr{2}^{\mathscr{2}^{\mathscr{2}}}$$

Nous retrouverons `\displaystyle` pour les fractions, les sommes, les limites ou les intégrales.

Pour que les expressions mathématiques dans un texte soient toujours écrites en taille `\displaystyle` (et donc éviter de le préciser à chaque fois), on peut introduire la demande `\everymath{\displaystyle}` qui imposera la taille voulue à toute expression qui suivra cette demande. En particulier, cette commande peut (et doit ?) être placée dans le préambule pour affecter tout le document.

7.2.3 Texte et espace dans un environnement mathématique

7.2.3.1 Espaces entre deux \$

Les espaces entre deux \$ sont ignorées : elles n'ont d'autre but que de clarifier le code source (surtout quand les formules deviennent complexes).

Par exemple, $\$1+2=\3 donne le même résultat que $\$1 + 2 = \3 .

7.2.3.2 Commande `\text{...}`

Un texte ordinaire ne peut pas être inséré tel quel dans un environnement mathématique.

La saisie, par exemple, de `$x=1$ et donc $y=2$` donne $x = 1$ et $donc y = 2$! L^AT_EX comprend qu'il y a un produit des facteurs e , t , d , ... et c : il le traduit alors comme tel.

Dans cet environnement, pour composer...

- un *symbole* en romain, on utilise `\mathrm{symbole}`;
- du *texte* ordinaire, on utilise `\text{texte}`.

`$x=1 \text{ et donc } y=2$`
`$\mathrm{i}^2=-1$`

$$x = 1 \text{ et donc } y = 2$$

Remarque 1. Si cela est possible, il vaut mieux saisir $\$x=1\$$ et donc $\$y=2\$$.

Remarque 2. Les espaces avant et après « et donc » dans le pdf sont liées à celles qui sont dans la saisie `\text{ et donc }`.

Remarque 3. Pour le e et le i droit, il vaut mieux utiliser `\mathrm{e}` plutôt que `\text{e}`, car, si l'on est dans un environnement en italique, `\text` reprend la mise en forme et fera apparaître des lettres en italiques et non droites. Voyez aussi la différence entre point P_5 et point P_5 , obtenus respectivement avec `\textsf{point P_5}` et `\textsf{point P_5}`.

Remarque 4. $x=1$ et donc $y=2$ donne $x=1$ et donc $y=2$.

7.2.3.3 Espaces : \quad et \qquad

`\quad` s'utilise généralement autour du texte en mode mathématique.

A ou B

\quad s'utilise généralement pour séparer deux formules lorsqu'il n'y a pas de texte entre elles.

$(A+B)^2, \quad A^2+B^2$ donne :

7.2.4 Mise en boîte

Il peut arriver qu’une expression mathématique, dans un texte, soit coupée en fin de ligne et continuée en début de ligne suivante. Pour éviter ce problème, on crée une boîte insécable *autour* de l’expression concernée grâce à la commande `\mbox`⁽⁵⁾ :

$$\boxed{1+x+x^2+x^3+x^4}$$

7.3 Commandes de base

7.3.1 Écriture d'un nombre et virgule

7.3.1.1 Commande \np

Dans les pays anglo-saxons, la virgule est un séparateur de milliers. Par conséquent, lorsque nous tapons **\$3,14\$**, nous obtenons 3, 14. Pour éliminer cette espace derrière la virgule, on peut aussi

(5). Voir les boîtes au chapitre 4, page 28.

bien écrire $\$3\{,\}14\$$ que $\$ \backslash \text{nombre}\{3,14\}\$$ ⁽⁶⁾. De même, pour avoir 1200, on peut aussi bien écrire $\$ \backslash \text{nombre}\{1200\}\$$ que $\$1\backslash,200\$$ ⁽⁷⁾.

On peut aussi utiliser le package `numprint` avec l'option `np` ⁽⁸⁾. Alors `\np{3,4567}` écrira correctement le nombre 3,4567. Et `\np{6e-12}` donne $6 \cdot 10^{-12}$.

Il permet d'afficher des valeurs avec une unité, sans risque de coupure au passage à la ligne.

`\np[kg]{91}` donne 91 kg.

7.3.1.2 Commande `\DecimalMathComma`

Une autre piste, consistant à faire comprendre à L^AT_EX une fois pour toutes que la virgule est bien notre séparateur usuel, il *suffit tout simplement* d'écrire dans le préambule, et avec l'option `francais` du package `babel`, l'instruction :

`\DecimalMathComma`

7.3.2 Flèches

7.3.2.1 Flèches « droites »

Principes des commandes générant des flèches.

- toutes les commandes finissent par `arrow` (flèche) ;
- le préfixe obligatoire `left` (gauche), `right` (droite), `up` (haut) et `down` (bas) indique la direction ;
- le préfixe facultatif `long` donne une version longue ;
- la première lettre de la commande mise en majuscule rend la flèche double ;
- on peut mettre des flèches aux deux extrémités en collant les deux mots `left` et `right`.
- on obtient la négation du symbole fléché avec la préfixe `n`, sauf si c'est la « version longue ».

\rightarrow \leftarrow \longrightarrow \longleftarrow \leftrightarrow \Uparrow \nrightarrow

`\rightarrow` `\Leftarrow`
`\longrightarrow` `\Lrightarrow`
`\leftrightharrow` `\Uparrow`
`\nrightarrow`

7.3.2.2 « équivaut à » et « implique »

Les macros `\Llongleftrightharrow` (\Longleftrightarrow) et `\iff` (\iff) semblent identiques mais diffèrent en réalité sur la quantité de blanc qui les entoure. Le symbole correct à utiliser est bien `\iff`. C'est une question de lisibilité de la formule ⁽⁹⁾.

$A \Longleftrightarrow B$ $A \iff B$

`\Longleftrightharrow` `\iff`

(6). Avec `\usepackage[francais]{babel}`.

(7). Le `\`, correspond à une espace fine.

(8). Donc avec `\usepackage[np]{numprint}`.

(9). De plus, le second symbole est plus rapide à saisir !

De même, c'est `\implies` (\implies) et non `\Rightarrow` (\Rightarrow) ni `\Longrightarrow` (\implies) qu'il faut utiliser dans une relation d'implication.

$A \implies B$ $A \Rightarrow B$ $A \Longrightarrow B$

`\A \implies B` `\A \Rightarrow B`
`\A \Longrightarrow B`

Pour les négations \nRightarrow et \nLongrightarrow des symboles \implies et \Longrightarrow , on utilise la commande `\centernot\implies` et le package `centernot` ⁽¹⁰⁾.

$A \nRightarrow B$ $A \nLongrightarrow B$

`\centernot\implies` `\centernot\iff`

7.3.2.3 Flèches « obliques »

Les flèches « obliques », très utiles dans les tableaux de variation, sont construites avec la même idée d'orientation. Il suffit de penser aux points cardinaux : `n` pour le nord, `w` pour l'ouest, `s` pour le sud et `e` pour l'est. Ainsi une flèche dirigée en haut à droite sera orientée « nord-est ».

\nearrow \searrow \nwarrow \swarrow

`\nearrow` `\searrow`
`\narrow` `\swarrow`

7.3.2.4 Flèches « arrondies »

Elles peuvent servir pour indiquer le sens de rotation, notamment en trigonométrie.

\circlearrowleft \circlearrowright \curvearrowleft \curvearrowright

`\circlearrowleft` `\circlearrowright`
`\curvearrowleft` `\curvearrowright`

7.3.2.5 Flèches des fonctions

\rightarrow \mapsto \longmapsto

`\to` `\mapsto` `\longmapsto`

`\xmapsto 3x+4` donne $x \mapsto 3x + 4$.

(10). `\not\implies` donne \nRightarrow .

7.3.3 Indices et exposants

Le syntaxe est : `\exposant` et `\indice`.

Si *exposant* et *indice* ne sont formés que d'un caractère, les accolades sont inutiles.

$$x^2 \quad x^{15} \quad x^{3a} \quad x_5$$

Si $U_n = 2^n$, alors $U_{n+1} = 2^{n+1}$.

Si $U_n = 2^n$, alors $U_{n+1} = 2^{n+1}$.

$$U_{n+1} \neq U_n + 1$$

$$U_{n+1} \neq U_n + 1$$

$$F_n = 2^{2^n}$$

$$F_n = 2^{2^n}$$

$$x_1^2 + x_2^2$$

$$x_1^2 + x_2^2$$

(La saisie de `x_1^2+x_2^2` donne $x_1^2 + x_2^2$.)

On évitera de coller un point ou une virgule après un terme écrit en indice : une espace (fine) sera écrite. Ainsi saisira-t-on plutôt `U_n\,` (qui donne U_n .) que `U_n.` (qui donne U_n .)

Au passage, les accents circonflexes $\hat{}$ et \wedge sont respectivement obtenus avec `\circonflexe` ou avec `\wedge` (en mode mathématique pour celui-ci). On peut s'en servir pour écrire une ligne de saisie sur une calculatrice ⁽¹¹⁾.

7.3.4 Fractions

La syntaxe est : `\frac{num}{den}`. La taille du symbole est automatiquement adaptée au contexte (pour garder le même interlignage).

$$\frac{2}{3} \text{ donne donc } \frac{2}{3}.$$

Lorsque *num* et *den* ne comporte chacun qu'un caractère, on peut écrire rapidement `\frac num den` pour obtenir le même résultat.

On peut imposer la taille des caractères avec la commande `\displaystyle\frac{a}{b}` ou `\dfrac{a}{b}` ou ⁽¹²⁾ pour agrandir leur taille ou la commande `\tfrac{a}{b}` ou `\scriptstyle\frac{a}{b}` pour la diminuer, comme l'indiquent les deux tableaux ci-dessous :

$\frac{a}{b}$	<code>\frac{a}{b}</code>	$\frac{a}{b}$	<code>\[\frac{a}{b}\]</code>
$\frac{a}{b}$	<code>\tfrac{a}{b}</code>	$\frac{a}{b}$	<code>\dfrac{a}{b}</code>
$\frac{a}{b}$	<code>\[\tfrac{a}{b}\]</code>	$\frac{a}{b}$	<code>\[\dfrac{a}{b}\]</code>

(11). Voir aussi sur ce point page 88.

(12). La première est un raccourci de la seconde.

$$\frac{1}{3} + \frac{1}{6} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{1}{3} + \frac{1}{6} = \frac{1}{2}$$

$$t = 1,09^{\frac{1}{9}} - 1 \quad \text{t=1,09}^{\frac{1}{9}}-1$$

On peut écrire des fractions dans des fractions :

$$\frac{1}{1 + \frac{1}{x^2}} \quad \frac{1}{1 + \frac{1}{x^2}}$$

Des espaces peuvent être placées pour agrandir le trait de fraction :

$$\frac{1}{x+2} \quad \frac{1}{x+2}$$

Enfin, on peut utiliser une grande barre oblique : `3/4` donne $3/4$ et `3\Big/4` donne $3/4$.

Voyez aussi le paragraphe 10.3.2, page 87, une macro pour écrire autrement des fractions.

7.3.5 Radicaux

La racine carrée de x est saisie par `\sqrt{x}`; la racine n -ième de x est produite par `\sqrt[n]{x}`.

$$\sqrt{49} = 7 \quad \sqrt{1 + \sqrt{2}} \quad \sqrt{2x+1}$$

$$\sqrt{49}=7 \quad \sqrt{1+\sqrt{2}} \quad \sqrt{2x+1}$$

$$\sqrt{1 - \frac{3}{x^2}} \text{ se code } \sqrt{1 - \frac{3}{x^2}}$$

Le symbole seul $\sqrt{}$ est obtenu avec `\surd`.

7.3.6 Fonctions usuelles

arg cos exp lim ln log max min sin tan

$$\arg \cos \exp \dots \tan$$

$$\sin(2x) = 2 \cos x \sin x \quad \cos(2x) = \cos^2 x - 1$$

$$\sin(2x) = 2 \cos x \sin x$$

$$\cos(2x) = \cos^2 x - 1$$

7.3.7 Dérivées

On utilise la commande `\prime` ou `'`.

$$(u \cdot v)' = u' \cdot v + u \cdot v'$$

$$(u \cdot v)' = u' \cdot v + u \cdot v'$$

`\f'(x)=(x^2)^{\prime}=2\,x` donne :

$$f'(x) = (x^2)' = 2x$$

Pour la dérivée seconde de f , on utilise deux apostrophes et non pas le guillemet anglais : `\f''` donne f'' tandis que `\f"` donne f'' .

7.3.8 Limites, intégrales, sommes et produits

7.3.8.1 Symboles et utilisation

$$\begin{array}{|l} \code{\lim} \quad \lim \\ \code{\sum} \quad \sum \end{array} \quad \left| \quad \begin{array}{l} \code{\int} \quad \int \\ \code{\prod} \quad \prod \end{array} \right.$$

En mode « en ligne » :

$$\begin{array}{|l} \code{\sum_{k=1}^n \frac{1}{k^2}} \\ \code{\int_1^2 \frac{1}{t^2} dt} \end{array} \quad \left| \quad \begin{array}{l} \code{\lim_{n \rightarrow +\infty} u_n} \\ \code{\prod_{k=1}^n f(k)} \end{array} \right.$$

$$\begin{array}{l} \code{\sum_{k=1}^n \frac{1}{k^2}} \\ \code{\int_1^2 \frac{1}{t^2} dt} \\ \code{\lim_{n \rightarrow +\infty} u_n} \\ \code{\prod_{k=1}^n f(k)} \end{array}$$

En mode « hors ligne » :

$$\sum_{k=1}^n \frac{1}{k^2} \quad \int_1^2 \frac{1}{t^2} dt \quad \lim_{n \rightarrow +\infty} u_n \quad \prod_{k=1}^n f(k)$$

$$\code{[\sum_{k=1}^n \frac{1}{k^2}]} \quad \dots$$

Avec la commande `\displaystyle` :

$$\text{La somme } \sum_{k=1}^n \frac{1}{k(k+1)} \text{ est égale à } \frac{n}{n+1}.$$

$$\text{La somme } \displaystyle{\sum_{k=1}^n \frac{1}{k(k+1)}} \text{ est } \dots$$

7.3.8.2 Placement des « limites »

Les styles `\displaystyle`, `\scriptstyle`, ... déterminent, entre autres, la taille des symboles, leur espacement et la place des indices et exposants. On contrôle indépendamment le placement des « limites » avec `\limits` et `\nolimits`.

Comparons ainsi :

$$\begin{array}{l} \code{\sum_a^b} \quad \code{\int_a^b} \quad \code{\sum_a^b} \quad \code{\int_a^b} \quad \code{\sum_a^b} \quad \code{\int_a^b} \\ \code{\displaystyle \sum_a^b} \\ \code{\displaystyle \int_a^b} \\ \code{\displaystyle \sum \nolimits_a^b} \\ \code{\displaystyle \int \nolimits_a^b} \\ \code{\sum \limits_a^b} \quad \code{\int \limits_a^b} \end{array}$$

En mode texte :

$$\sum_{i=1}^n f(i) \quad \sum_{i=1}^n f(i) \quad \sum_{i=1}^n f(i)$$

$$\code{\sum_{i=1}^n f(i)}$$

$$\code{\displaystyle \sum_{i=1}^n f(i)}$$

$$\code{\displaystyle \sum \nolimits_{i=1}^n f(i)}$$

Cela s'applique aussi pour le produit `\prod`, `\prod`.

7.3.9 Vecteurs

7.3.9.1 Commandes `\vec` et `\overrightarrow`

La syntaxe est `\overrightarrow{vect}` ⁽¹³⁾ ou bien `\vec{vect}`.

$$\overrightarrow{AB} \quad \vec{u}$$

$$\code{\overrightarrow{\mathrm{AB}}} \quad \code{\vec{u}}$$

Lorsque l'écriture du vecteur a deux lettres, il vaut mieux utiliser la première syntaxe pour éviter un \overrightarrow{AB} !

7.3.9.2 Cas des lettres i et j

Lorsqu'elles reçoivent un symbole, les lettres i et j doivent perdre leur point. On écrit :

$$\vec{i} \quad \code{\vec{\imath}} \quad \vec{j} \quad \code{\vec{\jmath}}$$

7.3.9.3 Norme

L'écriture de la norme d'un complexe est obtenue avec la double commande `\lVert ... \rVert` ou bien avec la double commande `\left| ... \right|` :

$$\|\overrightarrow{AM}\| = 1 \quad \left\| \overrightarrow{AM} \right\| = 1$$

$$\code{\lVert \overrightarrow{AM} \rVert} = 1$$

$$\code{\left| \overrightarrow{AM} \right|} = 1$$

La seconde utilise en fait des délimiteurs ⁽¹⁴⁾.

7.3.10 Complexes

7.3.10.1 Réels et imaginaires

On pourra écrire `\text{Re } z` pour $\text{Re } z$.

Dans l'écriture anglo-saxonne, $\Re z$ et $\Im z$ sont donnés respectivement par `\Re z` et `\Im z`.

7.3.10.2 Conjugué

Le conjugué \bar{z} de z s'obtient avec la commande ⁽¹⁵⁾ `\overline{z}`.

$$\overline{1+4i} \quad \code{\overline{1+4\, \mathrm{i}}}$$

(13). Littéralement : « flèche au-dessus orientée à droite ».

(14). Voir la section 7.4.

(15). Celle-ci est à préférer à `\bar{z}`, qui donne aussi \bar{z} , surtout pour écrire le conjugué d'un nombre complexe donné. En effet, `\bar{1+4i}` donne $1 + 4i$, ce qui n'est pas très heureux.

7.3.10.3 Module

L'écriture du module d'un nombre complexe est obtenue avec la double commande `\lvert ... \rvert` ou bien avec la double commande `\left\| ... \right\|`.

$$|1 - 2i| \qquad |1 - 2i|$$

`\lvert 1 - 2\,\mathrm{i} \rvert`
`\left\| 1 - 2\,\mathrm{i} \right\|`

La seconde utilise en fait des délimiteurs ⁽¹⁶⁾.

Certains utilisateurs préfèrent l'une ou l'autre des deux doubles commandes `| ... |` ou `\vert ... \vert`; ceci est déconseillé. En effet, ces commandes sont à utiliser dans le cadre d'opérateur (alors que la commande préconisée est bien utilisée comme délimiteur) ⁽¹⁷⁾.

Remarque.

La valeur absolue d'un nombre est obtenue de même avec la double commande `\lvert ... \rvert` ou bien avec la double commande `\left\| ... \right\|`. Certains utilisent l'une ou l'autre des deux doubles commandes `| ... |` ou `\vert ... \vert`; ceci est déconseillé. En effet, ces commandes sont à utiliser dans le cadre d'opérateur (alors que la commande préconisée est utilisée comme délimiteur) ⁽¹⁸⁾.

7.3.10.4 Argument

On utilise la commande `\arg`.

L'écriture $\arg z$ est alors obtenue avec `\arg z`.

7.3.11 Matrices

7.3.11.1 Matrices usuelles

L'utilisateur dispose de deux moyens pour écrire une matrice.

La première utilise l'extension `amsmath`, qui permet de définir des matrices avec des encadrements différents (entre parenthèses, crochets, etc.).

`\matrix` : matrice sans délimiteur ;
`\pmatrix` : matrice entre parenthèses (...);
`\vmatrix` : matrice entre barres [...];
`\Vmatrix` : matrice entre doubles barres ||...||;
`\bmatrix` : matrice entre crochets [...];
`\Bmatrix` : matrice entre accolades {...}.

$$\begin{array}{ccc} a & b & \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \\ c & d & \begin{vmatrix} a & b \\ c & d \end{vmatrix} \\ \left\| \begin{array}{cc} a & b \\ c & d \end{array} \right\| & \left[\begin{array}{cc} a & b \\ c & d \end{array} \right] & \left\{ \begin{array}{cc} a & b \\ c & d \end{array} \right\} \end{array}$$

(16). Voir la section 7.4.

(17). La gestion des espaces est différente!

(18). La gestion des espaces est différente!

`\begin{matrix} a&b\\ c&d \end{matrix}`

`\begin{pmatrix} a&b\\ c&d \end{pmatrix}`

`\begin{vmatrix} a&b\\ c&d \end{vmatrix}`

`\begin{Vmatrix} a&b\\ c&d \end{Vmatrix}`

`\begin{bmatrix} a&b\\ c&d \end{bmatrix}`

`\begin{Bmatrix} a&b\\ c&d \end{Bmatrix}`

La seconde utilise les délimiteurs (voir la section 7.4) et l'extension `array` qui travaille sur les tableaux mathématiques (voir la section 8.17, page 75).

De plus, les coordonnées vectorielles tout comme les coefficients binomiaux peuvent être affichés comme une matrice à 1 colonne ⁽¹⁹⁾ :

$$\begin{pmatrix} n \\ p \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} n \\ p \end{pmatrix}$$

Par ailleurs, la transposée ${}^t A$ de la matrice A se code `\mathop{\mathrm{t}} A`.

7.3.11.2 Matrices « bordées »

On peut aussi écrire une matrice associée. Voici par exemple celle qui correspond au graphe probabiliste donné page 135.

$$M = \begin{matrix} & \begin{matrix} A & B & C \end{matrix} \\ \begin{matrix} A \\ B \\ C \end{matrix} & \begin{pmatrix} 0,6 & 0,1 & 0,3 \\ 0,2 & 0,6 & 0,2 \\ 0,35 & 0,05 & 0,6 \end{pmatrix} \end{matrix}$$

`\bordermatrix{`
`&A&B&C\cr`
`A&0,6 & 0,1 & 0,3\cr`
`B&0,2 & 0,6 & 0,2\cr`
`C&0,35 & 0,05 & 0,6\cr`
`}\$`

7.3.11.3 Espacement vertical

Si l'on écrit des nombres fractionnaires, le résultat n'est pas forcément heureux :

$$\begin{pmatrix} \frac{1}{2} & \frac{1}{3} \\ \frac{1}{4} & \frac{1}{5} \end{pmatrix}$$

Voilà deux méthodes pour améliorer la présentation.

1. La hauteur des lignes est gérée par la commande `\arraystretch`, qui gère un facteur d'espacement (1 par défaut). On le redéfinit.

$$\begin{pmatrix} \frac{1}{2} & \frac{1}{3} \\ \frac{1}{4} & \frac{1}{5} \end{pmatrix}$$

(19). Voir aussi le paragraphe 8.17.4, page 76.

```
\renewcommand{\arraystretch}{2.2}
$\begin{pmatrix}
\dfrac{1}{2} & \dfrac{1}{3} \\
\dfrac{1}{4} & \dfrac{1}{5}
\end{pmatrix}
\renewcommand{\arraystretch}{1}
```

ou encore

```
{\renewcommand{\arraystretch}{2.2}
$\begin{pmatrix}
\dfrac{1}{2} & \dfrac{1}{3} \\
\dfrac{1}{4} & \dfrac{1}{5}
\end{pmatrix}$}
```

2. On augmente l'interligne.

$$\begin{pmatrix} \frac{1}{2} & \frac{1}{3} \\ \frac{1}{4} & \frac{1}{5} \end{pmatrix}$$

```
$\begin{pmatrix}
\dfrac{1}{2} & \dfrac{1}{3} \\
\dfrac{1}{4} & \dfrac{1}{5}
\end{pmatrix}$
```

7.3.12 Systèmes

On utilise l'environnement `cases`. Il produit une accolade verticale à gauche (par défaut) et l'intérieur (c'est-à-dire les équations) se gère comme dans une matrice avec des `&` et des `\\`.

$$|x| = \begin{cases} -x & \text{si } x \text{ est négatif} \\ x & \text{si } x \text{ est positif (ou nul)} \end{cases}$$

```
$\lvert x \rvert =
\begin{cases}
-x & \text{\text{si } $x$ est négatif} \\
x & \text{\text{si } $x$ est positif (ou nul)}
\end{cases}$
```

$$\begin{cases} 2x + 13y = 43 \\ 3x - y = 3 \end{cases}$$

```
$\begin{cases}
2x+13y=43 \\
3x-y=3
\end{cases}$
```

$$\begin{cases} x = -2 + t \\ y = 3 - t \\ z = 4 + 5t \end{cases} \quad (t \in \mathbb{R})$$

```
$\begin{cases}
\tilde{x} = -2 + t \\
\tilde{y} = 3 - t \\
\tilde{z} = 4 + 5t
\end{cases}$
$(t \in \mathbb{R})$
```

D'autres exemples sont donnés au paragraphe 8.17.2, page 75, via des tableaux (mathématiques).

7.3.13 Parallèles et perpendiculaires

$D \perp D'$ se code `$D \perp D'$` ou `$D \bot D'$` ⁽²⁰⁾.

Pour écrire le fait que les droites D et D' sont parallèles, il y a plusieurs possibilités ⁽²¹⁾, au goût du lecteur :

$D // D'$	<code>\$D // D'\$</code>
$D \parallel D'$	<code>\$D \parallel D'\$</code>
$D \parallel D'$	<code>\$D \parallel D'\$</code>
$D \parallel D'$	<code>\$D \parallel D'\$</code>

7.3.14 Ensemble de nombres entiers

L'ensemble des entiers de 1 à n , noté souvent avec une paire de doubles crochets $\llbracket 1; n \rrbracket$, peut se coder `$\llbracket 1; n \rrbracket$` ⁽²²⁾.

7.3.15 Probabilités

$A \cup B$ `$A \cup B$`

$A \cap B = \emptyset$ `$A \cap B = \varnothing$`

\overline{A} `\overline{A}`

$P(A) = 0,15$ `$\mathrm{P}(A)=0,15$`

$P_B(A) = 0,5$ `$\mathrm{P}_B(A)=0,5$`

$A \setminus B$ `$A \setminus B$`

$p(A \cap B) = p(A) \times p_A(B)$
`$p(A \cap B)=p(A) \times p_A(B)$`

$\binom{n}{p}$ `$\displaystyle \binom{n}{p}$`
ou `$\dbinom{n}{p}$`

$p(B) = p(A) \times p_A(B) + p(\overline{A}) \times p_{\overline{A}}(B)$

`$p(B)=p(A) \times p_A(B) + p(\overline{A}) \times p_{\overline{A}}(B)$`

7.3.16 Arithmétique

$a \equiv b \pmod{n}$ `$a \equiv b \pmod{n}$`

$a \equiv b \pmod{n}$ `$a \equiv b \pmod{n}$`

$a \equiv b \pmod{n}$ `$a \equiv b \pmod{n}$`

$a \equiv b \pmod{n}$ `$a \equiv b \pmod{n}$`

(20). Seul `\perp` des deux est un symbole relationnel.

(21). Petit jeu avec les espaces !

(22). C'est l'une des nombreuses possibilités. Celle-ci joue sur l'espace négative entre les deux paires de crochets. Il y a aussi, par exemple, le package `mathabx` qui donne des crochets plus marqués avec la saisie de `$\ldbrack 1; n \rdbrack$`. Néanmoins l'appel de ce package transforme certains signes mathématiques, comme \square , `\square`.

7.3.17 « tel que »

`\mid` est la relation « tel que ».

$\{x \in A \mid A \neq 0\}$ se code

`\{\x \in A \mid A \neq 0\}`

7.3.18 : et application

Le « : » pour une application s'obtient avec `\colon`. Cette commande règle automatiquement l'espace-ment d'une part et d'autre des deux points⁽²³⁾ ; elle est donc à préférer à « : ».

`\a \colon A \to B` donne $a: A \rightarrow B$.

7.3.19 Multiplication

On utilise \times (`\times`) entre deux nombres et \cdot (`\cdot`), point centré, sinon.

`\2\times 3+u\cdot v` donne $2 \times 3 + u \cdot v$.

7.3.20 Pointillés

Ils sont en nombre de quatre, ils sont utilisés (essentiellement) pour décrire une matrice, une somme ou un produit et un système d'équations.

`\ldots` ... horizontaux sur la ligne de base

`\cdots` ... horizontaux centrés

`\vdots` : verticaux

`\ddots` .. diagonaux

$$n\bar{x} = x_1 + x_2 + \cdots + x_n$$

`\n\,\overline{x}=x_1+x_2+\cdots+x_n`

$$I = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \ddots & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

`\$I=\begin{pmatrix}`

`1 & 0 & 0 \\\`

`0 & \ddots & 0\\`

`0 & 0 & 1\\`

`\end{pmatrix}` \$

7.3.21 Des blancs et des crochets

Dans le cas des intervalles, il y a un blanc avec le crochet ouvrant : `\$]-5;+8]` et `\$]+5;+8]` donnent respectivement $] - 5; + 8]$ et $] + 5; + 8]$.

On écrit donc entre accolades le signe après ce crochet : `\$ \{-5;+8]` donne $]-5; + 8]$.

On peut aussi forcer le type ouvrant ou fermant avec les commandes `\mathopen` et `\mathclose`⁽²⁴⁾ :

(23). L^AT_EX la considère comme un opérateur binaire.

(24). Il y a une macro sur ce point à la sous-section 10.3.14, page 90.

`\a;b]` `\$a;b]` `\a;b]` `\mathopen{}\a;b]`
`\a;b[` `\$a;b[` `\a;b[` `\mathclose{}\a;b[`

Par ailleurs, on peut aussi placer une espace fine entre le 5 et le point-virgule⁽²⁵⁾ : `\$ \{-5\,;+8]` donne $]-5; + 8]$.

7.4 Délimiteurs

7.4.1 Délimiteurs classiques (, {, ...

La différence entre les écritures $(x + \frac{1}{2})$ et $(x + \frac{1}{2})$ est que la hauteur des parenthèses dans l'expression de droite est ajustée à l'écriture de la fraction.

La hauteur de symboles comme les parenthèses ou les valeurs absolues peut être ajustée : on fait précéder le symbole de gauche de `\left` et celui de droite de `\right`.

Il y a six⁽²⁶⁾ paires de délimiteurs : (), | |, || ||, [], { } et ⌊ ⌋⁽²⁷⁾.

$$\left(x + \frac{1}{2}\right) \quad \left|\frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2}i\right| \quad \left\|\frac{1}{3}\vec{u}\right\|$$

$$\left[\frac{1}{3}, +\infty\right[\quad \left\{-\frac{b}{2a}\right\} \quad \left[x + \frac{1}{2}\right]$$

`\left(x+\dfrac{1}{2}\right)`

`\left|\dfrac{12}{+}`

`\dfrac{\sqrt{3}}{2}\,,\,\mathrm{i}\right|`

`\left|\dfrac{1}{3}\right|\,,\,\mathrm{vec}\{u\}`

`\left[\dfrac{1}{3},+\infty\right]`

`\left\{-\dfrac{b}{2a}\right\}`

`\left\lfloor x+\dfrac{12}{2}\right\rfloor`

Il est *obligatoire* de faire suivre `\left` de `\right`. Si l'on ne veut qu'un délimiteur à gauche⁽²⁸⁾, on fait suivre la commande `\right` d'un point⁽²⁹⁾. En revanche, les symboles de gauche et de droite peuvent être différents.

Les instructions `\lbrace` et `\rbrace` sont respectivement équivalentes à `\{` et `\}`.

Les instructions `\lbrack` et `\rbrack` sont respectivement équivalentes à `[` et `]`.

Enfin, comparez les écritures $(x^2)^3$ et $(x^2)^3$.

`\(x^2)^3`

`\left(x^2\right)^3`

(25). Comme le demande la typographie !

(26). Usuelles dans le Secondaire.

(27). Symboles utilisés pour la « partie entière ».

(28). Comme c'est le cas pour un système.

(29). Nous verrons un exemple au paragraphe 8.17.2.

7.4.2 Délimiteurs `\big, \dots`

Dans certains cas, il est nécessaire d'indiquer la taille exacte des délimiteurs mathématiques à la main. On peut alors utiliser les commandes `\big`, `\Big`, `\bigg` et `\Bigg` comme préfixes des commandes qui impriment les délimiteurs :

$$(((\left(\right\}))) \quad |||||$$

```
\big( \Big( \bigg( \Bigg(
\big\} \Big\} \bigg\} \Bigg\}
\big\lvert \Big\lvert \bigg\lvert \Bigg\lvert
```

$$\left((x+1)(x-1)\right)^2$$

```
$\Big((x+1)(x-1)\Big)^2$
```

7.4.3 Avec `\delimiterfactor`

La hauteur d'un délimiteur peut vous paraître trop petite. Cela se corrige avec `\delimiterfactor`.

La valeur par défaut de ce paramètre est 901; si l'on lui donne la nouvelle valeur *val*, la hauteur du délimiteur est multipliée par *val*/901.

$$2(x^2 - (x-3)^2) \quad \leftarrow \text{« sans »}$$

$$2\left(x^2 - (x-3)^2\right) \quad \leftarrow \text{« avec »}$$

```
$2\left(x^2-(x-3)^2\right)$
```

```
$\delimiterfactor=1200
```

```
2\left(x^2-(x-3)^2\right)$
```

7.5 Symboles extensibles

7.5.1 Angle, vecteur, barre, ...

Il y a des symboles extensibles, autant que souhaité.

$$\underline{AB} \quad \$\underline{AB}$$$

$$\overline{AB} \quad \$\overline{AB}$$$

Il existe la commande `\bar` : `\bar{x}` et `\bar{E}` donnent respectivement \bar{x} et \bar{E} (que l'on pourra comparer à \bar{x} et \bar{E} obtenus avec `\overline`).

$$\overrightarrow{AB} \quad \$\overrightarrow{AB}$$$

Pour une lettre, on peut choisir \vec{u} (`\vec{u}`) ou \overrightarrow{u} (`\overrightarrow{u}`).

$$\widehat{ABC} \quad \$\widehat{ABC}$$$

Pour obtenir \widehat{ABC} , on écrit `\widehat{ABC}`.

$$\overset{\displaystyle\text{frown}}{AB} \quad \$\overset{\displaystyle\text{frown}}{AB} \quad \$\lim_{\substack{x \rightarrow 0 \\ x > 0}} \dots$$

L'insertion de la commande `\displaystyle` permet d'afficher le symbole \frown dans sa taille normale. On peut aussi utiliser l'une des deux macros données page 87.

Il existe aussi la commande `\overarc` du package `arcs` : `\overarc{AB}` donne \overarc{AB} .

$$\overset{\curvearrowright}{AB} \quad \$\overset{\curvearrowright}{AB}$$$

On peut aussi utiliser la macro donnée page ??.

7.5.2 Accolades horizontales

On peut utiliser de tels symboles pour expliquer un calcul :

$$\underbrace{\cos^2 x + \sin^2 x}_{=1} + \overbrace{2 \cos x \sin x}^{=\sin 2x} = 1 + \sin 2x$$

```
$\underbrace{\cos^2 x + \sin^2 x}_{=1}
+\overbrace{2 \cos x \sin x}^{=\sin 2x} + \dots$
```

Toutefois, il peut y avoir des présentations peu esthé-

tiques comme $\left(\overbrace{AB^2 + BC^2}^{AC^2}\right)$, obtenue avec

```
$\left(\overbrace{AB^2+BC^2}^{AC^2}\right)$.
```

On utilise alors la méthode suivante, utilisant les commandes `\big`, `\Big`, `\bigg`, `\Bigg` (par ordre croissant).

On obtient $\left(\overbrace{AB^2 + BC^2}^{AC^2}\right)$ avec le code

```
$\big(\overbrace{AB^2+BC^2}^{AC^2}\big)$.
```

7.5.3 Empilement : écriture de limite

Pour un résultat avec une limite, on peut utiliser le « double fléchage » :

$$\lim_{n \rightarrow +\infty} u_n = \ell \iff u_n \xrightarrow[n \rightarrow +\infty]{} \ell$$

```
$\dots u_n \xrightarrow[n \rightarrow +\infty]{} \ell$
```

La commande `\substack` permet d'écrire plusieurs lignes en indices (ou en exposant), qui sont délimitées par `\|` :

$$\lim_{\substack{x \rightarrow 0 \\ x > 0}} \ln x = -\infty$$

7.5.4 Empilement : commande `\stackrel`

On utilise cette commande pour empiler un premier argument au-dessus d'un second, ce dernier étant sur la ligne de base.

$$A \stackrel{\text{def}}{=} a^2$$

`$ A \stackrel{\text{def}}{=} a^2 $`

Il y a aussi les deux commandes

`\overset{expr1}{expr2}`

(resp. `\underset{expr1}{expr2}`)

qui placent *expr1* au-dessus (resp. au-dessous) de *expr2*.

$$A \stackrel{\text{def}}{=} a^2$$

`$A\overset{\text{def}}{=}a^2$`

7.6 Mise en valeur

7.6.1 Encadrement d'une formule

Pour encadrer une formule ou un résultat *dans un environnement mathématique*, on utilise `\boxed{...}`.

$$z = x + iy, \quad \boxed{i^2 = -1}$$

`$z=x+\mathrm{i}y,`

`\quad \boxed{\mathrm{i}^2=-1}$`

Il y a un moyen d'avoir un encadrement horizontal plus grand.

$$\text{blabla} \quad \boxed{f(x) = \int_0^\pi \cos x \, dx = 0} \quad \text{blabla}$$

`\setlength{\mathsurround}{20pt}`

`blabla \fbox{$ f(x)=\int_0^\pi \cos x \, dx = 0 $} blabla`

`\cos x \, dx = 0 $} blabla`

On peut aussi garder la notion de boîte (colorée) ⁽³⁰⁾ pour encadrer une formule ⁽³¹⁾ pour pouvoir colorier un résultat :

Donc $f(x) = 3 \cos(2x)$

Donc `\colorbox{yellow}{$f(x)=3\cos(2\,x)$}`

7.6.2 Gras

7.6.2.1 Avec `\boldmath`

Pour écrire les formules en gras, on les écrit entre `\boldmath` et `\unboldmath`.

$$x = \sqrt{2}$$

`\boldmath $x = \sqrt{2}$ \unboldmath`

(30). Voir la sous-section 4.4.1, page 31.

(31). Attention à la place des \$ et des { } !

7.6.2.2 Avec `\mathversion`

Il y a aussi la possibilité d'utiliser ⁽³²⁾

`\mathversion{bold}` :

$$y(x) = \cos x + x^2$$

`{\mathversion{bold}$f(x)=\cos x + x^2$}`

Le lecteur remarquera que l'instruction `\mathversion{bold}$f(x)=\cos x + x^2$` a été saisie entre accolades, pour bien signifier que seul le texte $f(x) = \cos x + x^2$ doit être mis en gras.

Si ces accolades ne sont pas écrites, on utilise la commande `\mathversion{normal}` pour obtenir un retour « à la normale » dans la suite du texte :

Une formule importante : $\sum_{i=0}^n i$

et une formule moins importante : $\sum_{i=0}^n i^3$.

Une formule importante :

`\mathversion{bold}`

`$\displaystyle\sum_{i=0}^n i$`

et une formule moins importante :

`\mathversion{normal}`

`$\displaystyle\sum_{i=0}^n i^3$`

7.6.2.3 Avec `\boldsymbol`

Il y a encore la possibilité d'utiliser `\boldsymbol` de l'extension `amsmath` :

$$f(x) = 3x^2 - 1$$

`$\boldsymbol{f(x)=3\,x^2-1}$`

7.6.2.4 Avec l'extension `bm`

Il y a enfin la possibilité d'utiliser la commande `\bm` de l'extension `bm` :

$$f(x) = 3x^2 - 1 \text{ est obtenu avec}$$

`$\bm{f(x)=3\,x^2-1}$`

En composant la somme des entiers donnée précédemment par la commande `\bm` (autrement dit en saisissant `$\bm{\displaystyle\sum_{i=0}^n i}$`), on

obtient $\sum_{i=0}^n i$.

(32). Attention à la place des \$ et des { } !

7.6.3 Polices mathématiques

Dans le mode mathématique, les commandes de changement de police sont différentes de celles utilisées en mode texte. Pour mettre une portion de *texte* dans un des styles usuels du mode *texte*, il y a :

<code>\mathrm{texte}</code>	romaine	$x = \sqrt{2}$	$A \in \Gamma$
<code>\mathit{texte}</code>	italique	$x = \sqrt{2}$	$A \in \Gamma$
<code>\mathtt{texte}</code>	télétype	$x = \sqrt{2}$	$A \in \Gamma$
<code>\mathbf{texte}</code>	gras	$x = \sqrt{2}$	$A \in \Gamma$
<code>\mathsf{texte}</code>	sans-serif	$x = \sqrt{2}$	$A \in \Gamma$

Le texte `x=\sqrt{2} \quad A \in \Gamma` a été pris en exemple pour les différentes commandes.

À comparer avec le rendu de ce même texte, obtenu d'abord en environnement mathématique usuel et ensuite avec « **boldmath** » :

$$x = \sqrt{2} \quad A \in \Gamma \qquad x = \sqrt{2} \quad A \in \Gamma$$

```
\boldmath$x=\sqrt{2} %
\quad A \in \Gamma$\unboldmath
```

7.6.4 Lettres calligraphiées

Cette sous-section permet d'obtenir l'écriture des ensembles de réels ⁽³³⁾ ou d'ensembles de points (comme une droite, par exemple).

<code>\mathbb{...}</code>	$\mathbb{A} \mathbb{B} \mathbb{C}$
<code>\mathcal{...}</code>	$\mathcal{A} \mathcal{B} \mathcal{C}$
<code>\mathscr{...}</code>	$\mathscr{A} \mathscr{B} \mathscr{C}$
<code>\mathfrak{...}</code>	$\mathfrak{A} \mathfrak{B} \mathfrak{C} \mathfrak{a} \mathfrak{b} \mathfrak{c} \mathfrak{1} \mathfrak{2} \mathfrak{3}$
<code>\mathnormal{...}</code>	$A B C a b c 1 2 3$

\mathbb{D}	<code>\$\mathbb{D}\$</code>	\mathcal{D}	<code>\$\mathcal{D}\$</code>
\mathscr{D}	<code>\$\mathscr{D}\$</code>	\mathfrak{D}	<code>\$\mathfrak{D}\$</code>

7.6.5 Barré

Pour barrer un texte dans un environnement mathématique, on utilise `\cancel{texte}`. L'extension `cancel` est à placer dans le préambule.

$$x^2 - \cancel{x} + \cancel{x} + 1 = x^2 - 1$$

$$x^2 - \cancel{x} + \cancel{x} - 1 = x^2 - 1$$

$$\cancel{A} + \cancel{B} + \cancel{C} = 0$$

$$\cancel{A} + \cancel{B} + \cancel{C} = 0$$

7.6.6 Fantômes

Les fantômes sont invisibles mais permettent des ajustements intéressants. La commande `\phantom` permet de générer un espace blanc de la même longueur que son argument, autrement dit de permet

(33). L'I. G. préfère toutefois \mathbf{R} à \mathbb{R} .

de réserver de l'espace pour des caractères invisibles. Cela peut être utile comme le montrent les exemples suivants :

$$C_7^{13} \quad \text{à comparer à} \quad C_7^{13}$$

$$\text{\texttrm{C}}^{\text{\texttrm{13}}}_{\text{\texttrm{7}}} \quad \text{\texttrm{C}}^{\text{\texttrm{13}}}_{\text{\texttrm{7}}}$$

Le petit chaperon se promène.

Le petit chaperon `` se promène.

On peut ainsi l'utiliser dans des alignements verticaux d'équations ⁽³⁴⁾ ou d'expressions :

$$x^2 = 3x - 2 \iff x^2 - 3x + 2 = 0$$

$$\iff (x - 1)(x - 2) = 0$$

$$x^2 = 3x - 2 \iff x^2 - 3x + 2 = 0 \par$$

$$ \iff (x - 1)(x - 2) = 0$$

$$f(x) = \begin{cases} x^2 - 24 & -5 \leq x < -2 \\ x + 2 & -2 \leq x < 3 \end{cases}$$

$$f(x) = \left\{ \begin{array}{l} x^2 - 24 \\ x + 2 \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} -5 \leq x < -2 \\ -2 \leq x < 3 \end{array}$$

Le fantôme a servi à aligner le 2 et le 3 (sinon le 3 aurait été sous le -).

Un autre exemple est celui de l'alignement des radicaux :

$$\sqrt{x} + \sqrt{X} + \sqrt{x}$$

$$\sqrt{x} + \sqrt{X} + \sqrt{x}$$

La différence est fine... entre les premier et troisième radicaux mais l'on constate que la composition des deux radicaux de droite est plus homogène (ils sont alignés en haut) et donc visuellement plus satisfaisante.

Ou encore, pour compléter la relation de Chasles :

$$\overrightarrow{AC} = \overrightarrow{AB} + \overrightarrow{BC}$$

$$\overrightarrow{AC} = \overrightarrow{AB} + \overrightarrow{BC}$$

(34). Pour ce qui est des équations, je renvoie le lecteur au paragraphe suivant. L'avantage de l'utilisation d'un fantôme ici est de pouvoir coller le texte sur la marge de gauche.

7.7 Présentation d'une équation

7.7.1 Numérotation d'une formule

Une équation numérotée (et écrite en mode `\displaymath`) est encadrée par :

`\begin{equation}` et `\end{equation}`

$$x^3 - x - 1 = 0 \quad (7.1)$$

`\begin{equation} x^3-x-1=0 \end{equation}`

Numéroter les lignes permet de faire référence à telle ou telle équation à l'aide de la macro `\label` ⁽³⁵⁾.

Soit a , b et c des réels (avec $a \neq 0$). On définit le réel Δ par $\Delta = b^2 - 4ac$.

Soit l'équation

$$ax^2 + bx + c = 0 \quad (7.2)$$

L'équation (7.2) a pour solution...

Soit a , ... $\Delta = b^2 - 4ac$. \par

Soit l'équation

`\begin{equation}`

`a\,x^2+b\,x+c=0 \label{eq:SD}`

`\end{equation}`

L'équation~\eqref{eq:SD} a pour solution...

Pour imposer à la numérotation des formules de suivre celle des sections (et non celle des chapitres), il faut écrire `\numberwithin{equation}{section}` dans le préambule.

En plaçant dans les options de classes de document (`\documentclass`) l'option `fleqn`, les formules mathématiques sont placées à gauche (au lieu de les centrer); avec l'option `leqno`, les formules mathématiques sont centrées et les numéros sont placés à gauche.

7.7.2 Équations sur plusieurs lignes

Lorsque l'on mène un calcul, il peut être utile de placer une suite d'égalités (ou d'inégalités, équivalences, ...) ⁽³⁶⁾ sur plusieurs lignes en alignant les symboles de relation. Voici *quelques* environnements pouvant aider à une telle présentation.

7.7.2.1 L'environnement `eqnarray`

On utilise l'environnement `eqnarray` ou sa forme étoilée `eqnarray*` dont la structure est la suivante :

(35). Voir la section 6.4, page 45.

(36). Même si le membre de gauche est vide!

`\begin{eqnarray}`

Ligne 1 `\`

Ligne 2 `\` ...

`\end{eqnarray}`

Chaque ligne a une structure de la forme :

Partie gauche & *Partie centrale* & *Partie droite*

- La *partie gauche* est alignée à droite ;
- la *partie centrale*, contenant la plupart du temps un signe = ou > ou \geq ou ..., est centrée (!);
- la *partie droite* est alignée à gauche.

`eqnarray` numérote les lignes, contrairement à `eqnarray*`. Toutefois, on peut supprimer la numérotation sur une ligne particulière en écrivant la commande `\nonumber` à la fin de la ligne concernée, avant la contre-oblique `\`.

$$(3 + 2i)^2 = 3^2 + 2 \times 3 \times 2i + (2i)^2 \quad (7.3)$$

$$= 9 + 12i - 4 \quad (7.4)$$

$$= 5 + 12i \quad (7.5)$$

$$(3 + 2i)^2 = 3^2 + 2 \times 3 \times 2i + (2i)^2$$

$$= 9 + 12i - 4$$

$$= 5 + 12i \quad (7.6)$$

$$(3 + 2i)^2 = 3^2 + 2 \times 3 \times 2i + (2i)^2$$

$$= 9 + 12i - 4$$

$$= 5 + 12i$$

`\begin{eqnarray}`

$(3 + 2i)^2$ & = &

$3^2 + 2 \times \dots^2$ `\`

& = & $9 + 12i - 4$ `\`

& = & $5 + 12i$

`\end{eqnarray}`

`\begin{eqnarray}`

$(3 + 2i)^2$ & = &

$3^2 + 2 \times \dots^2$ `\nonumber\`

& = & $9 + 12i - 4$ `\nonumber\`

& = & $5 + 12i$

`\end{eqnarray}`

`\begin{eqnarray*}`

$(3 + 2i)^2$ & = &

$3^2 + 2 \times \dots^2$ `\`

& = & $9 + 12i - 4$ `\`

& = & $5 + 12i$

`\end{eqnarray*}`

On peut changer l'espace vertical ajouté entre deux lignes avec la commande `\jot` :

$$\begin{aligned} x &= 1 + 2 \\ &= 3 \end{aligned}$$

```
{\setlength{\jot}{0.35cm}
\begin{eqnarray*}
x&=&1+2\\&=&3
\end{eqnarray*}}
```

7.7.2.2 L'environnement align

On a les mêmes présentations des équations avec l'environnement `align` ou sa forme étoilée `align*` et la commande `\notag`. Les espaces autour du signe d'(in)égalité sont réduites.

La structure est :

Partie gauche & Partie droite

Le signe « = », qui est présent dans chaque ligne, sera donc écrit dans la partie droite.

$$\begin{aligned} (3 + 2i)^2 &= 3^2 + 2 \times 3 \times 2i + (2i)^2 \\ &= 9 + 12i - 4 \\ &= 5 + 12i \end{aligned}$$

```
\begin{align*}
(3 + 2\,,\mathrm{i})^2 &= 3^2 + 2 \dots \quad \backslash\backslash
&= 9 + \dots
\end{align*}
```

Enfin, à la page 77, se trouve un autre code source de cette présentation utilisant un tableau mathématique (`array`).

Essentiellement, `align(*)` permet l'alignement de groupes multiples d'(in)équations :

$$\begin{array}{lll} a = 1 & b = 2 & c > 3 \\ a' = 3 & b' = 0 & c' < -2 \end{array}$$

```
\begin{align*}
a&=1 & b&=2 & c&>3\\
a'&=3 & b'&=0 & c'&<-2
\end{align*}
```

7.7.2.3 L'environnement split

L'environnement `split` a une syntaxe semblable à celle d'un tableau car on détermine l'alignement avec un *unique* caractère & par ligne (qui est souvent placé

avant le symbole de relation) et le passage d'une ligne à l'autre par la commande `\`.

$$\begin{aligned} (3 + 2i)^2 &= 3^2 + 2 \times 3 \times 2i + (2i)^2 \\ &= 9 + 12i - 4 \\ &= 5 + 12i \end{aligned} \tag{7.7}$$

```
\begin{equation}
\begin{split}
(3 + 2\,,\mathrm{i})^2
&= 3^2 + \dots + (2\,,\mathrm{i})^2 \quad \backslash\backslash
&= 9 + 12\,,\mathrm{i} - 4 \quad \backslash\backslash
&= 5 + 12\,,\mathrm{i}
\end{split}
\end{equation}
```

La numérotation des formules est centrée verticalement (du bloc de formules). La version étoilée `equation*` supprime la numérotation des formules.

7.7.3 Insertion d'un commentaire avec la commande \intertext

Cette commande s'applique avec `align(*)`. Le texte écrit avec `\intertext` est collé sur la marge de gauche et n'est pas centré.

```
\begin{align*}
(3 + 2\,,\mathrm{i})^2 &= 3^2 + 2 \times 3 \times 2i + (2i)^2 \\
&= 3^2 + 2 \times 3 \times 2i + (2i)^2 \quad \backslash\backslash
&= 9 + 12i - 4 \\
&= 5 + 12i
\end{align*}
```

`\intertext{\%`
Le terme $(2\,,\mathrm{i})^2$ vaut $\dots -4$.
`\}`

$$(3 + 2i)^2 = 3^2 + 2 \times 3 \times 2i + (2i)^2$$

Le terme $(2i)^2$ vaut $2^2 \times i^2 = 4 \times (-1) = -4$.

$$\begin{aligned} &= 9 + 12i - 4 \\ &= 5 + 12i \end{aligned}$$

7.7.4 Formule trop longue

Quand une formule est trop longue pour être écrite sur une seule ligne, on peut l'écrire, sans alignement, sur plusieurs lignes grâce à l'environnement `multline` (ou `multline*` sans numérotation d'équation).

Les changements de ligne sont indiqués dans le source à l'endroit voulu par `\`. La première ligne est alignée à gauche, la dernière ligne, alignées à droite et toutes

les lignes intermédiaires, centrées.

$$\begin{aligned}(2x-1)^8 &= 256x^8 - 1024x^7 \\ &\quad + 1792x^6 - 1792x^5 \\ &\quad + 1120x^4 - 448x^3 \\ &\quad + 112x^2 - 16x + 1\end{aligned}\quad (7.8)$$

```
\begin{multline}
(2x-1)^8=256\,x^8-1\,024\,x^7\\
+1\,792\,x^6-1\,792\,x^5\\
+1\,120\,x^4-448\,x^3+112\,x^2-16\,x+1
\end{multline}
```

7.8 Définir ses propres commandes

7.8.1 La commande `\ensuremath`

Pour provoquer l'utilisation d'une expression aussi bien en mode texte qu'en mode mathématique, on utilise la commande `\ensuremath`.

Par exemple, la macro ⁽³⁷⁾

```
\newcommand{\ER}{\ensuremath{\mathbb{R}}}
```

affiche le symbole \mathbb{R} dans un environnement mathématique ⁽³⁸⁾, même en mode texte ⁽³⁹⁾.

\mathbb{R} est l'ensemble...

$\forall y \in \mathbb{R}$

```
\ER{} est l'ensemble\dots\par
$\forall y \in \ER$
```

De la même façon ⁽⁴⁰⁾,

```
\newcommand{\Degre}{\ensuremath{^\circ}}
```

(à l'aide de `\circ`, `\circ`, mis en exposant) permet d'écrire correctement le symbole « degré » ⁽⁴¹⁾, que l'on soit en mode texte ou en mode mathématique.

- la température vaut 30° à 16 h
- $\cos \alpha = 0,5$ donc $\alpha = 60^\circ$

```
la température vaut 30\Degre\ à 16h
$\cos\alpha=0,5$ donc $\alpha=60\Degre$
```

(37). `\ER` comme « Ensemble de Réels » ; je présente une macro `\R` pour les racines plus loin... Deux macros différentes ne peuvent pas avoir le même nom ! Voir la notion de macros au chapitre 10.

(38). Ceci dit, les règles typographiques demandent d'employer plutôt l'écriture en gras \mathbf{R} (`\mathbf{R}`).

(39). Les accolades qui suivent `\ER` imposent une espace.

(40). \LaTeX est sensible à la casse. La commande `\degre` est déjà définie mais pas `\Degre`...

(41). À comparer avec `\degres`, qui donne °.

7.8.2 La commande `\DeclareMathOperator`

Cette commande permet de créer de nouveaux opérateurs (donc non déjà définis). C'est en fait un raccourci pratique pour composer les opérateurs.

La syntaxe est :

```
\DeclareMathOperator{commande}{texte}
```

où *commande* est le nom de la commande et *texte* est le texte qui sera affiché en romain.

Par exemple, si l'on préfère écrire le sinus hyperbolique sous sa forme traditionnelle `\sh` plutôt que sous la forme proposée par \LaTeX `\sinh` (obtenue avec `\sinh`) ⁽⁴²⁾, on déclare dans le préambule :

```
\DeclareMathOperator{\sh}{sh}
```

La saisie de `\sh x` donnera bien $\operatorname{sh} x$.

On pourra aussi remplacer le gcd anglo-saxon par un PGCD obtenu à l'aide de

```
\DeclareMathOperator{\PGCD}{PGCD}.
```

La saisie de `\PGCD(x,y)` donnera $\operatorname{PGCD}(x,y)$.

Enfin, on pourra placer déclarer dans le préambule :

```
\DeclareMathOperator{\e}{e}
```

pour écrire correctement le symbole de l'exponentielle, e .

7.8.3 Utilisation de `\renewcommand`

7.8.3.1 Principe

La commande `\renewcommand` permet de redéfinir des commandes \LaTeX déjà existantes.

7.8.3.2 Un « raccourci clavier »

En écrivant dans le préambule

```
\renewcommand{\be}{\begin{enumerate}}
\renewcommand{\ee}{\end{enumerate}}
```

on pourra désormais remplacer la saisie

```
\begin{enumerate}
\item choix 1 \item choix 2
\end{enumerate}
```

par la saisie

```
\be \item choix 1 \item choix 2 \ee
```

(42). $\forall x \in \mathbb{R}$, $\operatorname{sh} x = \frac{e^x - e^{-x}}{2}$

7.8.3.3 Redéfinir des commandes existantes

Si l'on veut définir à nouveau une commande prédéfinie, on utilise la commande :

`\renewcommand{\comm}{\operatorname{texte}}`

Par exemple, on peut redéfinir \mathbb{C} ⁽⁴³⁾ : au lieu d'écrire à chaque fois `\mathbb{C}`, on écrit simplement `\C` après avoir écrit dans le préambule `\newcommand{\C}{\ensuremath{\mathbb{C}}}`.

Enfin, on pourra remplacer le `gcd` anglo-saxon (par défaut) par un PGCD obtenu à l'aide de `\renewcommand{\gcd}{\text{PGCD}}` ou encore de `\renewcommand{\gcd}{\mathrm{PGCD}}`.

La saisie de `\gcd(x,y)` donnera $\text{PGCD}(x,y)$.

7.8.4 Utilisation de `\xspace`

Supposons que nous ayons la macro `\newcommand\IP{imaginaires purs}`.

En saisissant `L'axe des \IP est...`, on obtient :
L'axe des imaginaires purs est...

On voit que l'espace entre la macro et le texte la suivant est supprimée.

Si l'on saisit `\newcommand\IP{imaginaires purs }`, on obtient bien

L'axe des imaginaires purs est...

Mais `est situé sur l'axe des \IP.` donne
`est situé sur l'axe des imaginaires purs .`

On voit que l'espace entre la macro et le point final est conservée.

La bonne solution est d'utiliser un `\xspace` du package `xspace` : le `\xspace` va détecter lors de la compilation si une espace doit être ajoutée ou pas à la fin de la macro. On saisira donc :

`\newcommand\IP{imaginaires purs\xspace}`

7.9 Pose d'une opération : `xlop`

L'extension `xlop` permet de réaliser des calculs arithmétiques.

Grâce à cette extension, les opérations peuvent être « posées » ou « écrites en ligne » comme à l'école. On peut, de plus, contrôler aussi de nombreux paramètres de l'affichage. Par exemple, l'addition $356 + 78$ posée ci-dessous est obtenue simplement par `\opadd{356}{78}`.

(43). Que les règles typographiques en vigueur demandent pourtant d'écrire **C** (« C gras »), comme **N** ou **R**...

$$\begin{array}{r} 11 \\ 356 \\ + 78 \\ \hline 434 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 11 \\ 4 \bullet, 8 \bullet \\ + \bullet 75 \\ \hline 1 \bullet 3, 39 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 36 \\ - 24 \\ \hline 120 \\ - 120 \\ \hline 0 \end{array} \bigg| \begin{array}{r} 24 \\ 1,5 \end{array}$$

Je renvoie le lecteur intéressé à [46].

7.10 Lettres et symboles

Parmi tous les symboles disponibles par L^AT_EX, voici ceux qui sont utilisés dans l'enseignement secondaire et utiles dans nos documents.⁽⁴⁴⁾

Tous les symboles présentés sont écrits dans un environnement mathématique (entre \$).

7.10.1 Le symbole €

Le symbole de l'euro peut être obtenu à l'aide du package `eurosym` qui fournit les commandes suivantes :

- `\euro{}` pour obtenir € ;
- `\EUR{7}` pour obtenir 7€⁽⁴⁵⁾.

Attention ! `$_euro{}` et `$_EUR{}` donnent *e*. Pour obtenir « 1 € » dans un environnement mathématique, on écrira donc `$1\text{\euro{}}` ou bien `$_text{\EUR{1}}$`.

7.10.2 Un utilitaire

Je signale, à tout hasard, l'existence de `detexify` [114]. Le principe est de retrouver l'écriture de saisie d'un symbole en le dessinant dans la fenêtre de gauche : plusieurs possibilités s'offrent dans une fenêtre de droite. Il est alors précisé si la saisie est en mode texte ou en mode mathématique et, le cas échéant, le package nécessaire.

7.10.3 Numérations antiques

Dans cette section, il n'y a pas besoin de \$ (d'ailleurs inexistant dans ces temps antiques!).

Considérons le nombre 142 800.

Il s'écrivait chez les Égyptiens, au temps des pyramides :



Il s'écrivait en Chine antique⁽⁴⁶⁾ :

(44). Le lecteur pourra s'essayer à leur emploi dans les exercices donnés pages 171 et suivantes...

(45). Remarquez qu'il y a une espace fine entre 7 et € dans `7€` (`\EUR{7}`) et une espace insécable dans `7 €` (`7\text{\euro{}}`).

(46). Soit « [1 (fois) 10 (et) 4] (fois) 10 000 (et) 2 (fois) 1 000 (et) 8 (fois) 100 ». Les nombres sont décomposés toutes les quatre puissances de 10. Voir, pour plus d'information sur la numération chinoise :

http://www.apmep.asso.fr/IMG/pdf/Numeration_Site.pdf.

一十四万二千八百

Je renvoie le lecteur intéressé à [64], document qui utilise – entre autres – des fontes permettant d'utiliser des fontes mayas, cunéiformes et de dessiner des hiéroglyphes pour illustrer les numérations antiques. Il utilise en particulier les packages `hieroglf`, `mathbx`⁽⁴⁷⁾ et `akkadian`.

Pour ce qui est des caractères chinois, l'installation des extensions est plutôt technique. Il vaut donc mieux insérer des images de chiffres⁽⁴⁸⁾ récupérées sur l'e-toile.

7.10.4 Lettres grecques

7.10.4.1 De l'alpha à l'oméga

Elles sont obtenues⁽⁴⁹⁾ en faisant précéder leur nom d'une contre-oblique : `α` donnera α , `β`, β , et ainsi de suite, à part le omicron, obtenu avec un « o »⁽⁵⁰⁾. Certaines lettres ont une variante.

Les lettres grecques identiques aux lettres latines ne sont pas définies : le α majuscule est identique au A, le β majuscule, au B, etc. ; les autres sont obtenues en écrivant leur nom avec leur initiale en majuscule.

α	<code>\alpha</code>	β	<code>\beta</code>	γ	<code>\gamma</code>
δ	<code>\delta</code>	ϵ	<code>\epsilon</code>	ε	<code>\varepsilon</code>
ζ	<code>\zeta</code>	η	<code>\eta</code>	θ	<code>\theta</code>
ϑ	<code>\vartheta</code>	ι	<code>\iota</code>	κ	<code>\kappa</code>
\varkappa	<code>\varkappa</code>	λ	<code>\lambda</code>	μ	<code>\mu</code>
ν	<code>\nu</code>	ξ	<code>\xi</code>	π	<code>\pi</code>
ϖ	<code>\varpi</code>	ϱ	<code>\varrho</code>	ρ	<code>\rho</code>
σ	<code>\sigma</code>	ς	<code>\varsigma</code>	τ	<code>\tau</code>
υ	<code>\upsilon</code>	ϕ	<code>\phi</code>	φ	<code>\varphi</code>
χ	<code>\chi</code>	ψ	<code>\psi</code>	ω	<code>\omega</code>
Γ	<code>\Gamma</code>	Δ	<code>\Delta</code>	Θ	<code>\Theta</code>
Λ	<code>\Lambda</code>	Ξ	<code>\Xi</code>	Π	<code>\Pi</code>
Υ	<code>\Upsilon</code>	Φ	<code>\Phi</code>	Ψ	<code>\Psi</code>
Ω	<code>\Omega</code>				

TABLE 7.1 – Lettres grecques

$$P(X \leq x) = \Phi\left(\frac{x - \mu}{\sigma}\right)$$

(47). Ce package offre trois séries de symboles mais rentre en conflit entre les packages qui définissent la même commande, notamment `amsmath`.

(48). N'hésitez pas à me demander les images des nombres chinois au format `eps`.

(49). Il est rare d'utiliser toutes ces lettres ! Mais j'ai voulu être exhaustif sur ce point.

(50). La macro `\omicron` n'existe donc pas.

```
$P(X\leqslant x)=
\Phi\left(\dfrac{x-\mu}{\sigma}\right)$
```

7.10.4.2 Majuscules en italiques

Pour avoir les majuscules grecques en italique – comme, en général, les lettres (grecques comprises) – en mode mathématique, il faut utiliser la macro `\mathit` ou la macro `\mit` : `$\mathit{\Gamma}$` donne Γ , alors que `Γ` donne Γ .

7.10.5 Symboles mathématiques

Une table des symboles utilisés dans nos cours se trouve page suivante.

D'autres exemples d'écritures mathématiques se trouvent dans le chapitre suivant, paragraphe 8.17.

Tableaux

8.1 Tableaux « de base »

8.1.1 Structure... et aide-mémoire

La structure est la suivante :

```
\begin{tabular}[opt]{motif}
col 1 & col 2 & ... & col n \\ % lig 1
col 1 & col 2 & ... & col n \\ % lig 2 ...
\end{tabular}
```

Une ligne finit par une double contre-oblique `\\` et, sur une ligne, les contenus des colonnes sont séparés par une esperluette `&`.

Le *motif* est la façon de composer chaque colonne (texte centré, aligné à gauche, ...).

l	texte de la colonne sur la gauche
r	texte de la colonne sur la droite
c	texte centré dans la colonne
p{ ℓ }	colonne de largeur ℓ
	trait vertical entre 2 colonnes
@{ a }	suppléant a de l'espace inter colonnes

8.1.2 Un travail sans filet

Candidat	Note N	Résultat
François	9,7	Refusé
Gilbert	18,7	Admis
Jean	12,3	Admis

```
\begin{tabular}{l c r}
Candidat & Note $N$ & Résultat \\
François & 9,7 & Refusé \\
Gilbert & 18,7 & Admis \\
Jean & 12,3 & Admis \\
\end{tabular}
```

La saisie `{lcr}` convient aussi bien. Les espaces dans le motif n'induisent pas des espaces dans le tableau.

8.1.3 Répétition de colonnes

Si n colonnes (ou groupes de colonnes) de même type *col* se suivent, on peut se servir du raccourci `*{ n }{col}` :

`cccc` équivaut à `*{4}{c}` .

`|r|r|r|r|r|` équivaut à `|*{5}{r}|` .

Rang	1	2	3	4	5
Candidat	2	84	15	23	1

```
\begin{tabular}{l*{5}{c}}
Rang & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\
Candidat & 2 & 84 & 15 & 23 & 1 \\
\end{tabular}
```

8.1.4 Fin de ligne

1. En temps normal :

- fin de ligne dans une cellule avec `\newline` ;
- fin de ligne du tableau avec `\newline` ou `\\`.

2. Avec ⁽¹⁾ `\raggedright`, `\centering` ou `\raggedleft` :

- fin de ligne dans une cellule avec `\\` ;
- fin de ligne du tableau avec (impérativement) `\tabularnewline`.

8.1.5 Position du tableau par rapport au texte

Par défaut, le tableau est centré sur la ligne de base. Avec `t` pour *opt*, on aura un alignement du sommet du tableau sur la ligne de base et avec `b`, un alignement de la base du tableau.

Réponses :

1	2
Carré	Cercle

Réponses : `\begin{tabular}{cc}` 1...

Réponses :

1	2
Carré	Cercle

Réponses : `\begin{tabular}[b]{cc}` 1...

Réponses :

1	2
Carré	Cercle

Réponses : `\begin{tabular}[t]{cc}` 1...

(1). Ces commandes seront détaillées au paragraphe 8.3.2.

8.2 Lignes horizontales

8.2.1 Avec des lignes horizontales entières

`\hline` trace une ligne horizontale couvrant toutes les colonnes du tableau.

Candidat	Note N	Résultat
François	9,7	Refusé
Gilbert	18,7	Admis
Jean	12,3	Admis

```
\begin{tabular}{l || c | r}
Candidat & Note $N$ & Résultat \\ \hline
François & 9,7 & Refusé \\ \hline
...
```

8.2.2 Double ligne horizontale

La première ligne indiquant le contenu des colonnes peut être séparé des lignes suivantes par une double ligne horizontale.

Candidat	Note	Résultat
François	9,7	Refusé
Gilbert	18,7	Admis
Jean	12,3	Admis

```
\begin{tabular}{|l|c|r|}
\hline
Candidat & Note & Résultat \\ \hline
François & 9,7 & Refusé \\ \hline
...
```

8.2.3 Bordure horizontale partielle

`\cline{m-n}` trace une ligne horizontale couvrant les colonnes m et n du tableau.

Décimal	(Base 10)	37
Binaire	(Base 2)	100101
Hexadécimal	(Base 16)	25

```
\begin{tabular}{|r|r|r|}
\hline
Décimal & (Base 10) & 37 \\ \cline{2-3}
Binaire & ...
```

8.3 Fixer la largeur

8.3.1 Commande `p{largeur}`

`p{largeur}` dans les descripteurs de colonne permet de fixer la largeur d'une colonne. Attention, dans ce cas, par défaut, le texte est aligné à gauche. De plus, la longueur imposée est celle du *texte* dans la colonne.

centré	largeur de la colonne fixée à 4 cm	centré
--------	---------------------------------------	--------

```
\begin{tabular}{|c|p{4cm}|c|}
\hline
centré & largeur ... & centré \\ \hline
\end{tabular}
```

La longueur n'est pas forcément donnée en centimètres (ou en pouces !) mais comme une fraction de la longueur allouée à l'environnement dans lequel se trouve le texte ⁽²⁾. En particulier, `\textwidth` est la largeur allouée au texte dans l'ensemble du document et `\linewidth` est la largeur de la ligne courante.

A	B
---	---

```
\begin{tabular}{%
|p{0.25\linewidth}|p{0.35\textwidth}|}
\hline
A&B \\ \hline
\end{tabular}
```

La colonne de gauche occupe 25 % de l'espace horizontal disponible (« `0.25\linewidth` ») et la colonne de droite, 35 %.

On peut remplacer `p{4cm}` par `b{4cm}` ou par `m{4cm}` pour obtenir respectivement :

centré	largeur de la colonne fixée à 4 cm	centré
--------	---------------------------------------	--------

centré	largeur de la colonne fixée à 4 cm	centré
--------	---------------------------------------	--------

Verticalement, les cellules des *autres* colonnes seront respectivement alignées en bas et centrées par rapport aux cellules de cette colonne.

(b et m nécessitent l'appel de l'extension `array`.)

8.3.2 Alignement : `\centering`, ...

Pour contourner le problème de l'alignement sur la gauche avec la commande `p{...}`, il existe trois commandes :

- `\raggedright` pour aligner à gauche ⁽³⁾ ;
- `\centering` pour centrer ;
- `\raggedleft` pour aligner à droite.

Début	14 h 25
Fin	15 h 32

(2). Texte « classique », texte écrit sur deux colonnes, texte dans une liste, ...

(3). « Ragged right » : littéralement « en lambeau à droite ». Le texte est bien placé à gauche...

```
\begin{tabular}{|c|>\raggedleft}m{2cm}|}
\hline
Début & 14 h 25 \tabularnewline
\hline
Fin & 15 h 32 \tabularnewline
\hline
\end{tabular}
```

Elève	Note
Jean	12,3
François	9,7
Gilbert	18,7

```
\begin{tabular}{|>\centering}p{2cm}|r|}
\hline
Elève& Note\tabularnewline
\hline
Jean& 12,3 \tabularnewline \hline
François & 9,7\tabularnewline \hline
Gilbert& 18,7\\
\hline
\end{tabular}
```

\\ est redéfini par `tabular` et les commandes de position dans la colonne et ne peut plus être utilisé dans une colonne. Le problème est contourné avec l'utilisation de `\tabularnewline` à sa place.

Toutefois, la commande `\arraybackslash` permet d'utiliser `\\` pour changer de ligne de tableau :

Elève	Note
Jean	12,3
François	9,7
Gilbert	18,7

```
\begin{tabular}{%
|>\centering\arraybackslash}p{2cm}|r|}
\hline
Elève& Note\\
\hline
Jean& 12,3 \\\ ...
```

Enfin, s'il n'y a qu'une seule cellule qui doit être centrée, on y utilise `\centering` devant le texte.

Elève	Note
Jean	12,3
François	9,7
Gilbert	18,7

```
\begin{tabular}{|p{2cm}|r|}
\hline
\centering Elève & Note\\ \hline
Jean & 12,3 \\\ \hline
\end{center}
```

8.4 Cellules multicolonnées et multilignes

8.4.1 Cellules multicolonnées

La syntaxe de la commande est

```
\multicolumn{nbcol}{motif}{texte}
```

où *nbcol* est le nombre de colonnes à fusionner.

Cette commande est (surtout) utile pour composer les titres (hauts de colonne) d'un tableau. Il faut veiller toutefois à bien spécifier les filets verticaux dans les motifs : il est écrit ici, dans l'exemple ci-dessous, `|c|` et non `c`.

Cellule 1	
Cellule 2	Cellule 3

```
\begin{tabular}{|c|c|}
\hline
\multicolumn{2}{|c|}{Cellule 1} \\\ \hline
Cellule 2 & Cellule 3 \\\
\hline
\end{tabular}
```

	Note	Résultat
Jean	12,3	Admis
François	9,7	Refusé
Gilbert	18,7	Admis

```
\begin{tabular}{|l|c|r|}
\cline{2-3}
\multicolumn{1}{|c|}{} & Note & Résultat \\\
\hline
Jean & 12,3 & Admis \\\ \hline
François & 9,7 & Refusé\\
\hline ...
\end{tabular}
```

Cette commande permet de répondre au problème suivant : comment avoir un texte centré dans une colonne de largeur 2 cm ? Nous avons vu en effet que la commande `p{...}` compose l'entrée de la colonne au fer à gauche. La cellule en question est transformée en une fusion d'une colonne !

Elève	Note
Jean	12,3
François	9,7
Gilbert	18,7

```
\begin{tabular}{|p{2cm}|r|}
\hline
\multicolumn{1}{|c|}{Elève} & Note\\
\hline
\multicolumn{1}{|c|}{Jean} & 12,3 \\\
\hline
\multicolumn{1}{|c|}{François} & ...
```

8.4.2 Cellules multilignes

Si l'on veut fusionner des lignes, il faut avoir recours à l'extension `multirow` et donc ajouter `\usepackage{multirow}` dans le préambule.

La commande `\multirow` a pour syntaxe :

```
\multirow{nblig}{larg}{texte}
```

Avec le paramètre *larg*, on peut indiquer une largeur fixe si nécessaire ou une largeur adaptée au contenu de la colonne en entrant simplement un astérisque (*).

Admis	Non redoub.
	Redoublant

```
\begin{tabular}{|c|c|}  
\hline  
\multirow{2}{*}{Admis} & Non redoub.\\  
\cline{2-2}  
& Redoublant\\  
\hline  
\end{tabular}
```

Il peut y avoir des présentations peu heureuses, notamment dans l'utilisation conjointe de l'astérisque et de la commande de largeur `p{...}` :

1	texte beaucoup, beaucoup trop long
2	

```
\begin{tabular}{|c|p{4cm}|}  
\hline  
1&\multirow{2}{*}{texte .. long}\\  
\cline{1-1}  
2&\\  
\hline  
\end{tabular}
```

Dans ce cas, il faut rappeler la largeur ⁽⁴⁾.

1	texte beaucoup,
2	beaucoup trop long

```
\begin{tabular}{|c|p{4cm}|}  
\hline  
1&\multirow{2}{4cm}{texte ... long}\\  
\cline{1-1}  
2&\\  
\hline  
\end{tabular}
```

(4). Mais il ne vaut mieux pas utiliser `\multirow` avec `p{...}`, `p{...}` et `b{...}` et se contenter de `l`, `c` et `r`.

8.5 Tableau et paragraphe

8.5.1 Texte en paragraphe sur plusieurs lignes

Voici un petit exemple de paragraphe sur plusieurs lignes entouré d'une bordure.
--

```
\begin{tabular}{|p{5cm}|}  
\hline  
Voici un petit exemple de paragraphe...\\  
\hline  
\end{tabular}
```

Ce code source est une possibilité pour réaliser cet encadrement. Toutefois, l'emploi d'une minipage encadrée est probablement plus appropriée. Je renvoie le lecteur à la page 30.

8.5.2 Revenir à la ligne

Lorsque la colonne n'a pas de largeur fixée (type `c`, `l` ou `r`), le texte est écrit sur une seule ligne, quitte à empiéter sur les marges et, voire, à sortir de la page.

Une première envie serait d'utiliser un `\\` pour revenir à la ligne (comme on pourrait le faire dans un texte) mais ce symbole est réservé pour marquer la fin d'une ligne dans un tableau : il y aura un problème si le tableau contient au moins deux colonnes.

Pour contourner ce problème, une solution est d'utiliser une colonne de largeur fixée (type `p`, `m` ou `b`) et la commande `\par` pour revenir à la ligne :

le petit chaperon rouge se promenait dans les bois pour aller voir sa mère-grand	le loup
(les gentils)	(le méchant)

```
\begin{tabular}{|p{5cm}|l|}  
\hline  
le petit ... bois\par pour ... -grand  
& le loup \\ \hline  
(les gentils) & (le méchant)\\  
\hline \end{tabular}
```

8.6 Style par défaut pour une colonne

8.6.1 L'instruction `>{commandes}`

Le chargement de l'extension `array` permet d'utiliser l'instruction `>{commandes}` en début de cellule et `<{commandes}`, en fin de cellule.

Dans le tableau suivant, tous les termes de la première colonne sont écrits en italiques et toutes les cellules de la dernière colonne contiennent le symbole €. Cette instruction évite donc celle de mettre en italique chacune des expressions dans cette colonne.

<i>Article</i>	Prix €
<i>Article 1</i>	12 €
<i>Article 2</i>	15 €

```
\begin{tabular}{>{\itshape}l r<{\~\euro}}
Article & Prix\\ \hline
Article 1 & 12 \\ Article 2 & 15 \\
\end{tabular}
```

Dans le tableau suivant, tous les termes de la première colonne sont écrits en police « machine à écrire ».

Jean	12,3	Admis
François	9,7	Refusé
Gilbert	18,7	Admis

```
\begin{tabular}{>{\ttfamily}lcr} ...
```

L'instruction

```
\begin{tabular}{>$c<$ c c}
```

permet donc d'avoir trois colonnes centrées où la première est en mode mathématique et les deux dernières, en mode texte.

(1)	$\sum_{k=0}^n k$
(2)	$\sum_{k=0}^n k^2$

```
\begin{tabular}{c>$c<$}
\hline
(1)&\sum_{k=0}^n k \\ \hline
(2)&\sum_{k=0}^n k^2 \\ \hline
\end{tabular}
```

Pour composer une formule mathématique centrée en style hors-texte, on remplace dans le source précédent « >\$c<\$ » par « >{\\$ \displaystyle}c<{\\$} ».

(1)	$\sum_{k=0}^n k$
(2)	$\sum_{k=0}^n k^2$

```
\begin{tabular}{c>{\$ \displaystyle}c<{\$}}
\hline
(1)&\sum_{k=0}^n k \\ \hline
(2)&\sum_{k=0}^n k^2 \\ \hline
\end{tabular}
```

8.6.2 L'instruction \newcolumntype

Si un type de colonne doit être utilisé plusieurs fois, on utilise l'environnement `array` qui permet de définir un type de colonne.

La commande `\newcolumntype{car}[nb]{def}` va être utilisée. Le caractère `car` est utilisé comme spécificateur de colonnes; la façon dont la colonne doit être composée est indiquée par la chaîne `def`, celle-ci pouvant utiliser `nb` arguments.

Par exemple, on crée un type de colonne C dans laquelle tous les textes sont écrits en italique et en gras :

Jean	<i>12,3</i>	<i>Admis</i>
François	<i>9,7</i>	<i>Refusé</i>
Gilbert	<i>18,7</i>	<i>Admis</i>

```
\newcolumntype{C}{>{\itshape\bfseries}c}
\begin{tabular}{|l|C|C|}
\hline
Jean & 12,3 & Admis \\ \hline ...
```

Le source suivant permet d'écrire, dans la première colonne, large de 2 cm, du texte centré et, dans la seconde, des expressions mathématiques au format « hors texte » :

```
\newcolumntype{T}[1]{>{\centering}m{2cm}|}
\newcolumntype{F}{>{\$ \displaystyle}c<{\$}|}
\begin{tabular}{TF}
\hline
Fonction&f(x) =\cos x
\hline
Dérivée&f'(x)=-\sin x\\
\hline
\end{tabular}
```

Fonction	$f(x) = \cos x$
Dérivée	$f'(x) = -\sin x$

Une nouvelle colonne peut être définie avec paramètre. Dans l'exemple suivant, le paramètre est la largeur de la colonne (dont le contenu est aligné à droite).

BLA-BLA	Bla-bla
---------	---------

```
\newcolumntype{L}[1]{>{\raggedleft}m{#1}}
\begin{tabular}{|L{2.5cm}|L{3.5cm}|}
\hline
BLA-BLA&Bla-bla
\hline
\end{tabular}
```

On peut de même définir une colonne colorée (avec l'extension `colortbl`).

BLA-BLA	Bla-bla
BLA-BLA	Bla-bla

```
\newcolumntype{K}[1]{>{\columncolor{#1}}c}
\begin{tabular}{|K{red}|c|}
\hline
BLA-BLA&Bla-bla\tabularnewline\hline
BLA-BLA&Bla-bla\tabularnewline\hline
\end{tabular}
```

8.7 Agrandissement vertical

Comment améliorer la présentation de $\frac{\pi}{3}$ $\frac{\sqrt{3}}{2}$?

8.7.1 La commande `\arraystretch`

On augmente l'interlignage avec la commande `\arraystretch` (par défaut, elle vaut 1). L'effet obtenu est *global* : toutes les lignes seront affectées de la même façon.

$\frac{\pi}{3}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$
-----------------	----------------------

```
\renewcommand{\arraystretch}{2.3}
\begin{tabular}{| c | c |}
\hline
 $\frac{\pi}{3}$  &  $\frac{\sqrt{3}}{2}$  \\
\hline
\end{tabular}
```

Candidat	Note N	Résultat
François	9,7	Refusé
Gilbert	18,7	Admis
Jean	12,3	Admis

```
\renewcommand{\arraystretch}{2}
\begin{tabular}{| l || c | r |}
Candidat & Note & Résultat \\ \hline
François & 9,7 & Refusé \\ \hline
\end{tabular}
```

Remarque. Cette commande affecte aussi *tous* les tableaux qui la suivent. Par conséquent, si l'on veut qu'elle n'affecte qu'un seul tableau, il y a deux possibilités :

- saisir `\renewcommand{\arraystretch}{1}` juste après le tableau ;
- placer la commande et le tableau dans un seul bloc délimité par `{}`.

8.7.2 Avec une boîte

La commande `arraystretch` ne permet pas de changer la hauteur d'une seule ligne. On utilise à cette fin la commande `\parbox` ⁽⁵⁾ .

Cell. A
Cell. B
Cell. C

```
\begin{tabular}{|c|}
\hline Cell. A \\ \hline
\parbox[c][2cm][c]{3cm}{%
\centering Cell. B} \\
\hline Cell. C \\ \hline
\end{tabular}
```

8.7.3 Avec l'insertion d'un filet

Un *filet* est une réglure de largeur nulle (donc invisible) ayant une certaine hauteur et une certaine profondeur. Il agit sur une seule ligne.

$\frac{\pi}{3}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$
-----------------	----------------------

```
\begin{tabular}{| c | c |}
\hline
\rule[-2ex]{0pt}{6ex}
 $\frac{\pi}{3}$  &  $\frac{\sqrt{3}}{2}$  \\
\hline
\end{tabular}
```

(Ici, le filet contribue ⁽⁶⁾ pour 4 ex (6 + (−2)) en hauteur et 2 ex en profondeur. La réglure est invisible car elle a pour largeur 0 pt.)

8.7.4 Éloignement vertical

On peut modifier l'espacement vertical entre deux lignes avec `\\[espace]` :

Article 1	3,00€
Article 2	4,27€
Total	7,27€

```
\begin{tabular}{| l | r |}
Article 1 & \EUR{3,00} \\
Article 2 & \EUR{4,27} \\ \hline
Total & \EUR{7,27} \\
\end{tabular}
```

(5). Définie §4.2.1, page 29

(6). La détermination des « bonnes » valeurs se fait par essais-erreurs...

8.8 Épaisseur des filets

8.8.1 Pour tout le tableau

Par défaut, l'épaisseur des filets est 0,4 pt. Pour que l'épaisseur de *tous* les filets du tableau soit égale à *ep*, on déclare avant le tableau :

```
\setlength{\arrayrulewidth}{ep}
```

Candidat	Note <i>N</i>	Résultat
François	9,7	Refusé
Gilbert	18,7	Admis
Jean	12,3	Admis

```
\setlength{\arrayrulewidth}{2pt}
\begin{tabular}{|l|c|r|}
\hline
Candidat & Note $N$ & Résultat ...
```

Cette instruction modifie l'épaisseur des filets de *tous* les tableaux la suivant. Elle peut donc être mise dans le préambule si l'on veut qu'elle s'applique dans tout le document. Par contre, si elle ne doit agir que pour un tableau particulier, il faut encadrer le texte de saisie par des accolades {}⁽⁷⁾.

8.8.2 Pour quelques lignes ou quelques séparateurs de colonnes

Le début du source suivant – dont je ne détaillerai pas le contenu – (avec le package `array`) donne deux macros⁽⁸⁾ permettant de créer respectivement une ligne et une séparation de colonne dessinées en trait plus épais. Pour ceux qui veulent se dispenser d'utiliser `cwpuzzle` présentant une grille 4 × 4 – mais qui s'adapte très bien à une grille 9 × 9...

1	2	3	4
5	6	7	8
9	0	A	B
C	D	E	F

```
\newcommand\Ehline{\noalign{%
\global\savedwidth%
\arrayrulewidth\global\arrayrulewidth 2pt}
\hline \noalign{%
\global\arrayrulewidth \savedwidth}}
```

```
\newcolumntype{E}{!{\vrule width 2pt}}
\newlength\savedwidth
```

(7). Autrement dit : `\setlength{...}\end{tabular}`.

(8). Voir cette notion au chapitre 10, page 86.

```
\renewcommand{\arraystretch}{1.6}
\begin{tabular}{|c|c|c|c|}
\hline
1 & 2 & 3 & 4\\ \hline
5 & 6 & 7 & 8\\ \hline
9 & 0 & A & B\\ \hline
C & D & E & F\\
\hline
\end{tabular}
```

8.9 On tourne !

8.9.1 Le contenu

Pour effectuer la rotation d'un texte (long) dans un tableau, on utilise `\rotatebox{angle}{texte}` où *angle* est en degrés :

Plan.	Durée
T	23 h 56
J	9 h 50

```
\begin{tabular}{cc}
\rotatebox{45}{Plan.}&
\rotatebox{45}{Durée}\\
T&23 h 56\\ J & 9 h 50\\
\end{tabular}
```

On peut aussi mettre le texte dans une boîte de taille nulle pour ne pas que soit élargie la colonne :

Plan.	Durée
T	23 h 56
J	9 h 50

```
\begin{tabular}{cc}
\makebox[0cm][l]{\rotatebox{45}{Plan.}}&
\makebox[0cm][l]{\rotatebox{45}{Durée}}\\
T&23 h 56\\ J & 9 h 50\\
\end{tabular}
```

8.9.2 Le contenant

On reprend cette même commande :

A	B
C	D

```
\rotatebox{20}{%
\begin{tabular}{|c|c|}
\hline A&B\\ \hline C&D\\ \hline
\end{tabular}}
```

8.10 On scinde !

L'environnement `slashbox` permet de scinder en deux une cellule en deux selon la diagonale avec `\backslashbox{titre_col}{titre_lig}` :

x	y	1	2
4		5	6

```
\begin{tabular}{|c|c|c|}
\hline
\backslashbox{$x$}{$y$}&1&2\\
4&5&6\\
\hline
\end{tabular}
```

\backslash	Car.	S	A	F	Euler
Solide					
Tétraèdre	4	6	4	$4 + 4 - 6 = 2$	
Cube	8	12	6	$8 + 6 - 12 = 2$	

```
\begin{tabular}{|l|*{4}{c|}}
\hline
\backslashbox{Solide}{Car.}&S&A&F&Euler\\
\hline
Tétraèdre&4&6&4&$4+4-6=2$\\
Cube&8&12&6&$8+6-12=2$\\
\hline
\end{tabular}
```

8.11 On réduit !

Si l'on trouve trop grand un tableau, on le réduit avec la commande `\scalebox` de l'extension `graphicx`.

`\scalebox{coef}{objet}`

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26	27	28	29

```
\scalebox{0.8}{$\begin{array}{|*{10}{c|}}
\hline
&1&2&3&4&5&6&7&8&9\\
\hline
\end{array}$}
```

8.12 On note !

Pour les notes de bas de page liées à des contenus dans un tableau, voir le paragraphe 6.2.4, page 44.

8.13 On décale (entre deux lignes) !

La commande `\multirow` accepte un argument facultatif qui permet de décaler verticalement, le texte des cellules fusionnées :

`\multirow{nblig}{larg}[décal]{texte}`

Cette commande permet donc de donner l'illusion d'écrire entre les lignes.

1
2
4

```
\begin{tabular}{c|c|c}
\cline{2-2}
&\multirow{1}{*}[-1.5ex]{doubler}\\
\cline{2-2}
&\downarrow&2\%
\multirow{1}{*}[-1.5ex]{doubler}\\
\cline{2-2}
&4&\\
\cline{2-2}
\end{tabular}
```

8.14 Des colonnes extensibles

8.14.1 Extension tabularx

L'environnement propose une nouvelle déclaration de colonnes, `X`. `X` se transformera automatiquement en une colonne de la largeur adéquate.

Par exemple, `|X|c|X|` calculera d'abord l'espace propre aux colonnes 2 et 4 puis répartira de façon équitable l'espace restant entre les colonnes 1 et 3.

Voici comment obtenir le tableau suivant.

Un petit texte dans la première colonne.	1414	Un autre petit texte dans la dernière colonne.
--	------	--

```
\begin{tabularx}{0.9\linewidth}{|X|c|X|}
\hline
Un petit ... & 1414 & Un autre ... \\
\hline
\end{tabularx}
```

Le tableau occupe 90 % de l'espace horizontal disponible (« `0.9\linewidth` »).

La deuxième colonne occupe sa largeur propre et les deux autres ont la même largeur.

x	0	0,75	1,5	10
$f(x)$	-1	0,5	2	19

```
\begin{tabularx}{0.8\linewidth}{|c|*{4}{X|}}
\hline
$x$ & 0 & 0,75 & ...
\end{tabularx}
```

Si l'on veut que la largeur du tableau soit égale à 5 cm, on saisit :

```
\begin{tabularx}{5cm}{|c|*{4}{X|}}
\hline
$x$ & 0 & 0,75 & ...
\end{tabularx}
```

Remarque. Le module `tabularx` est une extension du module `array` (voir celui-ci en page 75). Il suffit donc d'inclure `tabularx` dans le préambule pour que `array` le soit aussi.

8.14.2 Position du contenu : commandes `\arraybackslash`, `\centering`, ...

Il y a un problème quand on utilise simultanément des colonnes de taille fixe (`p`, `m`, `b` et donc aussi `X`) et d'une commande d'alignement (`\centering`, ...) car les commandes d'alignement redéfinissent la commande `\` de retour à la ligne.

On utilise donc la commande `\arraybackslash` qui doit être utilisée comme ceci :

Axiome	« Il n'y a pas plus sérieux qu'un enfant qui joue. Jeu après jeu, l'enfant devient "je". »
--------	--

```
\begin{center}
\begin{tabularx}{8cm}{|c|>%
\raggedleft\arraybackslashX|}
\hline
Axiome & \og Il n'y a pas plus sérieux...\\
\hline
\end{tabularx}
\end{center}
```

x	0	0,75	1,5	10
$f(x)$	-1	0,5	2	19

```
\begin{tabularx}{0.8\linewidth}{%
|c|*{4}{>{\centering \arraybackslashX|}}
\hline
Signe &  $\Delta < 0$  &  $\Delta = 0$  &  $\Delta > 0$  \\
\hline
Nombre & aucune racine & une racine double & deux racines distinctes \\
\hline
\end{tabularx}
```

Les trois dernières colonnes extensibles ont leur contenu centré.

Examinons le cas suivant :

Signe	$\Delta < 0$	$\Delta = 0$	$\Delta > 0$
Nombre	aucune racine	une racine double	deux racines distinctes

```
\begin{center}
\begin{tabularx}{0.95\linewidth}{%
|c|*{3}{>{\centering \arraybackslashX|}}
\hline
Signe &  $\Delta < 0$  &  $\Delta = 0$  &  $\Delta > 0$  \\
\hline
Nombre & aucune racine & une racine double & deux racines distinctes \\
\hline
\end{tabularx}
\end{center}
```

Une colonne de type `X` est donc en fait une colonne de type `p` dont la taille est calculée grâce à la commande `\tabularxcolumn` dont on peut modifier (sans aucune surprise!) la définition.

En saisissant

```
\renewcommand{\tabularxcolumn}[1]{%
>{\centering\arraybackslash}m{#1}}
```

on obtient des cellules extensibles dont le contenu est centré verticalement (`m`) et horizontalement (`\centering`).

Ainsi la saisie de

```
{\renewcommand{\tabularxcolumn}[1]{%
>{\centering\arraybackslash}m{#1}}

\begin{center}
\begin{tabularx}{0.95\linewidth}{|c|X|X|X|}
\hline
Signe &  $\Delta < 0$  &  $\Delta = 0$  &  $\Delta > 0$  \\
\hline
Nombre & aucune racine & une racine double & deux racines distinctes \\
\hline
\end{tabularx}
\end{center}
```

donnera le tableau suivant :

Signe	$\Delta < 0$	$\Delta = 0$	$\Delta > 0$
Nombre	aucune racine	une racine double	deux racines distinctes

Quitte à modifier... On peut demander à avoir dans toute la colonne une police sans empattements :

Axiome 1	« Il n'y a pas plus sérieux qu'un enfant qui joue. »
Axiome 2	« Jeu après jeu, l'enfant devient "je". »

```
{\renewcommand{\tabularxcolumn}[1]{%
>{\sffamily\centering\arraybackslash}m{#1}}

\begin{center}
\begin{tabularx}{7.5cm}{|c|X|}
\hline
Axiome 1 & \og Il n'y a pas ... \\
\hline
Axiome 2 & \og Jeu après jeu, ... \\
\hline
\end{tabularx}
\end{center}
```

8.14.3 Plus de place qu'une autre

Voyons enfin comment spécifier qu'une colonne de type X occupe plus de place qu'une autre (sous condition d'avoir au moins deux colonnes de type X).

On introduit en tant que commande dans la chaîne de formatage, une réaffectation de la largeur

```
>{\hsize=coefficient\hsize}X
```

en veillant toutefois que la somme des coefficients soit égale au nombre de colonnes de type X.

Si l'on souhaite, par exemple, avoir deux colonnes de type X et voir la seconde occuper trois fois plus de place que la première, il faudra déclarer votre tableau comme ceci :

```
\begin{tabularx}{7cm}{%  
|>{\hsize=0.5\hsize}X|>{\hsize=1.5\hsize}X|}
```

Ici, la somme des coefficients (0,5 + 1,5) est bien égale au nombre de colonnes de type X, 2.

Axiome	« Il n'y a pas plus sérieux qu'un enfant qui joue. Jeu après jeu, l'enfant devient "je". »
--------	---

```
\begin{center}  
\begin{tabularx}{8.5cm}{%  
|>{\hsize=0.5\hsize}X|>{\hsize=1.5\hsize}X|}  
\hline  
Axiome & \og Il n'... joue\par Jeu... \fg \\  
\hline  
\end{tabularx}  
\end{center}
```

8.15 Couleurs

Il faut ajouter dans le préambule :

```
\usepackage{color,colortbl}  
\usepackage[table]{xcolor}
```

8.15.1 Bordure et filets

Pour colorier en *couleur* la bordure d'un tableau, on emploie la commande `\arrayrulecolor{couleur}`.

« Le jeu, c'est le travail de l'enfant, c'est son métier, c'est sa vie... » (Pauline KERGOMARD)

« Pas de panique, monsieur l'inspecteur, il faut savoir jouer avec le savoir. Le jeu est la respiration de l'effort, l'autre battement du cœur, il ne nuit pas au sérieux de l'apprentissage, il en est le contrepoint. Et puis jouer avec la matière c'est encore nous entraîner à la maîtriser. », *Chagrin d'école*, Daniel PENNAC

```
\arrayrulecolor{red}  
\begin{tabular}{|p{8cm}|}  
\hline  
\og Le jeu, ...
```

Cette commande s'applique en fait pour tous les tableaux suivants. Il faut donc saisir `\arrayrulecolor{black}` pour revenir à une bordure noire ensuite.

8.15.2 Colonne, ligne ou cellule

Pour colorier le fond d'une colonne, d'une ligne ou d'une cellule, on emploie les instructions respectives suivantes :

```
\columncolor{couleur}  
\rowcolor{couleur}  
\cellcolor{couleur}
```

Les photocopies étant souvent en noir et blanc, on utilisera des niveaux de teintes de gris. Pour la définition de ces teintes, je renvoie le lecteur à la page 19.

Objet	Qté	Prix Unit.	Prix Tot.
Obj 1	2	5,50	11,00
Obj 2	3	2,25	6,75
Obj 3	1	6,50	6,50
		TOTAL	24,25

```
\definecolor{gris1}{gray}{0.85}  
\definecolor{gris2}{gray}{0.65}  
\begin{center}  
\begin{tabular}{|c|r|r|r|}\hline  
\rowcolor{gris1}Objet& Qté& ... \\  
Obj 1& 2& 5,50 & 11,00\\ \hline  
Obj 2& 3& 2,25 & 6,75\\ \hline  
Obj 3& 1& 6,50 & 6,50\\ \hline  
& & TOTAL & \cellcolor{gris2}24,25\\ \hline  
\end{tabular}  
\end{center}
```

Objet	Qté	Prix Unit.	Prix Tot.
Obj 1	2	5,50	11,00
Obj 2	3	2,25	6,75
Obj 3	1	6,50	6,50
		TOTAL	24,25

```
\begin{tabular}  
{|>{\columncolor{gris1}}c|r|r|r|}  
\hline  
Objet& Qté& Prix Unit. & Prix Tot. \\  
Obj 1& 2& 5,50 & 11,00\\ \hline  
Obj 2& 3& 2,25 & 6,75\\ \hline  
Obj 3& 1& 6,50 & 6,50\\ \hline  
& & TOTAL & \cellcolor{gris2}24,25\\ \hline  
\end{tabular}
```

8.15.3 Couleurs de ligne alternées

On peut avoir besoin d'une alternance de couleurs d'une ligne à l'autre. On utilise pour cela la commande `\rowcolors` (avec un *s*) de syntaxe

```
\rowcolors[\hline]{deb}{coul_imp}{coul_p}
```

deb est le numéro de ligne où commence cette alternance;

coul_imp est la couleur de ligne de rang impair ⁽⁹⁾ ;

coul_p est la couleur de ligne de rang pair.

L'option `[\hline]` trace les lignes horizontales.

Candidat	Note <i>N</i>	Résultat
François	9,7	Refusé
Gilbert	9,9	Refusé
Hervé	10,1	Admis
Ignace	14,7	Admis

```
\rowcolors[\hline]{2}{}{lightgray}
\begin{tabular}{l | c | r}
Candidat & Note $N$ & Résultat \\ \hline
François & 9,7 & Refusé \\ \hline
...
```

Cette commande affecte *tous* les tableaux qui la suivent. S'il n'y a qu'un tableau sur lequel on a à appliquer cette commande, il faut mettre le bloc de saisie entre accolades ⁽¹⁰⁾ .

Dans la commande, `{couleur}` peut être remplacé par `[modèle]{couleur}`.

8.16 Séparateur de colonne @{...}

8.16.1 Principe et exemples

@{*symbole*} entre deux descripteurs de colonnes permet de définir *symbole* comme remplacement de l'espace inter-colonnes. Cela remplace |.

3 fois 8 est égal à 24
6 fois 8 est égal à 48
7 fois 8 est égal à 56

```
\begin{tabular}{%
r @{ fois 8 est égal à } r}
3 & 24 \\
6 & 48 \\
7 & 56 \\
\end{tabular}
```

(9). Si la ligne (de rang pair ou impair) n'est pas colorée (ou colorée en blanc), on ne met rien entre les accolades.

(10). Autrement dit, { avant `\rowcolors...` et } après `...\end{tabular}`.

Les 4 cons du jour J :

con- science
con- fiancé
con- centration
con- viction

```
Les 4 cons du jour J :\\
\begin{tabular}{>{con-- }l}
science\\ ...
\end{tabular}
```

Par conséquent, l'instruction @{} permet de coller deux colonnes (autrement dit, de rendre nul l'espace inter-colonnes).

Cela permet aussi de supprimer l'espacement dans un tableau :

avec espaces	sans espace
--------------	-------------

```
\begin{tabular}{l}
\hline avec espaces \\ \hline
\end{tabular}
```

```
\begin{tabular}{@{}l@{}}
\hline sans espace \\ \hline
\end{tabular}
```

!{*symbole*} a la même finalité que @{*symbole*} mais ne supprime pas l'espace inter-colonnes.

3 fois 8 est égal à 24
6 fois 8 est égal à 48
7 fois 8 est égal à 56

```
\begin{tabular}{%
r !{ fois 8 est égal à } r}
3 & 24 \\
6 & 48 \\
7 & 56 \\
\end{tabular}
```

8.16.2 Alignement de nombres sur le point décimal

41,2
+ 74,93
<hr/> 116,13

```
\begin{tabular}{c@{ } r @{,} l}
& 41 & 2 \\
+ & 74 & 93 \\ \hline
& 116 & 13 \\
\end{tabular}
```

Expression	Approx.
π	3,142
π^π	36,462

```
\begin{tabular}{c r @{\,} l}
Expression & \multicolumn{2}{c}{Approx.} \\
\hline
$\pi$ & 3&142 \\
$\pi^{\pi}$ & 36&462 \\
\end{tabular}
```

8.17 Avec un contenu mathématique

8.17.1 L'extension array

Les tableaux suivants ne contiennent *que* des termes mathématiques : on utilise le support `array`, de l'extension éponyme `array` (support très proche de celui du tableau usuel `tabular`).

$$S = \begin{cases} \Delta > 0 \\ \Delta = 0 \\ \Delta < 0 \end{cases} \quad S = \begin{cases} \frac{b \pm \sqrt{\Delta}}{2a} \end{cases} \quad S = \emptyset$$

```
$\begin{array}{ccc}
\Delta > 0 & \Delta = 0 & \Delta < 0 \\
\mathcal{S} = \left\{ \frac{b \pm \sqrt{\Delta}}{2a} \right\} & \mathcal{S} = \left\{ \frac{b}{2a} \right\} & \mathcal{S} = \emptyset
\end{array}$
```

8.17.2 Systèmes (et assimilés !)

$$\begin{cases} 3x + 2y = 5 \\ 5x - 4y = 1 \end{cases}$$

```
$\left\{ \begin{array}{r@{\sim}c@{\sim}l}
3x+2y & = & 5 \\
5x-4y & = & 1
\end{array} \right.$
```

On a aussi, histoire d'utiliser les délimiteurs :

$$\left. \begin{array}{l} x \in E \\ \text{ou} \\ x \in F \end{array} \right\} \iff x \in E \cup F$$

```
$\left. \begin{array}{c}
x \in E \\
\text{ou} \\
x \in F
\end{array} \right\} \iff x \in E \cup F$
```

8.17.3 Matrices et coordonnées vectorielles

$$\begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} -1 \\ 5 \end{pmatrix}$$

```
$\left( \begin{array}{cc}
1 & 2 \\
3 & 4
\end{array} \right)$
```

Pour expliquer le produit matriciel ⁽¹¹⁾ :

$$\begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 5 & 5 \\ 7 & 8 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 19 & 22 \\ 43 & 50 \end{pmatrix}$$

```
$\begin{array}{c}
\left( \begin{array}{cc}
1 & 2 \\
3 & 4
\end{array} \right) \begin{pmatrix} 5 & 5 \\ 7 & 8 \end{pmatrix} \\
\begin{array}{cc}
19 & 22 \\
43 & 50
\end{array}
\end{array}$
```

On peut jouer avec les `multicolumn` et les `hline` pour donner une impression d'encadrement de ligne et de colonne :

$$\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \end{pmatrix} \quad \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \end{bmatrix}$$

```
$\left( \begin{array}{cccc}
1&2&3&4 \\
1&2&3&4 \\
1&2&3&4 \\
1&2&3&4
\end{array} \right)$
```

(11). Les cadres sont faits « à la main ». Les valeurs indiquées peuvent donc être changées !

8.17.4 Coefficient binomial

Pour écrire un coefficient binomial correspondant au nombre de combinaisons possibles en prenant 2 objets parmi 5, on a le choix entre :

- $\binom{5}{2}$, obtenu avec
 $\left(\begin{array}{c} 5 \\ 2 \end{array}\right)$
- $\binom{5}{2}$, obtenu avec
 $\displaystyle \binom{5}{2}$ ⁽¹²⁾ ;
- $\binom{5}{2}$, obtenu avec
 $\displaystyle {5 \choose 2}$.

8.17.5 Tableaux de variations et de signes

8.17.5.1 « À la main »

x	$-\infty$	-2	4
$f(x)$	-1	\nearrow	\searrow

```
\begin{array}{|c|c c c c c|}
\hline
x & -5 & & -2 & & 4 \\
\hline
& & & 4 & & \\
\hline
f(x) & & \nearrow & & \searrow & \\
& & -1 & & & 0 \\
\hline
\end{array}
```

x	$-\infty$	-4	$+\infty$
signe de $f(x)$	$+$	0	$-$

```
\begin{array}{|c|c c c c c|}
\hline
x & -5 & & -4 & & +\infty \\
\hline
\text{signe de } f(x) & & + & & 0 & - \\
\hline
\end{array}
```

On obtient une barre (partielle) verticale avec la commande `\vline` (|)⁽¹³⁾ et, par conséquent, une double barre verticale avec `\vline\ \vline`⁽¹⁴⁾.

x	$-\infty$	0	2
$f(x)$	1	\nearrow	\searrow

(12). On obtient $\binom{5}{2}$ en supprimant la commande `\displaystyle`.

(13). Cette commande est à préférer à `\vert` (|), qui ne permet pas de joindre des lignes horizontales.

(14). On peut changer l'espace entre les deux barres.

```
\begin{array}{|l|*7{c}|}\hline
x & -\infty & & 0 & & & 2 \\
\hline
& & & +\infty & & & \\
\hline
f(x) & & \nearrow & & \searrow & & \\
& & 1 & & & & \\
\hline
\end{array}
```

La taille des flèches utilisées peut être adaptée en modifiant la taille de la fonte. Toutefois ces modifications ne sont permises en mode mathématique. Il faut utiliser une boîte, par exemple :

x	$-\infty$	3	$+\infty$
$f(x)$	$-\infty$	\nearrow	\searrow

```
\begin{array}{|c|c c c c c|}
\hline
x & -\infty & & 3 & & +\infty \\
\hline
& & & 4 & & \\
\hline
f(x) & & \mbox{\huge{$\nearrow$}} & & \mbox{\huge{$\searrow$}} & \\
& & -\infty & & & 0 \\
\hline
\end{array}
```

8.17.5.2 Avec le package tkz-tab

Le package `tkz-tab` est un permet de créer à l'aide de TikZ des tableaux de signes et de variations.

Sa documentation se trouve sur [66].

Il permet d'obtenir, par exemple :

x	0	α	1	e
$f'(x)$	$-$	0	$+$	
$f(x)$	1	\searrow	\nearrow	3

8.17.6 Structures conditionnelles

$$(-1)^n = \begin{cases} 1 & \text{si } n \text{ est pair} \\ -1 & \text{sinon} \end{cases}$$

```
\(-1)^n=\left(\begin{array}{c} 1 \\ -1 \end{array}\right)
```

On peut aussi utiliser l'extension `cases` :

$$\frac{1 + (-1)^n}{2} = \begin{cases} 1 & \text{si } n \text{ est pair} \\ 0 & \text{si } n \text{ est impair} \end{cases}$$


```
& \quad si $b$ est impair alors\\
& \quad \begin{tabular}{l}
\quad début du si\\
\quad $m$ prend la valeur $m+a$\\
\quad fin du si
\end{tabular}\\
& \quad $a$ prend la valeur $2\times a$\\
& \quad $b$ prend la valeur $\text{E}(b/2)$\\
& fin du tant que\\
\textsc{Sortie} : & \quad afficher $m$\\
\end{tabular}
```

VARIABLES : trois entiers a, b, m

ENTRÉES : saisir a et b

INITIALISATION : m prend la valeur 0

TRAITEMENT : tant que $b \neq 0$ faire
 début du tant que
 si b est impair alors
 début du si
 m prend la valeur $m + a$
 fin du si
 a prend la valeur $2 \times a$
 b prend la valeur $E(b/2)$
 fin du tant que

SORTIE : afficher m

Un dernier exemple ⁽¹⁸⁾ est donné à titre d'exercice, page 174.

8.20 Tableau sur plusieurs pages

Un tableau est trop long pour tenir sur une seule page : on aimerait l'étendre sur plusieurs pages.

On utilise l'environnement `longtable` du package éponyme à la place de `tabular`. Il dispose des mêmes commandes. Toutefois, deux compilations sont nécessaires.

```
\begin{longtable}{Colonnes}
```

Lignes n'apparaissant qu'au début du tableau

```
\endfirsthead
```

```
% Fin du premier en-tête
```

Lignes apparaissant en haut de chaque page (sauf la première)

```
\endhead
```

```
% Fin des en-tête suivants
```

Lignes apparaissant en bas de chaque page (sauf la dernière)

(18). Cet algorithme échange les valeurs des variables A et B .

```
\endfoot
```

```
% Fin de chaque pied de page
```

Lignes n'apparaissant qu'à la fin du tableau

```
\endlastfoot
```

```
% Fin des en-tête suivants
```

Lignes ordinaires du tableau

```
\end{longtable}
```

`\pagebreak` (pour forcer un saut de page) peut être utilisé à un endroit précis du tableau.

De plus, `\kill` est utilisable et signale une ligne utilisée pour le calcul de la largeur du tableau mais qui ne sera pas imprimée.

```
\begin{longtable}{|c|c|}
```

```
\hline\multicolumn{2}{|c|}{En-tête} \\
```

```
\hline Caractère A & Caractère B \\
```

```
\hline\endfirsthead
```

```
\multicolumn{2}{c}{%
```

```
Suite de la page précédente} \\
```

```
\hline A & B \\
```

```
\hline\endhead
```

```
\hline\multicolumn{2}{c}{%
```

```
Suite page suivante} \\
```

```
\endfoot
```

```
\hline\multicolumn{2}{r}{Fin} \\
```

```
\endlastfoot
```

```
A1 & B1 \\ A2 & B2 \\ ... \\ A50 & B50 \\
```

```
\end{longtable}
```

En-tête	
Caractère A	Caractère B
A1	B1
A2	B2
...	
A25	B25

Suite page suivante

*** Saut de page***

Suite de la page précédente

A26	B26
...	
A50	B50

Fin

8.21 QCM : trois (autres) idées

8.21.1 Première idée

1. Énoncé.

a. Prop. 1

b. Prop. 2

☐ a. ☐ b.

c. Prop. 3

d. Prop. 4

☐ c. ☐ d.

2. Énoncé.

a. Prop. 1

b. Prop. 2

☐ a. ☐ b.

c. Prop. 3

d. Prop. 4

☐ c. ☐ d.

```

\begin{enumerate}
\item Énoncé.\
\begin{tabularx}{0.95\linewidth}{*{2}{X}|c}
\textbf{a.\ } Prop. 1 &
\textbf{b.\ } Prop. 2 &
$\square$ \textbf{a.\ }
$\square$ \textbf{b.\ } \\
\textbf{c.\ } Prop. 3 &
\textbf{d.\ } Prop. 4 &
$\square$ \textbf{c.\ }
$\square$ \textbf{d.\ } \\
\end{tabularx}
\item Énoncé. ...
\end{enumerate}

```

8.21.2 Seconde idée

(Dans l'exemple ci-dessous, la numérotation dans la première colonne est faite « à la main ».)

1.	Qu. 1.	Proposition 1 <input type="checkbox"/>
		Proposition 2 <input type="checkbox"/>
		Proposition 3 <input type="checkbox"/>
2.	Qu. 2.	Proposition 1 <input type="checkbox"/>
		Proposition 2 <input type="checkbox"/>
		Proposition 3 <input type="checkbox"/>

```

\begin{tabular}{|r|m{4cm}|m{3cm}|}\hline
\multirow{3}{*{1.}} & \multirow{3}{*{Qu. 1.}} &
Proposition 1 \hfill $\square$ \\
\cline{3-3}
& &
&& Proposition 2 \hfill $\square$ \\
\cline{3-3}
& &
&& Proposition 3 \hfill $\square$ \\
\hline \hline
\multirow{3}{*{2.}} & \multirow{3}{*{Qu. 2.}} &
Proposition 1 \hfill $\square$ \\
\cline{3-3}
& &
&& Proposition 2 \hfill $\square$ \\
\cline{3-3}
& &
&& Proposition 3 \hfill $\square$ \\
\hline
\end{tabular}

```

8.21.3 Troisième idée

Il y a aussi l'extension (très pratique quand on ne veut pas se lancer dans les tableaux!) `alterqcm` [112] pour créer des QCM; la documentation (française!) se trouve sur [52].

Voici un exemple affichant un corrigé d'un QCM (pour afficher le sujet de l'élève, il suffit d'ôter l'option `correction` dans le source) :

Questions	Réponses
1. Question 1	<input type="checkbox"/> Proposition 1 <input checked="" type="checkbox"/> Proposition 2
2. Question 2	<input checked="" type="checkbox"/> Proposition 1 <input checked="" type="checkbox"/> Proposition 2 <input type="checkbox"/> Proposition 3

```

\begin{alterqcm}[lq=40mm,correction,%
symp=$\square$,corsymb=\dingchecksquare]
\AQquestion[br=2]{Question 1}
{{Proposition 1},
{Proposition 2}}
\AQquestion[br={1,2}]{Question 2}
{{Proposition 1}, {Proposition 2},
{Proposition 3}}
\end{alterqcm}

```

8.22 Nombres croisés et grilles de mots (ou de nombres)

8.22.1 Nombres croisés et sudoku

Créer une grille de mots croisés avec des tableaux est un petit jeu qui peut se révéler plutôt drôle... Néanmoins, je ne peux pas ne pas signaler l'existence du package `cwpuzzle` qui permet d'écrire des grilles de nombres croisés ⁽¹⁹⁾.

C'est avec lui que l'on obtient la grille de nombres suivante, ayant pour thème les priorités de calculs :

1		2
3		

1	2	4
3		5
8	7	6

<i>Horizontal</i>	<i>Vertical</i>
1 $-(-500) - 369 - 7$	1 $297 - (541 - 382)$
3 $-(-500 - 369) + 7$	2 $297 + 541 - 382$

En fait, chaque case a un unique codage qui permet d'afficher – dans la version élève – une case noire ou une case numérotée et – dans la version professeur – la bonne lettre. Par exemple, le codage de la case « en haut à droite » est [2]4 et celui d'une case noire, *. D'autres affichages sont possibles, comme le fait de dessiner un cercle inscrit au carré représentant la case.

```

\begin{Puzzle}{3}{3}%
|[1]1 |2 |[2]4 |. |3 |* |5 |. |[3]8 |7 |6 |.
\end{Puzzle}
\begin{PuzzleClues}{\emph{Horizontal}}\

```

(19). Il y a des grilles de mots croisés dans la brochure *Jeux 7* de l'APMEP.

```
\Clue{1}{ }\quad $-(-500)-369-7$\} \\
\Clue{3}{ }\quad $-(-500-369)+7$\}
\end{PuzzleClues}...
```

Le même package permet, entre autres, de dessiner des grilles de sudoku et leur solution :

	2						9	
3		1	9		6	5		2
			8		4			
	9						5	
5			2		3			6
	7						2	
			4		7			
8		2	5		1	7		3
	5						8	

```
\begin{Sudoku}
| 7|*2| 4| 1| 3| 5| 6|*9| 8|.
|*3| 8|*1|*9| 7|*6|*5| 4|*2|. ...
\end{Sudoku}
```

Deux documentations (dont la première est de son auteur) de ce package sont sur [50] et [51].

8.22.2 Grilles de mots

Intéressons-nous à la grille page 83. Pour la construire, deux idées viennent à l'esprit.

La première est de placer dans un tableau qui semble vierge chacune des cases : je renvoie le lecteur pour cette idée présentée par une macro à la page 89.

La seconde, présentée ci-dessous, consiste à placer des « zones blanches » qui sont en fait des `\multicolumn` remplies de vide. L'étude (et l'appréciation!) du code ⁽²⁰⁾ est laissée au lecteur.

8.23 Tabulations

8.23.1 Principe

Pour aligner du texte sur plusieurs colonnes, on peut utiliser les tabulations.

Pour définir celles-ci, il faut utiliser l'environnement `tabbing` qui permet de placer des marques d'alignement (des taquets) dans un texte. Les tabulations ne sont définies que pour une portion du texte ; les taquets seront « perdus » à la sortie de l'environnement.

(20). Les `\phantom{\ding{176}}` sont des espaces vides de la largeur de `\ding{176}`, garantissant l'égalité des largeurs de toutes les colonnes. Voir les `\phantom` page 57.

8.23.2 Syntaxe

- On pose les taquets de tabulations grâce à la commande « `\=` ».
- On se déplace de taquet en taquet avec la commande « `\>` ».
- La commande « `\\` » permet de passer à la ligne.
- Pour ne pas afficher la ligne qui sert de référence, on utilise la commande « `\kill` » (qui remplace alors « `\\` » en fin de ligne).

8.23.3 Exemples

ceci est un petit exemple
de tabulation
par tabbing

```
\begin{tabbing}
ceci \= est un \= petit exemple\\
\> de tabulation\\
\> \> par tabbing\\
\end{tabbing}
```

Il faudra : – un stylo
– une paire de ciseaux
– un bâton de colle

```
\begin{tabbing}
Il faudra : \= -- un stylo\\
\> -- une paire de ciseaux\\
\> -- un b\^aton de colle\\
\end{tabbing}
```

On peut jouer avec les tabulations pour obtenir des effets.

Texte ~~hachuré~~

```
\begin{tabbing}
\texttt{Texte} \= \kill
Texte hachuré \> \texttt{/////////}
\end{tabbing}
```

On peut aussi séparer les tabulations d'une distance correspondant à 10 fois la lettre « X » majuscule :

On peut ainsi

décaler le texte

```
\begin{tabbing}
XXXXXXXXXX\=XXXXXXXXXX\=\kill
On peut ainsi\\
\>décaler \>le texte
\end{tabbing}
```

On peut encore remplacer la ligne muette (finissant par `\kill`) par une ligne d'espacements horizontaux obtenus au moyen des macros `\hspace` et `\hspace*`.

Tête	Famille	Nom
Valet	Carreau	Hector
Valet	Cœur	Lahire

```
\begin{tabbing}
\hspace*{3cm}\=\hspace*{3cm}\=%
\hspace*{3cm}\=\kill
T^ete \> Famille\> Nom\\
Valet\>Carreau\>Hector\\
Valet\>C\oe ur\>Lahire\\
\end{tabbing}
```

8.23.4 Positionnement du texte dans une colonne

Dans les exemples précédents, le texte de chaque colonne était aligné sur la gauche. On peut changer ceci :

- \', placé entre deux mots, permet de positionner ceux-ci à gauche et à droite de la prochaine tabulation (avec un espacement entre eux) ;
- \ ' justifie à droite tout le texte devant lequel il se trouve (sous réserve qu'il ne reste aucune tabulation sur la ligne).

Tête	Famille	Nom
Valet	Carreau	Hector
Valet	Cœur	Lahire

```
\begin{tabbing}
\hspace*{3cm}\=\hspace*{3cm}\=%
\hspace*{3cm}\=\kill
Tête \> Famille \> Nom\\
Valet \> Carreau \> Hector\\
Valet \> \> C{\oe}ur \ ' Lahire\\
\end{tabbing}
```

Tête	Famille	Nom
Valet	Carreau	Hector
Valet	Cœur	Lahire
Dame	Pique	Pallas

```
\begin{tabbing}
\hspace*{3cm}\=\hspace*{3cm}\=%
\hspace*{3cm}\=\kill
T^ete \> Famille \> Nom\\
Valet \> Carreau \> Hector\\
Valet \> C{\oe}ur \ ' Lahire\\
Dame \> Pique \> Pallas\\
\end{tabbing}
```

8.23.5 Cas des lettres accentuées

En conséquence du paragraphe précédent, si vous utilisez les lettres « normalement » accentuées avec des

accents *aigus et graves* (é, â, ...), il n'y a pas d'attention particulière à apporter dans la saisie mais sinon (avec \ 'e, \ 'a, ...), vous devez procéder autrement.

Il faut en fait insérer un a entre le \ et la lettre à accentuer (on remplace donc \ 'e par \a'e, \ 'a par \a'a, ...).

Tête	Famille	Nom
Valet	Carreau	Hector
Valet	Cœur	Lahire
Roi	Trèfle	Alexandre
Roi	Carreau	César

```
\begin{tabbing}
\hspace*{3cm}\=\hspace*{3cm}\=%
\hspace*{3cm}\=\kill
T^ete \> Famille \> Nom\\
Valet \> Carreau \> Hector\\
Valet \> C{\oe}ur \>Lahire\\
Roi \> Tr\ 'a'efle \> Alexandre\\
Roi \> Carreau \> C\ 'a'esar\\
\end{tabbing}
```

Comparez les deux dernières lignes avec, d'une part,

Roi	Trèfle	Alexandre
Roi	Carreau	César

```
Roi \> Trèfle \> Alexandre\\
Roi \> Carreau \> César\\
```

et, d'autre part,

Roi	Trefle	Alexandre
Roi	Carreau	C esar

```
Roi \> Tr\ 'efle \> Alexandre\\
Roi \> Carreau \> C\ 'esar
```

Les explications reposent bien sur la saisie des lettres accentuées.

8.23.6 Déplacement des marges

On peut enfin jouer sur les marges.

- Avec la commande « \+ », la marge gauche avance d'une tabulation pour toutes les lignes suivantes.
- Avec la commande « \- », la marge gauche recule d'une tabulation pour toutes les lignes suivantes.

Prénom	Nom	Âge	
Harry	Cover	16	
	Laure	Eyet	17
	Guy	Tare	15
Alain	Di	16	

```

\hspace{2cm}\=\hspace{2cm}\=\hspace{2cm}%
\=\hspace{2cm}\=\kill
Pr\ a' enom \> Nom \> \^Age \\
Harry \> Cover \> 16 \+ \\
Laure \> Eyet \> 17 \\
Guy \> Tare \> 15 \- \\
Alain \>Di \> 14\\
\end{tabbing}

```

On peut aussi mémoriser une ligne de taquets lorsque l'on veut la remplacer par d'autres réglages et la rétablir par la suite. On utilise à cet effet `\pushtabs` (qui mémorise les taquets courants) et `\poptabs` (qui les remet en place plus loin).

Prénom	Nom	Âge
Harry	Cover	16
Laure	Eyet	17
Guy	Tare	15
Alain	Di	16

```

\begin{tabbing}
\hspace{2cm} \= \hspace{2cm} \= \hspace{2cm}%
\= \hspace{2cm} \= \pushtabs \kill
Pr\ a' enom \> Nom \> \^Age \\
Harry \> Cover \> 16 \\
Laure \> Eyet \> 17 \\
\hspace{1cm} \= \hspace{3cm} \= \kill
Guy \> Tare \> 15 \\
\poptabs
Alain \>Di \> 16\\
\end{tabbing}

```

	①	②	③	④			
①			H	U	I	T	
②	V	I	N	G	T		T
③							
④							

① La valeur de $3x - 7$ pour $x = 5$.

② La valeur de $x^2 + 3x + 10$ pour $x = -5$. [...]

```

\renewcommand{\arraystretch}{1.35}
\begin{tabular}{c|c|c|c|c|c|c|c|c|c|c|}
&\multicolumn{1}{c}{\phantom{\ding{176}}}&\multicolumn{1}{c}{\phantom{\ding{176}}}&
\multicolumn{1}{c}{\ding{176}}&\multicolumn{1}{c}{\phantom{\ding{176}}}&
\multicolumn{1}{c}{\phantom{\ding{176}}}&\multicolumn{1}{c}{\phantom{\ding{176}}}&
\multicolumn{1}{c}{\phantom{\ding{176}}}&\multicolumn{1}{c}{\phantom{\ding{176}}}&
\multicolumn{1}{c}{\phantom{\ding{176}}}&\multicolumn{1}{c}{\phantom{\ding{176}}}&
\hline
&\multicolumn{10}{c}{}\backslash\backslash
\cline{7-7}
&\multicolumn{5}{c}{|}{\}&\multicolumn{4}{c}{|}{\}\backslash\backslash
\cline{6-9}
\ding{172}&\multicolumn{4}{c}{|}{\}&H&U&I&T&\multicolumn{2}{c}{|}{\}\backslash\backslash
\cline{4-4}\cline{6-9}
&\multicolumn{2}{c}{|}{\}&\multicolumn{2}{c}{|}{\}&\multicolumn{4}{c}{|}{\}\backslash\backslash
\cline{3-7}\cline{11-11}
\ding{173}&\multicolumn{2}{c}{|}{\}&V&I&N&G&T&\multicolumn{3}{c}{|}{\}&T\backslash\backslash
\cline{3-7}\cline{11-11}
&\multicolumn{2}{c}{|}{\}&\multicolumn{2}{c}{|}{\}&\multicolumn{4}{c}{|}{\}\backslash\backslash
\cline{4-11}
\ding{174}&\multicolumn{2}{c}{|}{\}&\multicolumn{6}{c}{\}&\multicolumn{2}{c}{|}{\}\backslash\backslash
\cline{4-11}
&\multicolumn{5}{c}{|}{\}&\multicolumn{3}{c}{|}{\}\backslash\backslash
\cline{6-9}\cline{11-11}
\ding{175}&\multicolumn{4}{c}{|}{\}&\multicolumn{6}{c}{|}{\}\backslash\backslash
\cline{6-9}\cline{11-11}
&\multicolumn{6}{c}{|}{\}&\multicolumn{2}{c}{|}{\}\backslash\backslash
\cline{8-8}\cline{11-11}
&\multicolumn{10}{c}{}\backslash\backslash
\end{tabular}

\begin{enumerate}
\item[\ding{172}] La valeur de  $3x - 7$  pour  $x = 5$ .
\item[\ding{173}] La valeur de  $x^2 + 3x + 10$  pour  $x = -5$ . [ ... ]
\end{enumerate}

```


Flottants

9.1 Principe

\LaTeX définit comme flottant une portion de document pour qui il gère un emplacement adéquat : c'est, par exemple, un tableau ou une figure illustrant un texte, placé donc proche de l'endroit où il est évoqué (soit sur la même page soit une page voisine, selon l'encombrement de ces pages, afin d'éviter d'avoir des pages presque vides !) et numéroté de façon à s'y référer.

Cette possibilité de faire « flotter » permet une meilleure mise en page.

9.2 Structure

La structure est la suivante :

```
\begin{table}[pref]
*** tableau ***
\caption{Légende}
\label{Référence}
\end{table}
```

[*pref*] est une option de préférence de position :

- [h] indique que l'on aimerait que le flottant soit placé à cet endroit ;
- [b] et [t] permet à \LaTeX de placer le flottant respectivement en bas ou en haut de la feuille ;
- [p] permet à \LaTeX de placer le flottant sur une page flottante (si possible la suivante) si la page en cours est terminée ;
- [!] (comme dans [!h]) force \LaTeX à placer le flottant au plus proche endroit correspondant au reste du contenu entre crochets.

`\caption{...}` permet de donner une légende au tableau, qui est alors automatiquement numéroté.

`\label{...}`⁽¹⁾ permet de donner une référence au tableau lorsqu'il est mentionné dans le document.

Par ailleurs, la commande `\centering` peut être remplacée sans problème par l'environnement `\begin{center}...\end{center}`.

(1). Les étiquettes de référence `\label` et `\ref` sont expliquées au chapitre 6, page 44.

On a la même structure avec les images en remplaçant `table` par `figure`⁽²⁾. Il n'y a en fait aucune différence de structure. De plus, un tableau peut être placé dans un environnement `figure` (et inversement). En fait, il y a un compteur propre à chacun des deux environnements, qui sert à les lister : la première numérote (par défaut) sous la forme TAB. n° et la seconde, sous la forme FIG. n°.⁽³⁾

θ	$\cos \theta$	$\sin \theta$
0	1	0
$\pi/6$	$\sqrt{3}/2$	$1/2$
$\pi/4$	$\sqrt{2}/2$	$\sqrt{2}/2$
$\pi/3$	$1/2$	$\sqrt{3}/2$
$\pi/2$	0	1

TABLE 9.1 – Lignes trigonométriques

Le tableau 9.1 donne...

```
\begin{table}[h]
\centering
$\begin{array}{ccc}
\theta&\cos \theta&\sin \theta\\
0&1&0\\
\pi/6&\sqrt{3}/2&1/2\\
\pi/4&\sqrt{2}/2&\sqrt{2}/2\\
\pi/3&1/2&\sqrt{3}/2\\
\pi/2&0&1
\end{array}$
\caption{Lignes trigonométriques}
\label{LignTrig}
\end{table}
```

Le tableau `\ref{LignTrig}` donne...

9.3 Liste des flottants

Pour avoir la liste des flottants créés par l'environnement `table`, on écrit où l'on la veut `\listoftables` et pour ceux créés par l'environnement `figures`, on écrit où l'on la veut `\listoffigures`.

9.4 Deux figures en une

On peut aussi mettre deux figures en une⁽⁴⁾ !

(2). Comme celle du diagramme de Venn de la page 109 ou celle de la figure de la page 98.

(3). L'option `francais` de `babel` numérote respectivement sous la forme TABLE n° et FIGURE n°.

(4). Pour tous les considérations propres aux images importées, voir le chapitre 11, page 96.

La volonté de l'enseignant est alors d'affecter une référence non seulement à toute la figure mais aussi à chacune des sous-figures.

Le package `subfloat` va lui donner son aide.

L'exemple suivant montre une figure avec le graphe d'une parabole sur la gauche et une hyperbole sur la droite.

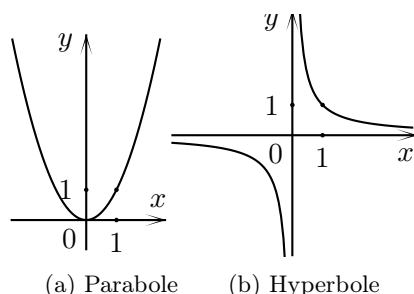


FIGURE 9.1 – Courbes représentatives

```
\begin{figure}[h]
\centering
\subfloat[Parabole]{%
\includegraphics{parabole.eps}\label{Parab}}
\subfloat[Hyperbole]{%
\includegraphics{hyperbole.eps}
\label{Hyperb}}
\caption{Courbes représentatives}
\end{figure}\label{CourbeRepr}
```

Les (sous)figures sont référencées ainsi :

La figure `\ref{CourbeRepr}` contient deux figures : la figure `\ref{Parabole}` et la figure `\ref{Hyperbole}`.\\

La figure `\ref{CourbeRepr}` contient deux figures : la figure `\subref{Parabole}` et la figure `\subref{Hyperbole}`.

La figure 9.1 contient deux sous-figures : la figure 9.1a et la figure 9.1b.

La figure 9.1 contient deux sous-figures : la figure (a) et la figure (b).

Chapitre 10

Macros personnelles : \newcommand

Principe. On peut utiliser des macros personnelles ⁽¹⁾ pour être plus efficace lorsqu'il s'agit de répéter un certain nombre de fois la même commande.

10.1 Explicitation de la commande

La macro \newcommand permet de définir ses propres commandes :

```
\newcommand{\nom_commande}%
[nb_arg] [def] {définition}
```

nb_arg définit le nombre d'arguments de la nouvelle commande et est compris entre 0 et 9. Ils sont référencés par #no_arg dans la définition. Les accolades autour du nom de la commande sont facultatives.

def permet de préciser une valeur par défaut de la variable qui sera utilisée en l'absence d'argument.

\nom_commande ne doit contenir ni chiffre ni symbole ; L^AT_EX sait distinguer majuscules et minuscules.

L^AT_EX signale comme une erreur une définition de macro déjà utilisée (et s'arrête). La commande \providecommand permet de ne prendre en compte la nouvelle commande que si elle n'existe pas déjà. Elle a la même syntaxe que \newcommand. Mais en cas de commande déjà existante, L^AT_EX ignore simplement la dernière créée.

10.2 Des exemples sans argument

... donnés dans un but de présentation !

10.2.1 Des notations récurrentes

La saisie dans le préambule de

```
\newcommand\Oij{$%
(\text{0}\,,;\vec{\imath\math},\,,\vec{\jmath\math})$}
```

donne, avec l'appel de \Oij, l'écriture $(O; \vec{i}, \vec{j})$.

De même, le « e » de l'exponentielle doit être écrit en romain (et non en italique). Plutôt que de saisir dans un mode mathématique \mathrm{e} à chaque fois qu'il est présent, on peut écrire dans le préambule

(1). Celles créées par tout utilisateur.

```
\newcommand\mathrm{e}
```

et écrire dans le texte \e.

Ainsi $x\backslash,\mathrm{e}^x$ donne $x e^x$.

```
\newcommand\ssi{si et seulement si}
```

donnera en tapant \ssi si et seulement si.

Le lecteur rencontre ces macros, parmi d'autres, dans les fichiers sources d'annales déposés sur le site de l'APMEP ([125]).

10.2.2 Danger !

⚠ Avec cette définition,

⚠ le panneau s'adapte

⚠ à la taille du texte.

```
\newcommand\danger{%
\begin{group}
\psset{unit=1ex}
\begin{pspicture}(0,0)(3,3)
\pspolygon[linearc=0.2](0,0)(1.5,2.6)(3,0)
\psellipse*(1.5,1.33)(0.14,0.75)
\pscicle*(1.5,0.3){0.15}
\end{pspicture}
\end{group}
{\tiny \danger Avec cette définition,}\par
\danger le panneau s'adapte\par
{\Large \danger à la taille du texte.}\par
```

10.2.3 Plusieurs mêmes graphiques

La macro suivante permet de dessiner quatre mêmes paraboles sur une même feuille A4.

```
\newcommand\Parabole{%
\psset{unit=1.5cm}
\begin{pspicture}(-2.5,-1)(2.5,6)
\psset{algebraic=true}
\psplot{-2.45}{2.45}{x^2}
\psline[linestyle=dashed](0,1)(1,1)(1,0)
\psline{->}(-2.5,0)(2.5,0)
\psline{->}(0,-1)(0,6)
\uput[d](0,0){0}
\uput[d](1,0){1}\uput[l](0,1){1}
\uput[l](0,5.875){$y$}\uput[u](2.375,0){$x$}
\end{pspicture}}
```

La réalisation se fait ensuite ainsi :

```
\vfill
\hfill \Parabole \hfill \Parabole \hfill\null
\vfill
\hfill \Parabole \hfill \Parabole \hfill\null
\vfill
```

10.2.4 Symbole de début de paragraphe

Si `\newcommand{\dl}{\ding{47}\ }` est marqué dans le préambule, il suffit d'écrire au début du paragraphe un `\dl` pour qu'il affiche un \equiv .

10.2.5 Des épaisseurs de filets différentes

L'enseignant voudra changer l'épaisseur des filets du tableau, en particulier celle des lignes du bord. Je le renvoie aux deux macros⁽²⁾ de la sous-section 8.8.2 en page 70.

10.2.6 Flèches de variation

Si l'on trouve les flèches \nearrow et \searrow (`\nearrow` et `\searrow`) trop petites pour un tableau de variation, on peut définir deux flèches⁽³⁾ ainsi :

```
\newcommand{\fne}{%
\unitlength=0.5cm
\begin{minipage}{0.5cm}
\begin{picture}(1,1)
\put(0,0){\vector(1,1){1}}
\end{picture}
\end{minipage}}
\newcommand{\fse}{%
\unitlength=0.5cm
\begin{minipage}{0.5cm}
\begin{picture}(1,1)
\put(0,1){\vector(1,-1){1}}
\end{picture}
\end{minipage}}
```

x	-3	-1	0	2	3
$f(x)$	1		3		2
		\searrow	\nearrow	\searrow	\nearrow
		-2		0	

```
\begin{array}{|c|*8cc|}
\hline
x & -3 & -1 & 0 & 2 & 3 & \\
\hline
& 1 & & 3 & & 2 & \\
f(x) & & \fse & \fne & \fse & \fne & \\
& & -2 & & 0 & & \\
\hline
\end{array}
```

(2). L'une pour les lignes horizontales et l'autre pour les lignes verticales ou les séparateurs de colonnes.

(3). Leur nom français rappelle leur nom anglais !

10.3 Des exemples avec argument

10.3.1 Racine carrée

Pour écrire une racine carrée, on utilisera la commande suivante⁽⁴⁾ à écrire dans le préambule :

```
\newcommand{\RC}[1]{\sqrt{#1}}
```

Ainsi, `\RC{2}` affichera $\sqrt{2}$,

`\RC{12}-2\RC{75}` affichera $7\sqrt{12} - 2\sqrt{75}$ et

`\RC{x+1}` affichera $\sqrt{x+1}$.

10.3.2 Fractions

Premier exemple

```
\newcommand{\F}[2]{\dfrac{#1}{#2}}
```

permet d'obtenir $\frac{3}{4}$ en saisissant `\F{3}{4}`.

Second exemple

```
\newcommand{\fraction}[2]{%
\raisebox{0.5ex}{#1}%
\slash\raisebox{-0.5ex}{#2}}
```

permet d'obtenir $\frac{3}{4}$ en saisissant `\fraction{3}{4}`.

10.3.3 Vecteurs

Pour les vecteurs, on peut de même définir :

```
\newcommand\V[1]{\overrightarrow{#1}}
```

`\V{AB}+3\V{AC}` donnera $2\overrightarrow{AB} + 3\overrightarrow{AC}$.

On peut préférer définir la macro `\Vect` qui remonte la flèche d'un vecteur, afin de mieux voir les primes :

```
\newcommand\Vect[1]{\overrightarrow{\strut#1}}
```

\overrightarrow{AB} \overrightarrow{AB} $\overrightarrow{A'B'}$ $\overrightarrow{A'B'}$

`\overrightarrow{AB}` `\Vect{AB}`

`\overrightarrow{AB}` `\Vect{A'B'}`

10.3.4 Arc

Première macro, permettant d'écrire \widehat{AB} .

```
\newlength{\longarc}
\newcommand{\arc}[1]{\settowidth{%
\longarc}{#1$}
\addtolength{\longarc}{-0.5em}%
\unitlength \longarc \ensuremath{%
\stackrel{\begin{picture}(1,0.2)
\qbezier(0,0)(0.5,0.2)(1,0)
\end{picture}}{#1}}}
```

(4). `\RC` pour Racine Carrée. Si l'enseignant n'utilise pas dans le même document la macro qui affiche \mathbb{R} , il peut simplement remplacer le nom `\RC` par `\R`.

La commande `\stackrel` permet de placer au-dessus de l'argument (ici AB) une courbe qui a l'allure de la notation des arcs.

La commande `\ensuremath` permet d'utiliser la macro aussi bien en mode texte qu'en mode mathématique : `\arc{AB}` et `\$ \arc{AB} \$` donnent le même résultat.

Seconde macro ⁽⁵⁾, permettant d'écrire \widehat{AB} .

```
\newcommand\arcbis[1]{%
\overset{\;}{\rotatebox{90}{}}{#1}}
```

10.3.5 Touches et écran de calculatrice


Voilà une macro `\tc` qui permet de représenter (à l'aide de `\pspicture` pour le dessin) des touches d'une calculatrice ⁽⁶⁾ :

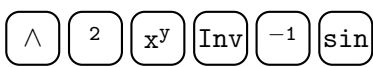
```
\newcommand\tc[1]{%
{\psset{unit=0.35cm}
\begin{pspicture}(-1,-1)(1,1)
\psframe[framearc=0.5](-1,-1)(1,1)
\rput(0,0){$\mathtt{#1}$}
\end{pspicture}}}
```

La compilation de

```
\tc{\surd} \tc{5} \tc{+} \tc{4} \tc{=}
```

donne :




 sont obtenus avec

`\tc{\wedge} \tc{^2} \tc{x^y}`

`\tc{Inv} \tc{^-1} \tc{sin}`.

Cette macro ne demande qu'à être améliorée : couleur de fond des touches grisée, taille des caractères plus grande, etc.

On peut aussi utiliser le package `fancybox` dans lequel se trouve la commande `Ovalbox` :

```
\newcommand{\Touche}[1]{\Ovalbox{#1}}
```

donnera  avec `\Touche{\$}`.

Une possibilité d'affichage de la réponse ⁽⁷⁾ est donnée par la macro suivante :

(5). C'est simplement une parenthèse tournée de 90 degrés. L'inconvénient majeur est le non-respect de l'interligne (mais la solution avec `frown` à la page 55 ne le faisait pas non plus!).
 (6). touche calculatrice.
 (7). Le cadre a du coup des dimensions constantes.

```
\newcommand\tr[1]{%
{\psset{xunit=18ex,yunit=0.7cm}
\pspicture(1,1) \psframe(1,1)
\uput[180](0.975,0.5){\textsl{#1}}
\endpspicture}}
```

La compilation de `\tr{6.2360679775}` donne :

6.2360679775

Une autre possibilité d'affichage de la réponse est donnée par une macro utilisant les tableaux ⁽⁸⁾ :

```
\newcommand\trr[1]{%
\begin{tabular}{|p{7em}|}
\hline
\raggedleft \texttt{#1} \tabularnewline
\hline \end{tabular}}
```

La compilation de `\trr{6.2360679775}` donne :

6.2360679775

On peut donc facilement imaginer un exercice où l'élève doit relier l'écriture en ligne et le résultat correspondant :

✓	4	+	5	=	•	•	6.2360679775
✓	5	+	4	=	•	•	7

```
\begin{tabular}{%
r@{ \$ \bullet \quad \bullet \$ }l}
\tc{\surd} \tc{5} ... & \tr{6.2360679775}
\tc{\surd} \tc{4} ... & \tr{3} \\
\end{tabular}
```

On peut aussi utiliser un tableau pour simuler un écran de calculatrice ⁽⁹⁾ :

```
\newcommand{\ecran}[2]{%
\begin{tabular}{%
|>{\columncolor{lightgray}}p{10em}|}
\hline
{\tt #1} \tabularnewline
\raggedleft {\tt #2} \tabularnewline
\hline \end{tabular}}
```

La compilation de `\ecran{2.5*(3-(-5))}{20}` donne :



2.5*(3-(-5))
20

(8). La fonte télétype garantit que tous les symboles (chiffres et virgule) ont la même largeur, ce qui permet de fixer la longueur du tableau à 7 em.
 (9). La couleur, en « RGB », (0.73,0.86,0.73) donne assez bien l'impression couleur d'un fond usuel.

a utilisé la macro `\Lettre` suivante :

```
\usepackage{keystroke}
```

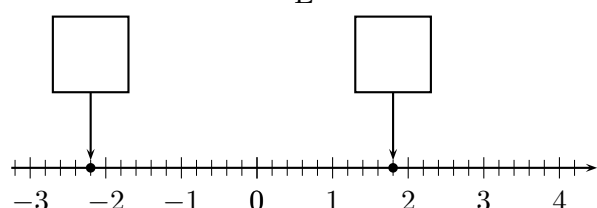
dans le préambule, il suffit d'utiliser la commande `\keystroke` :

`\keystroke{5}` et `\keystroke{Ctrl}` donneront respectivement  et .

10.3.6 Axe gradué et graduations

Dans le chapitre portant sur le dessin, nous verrons comment dessiner un axe graduée, de deux façons différentes.

Une macro `\GR` peut être construite pour compléter la figure ci-dessous. L'argument de cette macro est l'abscisse donnée à `LTEX`.



```
\newcommand\GR[1]{\psdot(#1,0)
\psline{->}(#1,1)(#1,0.1)
\rput(#1,1){%
\psframe[fillstyle=solid](-0.5,0)(0.5,1)}}}
```

```
\begin{pspicture}(-3.25,-1)(4.5,1.75)
\psaxes[yAxis=false,subticks=5,%
subtickcolor=black]{->}%
(0,0)(-3.25,-0.25)(4.5,0.25)
\GR{-2.2}
\GR{1.8}
\end{pspicture}}
```

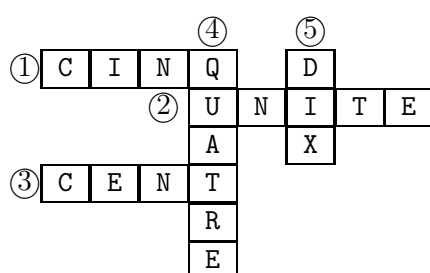
Cette macro est perfectible : on peut mettre en argument les abscisses des graduations extrêmes, le nombre de sous-graduations, l'encadré, etc.

10.3.7 Grille de mots

Il y a souvent dans les manuels des collégiens des grilles de mots.

Les grilles peuvent être faites à l'aide des commandes vues dans le chapitre des tableaux (et notamment les `\multicolumn`). Voici une autre piste.

La grille de mots ci-dessous



```
\newcommand\Lettre[1]{%
\begin{tabular}{|c|}%
\hline \texttt{#1} \\\hline
\end{tabular}}
```

Le source de la grille est :

```
\begin{tabular}{c*{8}{@{}c@{}}}\
&&&&\textcircled{4}&&\textcircled{5}&&\backslash\\
&&&&\textcircled{1}&&\textcircled{C}&&\textcircled{I}&&\\
&&&&\textcircled{N}&&\textcircled{Q}&&\textcircled{D}&&\backslash\\
&&&&\textcircled{2}&&\textcircled{U}&&\textcircled{N}&&\\
&&&&\textcircled{I}&&\textcircled{T}&&\textcircled{E}&&\backslash\\
&&&&\textcircled{A}&&\textcircled{X}&&&&\dots\\
&&&&&&&&&&&&\end{tabular}
```

Le fait d'imposer la famille télétype pour écrire les lettres garantit que les colonnes auront la même largeur⁽¹⁰⁾.

Pour la grille vierge donnée aux élèves, les lettres seront remplacées dans le source par une espace insécable \sim .

10.3.8 Encadré de cours

La macro `\Cadre` de la section 17.7.3, page 152 permet d'obtenir un (joli) encadrement dans le cours.

10.3.9 PGCD de deux nombres

La macro `\algorithme` – dont le lecteur trouvera le source sur [42] – permet d’obtenir les différentes étapes du calcul du PGCD de deux nombres entiers⁽¹¹⁾. Il suffit en effet de saisir `\algorithme{125}{55}` pour obtenir⁽¹²⁾ le texte suivant :

Calculons par l'algorithme d'Euclide le PGCD des nombres 125 et 55.

$$125 = 55 \times 2 + 15$$

$$55 = 15 \times 3 + 10$$

$$15 = 10 \times 1 + 5$$

$$10 = 5 \times 2 + 0$$

Le PGCD des nombres 125 et 55 est le dernier reste non nul du procédé, c'est-à-dire 5.

(10). Si cela ne convient pas au lecteur, il peut procéder comme cela a été présenté plus haut pour centrer un texte dans une colonne de largeur donnée.

(11). La méthode utilisée est celle de l'algorithme d'Euclide. Deux packages particuliers se chargent d'effectuer les calculs intermédiaires et de mener à bien l'algorithme.

(12). Et sans erreur de calcul ou de frappe ! On imagine assez rapidement de plus la baisse du temps de frappe du corrigé !

10.3.10 Texte souligné

On crée la commande \Souligne qui permet non seulement de souligner un texte mais aussi de placer ⁽¹³⁾ le trait au même décalage par rapport à la ligne de texte ⁽¹⁴⁾.

```
\newcommand\Souligne[1]{%
\underline{\vphantom#1}}
```

De A à B

```
\Souligne{De A à B}
```

10.3.11 Texte surligné

On veut surligner à chaque fois le mot introduit dans une définition par le même gris et l'écrire en gras dans tout le document. On écrit dans le préambule

```
\definecolor{gris}{gray}{0.85}
\newcommand\surl[1]{%
\colorbox{gris}{\textbf{#1}}}
```

(Ainsi, si l'on veut changer de couleur, il n'y a qu'à changer celle-ci dans le préambule plutôt qu'à chaque mot surligné mis en gras!)

Les **facteurs** d'un **produit** de deux nombres...

Les \surl{facteurs} d'un \surl{produit}...

10.3.12 Texte barré

Il y a au paragraphe 3.4.6.5, page 17, une macro permettant de barrer un texte.

10.3.13 Double filet d'encadrement

Il y a au paragraphe, 3.4.6.6, page 17, une macro permettant de dessiner un double filet ⁽¹⁵⁾ horizontal placé au-dessus et au-dessous d'un texte centré et (surtout!) ajusté sur la largeur de celui-ci.

10.3.14 Intervalles

Afin de s'assurer que les intervalles ont un espace correct, on va créer une macro \intervalle utilisant les commandes \mathopen et \mathclose. On va d'abord utiliser cette macro pour choisir comment formater les intervalles; ensuite, nous définirons les quatre types d'intervalles (en utilisant évidemment o pour « ouvert » et f pour « fermé »).

(13). Grâce à une lettre avec jambage (ici, un g) et au \vphantom. Voir la sous-section 7.6.6, page 57.

(14). Voir aussi la sous-sous-section 3.5.6.1, page 21.

(15). Les filets (rule) sont décrits page 32.

```
\newcommand\intervalle[4]{%
\mathopen{#1}#2\,,#3\mathclose{#4}}
```

```
\newcommand\intervalleff[2]{%
\intervalle{[]}{#1}{#2}{[]}}
\newcommand\intervallefo[2]{%
\intervalle{[]}{#1}{#2}{[]}}
\newcommand\intervalleof[2]{%
\intervalle{[]}{#1}{#2}{[]}}
\newcommand\intervalleoo[2]{%
\intervalle{[]}{#1}{#2}{[]}}
```

$\$ \backslash \text{intervalleof} \{-5\} \{+8\} \$$ donnera $]-5; +8]$.

10.4 Avec option

10.4.1 Principe. Coucou, Céline!

La valeur par défaut est toujours liée à #1.

Dans la macro suivante, les deux arguments de la commande sont les deux personnes à saluer et la valeur par défaut de la seconde personne est Céline.

```
\newcommand\hello[2]{%
[Céline]{Coucou, #1 et #2 !}}
```

La compilation de

```
\hello[Marie]{Benoît}
```

```
\hello{Alice}
```

donne :

Coucou, Marie et Benoît!

Coucou, Céline et Alice!

De même,

```
\newcommand\somme[2][x]{%
#1_1+\cdots+#1_#2}
```

donnera

avec $\$ \backslash \text{somme} \{n\} \$$:

$$x_1 + \cdots + x_n$$

avec $\$ \backslash \text{somme} [y] \{5\} \$$:

$$y_1 + \cdots + y_5$$

10.4.2 Calculatrice autorisée

Dans la macro suivante (nécessitant le package ifthen), les arguments indiquent si, dans une évaluation, si la calculatrice est autorisée.

```
\newcommand\calculatrice[1][oui]{%
\ifthenelse{\equal{#1}{oui}}
{\fbox{Calculatrice autorisée.}}
{\fbox{Calculatrice non autorisée.}}}
```

Les appels suivants :

```
\calculatrice \par
\calculatrice[oui] \par
\calculatrice[non] \par
```

donnent :

Calculatrice autorisée.
Calculatrice autorisée.
Calculatrice non autorisée.

10.4.3 Polynômes

La macro suivante `\polynomial` permet d'écrire des polynômes. Elle existe dans le package éponyme.

Elle prend pour argument obligatoire la liste des coefficients séparés par des virgules qui, par défaut sont (1) consécutifs et (2) donnés dans l'ordre croissant (et le premier est le terme constant).

$$2 - 4x + 5x^2$$

```
$\polynomial{2,-4,5}$
```

Il y a différentes options ⁽¹⁶⁾ : `var` permet de changer la variable par défaut, `step` permet de changer le pas des coefficients, ...

$$2 - 4t + 5t^2$$

$$2 - 4(\cos t) + 5(\cos t)^2$$

$$2 - 4x^2 + 5x^4$$

$$2x^2 - 4x + 5$$

$$2x - 4x^2 + 5x^3$$

$$2 - 4x^{-1} + 5x^{-2}$$

$$2t^2 - 4t + 5$$

```
$\polynomial[var=t]{2,-4,5}$
$\polynomial[var=(\cos t)]{2,-4,5}$
$\polynomial[step=2]{2,-4,5}$
$\polynomial[reciprocal]{2,-4,5}$
$\polynomial[start=1]{2,-4,5}$
$\polynomial[falling]{2,-4,5}$
$\polynomial[reciprocal,var=t]{2,-4,5}$
```

Par ailleurs, le package `polynom` permet de les manipuler (comme les diviser, les factoriser, ...).

10.5 Variantes étoilées

La commande `\@ifstar{étoilé}{pas étoilé}` teste si le prochain caractère est le caractère `*` : si c'est le cas, elle lit `étoilé`, sinon, elle lit `pas étoilé`.

(16). Certaines peuvent se révéler utiles quand on travaille en Première S les équations du second degré!

Voici une commande ⁽¹⁷⁾ qui permet de choisir un encadrement ⁽¹⁸⁾ parmi deux. On saisit dans le préambule :

```
\makeatletter
\newcommand\EncA[1]{\doublebox{#1}}
\newcommand\EncB[1]{\Ovalbox{#1}}
\newcommand\Encadr{\@ifstar{\EncA}{\EncB}}
\makeatother
```

La saisie de

Deux `\Encadr{boîtes}` pour `\Encadr*{encadrer}`.
donne après compilation :

Deux boîtes pour encadrer.

10.6 Une présentation de DS

Voilà la macro que l'on peut utiliser dans des devoirs pour avoir toujours la même présentation.

On veut, par exemple, présenter le devoir 13 portant sur les fonctions à la seconde 4, le lundi 5 mars. Le numéro du DS, le titre du DS, la classe et la date sont bien évidemment modifiables à loisir ; la gestion se fera automatiquement.

La structure de la présentation est la suivante (avec les petites fioritures usuelles) :

```
\newcommand{\ds}[4]{%
\textsc{Devoir surveillé \no #1}
\hfill \textbf{\textsc{#2}}\par
#3\hfill\emph{#4}
\vspace{0.5cm}
\hrule\vspace{\baselineskip}}
```

Après compilation de

```
\ds{13}{Fonctions}{Seconde 4}{Lundi 5 mars}
```

on obtient en en-tête du devoir :

DEVOIR SURVEILLÉ N° 13	FONCTIONS
Seconde 4	<i>Lundi 5 mai</i>

Je laisse le collègue imaginer une présentation pour un DTL ⁽¹⁹⁾ avec en plus la date à laquelle il est donné et à laquelle il faut le rendre.

(17). Certaines commandes de \LaTeX sont protégées et contiennent le caractère `@` (« at »). La commande `\makeatletter` rend `@` semblable aux autres lettres et permet d'accéder à ces commandes ; la commande `\makeatother` restaure le statut habituel de `@`.

(18). Les commandes `\doublebox` et `\Ovalbox` sont disponibles avec le package `fancybox`.

(19). Devoir en Temps Libre. Nos élèves internes n'aiment pas toujours (à juste titre !) l'expression « devoir à la maison ».

Remarque. Pour gagner de la place, on peut demander les nom et prénom dans l'en-tête. Voyez en 17.9.4, page 156.

10.7 Où les élèves répondent-ils ?

Dans un document sur lequel les élèves doivent écrire directement leurs réponses, voici proposés cinq supports possibles :

- un quadrillage (pour un texte ou une figure) à petits carreaux ;
- un quadrillage à grands carreaux ;
- un cadre blanc ;
- des lignes de pointillés ;
- un texte à trous.

10.7.1 Quadrillages à petits carreaux

10.7.1.1 Quadrillages à largeur fixe

La macro suivante dessine un quadrillage de longueur (modifiable) 17 cm (34 petits carreaux).

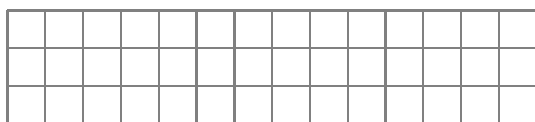
Il faut écrire dans le préambule la macro suivante :

```
\newcommand\quadri[1]{%
\medbreak\textcolor{gray}
{\setlength\unitlength{5mm}
\begin{picture}(34,#1)
\multiput(0,0)(1,0){35}{\line(0,1){#1}}
\put(0,0){\line(1,0){34}}
\multiput(0,1)(0,1){#1}{\line(1,0){34}}
\end{picture}}\smallbreak
```

Pour avoir un quadrillage de 1,5 cm de haut (3 petits carreaux), on écrit à l'endroit voulu :

`\quadri{3}`

Cela donne (il est écrit en fait dans la macro pour *cette* illustration 14 et non pas 34⁽²⁰⁾) :



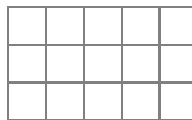
10.7.1.2 Quadrillages à largeur variable

On peut créer sans difficulté un quadrillage de dimensions $m \times n$, qui peut se révéler utile lorsque que l'on travaille sur une fraction de la page⁽²¹⁾ :

(20). La macro donnée est utilisée dans un document à présentation usuelle, c'est-à-dire sans partage en deux colonnes.

(21). Par exemple dans une minipage à droite d'une minipage qui contient un énoncé.

```
\newcommand\quadribis[2]{%
\setlength\unitlength{5mm}
\begin{minipage}{#1\unitlength}\medbreak
\textcolor{gray}{\begin{picture}(#1,#2)
\line(0,1){#2}
\multiput(1,0)(1,0){#1}{\line(0,1){#2}}
\put(0,0){\line(1,0){#1}}
\multiput(0,1)(0,1){#2}{\line(1,0){#1}}
\end{picture}}\medbreak
\end{minipage}
```



10.7.2 Quadrillages à gros carreaux

La macro suivante dessine un quadrillage de longueur 20 gros carreaux (marge comprise), longueur modifiable à souhait.

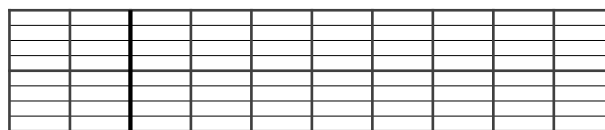
Il faut écrire dans le préambule la macro suivante :

```
\newcommand\quadrillage[1]{%
\psset{unit=.8cm}
\begin{pspicture}(0,-1)(20,#1)
\multirput(0,1){#1}{%
\psline[linewidth=0.15pt](0,0.25)(20,0.25)
\psline[linewidth=0.15pt](0,0.5)(20,0.5)
\psline[linewidth=0.15pt]
(0,0.75)(20,0.75)}
\psgrid[subgriddiv=1,gridlabels=0,%
gridwidth=1pt,gridcolor=darkgray,%
subgridwidth=0.1pt,subgridcolor=gray,%
labels=none](20,#1)%
\psline[linewidth=1.2pt](2,0)(2,#1)
\end{pspicture}\smallbreak
```

Pour avoir un quadrillage de 2 carreaux de haut, on écrit à l'endroit voulu :

`\quadrillage{2}`

Cela donne (il est écrit en fait dans la macro pour *cette* illustration 10 et non pas 20⁽²²⁾) :



Sur ce modèle, on peut se créer un quadrillage de papier millimétré de m cm sur n cm...

(22). Même remarque que dans la note (20).

10.7.3 Cadres blancs

Pour afficher un cadre blanc dans lequel l'élève inscrira sa réponse, on utilise la commande suivante, dans laquelle le paramètre est la hauteur du cadre, en millimètres :

```
\newcommand{\cadreblanc}[1]{%
\framebox[\linewidth][c]{%
\rule{0mm}{#1mm}}\par}
```

Ainsi la compilation de

```
Question 1\par \cadreblanc{20}
```

donnera dans l'énoncé du devoir :

Question 1



10.7.4 Lignes de pointillés

Voici une macro pour construire une boîte ⁽²³⁾ contenant des lignes de pointillés.

```
\newcommand{\Pointille}[1][3]{%
\multido{}{#1}{%
\makebox[\linewidth]{\dotfill}\[\parskip]
}}
```

L'argument de la commande est le nombre de fois qu'on voudrait faire des lignes en pointillés et sa valeur par défaut est fixée à 3.

La compilation ⁽²⁴⁾ de `\Pointille[5]` donnera :

.....
.....
.....
.....
.....

On peut mettre la longueur en paramètre ⁽²⁵⁾ :

```
\newcommand{\Pointilles}[2][3]{%
\multido{}{#1}{%
\makebox[#2]{\dotfill}\[\parskip]
}}
```

`\Pointilles[2]{0.4\linewidth}` donnera :

.....
.....

(23). Voir page 28.

(24). Notez l'emploi ici de crochets.

(25). Il s'agit d'une nouvelle commande – avec un nom au pluriel – qui se diffère de l'autre par un paramètre supplémentaire.

10.7.5 Texte à trous

Voilà une macro pour construire un texte à trous.

```
\newlength{\hblanc}
\newcommand*{%
\blanc}[1]{\settowidth{\hblanc}%
{#1}\hspace*{\hblanc}}
```

Le th. de Pythagore est\dots\par

Le th. de `\blanc{Pythagore}` est\dots

Le th. de Pythagore est...

Le th. de _____ est...

Cette macro permet donc de superposer un énoncé est son corrigé, sans avoir de superposition de caractères. On peut toutefois agrandir la zone de blanc en écrivant, par exemple, `\hspace*{1.75\hblanc}` à la place de `\hspace*{\hblanc}` pour écrire le texte manquant « à la main » ⁽²⁶⁾ .

On peut aussi choisir de placer un trait horizontal à la place du blanc : ⁽²⁷⁾

Le th. de Pythagore est...

Le th. de _____ est...

```
\newlength{\hblancbis}
\newcommand*{%
\blancbis}[1]{\settowidth{\hblancbis}{#1}%
\rule[-1pt]{\hblancbis}{1pt}}
```

Le th. de Pythagore est\dots\par

Le th. de `\blancbis{Pythagore}` est\dots

10.8 Une présentation de QCM

Voilà une nouvelle méthode ⁽²⁸⁾ pour concevoir des QCM. Elle produit deux versions du questionnaire : l'une est vierge et donnée aux élèves et l'autre est corrigée ⁽²⁹⁾ . Le package `ifthen` est requis.

Afin de pouvoir passer facilement du mode « énoncé » au mode « corrigé », définissons une variable booléenne *correction* et l'initialiser à *false* (*faux*) :

```
\newboolean{correction}
\setboolean{correction}{false}
```

Définissons aussi un compteur qui permettra de numéroter les questions :

(26). Je pense à une utilisation de TBI.

(27). La commande `\rule` est étudiée page 32.

(28). D'après [56].

(29). Soit sur deux documents soit sur un seul, avec une copie-collé des questions.

`\newcounter{QNumber}`

Écrivons une macro `\Question` permettant de définir une nouvelle question. Cette macro reçoit deux arguments : le premier, facultatif, indique le caractère à placer en fin de question (le plus souvent `:`), et le second n'est autre que la question elle-même.

```
\newcommand{\Question}[2][:]{%
\stepcounter{QNumber}
\textbf{Qu. \theQNumber} -- #2~#1 }
```

Définissons aussi un environnement `Reponse` permettant d'entrer les différents choix (le ou les bonnes réponses et les distracteurs).

```
\newenvironment{Reponse}{%
\begin{list}{\square}{\leftmargin=5em}}{%
\end{list}\vspace{1em}}
```

Définissons maintenant la macro `\Vrai` (resp. `\Faux`) pour ajouter une proposition vraie (resp. fausse).

```
\newcommand{\Vrai}{%
\item[\ifthenelse{\boolean{correction}}{%
\square}{\square}]}
\newcommand{\Faux}{\item[\square]}
```

Le symbole utilisé par la macro `\Vrai` dépend de l'état de la variable booléenne `correction`. Par défaut, la valeur du booléen `correction` est `false`. Dans l'affichage du corrigé, les réponses vraies (comme les propositions initiales) sont précédées de ■ et les réponses fausses, de □, décalées de 5 em de la marge.

Exemple d'utilisation

La compilation de

```
\setboolean{correction}{true}
\Question{Énoncé 1}
\begin{Reponse}
\Vrai Réponse vraie 1 ;
\Faux Réponse fausse 1 ;
\Faux Réponse fausse 2 ;
\Vrai Réponse vraie 2.
\end{Reponse}
```

donnera pour le sujet :

Qu. 1 – Énoncé 1 :

- ☐ Réponse vraie 1 ;
- ☐ Réponse fausse 1 ;
- ☐ Réponse fausse 2 ;
- ☐ Réponse vraie 2.

En changeant ensuite la valeur du booléen `correction`, autrement dit en mettant `\setboolean{correction}{true}`, on obtient :

Qu. 1 – Énoncé 1 :

- Réponse vraie 1 ;
- ☐ Réponse fausse 1 ;
- ☐ Réponse fausse 2 ;
- Réponse vraie 2.

10.9 Une autre commande : \def

10.9.1 Une définition simple

On peut avoir besoin de faire varier, par exemple, des rayons de cercles pour que tous les cercles apparaissent dans la figure. Mais voilà, s'il y a une dizaine de cercles et que l'on cherche par essais le « bon » rayon, cela peut être long (et pas drôle!). On peut donc créer une variable avec `\def`.

Ainsi `\def\k{3}` affectera la valeur 3 à k .

10.9.2 Un exemple

Les cercles définis par `\pscircle(0,0){\k}` et `\pscircle(2,1){\k}`, dans la même figure, auront pour rayon 3.

On peut, dans le même ordre d'idée, écrire : `\psset{unit=\k cm}`

Ceci écrit, `\newcommand{\k}{3}` fonctionne très bien ! Il est préférable d'utiliser `\newcommand` que `\def` quand c'est possible (comme ici!).

10.9.3 Attention, néanmoins !

Le problème principal avec `\def{nom}` est qu'aucun contrôle n'est effectué quant à l'existence d'une macro de même nom. Une macro définie précédemment peut être remplacée sans *aucun* avertissement. Alors que `\renewcommand{nom}` ne peut pas être remplacée.

Si l'on saisit `\def\k{3}` puis ensuite `\def\k{4}`, la valeur de k sera à ce moment égale à 4.

Si l'on saisit `\newcommand{\k}{3}` puis `\newcommand{\k}{4}`, on aura un message d'erreur signifiant que cette commande a déjà été créée. Il suffit alors de remplacer `\newcommand` par `\renewcommand`.

Nous venons de voir qu'utiliser des macros permet de simplifier le source et d'homogénéiser son document. Mais n'oublions pas de transmettre ces macros lors d'un échange de documents à un collègue !

Image

11.1 Insertion d'une image

11.1.1 Pdf \LaTeX ou \LaTeX ?

Il existe deux modes de compilation d'un fichier `.tex` : \LaTeX et pdf \LaTeX .

\LaTeX permet d'insérer des images dont le *seul* format accepté est le PostScript (`ps` ou `eps` ⁽¹⁾); pdf \LaTeX permet d'insérer des images de tous les autres formats : `gif`, `jpeg`, `pdf` et `png`... ⁽²⁾

Il faut donc faire un choix dès le départ et convertir, le cas échéant, toutes les images dans le format compatible avec la compilation. La dernière section du chapitre donne une adresse de site qui permet, le cas échéant, de faire cette conversion.

11.1.2 Avec TexMaker

L'éditeur TexMaker a une version sur Windows XP, une sur Linux et une sur Mac OS X ⁽³⁾, j'indique la configuration idoine.

Commencer par entrer dans le menu « Options » sur Windows XP ou dans le menu « Préférences » de l'éditeur sur Mac OS X. Y choisir ensuite « Configurer Texmaker » puis « Compil rapide ».

Si la compilation est basée sur pdf \LaTeX , choisir la proposition Pdf \LaTeX + Voir PDF.

Si la compilation est basée sur \LaTeX , choisir la proposition \LaTeX + dvips + ps2pdf + Voir PDF.

11.1.3 Mise en place

Dans le préambule, on demande l'extension nécessaire, `\usepackage{graphicx}`.

Pour inclure une image, on utilise l'instruction

```
\includegraphics[options]{nomdelimage}
```

(1). Encapsuled Postscript.

(2). D'un point de vue personnel, je conseille plutôt \LaTeX car d'une part beaucoup de figures déposées sur l'e-toile sont faites à l'aide de pstricks et d'autre part les logiciels de géométrie usuels permet l'export au format `eps`.

(3). C'est au moins pour cela que je le présente en stage!

Le chemin pour appeler l'image doit être correctement spécifié. Il est *conseillé* de placer l'image dans le *même* dossier que le fichier `.tex` qui l'appelle.

On peut aussi préciser le(s) répertoire(s) où chercher l'image avec la macro

```
\graphicspath{sous-répertoires}.
```

On peut aussi déclarer les extensions à chercher en utilisant la commande

```
\DeclareGraphicsExtensions. Cela permet d'écrire les noms de manière courte.
```

Si l'on écrit par exemple

```
\graphicspath{{images/}{/home/img/}}
```

```
\DeclareGraphicsExtensions{.png,.jpg}
```

et si l'on utilise la commande

```
\includegraphics{filename}
```

```
\DeclareGraphicsExtensions{.png,.jpg}
```

l'image sera d'abord cherchée dans le repère courant puis dans `images/` et enfin dans `/home/img/`. Le compilateur cherchera d'abord le fichier `filename.png` puis `filename.jpg`.

11.1.4 Options

Les options sont les suivantes :

- **scale=coef**

Elle est un facteur pour modifier proportionnellement les dimensions de l'image. Par exemple, la valeur 1.4 double la surface comme c'est le cas d'un agrandissement A4 \rightarrow A3) et la valeur 2 double la largeur de l'image.

- **width=largeur**

Elle spécifie la largeur de l'image, pouvant être aussi bien un nombre avec une unité (3.5cm, 2in, ...) qu'une proportion de la ligne en cours (comme 0.2\linewidth, qui signifie que « la largeur du graphique sera 20 % fois celle de la largeur du texte sur la page »).

- **angle=nombre**

Elle permet de tourner l'image de *nombre* degrés.

- **heigth=hauteur**

Elle fixe la hauteur de l'image à *hauteur*.

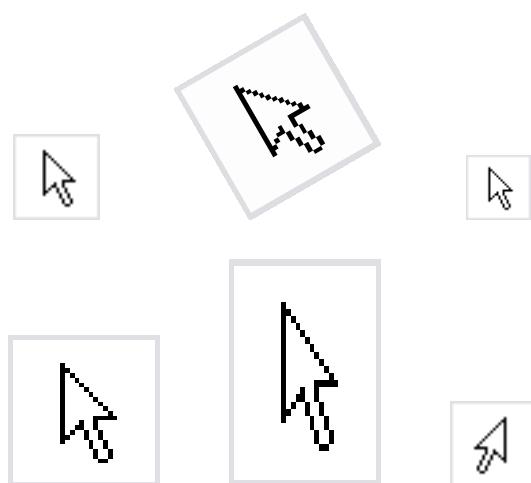
- `keepaspectratio=true`

C'est un booléen qui, prenant les valeurs *true* et *false* permet de dimensionner l'image de telle sorte que les proportions soit respectées et que ni la largeur ni la hauteur ne dépassent les valeurs données à *width* et *height*.

- `origin` place le centre de la rotation de la façon suivante.

- `l` : à gauche de l'objet tourné
- `r` : à droite de l'objet tourné
- `c` : au centre de l'objet tourné
- `t` : en haut de l'objet tourné
- `b` : en bas de l'objet tourné
- `B` : sur la ligne de base de l'objet tourné

Par exemple, les six images ci-dessous (dans le sens de lecture usuel)



sont liées aux lignes suivantes :

```
\includegraphics{a1.eps}
\includegraphics[width=2cm,angle=30]{a1.eps}
\includegraphics[scale=0.75]{a1.eps}
\includegraphics[height=2cm]{a1.eps}
\includegraphics[width=2cm,height=3cm]{a1.eps}
\reflectbox{\includegraphics{a1.eps}}
```

L'ordre des options est important. \LaTeX exécute les commandes de gauche à droite. Les cadres sont placés pour mieux mettre en valeur le résultat.



```
\includegraphics[width=2cm]{Raisins.eps}
\includegraphics[width=2cm,angle=45]{%
Raisins.eps}
\includegraphics[angle=45,width=2cm]{%
Raisins.eps}
```

Dans le deuxième cas, \LaTeX a d'abord pris pour largeur de l'image 2 cm puis a effectué une rotation de 45 degrés et, dans le troisième cas, il a d'abord effectué une rotation de 45 degrés puis a pris pour largeur de l'objet tourné 2 cm.

11.1.5 Découpage

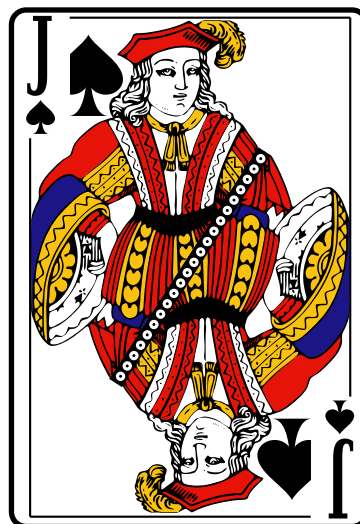
11.1.5.1 Options `trim` et `clip`

Avec les options `clip` et `trim`, on peut insérer une partie d'une image dans un document.

Avec `trim`, on indique les longueurs sur lesquelles on rogne l'image. Pour que cette option ait de l'effet, il faut ajouter `clip=true`.

La syntaxe est la suivante : `trim=g b d h`

Si `g`, `b`, `d` et `h` sont des longueurs, on coupe l'image importée de `g` à partir de la gauche, `b` à partir du bas, `d` à partir de la droite, et `h` à partir du haut.



```
\includegraphics{V-pique.eps}
\hfill
\includegraphics[%
trim=0mm 45mm 15mm 1.5mm,clip=true]{V-pique.eps}
```

11.1.5.2 Bounding box

Si l'on essaie de compiler un source comportant

```
\includegraphics{image.png}
```

une erreur de compilation va apparaître : il vous manque apparemment un fichier `.bb`. En effet, pour pouvoir insérer une image PNG dans un document \LaTeX , celui-ci doit connaître les dimensions de l'image, « Bounding Box » de l'image.

Une technique pour spécifier la bounding box d'une image consiste à utiliser l'option `bb` de la commande `\includegraphics` et lui préciser la dimension ⁽⁴⁾ de l'image, sous la forme :

(4). Si les unités ne sont pas données par l'utilisateur, \LaTeX considère qu'il s'agit de `bp` (big point). 1 `bp` vaut environ 0,351 5 mm.

```
\includegraphics[bb=xi yi xs ys]{image.png}
```

L'option `xi yi` identifie les coordonnées du coin gauche inférieur et l'option `xs ys` identifie les coordonnées du coin droit supérieur de la boîte qui entoure l'image (Bounding Box).

On saisira donc, par exemple,

```
\includegraphics[bb=0 0 181 56]{image.png}
```

11.2 Légende

Une image peut avoir une légende ⁽⁵⁾, à laquelle on peut se référer :

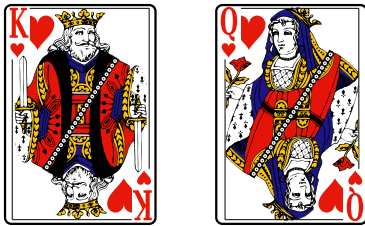


FIGURE 11.1 – Charles et Judith

```
\begin{figure}[h]
\begin{center}
\includegraphics[width=0.8in]{R-coeur}
\qqquad
\includegraphics[width=0.8in]{D-coeur}
\caption{Charles et Judith}
\label{CharlesJudith}
\end{center}
\end{figure}
```

La numérotation 11.1 lue plus haut sous la figure signifie que celle-ci est en position 1 dans le chapitre 11. (Bien évidemment, cette numérotation standard peut être changée!)



FIGURE 11.2 – La voiture-clé de « Rush Hour »

11.3 Logiciels de géométrie

Certains logiciels de géométrie dynamique permettent d'exporter une figure créée au format `eps` : il y a Geogebra, Carmetal, ...

(5). Pour le principe de la légende, se reporter à la notion de flottant, page 84.

11.4 Deux banques d'images

11.4.1 Icônes de Geogebra

J'ai placé sur [118] et sur [119] les icônes des menus de Geogebra au format `eps`. Elles peuvent donc être insérées dans une feuille d'exercices donnée aux élèves !



```
\includegraphics[width=0.5in]{%
mode_regularpolygon_32.eps}
```

11.4.2 Cartes à jouer

Il y a sur [120] l'ensemble des cartes d'un jeu au format `eps`. Des images utiles pour un exercice sur la symétrie centrale ou sur les probabilités !

11.5 Pour convertir une image

Pour convertir une image, on peut le faire :

- en ligne, via le site [115], par exemple ;
- en utilisant un logiciel comme ImageMagick ([116]) ou Gimp ([117]).

L'extension pstricks est à appeler dans le préambule.

Nota : Les grilles dessinées en gris clair permettent une meilleure compréhension du texte de la figure. Sous chaque figure ne sera donc écrit que le texte propre à la figure.

12.1 Environnement pspicture

12.1.1 Syntaxe

Il faut placer les instructions dans un environnement `pspicture` (une « boîte »). La syntaxe est :

```
\begin{pspicture}(x0,y0)(x1,y1)
...
\end{pspicture}
```

le point de coordonnées $(x0,y0)$ étant « en bas à gauche » et le point de coordonnées $(x1,y1)$ étant « en haut à droite ».

12.1.2 Formes raccourcies

Si le premier point a pour coordonnées $(0,0)$, on peut se contenter d'écrire $(x1,y1)$ à la place de $(0,0)(x1,y1)$.

On peut remplacer ⁽¹⁾

```
\begin{pspicture}(x0,y0)(x1,y1)...
\end{pspicture} par
\pspicture(x0,y0)(x1,y1)...\pspicture.
```

12.1.3 Forme étoilée

La forme étoilée

```
\begin{pspicture*}(x0,y0)(x1,y1)
...
\end{picture*}
```

permet de rogner l'image et de ne dessiner que la partie dessinée dans un rectangle d'extrémités $(x0,y0)(x1,y1)$.

(1). Même si c'est une syntaxe \TeX , et non pas \LaTeX .

12.2 Paramètres d'une figure

12.2.1 Quelques paramètres par défaut

- Pstricks utilise comme origine du système d'axe le point d'insertion de la commande ;
- unité graphique : 1 cm
- épaisseur d'un trait : 0,8 pt
- couleur d'un trait : noir

D'autres paramètres sont présentés au fil du chapitre.

12.2.2 Changer des paramètres

`\psset{paramètre=valeur}` permet de modifier la valeur d'un paramètre graphique. Cette valeur sera interprétée pour l'entière figure.

Par exemple, si l'on veut changer l'unité graphique, on écrit (par exemple) avant le `\begin{pspicture}`) :

```
\psset{xunit=2cm,yunit=0.5cm}
```

Si les deux unités graphiques sont les mêmes, on peut utiliser un `unit` seulement :

```
\psset{unit=2cm}
```

Si toutes les lignes ont pour épaisseur 2,5 pt, on peut écrire :

```
\psset{linewidth=2.5pt}
```

plutôt que de l'écrire pour chaque ligne.

On peut regrouper plusieurs valeurs :

```
\psset{unit=2cm,linewidth=2.5pt}
```

Les unités de longueur utilisables sont :

- millimètre : `mm`
- centimètre : `cm`
- pouce : `in`
- point : `pt` (0,35 mm)
- largeur d'un m : `em`
- hauteur d'un x : `ex`

L'unité n'a pas toujours à être précisée. Si l'on pose `\psset{unit=2cm}` alors, lorsqu'ils sont écrits ensuite, `\psset{linewidth=1cm}` et `\psset{linewidth=0.5}` sont équivalents.

On mettra, enfin, entre accolades `{ }` le bloc de lignes de saisie lorsque les dimensions (unité, épaisseur, ...)

changent d'une figure à l'autre, pour ne pas que les paramètres de la figure associée soit prise en compte pour d'autres figures. (En utilisation locale, donc.)

`\psset{linecolor=yellow}\psline(0,0)(4,2)`
trace un segment de couleur jaune et seulement ce segment sera colorié en jaune.

On peut aussi utiliser les paramètres optionnels des commandes. Les deux saisies suivantes sont équivalentes ⁽²⁾.

```
\psline[linecolor=blue]{->}(0,1)(1,0)
\psline[linecolor=blue]{->}(0,0)(1,1)
```

```
{ \psset{linecolor=blue}
\psline{->}(2,-1)(3,2)
\psline{->}(0,0)(1,1) }
```

12.2.3 Placement du graphique

Les objets de Pstricks ont des dimensions nulles, c'est-à-dire que le point de référence n'est pas modifié.

Une montagne  bizarre.

Une montagne `\psline(0,0)(1,0.5)(2,0)` bizarre.

L'environnement `pspicture` réserve la place au graphique.

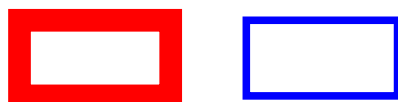
Une montagne  bizarre.

```
Une montagne
\begin{pspicture}(0,0)(2,0.5)
\psline(0,0)(1,0.5)(2,0)
\end{pspicture}
bizarre.
```

12.2.4 Créer des styles de paramètres

La commande `\newpsstyle` permet de créer des ensembles de style.

```
\newpsstyle{r3}{linecolor=red,linewidth=3mm}
\newpsstyle{b1}{linecolor=blue,linewidth=1mm}
\begin{pspicture}(0,0)(5,1)
\psframe[style=r3](0,0)(2,1)
\psframe[style=b1](3,0)(5,1)
\end{pspicture}
```

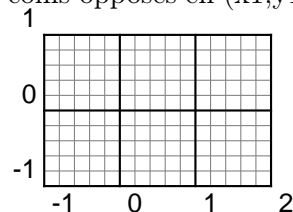


(2). Toutefois, si l'on veut modifier la figure, chacun des deux paramètres n'a à être modifié qu'une seule fois dans la seconde saisie.

12.3 Grilles

On peut dessiner des grilles.

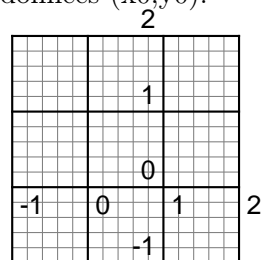
La commande `\psgrid(x1,y1)(x2,y2)` dessine une grille avec des coins opposés en $(x1,y1)$ et en $(x2,y2)$.



```
\begin{pspicture}(-1,-1)(2,1)
\psgrid(-1,-1)(2,1)
\end{pspicture}
```

Si la commande `\psgrid` est donnée sans argument – c'est-à-dire sans les coordonnées des extrémités – alors la grille occupe toute la figure.)

La commande `\psgrid(x0,y0)(x1,y1)(x2,y2)` dessine une grille avec des coins opposés en $(x1,y1)$ et en $(x2,y2)$ et dont les intervalles sont placés par rapport au point de coordonnées $(x0,y0)$.



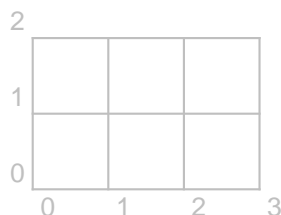
```
\psgrid(1,0)(-1,-1)(2,2)
```

Il y a plusieurs options :

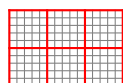
<code>unit=unit</code>	par défaut : 1cm
Longueur du côté du carreau unité	
<code>gridwidth=dim</code>	par défaut : .8pt
Épaisseur des lignes principales	
<code>gridcolor=color</code>	par défaut : black
Couleur des lignes principales	
<code>griddots=num</code>	par défaut : 0
Si $num > 0$, les lignes sont en pointillés, avec num points par graduation.	
<code>gridlabels=dim</code>	par défaut : 10pt
Taille des nombres utilisés pour graduer	
<code>gridlabelcolor=color</code>	par défaut : black
Couleur des nombres utilisés pour graduer	
<code>subgriddiv=int</code>	par défaut : 5
Nombre de sous-graduations de la grille.	
<code>subgridwidth=dim</code>	par défaut : .4pt
Épaisseur des lignes secondaires	
<code>subgridcolor=color</code>	par défaut : gray

`subgriddots=num` par défaut : 0

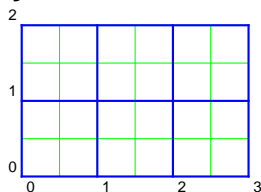
Comme `griddots`, pour les sous-graduations



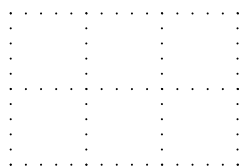
```
\begin{pspicture}(0,0)(3,2)
\psgrid[subgriddiv=0,gridcolor=lightgray,%
gridlabelcolor=lightgray](0,0)(3,2)
\end{pspicture}
```



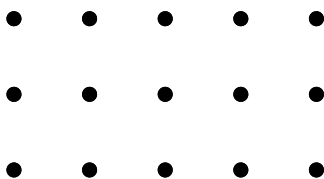
```
\begin{pspicture}(0,0)(1.5,1)
\psgrid[unit=0.5cm,gridcolor=red,%
gridlabels=0](3,2)
\end{pspicture}
```



```
\psgrid[gridcolor=blue,subgriddiv=2,%
subgridcolor=green,gridlabels=2mm]
(3,2)
```

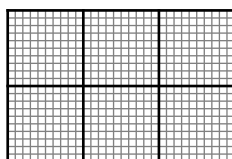


```
\psgrid[griddots=5,gridlabels=0,
subgriddiv=1](3,2)
```



```
\psgrid[griddots=1,gridlabels=0,
gridwidth=2mm,subgriddiv=1](4,2)
```

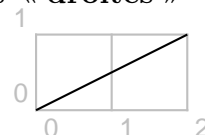
Application au papier millimétré :



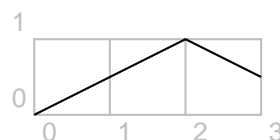
```
\begin{pspicture}(0,0)(3,2)
\psgrid[subgriddiv=10,gridlabels=0,%
gridwidth=1pt,subgridwidth=0.5pt](0,0)(3,2)
\end{pspicture}
```

12.4 Lignes

12.4.1 Lignes « droites »



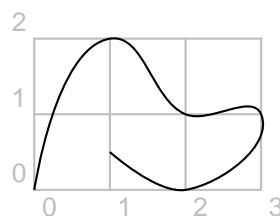
```
\begin{pspicture}(0,0)(2,1)
\psline(2,1)
\end{pspicture}
```



```
\psline(0,0)(2,1)(3,0.5)
```

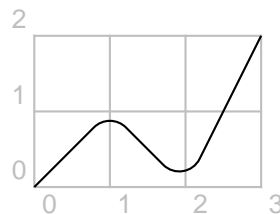
12.4.2 Lignes « courbes »

Pour une courbe ⁽³⁾ passant par des points donnés :

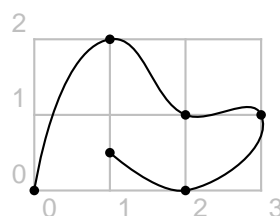


```
\pscurve(0,0)(1,2)(2,1)(3,1)(2,0)(1,0.5)
```

L'option `linearc` indique le rayon des arcs de cercle dessinés aux angles dans le cas d'une ligne brisée.



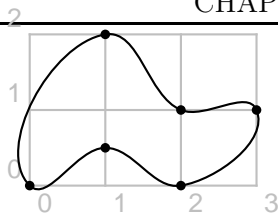
```
\psline[linearc=0.3](0,0)(1,1)(2,0)(3,2)
```



```
\pscurve[showpoints=true](0,0)(1,2)(2,1)...
```

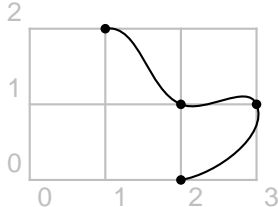
La commande `\psccurve` permet de dessiner une courbe fermée entre les points.

(3). En fait, il s'agit d'une courbe de Bézier par morceaux où sont donnés seulement les points d'interpolation : graphiquement, la courbe lisse.



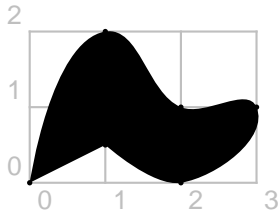
```
\psccurve[showpoints=true]%
(0,0)(1,2)(2,1)(3,1)(2,0)(1,0.5)
```

La commande `\psecurve` ⁽⁴⁾ permet de dessiner une courbe sans y placer le premier et le dernier point ⁽⁵⁾.



```
\psecurve[showpoints=true]%
(0,0)(1,2)(2,1)(3,1)(2,0)(1,0.5)
```

La commande étoilée `\pscurve*` trace une surface pleine délimitée par la courbe et le segment joignant les points extrêmes.

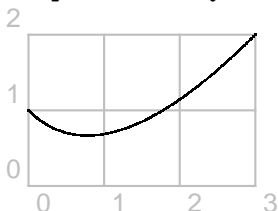


```
\pscurve*[showpoints=true]%
(0,0)(1,2)(2,1)(3,1)(2,0)(1,0.5)
```

On peut tracer un arc en utilisant une courbe de Bézier quadratique. Celle-ci est définie par trois points de contrôle A, B et C, où A et C sont les extrémités de la courbe et les tangentes en A et en C passent par B.

La syntaxe est :

```
\qbezier(xA,yA)(xB,yB)(xC,yC)
```



```
\qbezier(0,1)(1,0)(3,2)
```

Pour colorier l'aire entre deux courbes, je renvoie à la sous-section 13.5.2, page 128.

(4). c pour *closed* et e pour *edge*.

(5). Ils sont quand même pris en compte dans les calculs de la courbe finale.

12.4.3 Lignes « à main levée »

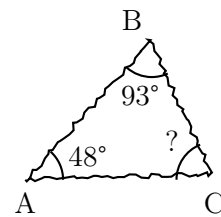
L'extension `pstricks-add` permet de dessiner à main levée.

Voici, par exemple, un segment :



```
\begin{pspicture}(0,-0.5)(3,0.5)
\pslineByHand(0,0)(3,0)
\end{pspicture}
```

Cela permet, entre autres, de dessiner des triangles à main levée :



```
\pslineByHand(0,0)(2.5;48)(2.5;0)(0,0)
```

L'amplitude est réglée par le paramètre `varsteptol` (0,8 par défaut) et la largeur par `VarStepEpsilon` (2 par défaut) :



```
\pslineByHand(0,0)(\linewidth, 0)
```

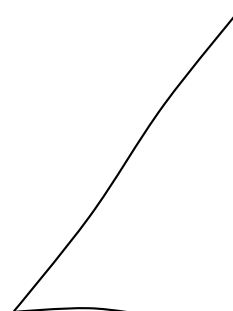


```
\pslineByHand[VarStepEpsilon=10,%
varsteptol=1](0,0)(\linewidth, 0)\
```

Il y a une autre possibilité, en utilisant la commande `pscurve` vue plus haut... mais il faut plus bidouiller ! Je laisse au lecteur deux exemples des mêmes types que ceux donnés précédemment.



```
\pscurve(0,0)(1,0.05)(2,-.05)(3,0)
```

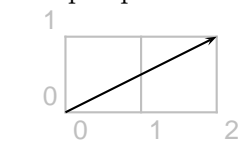


```
\begin{pspicture}(-0.5,-0)(3.5,4)
\pscurve(0,0)(1,0.05)(2,-.05)(3,0)
\pscurve(3,0)(2.95,1.33)(3.05,2.67)(3,4)
\pscurve(0,0)(1,1.25)(2,2.75)(3,4)
\end{pspicture}
```

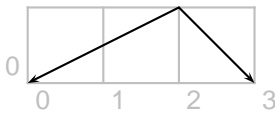
12.5 Flèches et autres extrémités

`{flèche}` permet de mettre des flèches aux extrémités des traits. Voici quelques exemples :


```
\psline{->}(0,0)(2,1)
```



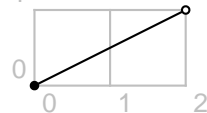
```
\psline{<->}(0,0)(2,1)(3,0)
```



```
\psline{|-|}(0,0)(2,1)
```

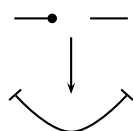


```
\psline{* - o}(0,0)(2,1)
```



Les valeurs peuvent se combiner.

```
{\psset{unit=0.5cm}
\begin{pspicture}(0.5,0.5)(4.5,4.5)
\psline{*-}(1,4)(2,4)
\psline{-}(3,4)(4,4)
\psline{->}(2.5,3.5)(2.5,2)
\pscurve{|-|}(1,2)(2.5,1)(4,2)
\end{pspicture}}
```



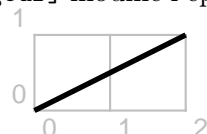
12.6 Options

`[opt]` est une option qui permet de modifier les caractéristiques des objets représentés.

12.6.1 Épaisseur

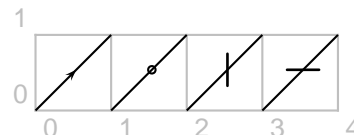
`[linewidth=largeur]` modifie l'épaisseur de la ligne.

```
\psline[linewidth=2pt](0,0)(2,1)
```



12.6.2 Codage

On peut « coder » les lignes :



```
\psline[ArrowInside=->](0,0)(1,1)
\psline[ArrowInside=-o](1,0)(2,1)
\psline[ArrowInside=-t](2,0)(3,1)
\psline[ArrowInside=-T](3,0)(4,1)
```

On peut préciser la position sur la ligne ⁽⁶⁾ :



```
\psline[ArrowInside=->,ArrowInsidePos=0.3]...
```

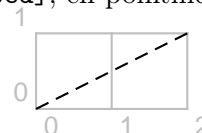
Ou encore le nombre de motifs :



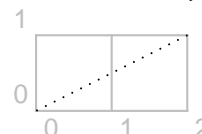
```
\psline[ArrowInsideNo=3,ArrowInside=-t]...
```

12.6.3 Style : pointillés, ...

`[linestyle=dashed]` trace la ligne en traitillés et `[linestyle=dotted]`, en pointillés.

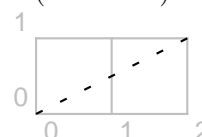


```
\psline[linestyle=dashed](0,0)(2,1)
```



```
\psline[linestyle=dotted](0,0)(2,1)
```

On peut choisir le type de traitillés. Les distances mises en options donnent les longueurs alternative-ment des segments noirs (visibles) – les premières données – et blancs (invisibles). ⁽⁷⁾



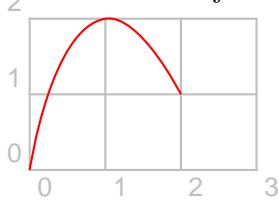
```
\psline[linestyle=dashed,dash=3pt 8pt]...
```

(6). 0.3 signifie « à 30 % du segment à partir de la première extrémité ».

(7). La valeur par défaut est 5pt 3pt.

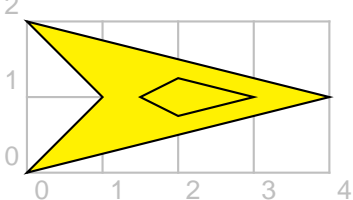
12.6.4 Couleur

`linecolor=couleur` colore l'objet avec une couleur.



```
\pscurve[linecolor=red](0,0)(1,2)(2,1)
```

L'option `fillstyle=solid` permet de remplir l'objet par la couleur sollicitée au moyen de la commande `fillcolor=couleur`.



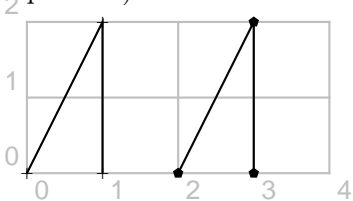
```
\begin{pspicture}(0,0)(4,2)
\pspolygon[fillstyle=solid,fillcolor=yellow]%
(0,0)(4,1)(0,2)(1,1)
\pspolygon(3,1)(2,1.25)(1.5,1)(2,0.75)
\end{pspicture}
```

Attention à l'ordre des commandes ! Commencez le dessin par les éléments de l'arrière-plan et finissez par ceux du premier plan.

Comme je l'ai signalé dans un chapitre précédent, je donne (pages 26 et 27) les 317 couleurs définies dans l'extension `xcolor` avec l'option `x11names`, avec les quantités de rouge, vert et bleu incluses correspondantes, dans l'ordre alphabétique.

12.6.5 Points

On peut changer le style d'affichage des points (par défaut, un disque noir).



```
\psline[showpoints=true,dotstyle=+]%
(0,0)(1,2)(1,0)
\psline[showpoints=true,dotstyle=pentagon*]%
(2,0)(3,2)(3,0)
```

Les 10 styles sont :

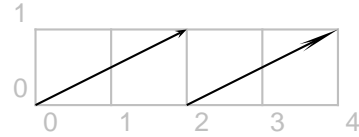
o	○ ○ ○	+	+ + +
square	□ □ □	square*	■ ■ ■
*	● ● ●		
triangle	△ △ △	triangle*	▲ ▲ ▲
diamond	◇ ◇ ◇	diamond*	◆ ◆ ◆
pentagon	⬠ ⬠ ⬠	pentagon*	⬢ ⬢ ⬢

Il ne faut pas oublier le `showpoints=true`.

12.6.6 Longueur des flèches

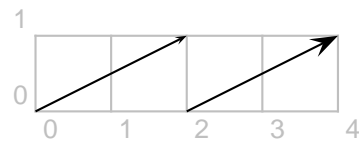
Voici quelques paramètres pour les flèches ; leur valeur par défaut est donnée en fin de ligne (correspondant à la flèche de gauche).

`arrowlength` fixe la longueur de la flèche en fonction de la largeur de ligne 1.4



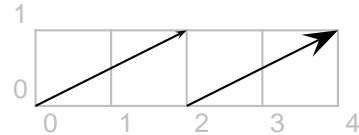
```
\psline{->}(0,0)(2,1)
\psline[arrowlength=5]{->}(0,0)(2,1)
```

`arrowsize` ⁽⁸⁾ fixe la largeur de la flèche en fonction de la largeur de la ligne 3pt 2



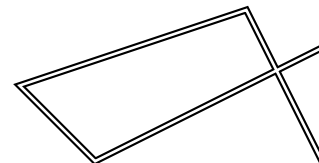
```
\psline[arrowsize=5pt 3]{->}(0,0)(2,1)
```

`arrowscale` 1



```
\psline[arrowscale=3]{->}(0,0)(2,1)
```

12.6.7 Double trait



```
\psline[doubleline=true](4,1.5)(1,0)...
```

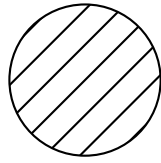
12.6.8 Hachures

Pour les figures fermées, on peut définir le type de remplissage :

- `fillstyle=valeur` : motif de remplissage, *valeur* pouvant être :
 - `crosshatch` : hachures croisées à 45°,
 - `hlines` : hachures simples à 45°,
 - `vlines` : hachures simples à -45°,
 - `solid` : plein ;
- `fillcolor=couleur` de fond ;
- `hatchcolor=couleur` des hachures ;

(8). Ce paramètre se décompose en deux parties, *dim* et un nombre, *n*. Ainsi, si la largeur de la ligne qui doit être fléchée est *w*, la largeur de la flèche sera *larg* = *n* × *w* + *dim*, la longueur de la flèche sera *long* = *larg* × *arrowlength* et la hauteur de l'empenage sera *long* × *arrowinset*.

- `hatchwidth`=épaisseur du trait ;
- `hatchsep`=espacement des traits ;
- `hatchangle`=angle des traits.



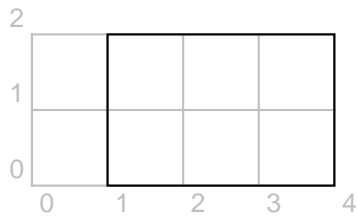
```
\begin{pspicture}(-1,-1)(1,1)
\pscircle[%
fillstyle=hlines,hatchsep=3mm](0,0){1}
\end{pspicture}
```

12.7 Figures usuelles

12.7.1 Rectangles, polygones, etc.

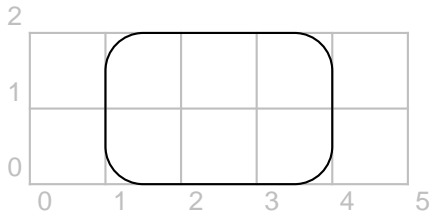
12.7.1.1 Rectangles et polygones

`\psframe[opt](x0,y0)(x1,y1)` permet de tracer un rectangle dont les extrémités de la diagonale ont pour coordonnées (x₀,y₀) et (x₁,y₁).



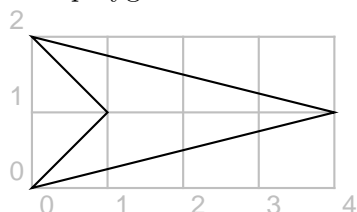
```
\psframe(1,0)(4,2)
```

On peut arrondir les coins du rectangle en utilisant l'option `framearc`. Ce nombre, égal à 0 par défaut, est compris entre 0 et 1. Le rayon de l'arrondi est égal à la moitié du minimum entre la longueur et la largeur multiplié par ce coefficient :



```
\psframe[framearc=0.5](1,0)(4,2)
```

`\pspolygon[opt](x0,y0)(x1,y1)... (xn,yn)` permet de tracer un polygone :



On notera la différence entre un polygone et une ligne fermée ⁽⁹⁾ :



```
\psline[linewidth=3mm](0,0)(1,0)(0,1)(0,0)
\pspolygon[linewidth=3mm](0,0)(1,0)(0,1)
```

12.7.1.2 Un triangle... eulérien

Nous avons souvent besoin de triangles dans nos documents. (Un triangle est un polygone à 3 côtés, ce qui justifie sa place dans cette sous-section.)

Voici ⁽¹⁰⁾ un triangle ABC qui a le très bon goût d'avoir la quasi-totalité de points associés à coordonnées entières, ce qui est intéressant lorsque l'on veut placer ⁽¹¹⁾ un point particulier ou tracer une droite particulière. Il ne vous reste ensuite qu'à modifier l'échelle, effectuer une rotation, ...

	<i>x</i>	<i>y</i>	
A	3	56	
B	45	50	
C	21	2	
A'	33	26	milieu de [BC]
B'	12	29	milieu de [AC]
C'	24	53	milieu de [AB]
G	23	36	centre de gravité
H	27	44	orthocentre
O	21	32	centre du cercle circonscrit de rayon $r = 30$
E	24	38	centre du cercle d'Euler milieu de [HO]
I	23,6	38,8	centre du cercle inscrit

Une figure correspondante est donnée page 123. Le source est sur [127].

12.7.1.3 Pour un Sudoku

Il y a plusieurs possibilités pour dresser une grille de Sudoku. L'une d'elles consiste à utiliser un tableau... mais il faut un peu transpirer pour que le résultat soit celui voulu : cellules carrées, bordures plus ou moins épaisses, ... Une autre consiste à utiliser le très riche package `cwpuzzle` [50].

(9). L'épaisseur du trait est volontairement choisie ici pour montrer la différence.

(10). D'après une activité de l'IREM de Lorraine, « Le secret de Leonhard ».

(11). Parce que, entre nous, placer un centre de gravité de coordonnées qui ressemblent à (17/15, 539/64)... Les coordonnées de I sont approchées à 0,1 près.

Le lecteur remarquera l'emploi de deux `\newcommand` ⁽¹²⁾. La première ⁽¹³⁾ définit le style de tous les nombres donnés ⁽¹⁴⁾, la seconde, celui de tous les nombres à trouver ⁽¹⁵⁾.

3	2	1	4
1	4	3	2
2	1	4	3
4	3	2	1

```
\newcommand{\CD}[1]{\large #1}
\newcommand{\CS}[1]{%
\textcolor{red}{\large #1}}
\begin{pspicture}(0.5,0.5)(4.5,4.5)
\psframe[linewidth=2pt](0.5,0.5)(4.5,4.5)
\psline[linewidth=1.5pt](2.5,0.5)(2.5,4.5)
\psline(1.5,0.5)(1.5,4.5) ...
\rput(1,3){\CD{1}} ...
\rput(1,1){\CS{4}} ...
\end{pspicture}
```

12.7.2 Parabole

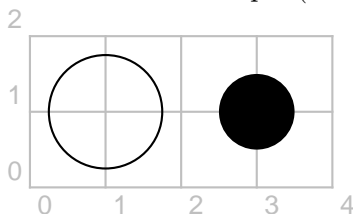
On peut tracer un arc de parabole de direction asymptotique l'axe (Oy) avec la commande :

`\parabola(x_0,y_0)(x_1,y_1)`

La parabole a pour sommet le point de coordonnées (x_0,y_0) et passe par le point de coordonnées (x_1,y_1) en s'arrêtant à ce point. Les deux branches de la paraboles sont (évidemment) symétriques.

12.7.3 Cercles, disques et ellipses

`\pscircle(x_0,y_0){ r }` permet de tracer le cercle de centre de coordonnées (x_0,y_0) et de rayon r . La version étoilée dessine le disque (en noir).



```
\pscircle(1,1){0.75} \pscircle*(3,1){0.5}
```

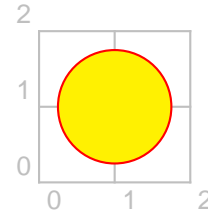
(12). Voir cette notion page 86.

(13). Chiffres Donnés, Chiffres Solutions.

(14). Il n'y a pas que des nombres qui peuvent remplir des cases : voyez des exemples de « Sudomath » dans la brochure *Jeux 8* de l'APMEP.

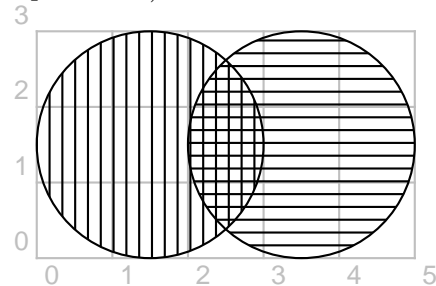
(15). Je conseille alors de regrouper toutes les lignes de saisie des nombres à trouver : lorsqu'ils sont mis en commentaire, on a la grille de départ, à compléter.

Le disque est obtenu à partir du cercle à l'aide de l'option `fillstyle=solid` et sa couleur, à l'aide de `fillcolor=couleur`. On peut peindre le disque et le cercle :



```
\pscircle[linecolor=red,%
fillstyle=solid,fillcolor=yellow](1,1){0.75}
```

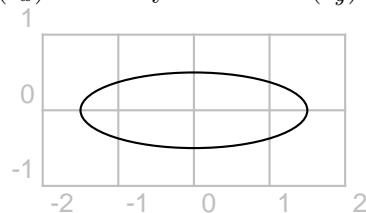
Les disques peuvent être hachurés (les hachures sont expliquées plus haut) :



```
\pscircle[fillstyle=hlines,hatchangle=90](1.5,1.5){1.5}
\pscircle[fillstyle=hlines,hatchangle=0](3.5,1.5){1.5}
```

Cela peut être pratique ⁽¹⁶⁾ lorsque l'on veut superposer deux disques points... car les couleurs ne s'associent pas ! Un exemple dans ce cas est donné avec la commande `\pscustom`, page 108.

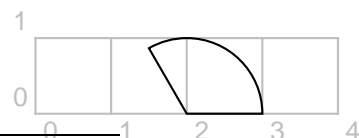
`\psellipse[opt](x_0,y_0)(r_x,r_y)` permet de tracer l'ellipse de centre de coordonnées (x_0,y_0) et de rayon horizontal (r_x) et de rayon vertical (r_y).



```
\psellipse(0,0)(1.5,0.5)
```

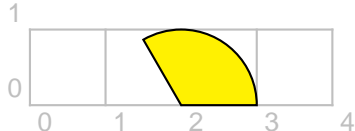
12.7.4 Secteurs et arcs

`\pswedge(x_0,y_0){ r }{ a }{ b }` permet de tracer le secteur de centre de coordonnées (x_0,y_0), de rayon r depuis l'angle de mesure a jusqu'à l'angle de mesure b , en degrés.

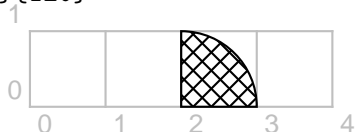


(16). Notamment lorsque l'on parle des diagrammes de Venn.

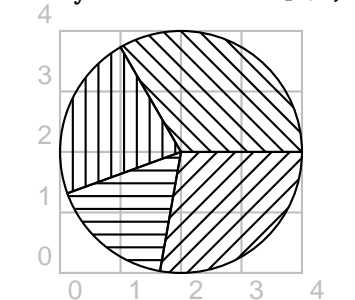
```
\pswedge(2,0){1}{0}{120}
```



```
\pswedge[fillstyle=solid,fillcolor=yellow]%(2,0){1}{0}{120}
```



```
\pswedge[fillstyle=crosshatch](2,0){1}{0}{90}
```



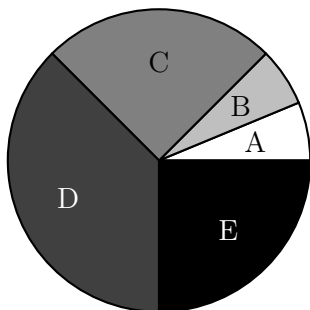
```
\pswedge[fillstyle=hlines,hatchangle=135](2,2){2}{0}{120}
```

```
\pswedge[fillstyle=hlines,hatchangle=90](2,2){2}{120}{200}
```

```
\pswedge[fillstyle=hlines,hatchangle=0](2,2){2}{200}{260}
```

```
\pswedge[fillstyle=hlines,hatchangle=45](2,2){2}{260}{360}
```

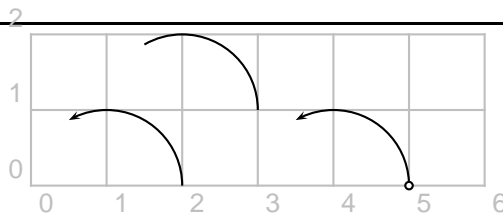
Avec l'extension `pstricks-add`.



```
\psset{unit=2cm,fillstyle=solid}
\pspicture(-1,-1)(1,1)
\pswedge{1}{0}{22.5}
\pswedge[fillcolor=lightgray]{1}{22.5}{45}
\pswedge[fillcolor=gray]{1}{45}{135}
\pswedge[fillcolor=darkgray]{1}{135}{270}
\pswedge[fillcolor=black]{1}{270}{360}
\rput(0.65;11.25){A} \rput(0.65;33.75){B}
\rput(0.65;90){C}
\rput(0.65;202.5){\white D}
\rput(0.65;315){\white E}
\endpspicture
```

(La notation polaire « (0.65;11.25) » sera détaillée dans le paragraphe 12.7.5.)

On crée un arc de cercle de même :

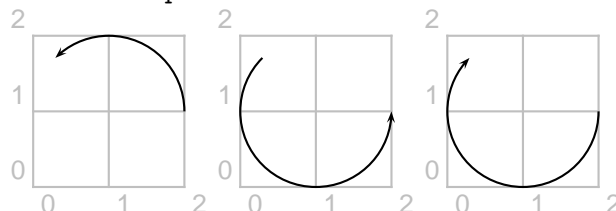


```
\psarc(2,1){1}{0}{120}
```

```
\psarc{->}(1,0){1}{0}{120}
```

```
\psarc{o->}(4,0){1}{0}{120}
```

Pour dessiner un arc dans le sens indirect, on utilise l'instruction `\psarcn`.



Les arcs sont obtenus respectivement avec les instructions suivantes :

```
\psarc{->}(1,1){1}{0}{135}
```

```
\psarc{->}(1,1){1}{135}{0}
```

```
\psarcn{->}(1,1){1}{0}{135}
```

Si l'on veut juste tracer l'arc sans l'orienter, les deux dernières instructions (débarassées de `{->}`) sont semblables. En revanche, lorsque l'on veut dessiner (et peindre) une figure contenant des arcs (comme dans le paragraphe suivant), il faut savoir faire la différence.

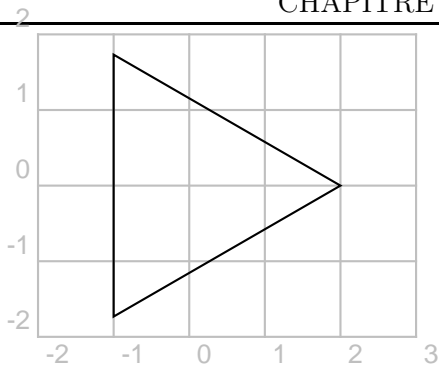
12.7.5 La commande `\SpecialCoor`

La commande `\SpecialCoor` permet d'utiliser six types de coordonnées différents :

- les coordonnées cartésiennes usuelles (x,y) ;
- les coordonnées polaires ($r;a$) ;
- les coordonnées d'un nœud (`node`) ;
- les coordonnées par rapport à un nœud (`[par]node`) ;
- les coordonnées calculées par des expressions post-script (`!expr`) ;
- des types différents pour l'abscisse et l'ordonnée (`coord1|coord2`).

Plus particulièrement, avec le coordonnées polaires, un point de coordonnées polaires [*rayon*, *angle*] est alors codé (*rayon*; *angle*).

Le point de coordonnées cartésiennes (1,1) est alors noté (1.414;45).

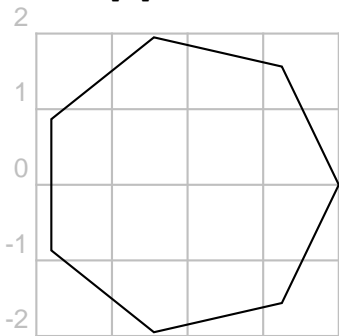


```
\SpecialCoor
\pspolygon(2;0)(2;120)(2;240)
```

12.8 Commande \degrees[num]

Elle permet de travailler avec une mesure des angles allant de 0 à num. Autrement dit, num donne le nombre de sous-divisions régulières du cercle.

```
\SpecialCoor
\degrees[7]
\begin{pspicture}(-2,-2)(2,2)
\pspolygon(2;0)(2;1)(2;2)(2;3)(2;4)(2;5)(2;6)
\end{pspicture}
```



Par conséquent, on peut utiliser \degrees[100] pour faire un camembert quand les proportions en pourcentage sont connues.

12.9 Commande \pscustom : coloriage d'une surface

On commence par dessiner la figure ⁽¹⁷⁾ ci-contre.



```
\begin{pspicture}(-1,-1)(1,0)
\psplot{-1}{0}{x 1 add 2 exp 1 sub}
\psplot{0}{1}{x 1 sub 2 exp 1 sub}
\psline(1,-1)(-1,-1)
\end{pspicture}
```

On aimerait la remplir de rouge :



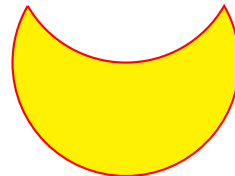
On va pour cela utiliser la commande \pscustom :

(17). Elle est composée d'un segment, de la branche de parabole d'équation $y = (x + 1)^2 - 1$ sur $[-1; 1]$ et de la branche de parabole d'équation $y = (x - 1)^2 - 1$ sur $[0; 1]$.

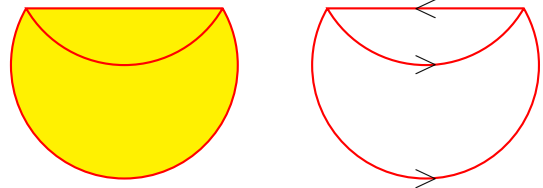
```
\begin{pspicture}(-1,-1)(1,0)
\pscustom[fillstyle=solid,%
fillcolor=red,linestyle=none]{%
\psplot{-1}{0}{x 1 add 2 exp 1 sub}
\psplot{0}{1}{x 1 sub 2 exp 1 sub}
\psline(1,-1)(-1,-1)}
\end{pspicture}
```

(Pour avoir la ligne de contour de la figure, on supprime linestyle=none.)

On veut dessiner maintenant la figure suivante :



Dans un premier temps, si l'on ne prend pas garde au fait que le bord se trace en une seule fois (sans lever le crayon), L^AT_EX dessine la figure de gauche non seulement parce qu'il utilise les arcs dessinés sur la figure de droite mais aussi parce que, par défaut, \pscustom joint le point courant au début du nouveau chemin :



```
\begin{pspicture}(-1.5,-1.75)(1.5,0.75)
\pscustom[fillstyle=solid,%
fillcolor=yellow,linecolor=red]{%
\psarc(0,0){1.5}{150}{30}
\psarc(0,1.5){1.5}{210}{330}}
\end{pspicture}
```

La programmation correcte demande l'utilisation de \pscustom :

```
\begin{pspicture}(-1.5,-1.5)(1.5,0.75)
\psframe(-1.5,-1.5)(1.5,0.75)
\pscustom[fillstyle=solid,%
fillcolor=yellow,linecolor=red]{%
\psarc(0,0){1.5}{150}{30}
\psarcn(0,1.5){1.5}{330}{210}}
\end{pspicture}
```

Je laisse le soin au lecteur de comprendre comment a été construite la figure suivante ⁽¹⁸⁾ :

(18). Pour le principe de la légende, se reporter à la notion de flottant, page 84.

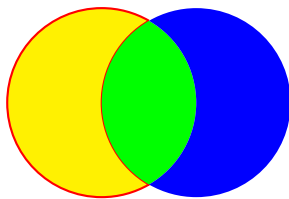


FIGURE 12.1 – Diagramme de Venn

```
\psset{unit=1.25cm}
\begin{pspicture}(0,-1)(3,1)
\pscustom[linestyle=none]{%
\psarc(1,0){1}{60}{-60}
\psarcn(2,0){1}{240}{120}
\fill[fillstyle=solid,fillcolor=yellow]
\stroke[linestyle=solid,linecolor=red]
\newpath
\psarc(1,0){1}{-60}{60}
\psarc(2,0){1}{120}{240}
\fill[fillstyle=solid,fillcolor=green]
\newpath
\psarc(2,0){1}{240}{120}
\psarcn(1,0){1}{60}{-60}
\fill[fillstyle=solid,fillcolor=blue]}
\end{pspicture}
```

12.10 Commande `\psclip` : découpage d'une surface

Le clipping sert à découper une figure selon un contour déterminé.

Considérons la figure suivante.

```
abc abc abc abc abc abc
abc abc abc abc abc abc
abc abc abc abc abc abc
abc abc abc abc abc abc
abc abc abc abc abc abc
abc abc abc abc abc abc
```

```
\begin{pspicture}(4,2)
\pspolygon(0,0)(2,0.25)(4,0)(3.75,1)...
\rput(2,1){%
\begin{minipage}{4.5cm}abc...\end{minipage}}
\end{pspicture}
```

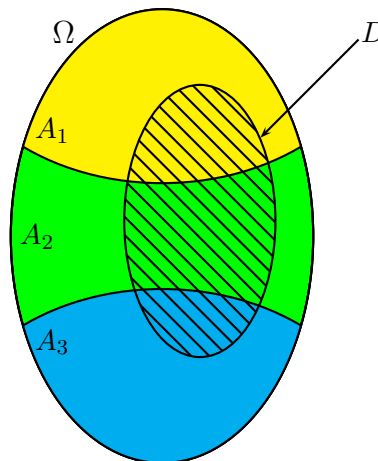
`\psclip{graphique} objet \endpsclip` dessine l'objet seulement dans la zone délimitée par le graphique.

```
abc abc abc abc abc abc
abc abc abc abc abc abc
abc abc abc abc abc abc
abc abc abc abc abc abc
```

```
\begin{pspicture}(4,2)
\psclip{\pspolygon(0,0)(2,0.25)(4,0)...}
```

```
\rput(2,1){%
\begin{minipage}{4.5cm}abc...\end{minipage}}
\endpsclip
\end{pspicture}
```

Un autre exemple, qui pourra voir sa présence dans un chapitre de probabilités :



```
\begin{pspicture}(-3,-4)(3,4)
\psellipse[fillstyle=solid,fillcolor=green]%
(0,0)(2,3)
\begin{psclip}{\psellipse(0,0)(2,3)}
\psellipse[fillstyle=solid,fillcolor=yellow]%
(0,3)(3,2.3)
\psellipse[fillstyle=solid,fillcolor=cyan]%
(0,-3)(3,2.3)
\end{psclip}
% On retrace par-dessus l'ellipse
% principale pour les contours
\psellipse(0,0)(2,3)
% puis la patate pour D
\psellipse[fillstyle=vlines](0.5,0.2)(1,1.8)
% puis le texte...
\rput(-1.3,2.7){\large$\Omega$}
\rput(-1.45,1.4){$\mathcal{A}_1$}
\rput(-1.65,0){$\mathcal{A}_2$}
\rput(-1.45,-1.4){$\mathcal{A}_3$}
\psline{<-}(1.3,1.3)(2.6,2.6)\rput(2.8,2.7){$\mathcal{D}$}
\end{pspicture}
```

Un dernier exemple, qui se passe de commentaire.



```

\begin{pspicture}(-1,-2)(1,1.5)
\psellipse(0,0)(0.8,1.5)
\pscircle*[linecolor=blue](0,-1){1}
\end{pspicture}
\hfill
\begin{pspicture}(-1,-2)(1,1.5)
\begin{psclip}{%
\psellipse(0,0)(0.8,1.5)}
\pscircle*[linecolor=blue](0,-1){1}
\end{psclip}
\end{pspicture}

```

12.11 Transformations usuelles

Voici quelques lignes de codes. Rien n'empêche toutefois le lecteur d'utiliser les logiciels donnés à la section 12.18.4, page 121, pour faire directement ses figures et les insérer ensuite !

12.11.1 Commandes `\rput` et `\uput`

12.11.1.1 Commande `\rput`

Pour placer un *objet* (figure, texte, etc.) au point de coordonnées (x,y) , on utilise une des deux commandes :

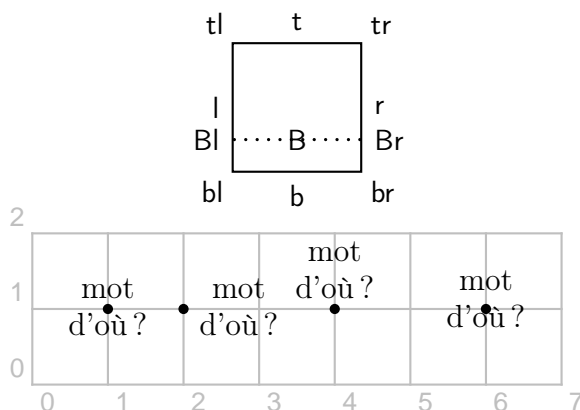
```

\rput[orig](x,y){objet}
\rput{angle}(x,y){objet}

```

angle indique l'angle de rotation d'écriture du texte. C'est en fait une option ! Sa valeur par défaut est 0.

orig est l'origine de l'*objet* pour la commande et peut prendre l'une des onze valeurs ci-dessous. Par défaut, c'est le centre de la boîte englobante. La ligne dessinée en pointillées est la ligne de base.

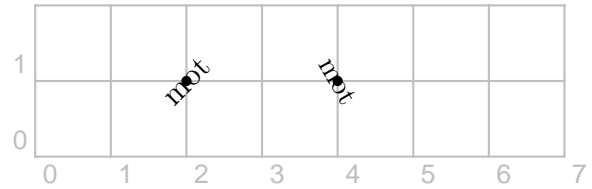


(Les points ont été rajoutés, pour faciliter la compréhension des instructions.)

```

\rput(1,1){\large \begin{tabular}{c}
mot\\ d'où ?\end{tabular}}
\rput[l](2,1){...}
\rput[b](4,1){...}
\rput[B](6,1){...}

```



```

\rput{45}(2,1){\large mot}
\rput{-60}(4,1){mot}

```

12.11.1.2 Commande `\uput`

On a aussi la commande `\uput` de syntaxe suivante :

```

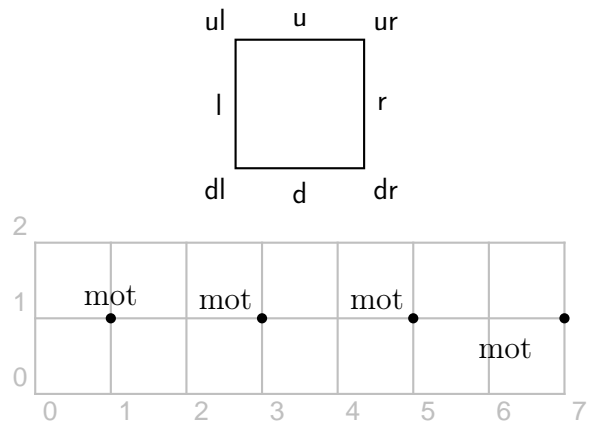
\uput{distance}[angle]{rotation}(x,y){objet}

```

objet est placé à une *distance* du point de coordonnées (x,y) en allant dans la direction de l'*angle*. Une *rotation* – lorsqu'elle est précisée – est appliquée sur l'*objet*.

La *distance*⁽¹⁹⁾ est en fait une option...

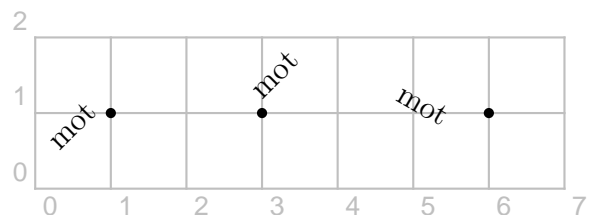
Les directions sont les suivantes :



```

\uput[u](1,1){\large mot}
\uput[ul](3,1){\large mot}
\uput[135](5,1){\large mot}
\uput{0.5}[215](7,1){\large mot}

```



```

\uput[l]{45}(1,1){\large mot}
\uput[u]{45}(3,1){\large mot}
\uput{0.5}[l]{-30}(6,1){\large mot}

```

12.11.2 Translation

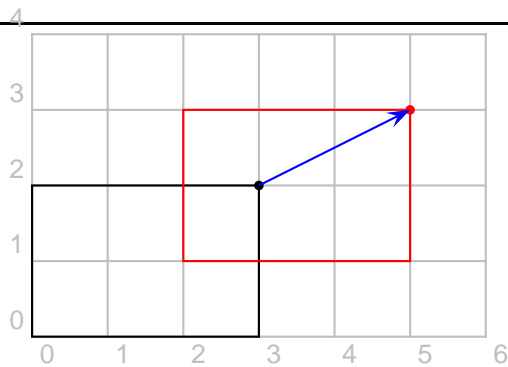
Pour effectuer une translation de vecteur $\vec{u}(a;b)$ sur un objet, on utilise la commande :

```

\rput(a,b){objet}

```

(19). `\up`, `\down`, `\left` et `\right`.



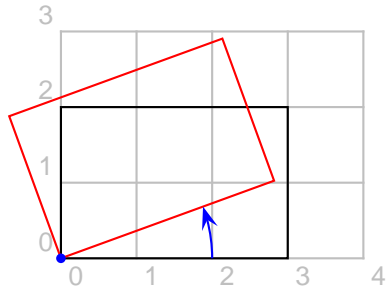
```
\rput(2,1){%
\psframe[linecolor=red](0,0)(3,2)}
```

12.11.3 Rotation et symétrie centrale

Pour effectuer une translation de centre $O(0;0)$ et d'angle *angle* (exprimé en degrés) sur un objet, on utilise la commande :

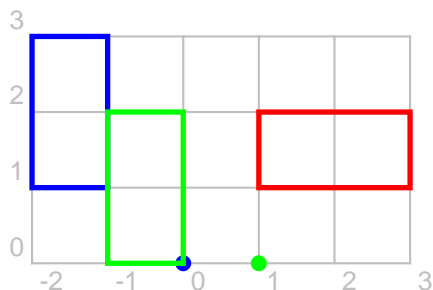
```
\rput[angle](0,0){objet}
```

Pour effectuer une symétrie centrale de centre Ω , on prend donc *angle* = 180.

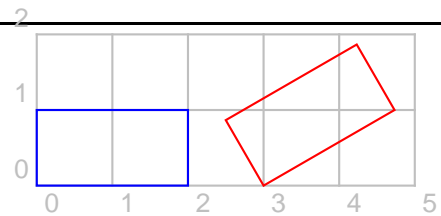


```
\rput{20}(0,0){%
\psframe[linecolor=red](0,0)(3,2)}
```

On pourrait penser, à tort, que la commande `\rput{90}(1,-1){\psframe(1,2)(3,1)}` dessine l'image du rectangle dans la rotation de centre le point de coordonnées $(1, -1)$ et d'angle 90° . \LaTeX construit en fait d'abord l'image du rectangle dans la rotation de centre le point de coordonnées $(0,0)$ puis l'image de celui-ci dans la translation de vecteur $\vec{u}(1, -1)$.



```
\psdot[linecolor=blue,linewidth=2pt](0,0)
\psdot[linecolor=green,linewidth=2pt](1,0)
\psframe(1,2)(3,1)
\rput{90}(0,0){\psframe[linecolor=blue,%
linewidth=2pt](1,2)(3,1)}
\rput{90}(1,-1){\psframe[linecolor=green,%
linewidth=2pt](1,2)(3,1)}
```

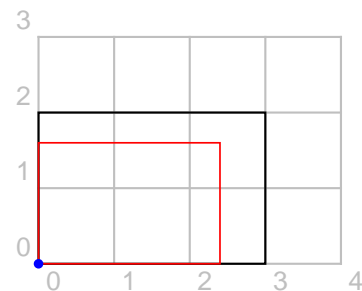


```
\psframe[linecolor=blue](2,1)
\rput{30}(3,0){\psframe[linecolor=red](2,1)}
```

12.11.4 Homothétie

Pour effectuer une homothétie de centre $O(0;0)$ et de rapport *k* sur un objet, on utilise la commande :

```
\scalebox{k}{objet}
```



```
\scalebox{0.8}{%
\psframe[linecolor=red](0,0)(3,2)}
```

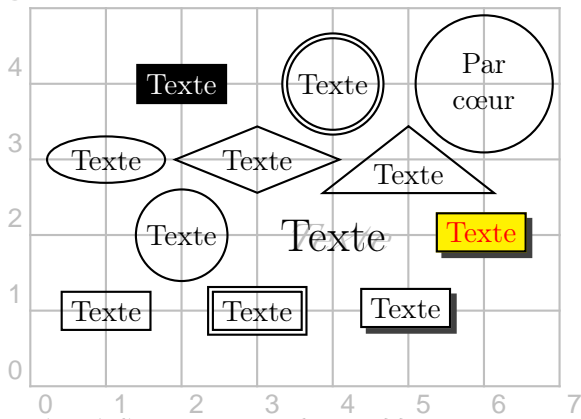
Cette commande se décline aussi en une autre, `\scalebox{kx}{ky}{objet}`.

12.12 Décorations

12.12.1 Encadrements

On dispose de divers encadrements pour le texte :

- `\psframebox{texte}`
cadre rectangulaire
- `\psdblframebox{texte}`
cadre rectangulaire à filet double
- `\psshadowbox{texte}`
cadre rectangulaire ombré
- `\psshadow{texte}`
texte ombré
- `\psciclebox{texte}`
cadre circulaire
- `\psovalbox{texte}`
cadre ovale
- `\psdiabox{texte}`
cadre losange
- `\pstribbox{texte}`
cadre triangulaire (isocèle, « pointe » en haut)



```
\rput(1,1){\psframebox{Texte}}
\rput(3,1){\psdblframebox{Texte}}
\rput(5,1){\psshadowbox{Texte}}
\rput(2,2){\psciclebox{Texte}}
\rput(1,3){\psovalbox{Texte}}
\rput(3,3){\psdiabox{Texte}}
\rput(5,3){\pstribox{Texte}}
\rput(2,4){\psframebox[fillstyle=solid,%
fillcolor=black]{\textcolor{white}{Texte}}}
\rput(4,4){%
\psciclebox[doubleline=true]{Texte}}
\rput(6,4){\psciclebox{%
\begin{tabular}{c} Par\ c\oe ur
\end{tabular}}}
\rput(4,2){\psshadow{\LARGE Texte}}
\rput(6,2){\psshadowbox[fillstyle=solid,%
fillcolor=yellow]{\textcolor{red}{Texte}}}
```

On peut utiliser ces commandes dans un texte seul (c'est-à-dire sans l'environnement `pspicture`) :

Propriétés

Les propriétés sont à connaître.

```
\psshadowbox{Propriétés}\
```

Les `\psframebox{propriétés}` sont ...

12.12.2 On épouse

L'extension `pst-text` permet à un texte de suivre une ligne obtenue avec `\psline`, `\pscicle`, etc. On utilise la commande `\pstextpath`. Pour ne pas afficher cette ligne (et avoir le texte seul), on utilise `\psset{linestyle=none}`.

ce texte suit un
Petit chemin qui monte et qui descend

```
\pstextpath{%
\psline(0,0)(2,2)(3,1)(4,2)(5,0)(6,2)}{%
ce texte ... descend}
```

Un autre exemple (un escargot et π) se trouve en page 188. Son source est sur [127].

12.13 Répétition

12.13.1 Commande `\multiput`

12.13.1.1 Syntaxe

On peut répéter le placement avec la commande `\multiput` :

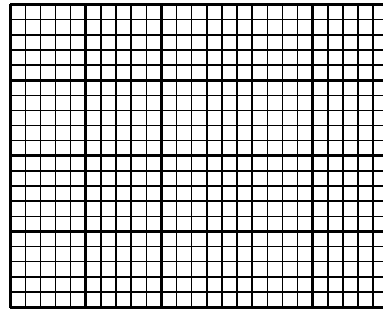
```
\multiput(x0,y0)(ux,uy){nb}{objet}
```

où le vecteur de translation \vec{u} a pour coordonnées (ux,uy) et l'objet est reproduit nb fois à partir du point de coordonnées $(x0,y0)$.

On peut ajouter les mêmes options qu'avec `\rput` (c'est-à-dire un point de référence et un angle de rotation) :

```
\multiput[ref]{angle}(x0,y0)(ux,uy){nb}{%
objet}
```

12.13.1.2 Quadrillage



```
{\setlength{\unitlength}{2mm}
\begin{picture}(30,20)
{\linethickness{0.075mm}
\multiput(0,0)(1,0){26}{\line(0,1){20}}
\multiput(0,0)(0,1){21}{\line(1,0){25}}}
{\linethickness{0.225mm}
\multiput(0,0)(5,0){6}{\line(0,1){20}}
\multiput(0,0)(0,5){5}{\line(1,0){25}}}
\end{picture}}
```

12.13.2 Commande `\multirput`

La macro

`\multirput[ref]{angle}(x0,y0)(ux,uy){nb}{objet}` est une variante de `\rput` qui pose n copies, démarrant à $(x0,y0)$ et avançant par pas de $(x1,y1)$ à chaque fois; $(x0,y0)$ et $(x1,y1)$ sont toujours interprétés comme des couples de coordonnées cartésiennes.

```
* * *
\multirput(.5,0)(.3,.1){4}{*}
```

12.13.3 Commande \multips

12.13.3.1 Et avec Pstricks

Les commandes données immédiatement avant étaient utilisées essentiellement l'arrivée du package Pstricks. Les utilisateurs de celui-ci préfèrent donc la commande `\multips` détaillée ci-dessous. Si l'on veut des copies de dessins/objets graphiques, il est en effet plus efficace d'utiliser `\multips`. De plus, `\multips` a la même syntaxe que `\multirput` excepté qu'il n'y a pas d'argument point de référence (car les graphiques ont des dimensions nulles). Aussi, contrairement à `\multirput`, les coordonnées peuvent être de tout type.

12.13.3.2 Syntaxe

S'il n'y a pas de texte mais uniquement des objets graphiques, on peut utiliser la commande `\multips` :

```
\multips(x0,y0)(ux,uy){nb}{objet}
```

```
\multips{angle}(x0,y0)(ux,uy){nb}{objet}
```

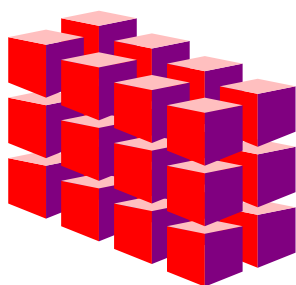
12.13.3.3 Zigzag



```
\newcommand\zigzag{%  
\psline(0,0)(.5,1)(1.5,-1)(2,0)}
```

```
{\psset{unit=5mm}  
\multips(0,0)(2,0){6}{\zigzag}}
```

12.13.3.4 Jouons aux cubes !



```
\psset{unit=5mm,linestyle=none,fillstyle=solid}  
\begin{pspicture}(-1.5,-3)(6.5,5)  
\newcommand{\Cube}  
{\pspolygon[fillcolor=red]  
(0,0)(0,1.2)(1,1)(1,-0.4)  
\pspolygon[fillcolor=violet]  
(1,-0.4)(1,1)(2,1.2)(2,0)  
\pspolygon[fillcolor=pink]  
(0,1.2)(1,1.4)(2,1.2)(1,1)}  
\multips(-1.4,-0.5){2}%
```

```
{\multips(0,1.6){3}%  
\multips(1.4,-0.6){4}%  
\{\Cube}}  
\end{pspicture}
```

12.13.3.5 Un réseau triangulaire pointé



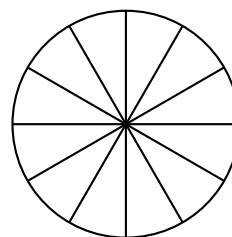
```
\psset{unit=0.5cm}  
\begin{pspicture}(-0.5,-0.5)(8,5)  
\multips(0,1.732){3}{%  
\multips(1,0){8}{%  
\pscircle*(0,0){0.05}%  
\pscircle*(0.5,0.866){0.05}}}  
\end{pspicture}
```

12.13.4 Utilisation de \multido

12.13.4.1 La commande \multido

La commande `\multido` est détaillée page 143.

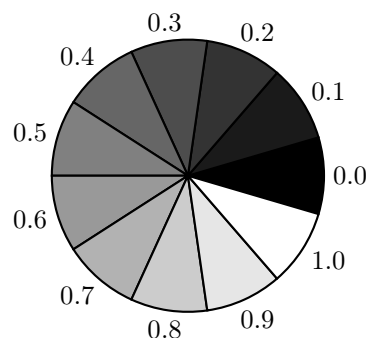
12.13.4.2 Des parts de camemberts



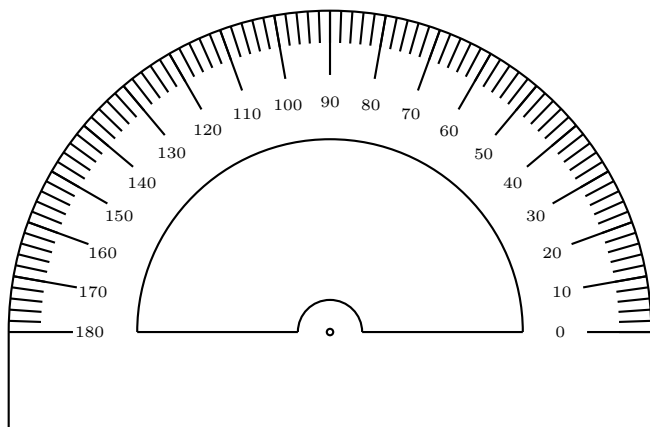
```
\pscircle(0,0){1.5}  
\multido{\i=0+30}{12}{\psline(1.5;\i)}
```

Après avoir dessiné le cercle de centre le point de coordonnées (0,0) et de rayon 1,5 cm, L^AT_EX va dessiner les 12 segments d'extrémités les points de coordonnées (0,0) et (1.5;*i*), pour *i* partant de 0° et augmenté de 30° à chaque itération.

On peut représenter différentes teintes de gris (comme cela a été défini en page 20) :



12.13.4.3 Un rapporteur

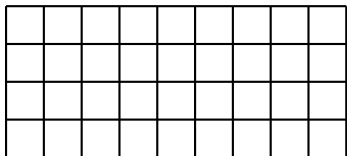


```
\begin{center}
\psset{unit=0.85cm}
\begin{pspicture}(-5,-1.5)(5,5)
\SpecialCoor
\psarc(0,0){5}{0}{180}
\psline(-5,0)(-5,-1.5)(5,-1.5)(5,0)
\psarc(0,0){3}{0}{180}
\psline(0.5,0)(3,0)
\psarc(0,0){0.5}{0}{180}
\psline(-3,0)(-0.5,0)
\pscircle{.05}
\multido{\i=0+2}{90}{\psline(4.5;\i)(5;\i)}
\multido{\i=0+10}{19}{\psline(4;\i)(5;\i)}
\uput[\i](3.3;\i){\tiny{\i}}
\end{pspicture}
\end{center}
```

`\multido{\i=0+2}{90}{... dessine les grandes graduations, \multido{\i=0+10}{19}{... les petites; \uput[\i](3.3;... affiche les angles.`

Voyez aussi [127] pour d'autres modèles de rapporteur.

12.13.4.4 Un papier quadrillé

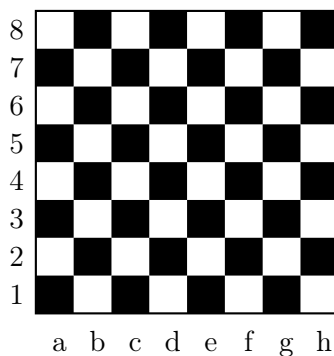


```
\psset{unit=0.5cm}
\begin{pspicture}(0,0)(9,4)
\multido{\n=0+1}{10}{\psline(\n,0)(\n,4)}
\multido{\n=0+1}{5}{\psline(0,\n)(9,\n)}
\end{pspicture}
```

Voyez aussi la macro donnée dans la sous-sous-section 10.7.1.1, page 92, qui permet d'obtenir un quadrillage à petits carreaux avec pour paramètres les deux nombres de carreaux.

12.13.4.5 Un échiquier

Voici comment dessiner un échiquier ⁽²⁰⁾.

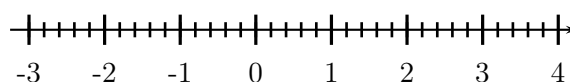


```
\psset{unit=5mm}
\newcounter{lettre}
\begin{pspicture}(-1,0)(8,8)
\psframe(8,8)
\multido{\i=0+2}{4}{%
\multips(0,\i)(2,0){4}{%
\psframe*(1,1)\psframe*(1,1)(2,2)}}
\multido{\i=1+1}{8}{%
\rput(-0.5,-0.5){%
\rput[B](\i,-0.5){%
\setcounter{lettre}{\i}
\alph{lettre}}
\rput(0,\i){\i}}}
\end{pspicture}
```

12.14 Divers axes gradués

12.14.1 Avec la commande \multido

12.14.1.1 Un seul axe gradué



```
\psset{xunit=1cm,yunit=1cm}
\begin{pspicture}(-3.25,-0.5)(4.25,0.5)
\psline{->}(-3.25,0)(4.25,0)
\multido{\n=-3+1}{8}
{\psline[linewidth=1.2pt](\n,-0.2)(\n,0.2)}
\multido{\n=-3+0.2}{35}
{\psline[linewidth=1pt](\n,-0.1)(\n,0.1)}
\multido{\n=-3+1}{8}
{\uput[d](\n,-0.27){\n}}
\end{pspicture}
```

`\multido{\n=-3+1}{8}{\psline... va dessiner les grandes graduations;`

(20). Dans le cadre du plan sciences et technologies à l'école, lancé en janvier 2011, les enseignants sont invités à développer dans les classes l'usage des jeux traditionnels et notamment du jeu d'échecs. Il existe des packages pour représenter des parties d'échecs, comme `chessboard`

`\multido{\n=-3+0.2}{35}{\psline...}` va dessiner les petites graduations ;
`\multido{\n=-3+1}{8}{\uput[...}` va écrire les abscisses.

Notez que l'on peut regrouper les premier et troisième « `\multido` » :

```
\multido{\n=-3+1}{8}{%
\psline[linewidth=1.2pt](\n,-0.2)(\n,0.2)%
\uput[d](\n,-0.27){\n}}
```

Un autre code source sera donné page 118.

Si l'on veut un axe gradué de -300 à 400 avec un pas de 100 :

```

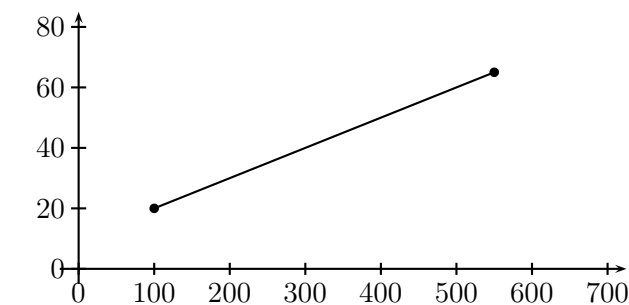
+-----+
|         |         |         |         |         |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
-300 -200 -100  0   100  200  300  400

\psset{xunit=0.01cm,yunit=1cm}
\begin{pspicture}(-325,-0.5)(450,0.5)
\psline{->}(-325,0)(450,0)
\multido{\n=-300+100}{8}
{\psline[linewidth=1.2pt](\n,-0.2)(\n,0.2)
\uput[d](\n,-0.27){\n$}}
\end{pspicture}
```

La présence du 0.01cm provient du fait que, puisque 1 cm représente 100 unités, 1 unité est représentée par $1 \div 100 = 0,01\text{ cm}$.

12.14.1.2 Un repère

On fait de même pour un autre axe ⁽²¹⁾ :



```
\psset{xunit=0.01cm,yunit=0.04cm}
\begin{pspicture}(-25,-5)(725,85)
\psline{->}(-25,0)(725,0)
\psline{->}(0,-5)(0,85)
\multido{\n=0+100}{8}
{\psline(\n,-2)(\n,2)
\uput[d](\n,-0.27){\n}}
\multido{\n=0+20}{5}
{\psline(-10,\n)(10,\n)
\uput[l](-0.27,\n){\n}}
\psline{*-}(100,20)(550,65)
\end{pspicture}
```

(21). Un autre code source de la figure est donné page 117.

12.14.2 La commande `\psaxes`

12.14.2.1 Deux structures

La création d'axes gradués peut aussi se faire à l'aide de l'extension `psstricks-add` qui fournit la commande `psaxes` ⁽²²⁾ .

Deux codes existent.

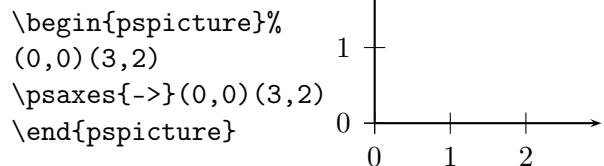
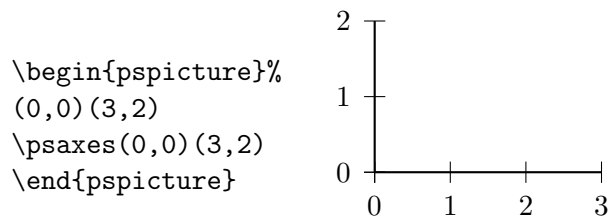
Le premier est du type

```
\psaxes{(xmin,ymin)(xmax,ymax)}
```

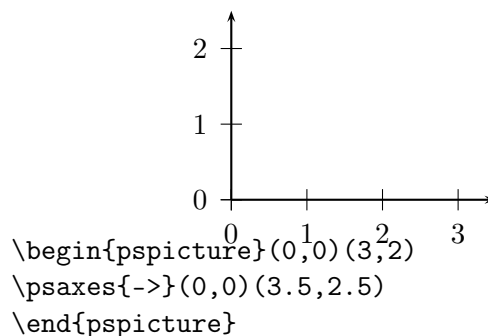
ou

```
\psaxes{flèche}{(xmin,ymin)(xmax,ymax)}
```

La *flèche* joue sur la présence de la graduation située à l'extrémité.



Si l'on veut les graduations 3 et 2 , il faut ruser en augmentant les longueurs :



Le second est du type

```
\psaxes{(x0,y0)(xmin,ymin)(xmax,ymax)}
```

ou

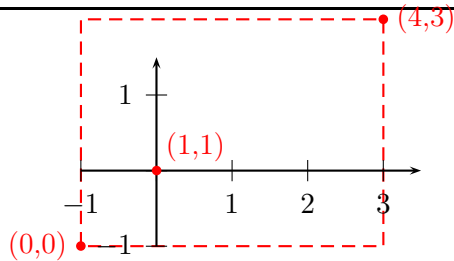
```
\psaxes{flèche}{%
(x0,y0)(xmin,ymin)(xmax,ymax)}
```

$(x0, y0)$ sont les coordonnées du point d'intersection des axes (qui n'est alors plus marqué).

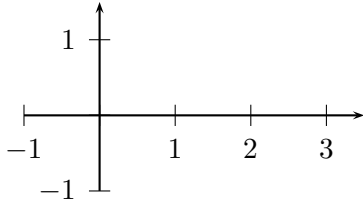
Dans l'exemple ci-dessous, la couleur rouge facilite la compréhension.

```
\begin{pspicture}(0,0)(4,3)
\psaxes{->}(1,1)(0,0)(4.5,2.5)
\end{pspicture}
```

(22). `\psaxes` existe dans la version de base de `psstricks`, mais `psstricks-add` ajoute des fonctionnalités



Pour avoir la représentation ci-dessus avec une intersection en $(0,0)$, on saisit le code :

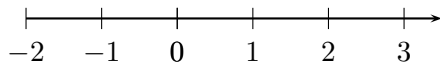


```
\begin{pspicture}(-1,-1)(3.5,1.5)
\psaxes{->}(0,0)(-1,-1)(3.5,1.5)
\end{pspicture}
```

On peut rajouter la ligne `\uput[d1](0,0){0}` pour afficher un « 0 » à l'intersection ⁽²³⁾.

12.14.2.2 L'axe « horizontal » seul

Pour avoir ce seul axe `xAxis`, on demande de ne pas afficher l'autre axe `yAxis` avec la l'instruction `yAxis=false`.



est obtenu avec l'un ou l'autre des deux codes source suivants :

```
\begin{pspicture}(-2,-0.5)(3,0.5)
\psaxes[yAxis=false]%
{->}(0,0)(-2,-0.5)(3.5,0.5)
\end{pspicture}
```

```
\begin{pspicture}(-2,-0.5)(3,0.5)
\psaxes[yAxis=false,0x=-2]%
{->}(-2,-0.5)(3.5,0.5)
\end{pspicture}
```

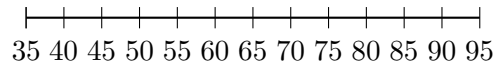
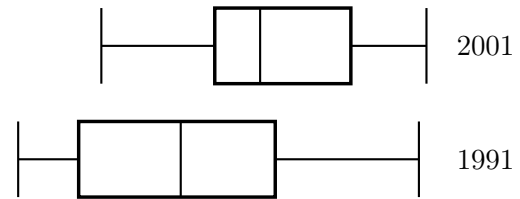
On fait évidemment de même avec `yAxis` si l'on veut seulement un axe « vertical ».

Ne nous gênons pas pour dessiner ⁽²⁴⁾ des diagrammes en boîte ⁽²⁵⁾ !

(23). Les coordonnées $(0,0)$ peuvent être modifiées pour que le 0 s'aligne avec les autres graduations.

(24). `Pstplus` [76] permet d'en dessiner facilement.

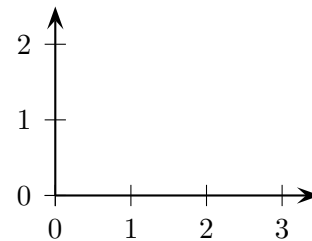
(25). Les diagrammes dessinés représentent les séries des taux d'alphabétisme en Inde relevés lors des recensements de 1991 et 2001. *Source* : Epreuve anticipée de maths-info, Première L, La Réunion, Juin 2007.



```
\psset{xunit=0.1cm}
\begin{pspicture}(30,-0.5)(105,4)
\psaxes[0x=35,Dx=5,yAxis=false](35,0)(95,0)
\psframe(45,1)(71,2) ...
\end{pspicture}
```

12.14.2.3 L'option `arrowscale`

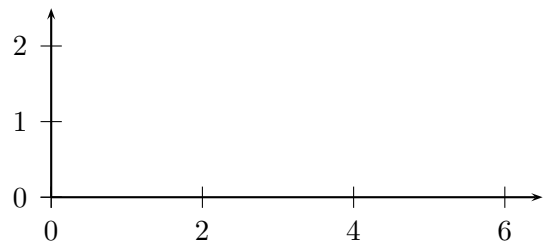
Elle permet d'agrandir la flèche.



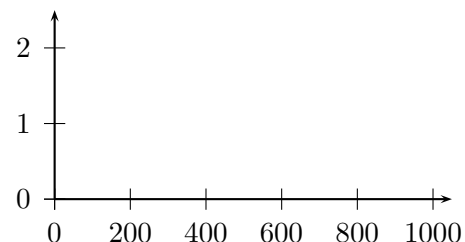
```
\psaxes[arrowscale=2]{->}(0,0)(3.5,2.5)
```

12.14.2.4 Les options `Dx`, `0x`, etc.

Les options `Dx = valeur` et `Dy = valeur` permettent de définir le pas entre deux graduations.



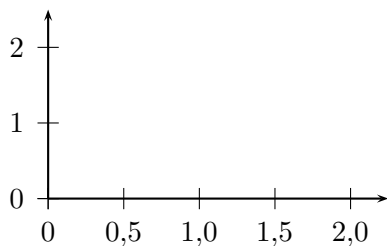
```
\begin{pspicture}(0,0)(6,2.5)
\psaxes[Dx=2]{->}(0,0)(6.5,2.5)
\end{pspicture}
```



```
\psset{xunit=0.005cm}
\begin{pspicture}(0,0)(1000,3)
\psaxes[Dx=200]{->}(0,0)(1050,2.5)
\end{pspicture}
```

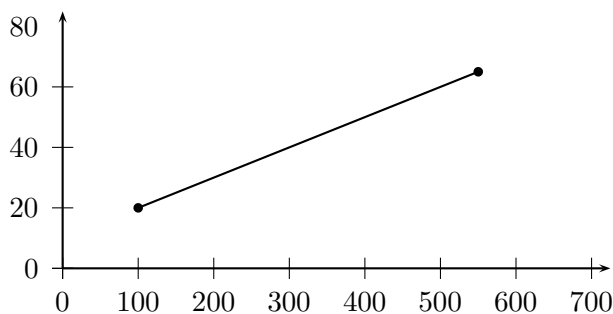
(1 cm représente 200 unités donc l'unité graphique est $1/200 = 0,005$ cm.)

Par défaut, à cause de la notation anglo-saxonne, le point est le séparateur décimal. Si l'on préfère la virgule, on utilise l'option `comma`.



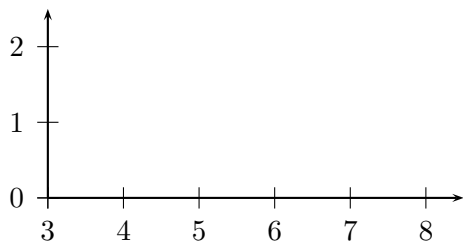
```
\psset{xunit=2cm}
\begin{pspicture}(0,0)(2,3)
\psaxes[comma,Dx=0.5]{->}(0,0)(2.25,2.5)
\end{pspicture}
```

En utilisant ces outils, on peut obtenir un autre code source de la figure page 115 :



```
\psset{xunit=0.01cm,yunit=0.04cm}
\begin{pspicture}(-25,-5)(725,85)
\psaxes[Dx=100,Dy=20]{->}(0,0)(725,85)
\psline{*-}(100,20)(550,65)
\end{pspicture}
```

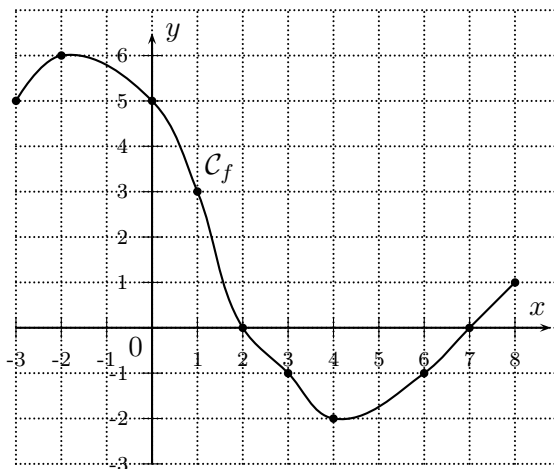
Les options `Ox = valeur` et `Oy = valeur` permettent de donner la valeur initiale de graduation :



```
\begin{pspicture}(0,0)(5,3)
\psaxes[Ox=3]{->}(0,0)(5.5,2.5)
\end{pspicture}
```

12.14.2.5 Taille des étiquettes

Pour réduire la taille des étiquettes sur les axes, on utilise ⁽²⁶⁾ l'option `labelFontSize=\scriptstyle` de `\psaxes` et la valeur `false` de `mathLabel` dans les paramètres.

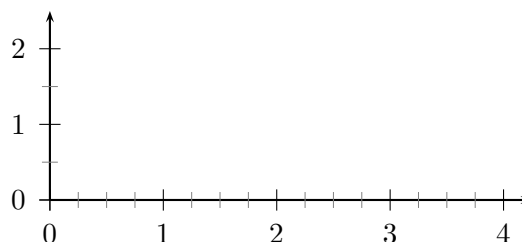


```
{\psset{unit=0.6cm,mathLabel=false}
\begin{pspicture}(-3,-3)(8.8,7)
\psaxes[labelFontSize=\scriptsize]{->}%
(0,0)(-3,-3)(8.8,6.5)
...
\end{pspicture}}
```

12.14.2.6 Graduations et sous-graduations

Les graduations s'appellent des *ticks*, les sous-graduations s'appellent des *subticks*. On peut même distinguer `xticks` et `yticks` pour les graduations sur les deux axes. De même pour les sous-graduations, avec `xsubticks` et `ysubticks`.

On définit en option le nombre de sous-divisions voulues par `subticks = nombre`.

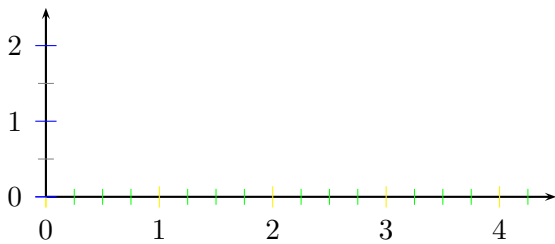


```
\psset{xunit=1.5cm}
\begin{pspicture}(0,0)(4.25,2.5)
\psaxes[xsubticks=4,ysubticks=2]%
{->}(0,0)(4.25,2.5)
\end{pspicture}
```

Les graduations principales sont représentées en noir par défaut. On peut changer leur couleur avec la commande `tickcolor = couleur`. On peut distinguer les graduations horizontales des verticales

(26). Elle est par défaut dans le code proposée par Geogebra.

avec `xtickcolor` et `ytickcolor`. De même, les sous-graduations, représentées en gris clair par défaut, peuvent changer de couleur avec la commande `subtickcolor = couleur`.

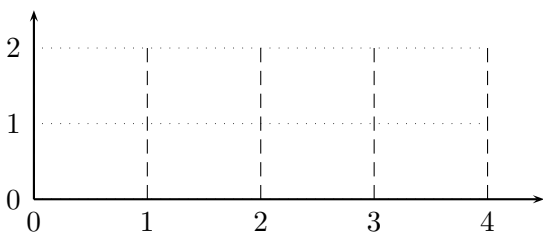


```
\psaxes[xsubticks=4,ysubticks=2,%
xtickcolor=yellow,ytickcolor=blue,%
xsubtickcolor=red,xsubtickcolor=green]%
{->}(0,0)(4.5,2.5)
```

Dans tout ce qui suit, une caractéristique sur l'entité `tick` est adaptable aux entités `xtick`, `ytick`, `subtick`, `xsubtick` et `ysubtick`.

Le style du trait de graduation est changée par `ticklinestyle=option` où `option` peut être `dashed`, `dotted`, `solid` ou `none`.

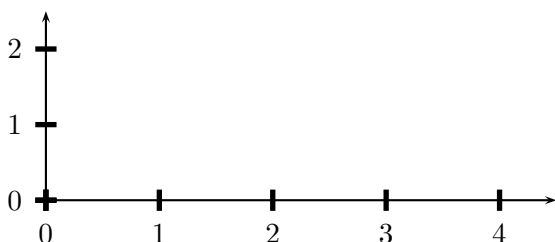
La longueur du trait de graduation est changée par `ticksize=longueur`.



```
\psset{xunit=1.5cm}
\begin{pspicture}(0,-0.5)(4.5,2.5)
\psaxes[xticklinestyle=dashed,%
yticklinestyle=dotted,%
xticksize=2cm,%
yticksize=6cm]{->}(0,0)(4.5,2.5)
\end{pspicture}
\end{center}
```

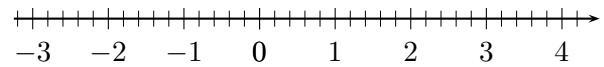
(La longueur « 6 cm » provient de $1,5 \times 4$; ceci est dû à la longueur `xunit`.)

L'épaisseur du trait de graduation est changée par `tickwidth=épaisseur`.



```
\psaxes[tickwidth=2pt]{->}(0,0)(4.5,2.5)
```

Par conséquent, avec toutes ces informations, on peut obtenir un nouveau code source ⁽²⁷⁾ pour l'axe gradué ci-dessous :



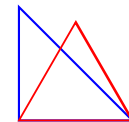
```
\begin{pspicture}(-3.25,-0.5)(4.5,0.5)
\psaxes[yAxis=false,subticks=5,%
subtickcolor=black]{->}%
(0,0)(-3.25,-0.25)(4.5,0.25)
\end{pspicture}
```

12.15 Repères non orthogonaux et commande `\pstilt`

On va utiliser la commande `pstilt` (déjà rencontrée page 22), cette fois-ci dans un dessin.

Plutôt qu'un grand discours, je donne une illustration et son source. J'ai dessiné ci-dessous deux triangles dont les coordonnées de sommets sont $(0, 0)$, $(1, 0)$ et $(1, 0)$. Toutefois,

- le bleu est dessiné dans un repère orthonormal ;
- le rouge est dessiné dans un repère dans lequel les deux axes forment un angle de 60° .

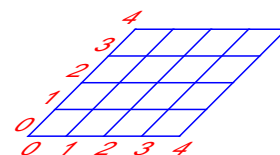


```
\pspolygon[linecolor=blue](1,0)(0,1)(0,0)
\pstilt{60}{%
\pspolygon[linecolor=red](1,0)(0,1)(0,0)}
```

Sans cette commande `pstilt`, il faudrait remplacer la dernière ligne de commande une ligne du type

```
\pspolygon(1,0)(0.5,0.866)(0,0)
```

Cette commande « penche » tout :



```
\pstilt{45} {\psgrid[unit=0.5cm,
subgriddiv=0,gridcolor=blue,
gridlabelcolor=red](4,4)}
```

(27). Un code a déjà été donné page 114.

12.16 Marquage

12.16.1 Marquage des étiquettes

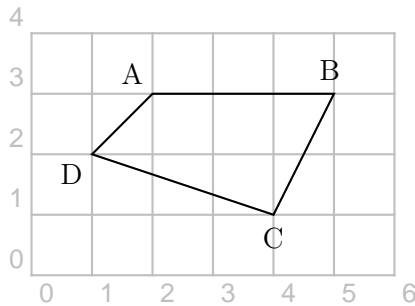
Pour attacher un texte à un point de coordonnées (x,y) : donner un nom, placer une légende sur une figure, ... , la syntaxe est

`\uput[s][d]{r}(x,y){nom}`

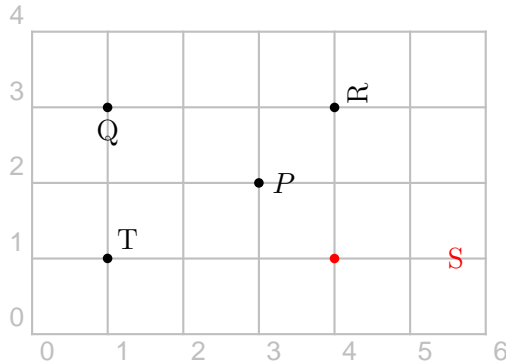
- s : paramètre d'espacement (labelsep) entre (x,y) et le nom ;
- d : paramètre obligatoire de direction autour de (x,y) pour le nom ;
- r : paramètre de rotation du nom.

Le paramètre de direction peut être :

- un angle (en degrés) ;
- une combinaison de u d l r (up (haut), right (bas), left (gauche) et down (bas)).



`\uput[u1](2,3){A}` `\uput[100](5,3){C}`
`\uput[d](4,1){C}` `\uput[d1](1,2){D}`



```
\begin{pspicture}(0,0)(6,4)
\psdot(3,2) \uput[0](3,2){P$}
\psdots(1,3)(4,3)(1,1)
\psdot[linecolor=red](4,1)
\uput[-90](1,3){Q$}% direction du nom
\uput[30]{90}(4,3){R$} % rotation du nom
\uput{1.5}[0](4,1){\textcolor{red}{S}} %
    espacement 1,5 cm
\uput[ur](1,1){T} % direction uldr du nom
\end{pspicture}
```

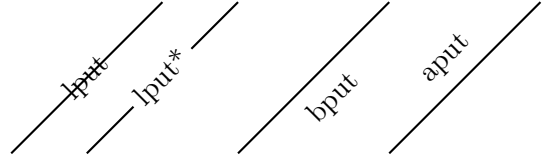
12.16.2 Marquage des dimensions

Avec l'extension pstricks-add.

Afin de positionner des dimensions, on dispose de trois commandes :

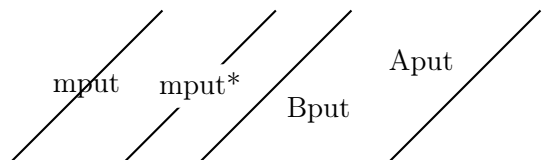
- `\lput{:U}{texte}` pour positionner *texte* sur la connexion entre deux points ;
- `\aput{:U}{texte}` pour positionner *texte* en dessous (above) de la connexion ;
- `\bput{:U}{texte}` pour positionner *texte* au dessus (below) de la connexion.

Notez qu'il faut écrire ici `\pcline` (c pour connexion) et non `\psline`.

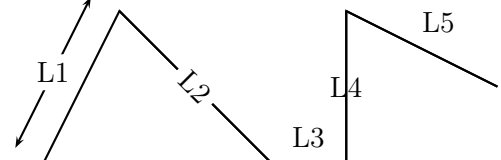


```
\pspicture(7,2)
\pcline(0,0)(2,2) \lput{:U}{lput}
\pcline(1,0)(3,2) \lput*{:U}{lput*}
\pcline(3,0)(5,2) \bput{:U}{bput}
\pcline(5,0)(7,2) \aput{:U}{aput}
\endpspicture
```

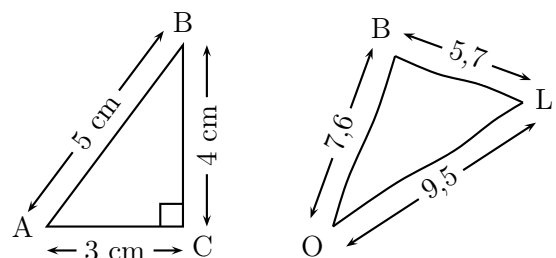
Ces commandes existent aussi sans l'argument de l'angle : `\mput`, `\mput*`, `\Aput` et `\Bput` :



```
\pcline(0,0)(2,2) \mput{mput}
\pcline(1.5,0)(3.5,2) \mput*{mput*}
\pcline(2.5,0)(4.5,2) \Bput{Bput}
\pcline(5,0)(7,2) \Aput{Aput}
\endpspicture
```



```
\pspicture(7,2)
\psline(1,0)(2,2)(4,0)(5,0)(5,2)(7,1)
\pcline[offset=12pt]{<->}(1,0)(2,2)\mput*{L1}
\pcline(2,2)(4,0)\lput*{:U}{L2}
\pcline(4,0)(5,0) \Aput{L3}
\pcline(5,0)(5,2)\mput{L4}
\pcline(5,2)(7,1) \Aput{L5}
\endpspicture
```



```

{\psset{unit=0.6cm}
\begin{pspicture}(-0.5,-1)(3.5,5)
\pspolygon(0,0)(3,0)(3,4)
\psline(2.5,0)(2.5,0.5)(3,0.5)
\uput[180](0,0){A} \uput[90](3,4){B}
\uput[315](3,0){C}
\pcline[offset=9pt]{<->}(0,0)(3,4)
\lput*{:U}{5 cm}
\pcline[offset=-9pt]{<->}(3,0)(3,4)
\lput*{:U}{4 cm}
\pcline[offset=-9pt]{<->}(0,0)(3,0)
\lput*{:U}{3 cm}
\end{pspicture}}

{\psset{unit=0.6cm}
\begin{pspicture}(-0.5,-1)(3.5,5)
\rput{-20}(0,0){%
\pscurve(0,0)(-0.05,1)(0.05,2.7)(0,4)
\pcline[offset=9pt]{<->}(0,4)(3,4)
\lput*{:U}{5,7}
\pscurve(0,0)(1,1.4)(1.95,2.5)(2.6,3.5)(3,4)
\pcline[offset=9pt]{<->}(0,0)(0,4)
\lput*{:U}{7,6}
\pscurve(0,4)(1,3.95)(2,4.05)(3,4)
\pcline[offset=-9pt]{<->}(0,0)(3,4)
\lput*{:U}{9,5}}
\uput[225](0,0){0}\uput[315](4.25,3.25){L}
\uput[110](1.25,3.875){B}
\end{pspicture}}

```

12.17 Face de dé

Le package `psstricks-add` permet de dessiner des dés.

La commande `\psdice` crée une face de dé. La face est le seul paramètre. Le résultat est une boîte de dimension 0 et est placé au point courant. On utilise alors la commande `\rput` pour le placer ailleurs.

Diverses options, comme la couleur, peuvent être données comme usuellement.

Un argument d'agrandissement peut être donné ; par défaut, le dé a pour dimensions 1 cm × 1 cm.



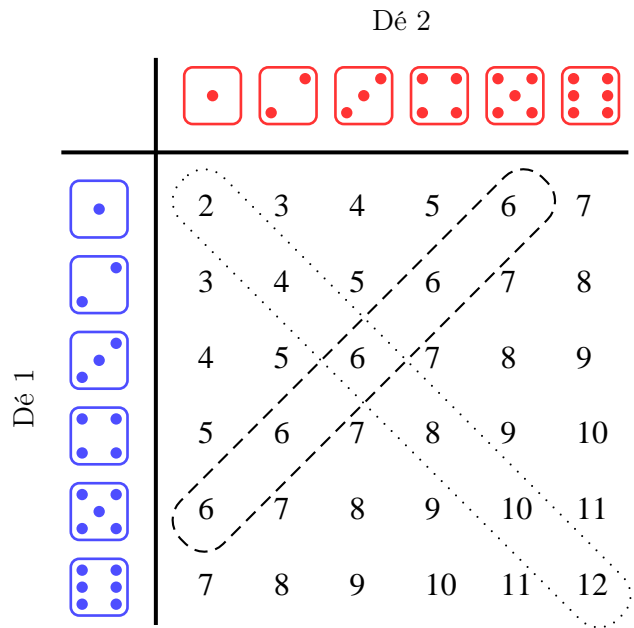
```
\psdice{5}\
```

```
a\psdice[unit=0.75,linecolor=blue]{3}b%
\rput(3,0.5){\psdice{6}}\
```



```
\multido{\iA=1+1}{6}{\rput(\iA,0){%
\psdice[unit=0.75,linecolor=red]{\iA}}}
```

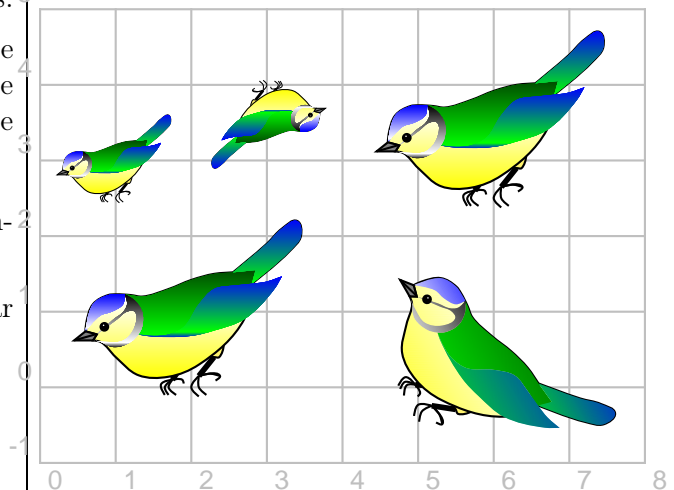
Avec le package `pst-func`, on peut dessiner ⁽²⁸⁾ une grille de dés :



12.18 D'autres extensions et des logiciels utiles

12.18.1 L'extension `pst-fun`

Je signale ce package ([92]) qui permet d'insérer facilement des dessins prédéfinis. Il permet d'illustrer facilement les isométries ou les pavages...

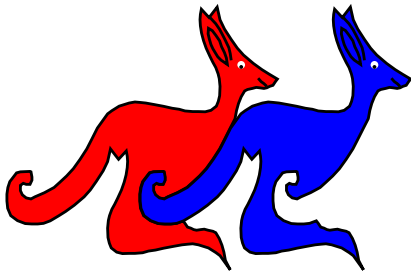


```

\begin{pspicture}(0,-1)(8,5)
\rput(0,2.5){\psscalebox{0.5}{\psBird}}
\rput(4,2.5){\psBird}
\rput(4,4){\psscalebox{-0.5}{\psBird}}
\psBird \rput{-60}(4,1.5){\psBird}
\end{pspicture}

```

(28). Le source est sur [127].

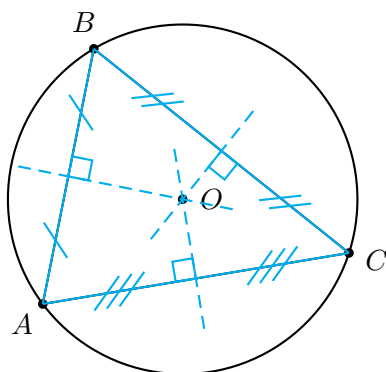


```
\psset{unit=0.75cm}
\begin{pspicture}(0.45,0)(7.65,4.7)
\rput(2.65,0){\psKangaroo[fillcolor=red]{5}}
\rput(5,0){\psKangaroo[fillcolor=blue]{5}}
\end{pspicture}}
```

12.18.2 L'extension pst-eucl

L'extension `pst-eucl` permet de faire de jolis dessins en géométrie euclidienne en spécifiant des contraintes mathématiques⁽²⁹⁾. L'emploi des coordonnées est donc limité aux points de départ qui paramètrent en quelque sorte le dessin⁽³⁰⁾.

Des documentations complètes se trouvent, entre autres, sur [86] (site de l'auteur), [87], [88] et [89].



```
\begin{pspicture}(-5,-5)(3,3)
\pstTriangle(-4,-3){A}(-3,2){B}(2,-2){C}
\pstCircleABC[CodeFig=true]{A}{B}{C}{O}
\end{pspicture}
```

Pour construire le centre du cercle circonscrit au triangle ABC , on définit d'abord le triangle ABC avec les coordonnées des sommets⁽³¹⁾. On définit ensuite le cercle avec la commande `\pstCircleABC` en indiquant les trois sommets puis le nom du centre. L'option `CodeFig=true` permet de tracer les

(29). Voir par exemple l'illustration page 123.

(30). Par conséquent, il n'est pas obligatoire d'avoir une énorme bibliothèque d'images due au fait que le changement d'un point modifie la position d'autres points (et qu'il faille redonner les nouvelles coordonnées de ces derniers!) : il suffit de changer les coordonnées des points de base!

(31). En option, on peut ajouter une couleur, préciser la marque des points, préciser l'angle entre la marque et le nom du point, etc.

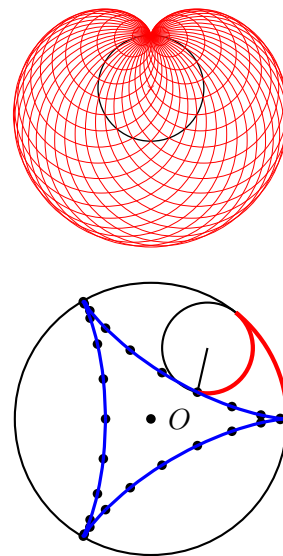
médiatrices.

On peut bien évidemment construire tous les points remarquables d'un triangle⁽³²⁾ vus en collège ou en lycée⁽³³⁾ et manipuler toutes les transformations usuelles.

Je laisse, pour le plaisir des yeux, deux figures qui ont réalisées avec cette extension⁽³⁴⁾.

Sur la première, une roue de rayon $r = 1$ roule à l'intérieur d'un cercle de rayon $R = 3$: on obtient une *deltoïde*.

Sur la seconde, la *cardioïde* est l'enveloppe des cercles centrés sur un cercle et passant par un point fixé de ce cercle.



Remarque. Pour afficher les lettres en romain⁽³⁵⁾, on peut se ramener aux deux méthodes exposées en page ???. Néanmoins la seconde ne permet d'écrire en romain les lettres majuscules placées en indice.

12.18.3 L'extension pst-ob3d

Le package `pst-ob3d` permet de dessiner des objets dans l'espace (cubes, pavés et dés). Je renvoie le lecteur intéressé à [91].

12.18.4 Des logiciels externes

Après la découverte de ces quelques pages de codes, certains auront quelques sueurs froides... Je les rassure : il existe des logiciels externes qui peuvent exporter en code `tex` et qui, par conséquent, leur facilitera la vie. A partir de vos renseignements, ils génèrent

(32). Voir le triangle particulier donné en page 105.

(33). Pour se limiter à ceux-là!

(34). Le lecteur retrouvera les codes sources dans les diverses documentations référencées.

(35). Voir la recommandation de l'Inspection générale, page 47.

un code LaTeX/Pstricks à copier-coller ensuite dans votre document source.

Toutefois, ces « assistants » ne vous feront pas tout le travail : vous aurez probablement à modifier telle ou telle ligne de code pour obtenir exactement ce que vous voudrez. Leur premier but est de vous aider à obtenir le plus gros du code source de dessin désiré.

Leur adresse de téléchargement se trouve dans les pages de ressources, en fin de brochure.

12.18.4.1 Geogebra

Ressource : [73], [74] et [75]

Une fois que le dessin est fini, il y a deux possibilités pour l'avoir dans un document compilé.

La première est de convertir la figure en fichier *.eps de la façon suivante et de l'inclure⁽³⁶⁾.

- dans Fichier, choisir Exporter;
- choisir Feuille de travail en tant que Image.

La seconde est de demander à Geogebra de générer le code Pstricks de la façon suivante, avant de le copier-coller dans le fichier *.tex :

- dans Fichier, choisir Exporter;
- choisir Feuille de travail en tant que PSTricks;
- choisir Générer le code PSTricks;
- copier ce dont on a besoin;
- coller où l'on veut dans le *.tex.

12.18.4.2 Pstplus

Ressource : [76]

Pstplus fonctionne sur linux, unix, macosx⁽³⁷⁾ et windows.

Pstplus fournit un assistant pour les types de graphique suivants :

- Courbes d'équation $y = f(x)$
- Tableaux de variations/Tableaux de signes
- Figures géométriques (dans le plan)
- Arbres pondérés
- Graphes orientés et/ou pondérés
- Suites récurrentes du type $U_{n+1} = f(U_n)$
- Figures géométriques (dans le plan)
- Histogrammes
- Diagrammes en boîte
- Surfaces 3D
- Repères dans l'espace

(36). Voir le chapitre 11, page 96.

(37). Je le souligne !

12.18.4.3 TeXgraph

Ressource : [77]

TeXgraph est un logiciel permettant la création de graphiques mathématiques (comme les droites, les cercles, les courbes, les surfaces, etc.).

Il permet la création d'éléments graphiques, de variables globales et de macros. L'utilisateur peut créer ses propres éléments.

12.18.4.4 Eukleides

Ressource : [79]

Eukleides est un langage de dessin de figures en géométrie euclidienne. Il permet aussi la conversion de figures dans divers formats. Très souvent, l'utilisateur n'a pas besoin de coordonnées cartésiennes.

12.18.4.5 LaTeXDraw

Ressource : [78]

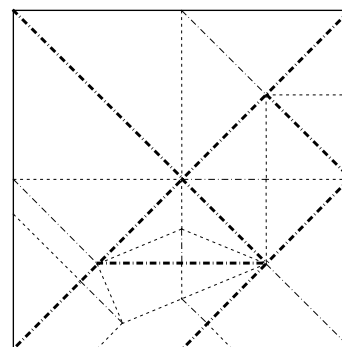
12.18.4.6 TikZ

Ressources : [93], [114], [95] et [96]

De plus, sur [114], on peut aussi y trouver deux onglets, l'un s'intitule « Tableaux de variations » et l'autre, « Arbres » ; chacun d'eux donne chacun accès à une application en ligne qui génère du code Tikz pour ces objets.

TikZ permet la compilation en PdfLaTeX.

Par ailleurs, les collègues l'utilisant sont de plus de plus nombreux.



Le carré, quelques plis « montagne », quelques plis « vallée » et un seul coup de ciseau rectiligne à la fin... : vous obtenez les sept pièces du tangram !

Source : <http://erikdemaine.org/foldcut/>

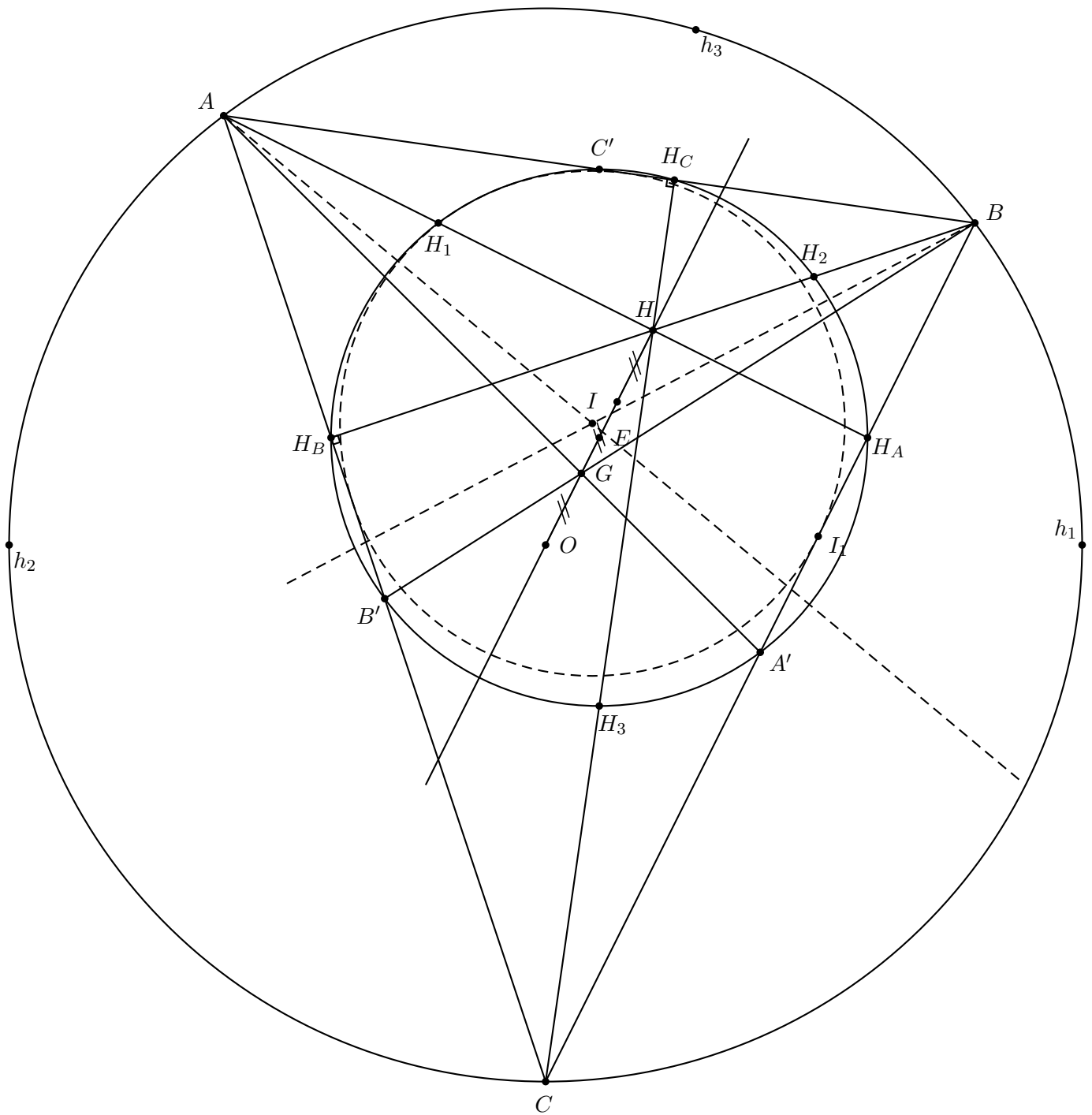


FIGURE 12.2 – « Cercle et droite d'Euler... et autres constructions »

Soit un triangle ABC. ⁽³⁸⁾

Soit G , H , I et O respectivement son centre de gravité, son orthocentre, le centre de son cercle inscrit et le centre de son cercle circonscrit (de rayon r). Alors G , H et O sont alignés sur une même droite, appelée « droite d'Euler » du triangle ABC . De plus, $3\overrightarrow{OG} = \overrightarrow{OH}$.

Les trois symétriques h_1 , h_2 et h_3 de H par rapport aux trois côtés appartiennent au cercle circonscrit.

Les trois milieux A' , B' , C' , les trois milieux H_1 (resp. H_2 et H_3) de $[AH]$ (resp. $[BH]$ et $[CH]$) et les trois pieds des hauteurs H_A , H_B et H_C appartiennent à un même cercle, appelé « cercle d'Euler du triangle ABC » (ou « cercle des 9 points ») de centre E , milieu de $[OH]$, et de rayon $r/2$.

(38). La figure a été réalisée avec l'extension `pst-eucl`. Les coordonnées des points A , B et C sont données au paragraphe 12.7.1.2, page 105. Le source est sur [127].

Chapitre 13

Courbes représentatives de fonctions avec Pstricks

Les extensions supplémentaires `pstricks-add` et `pst-plot` sont à appeler dans le préambule.

Je renvoie le lecteur au chapitre précédent pour retrouver le mode d'emploi de toutes les commandes alors définies (`psaxes`, ...).

De plus, toutes les représentations graphiques peuvent être enrichies en plaçant une origine, des vecteurs unitaires, le nom de la courbe, ...

13.1 Des logiciels externes et de la documentation

Il n'est pas impossible que nous ayons à donner une représentation graphique d'une fonction. Comme nous l'avons indiqué dans le chapitre portant sur `Pstricks`, il existe les logiciels `Geogebra` [73], `Pstplus` [76] et `TexGraph` [77] permettant de nous faciliter la vie. Là encore, ils peuvent nous servir !

Je renvoie donc le lecteur intéressé sur ces logiciels mais il ne m'en voudra pas d'expliquer comment les lignes de commandes obtenues fonctionnent !

Je renvoie aussi le lecteur à la bibliographie : il y a plein de ressources pour ce thème.

13.2 Tracé de \mathcal{C}

13.2.1 Commande de base

Pour tracer sur l'intervalle $[x_{min}; x_{max}]$, la courbe représentant la *fonction*, la commande de base est :

```
\pst-plot[options]{xmin}{xmax}{fonction}
```

13.2.2 Virgule comme séparateur décimal

En écrivant `comma=true` dans les `psset` initiaux, le séparateur décimal (initialement un point) devient une virgule. Quelques exemples d'utilisation suivent.

13.2.3 Algébrique ou polonaise ?

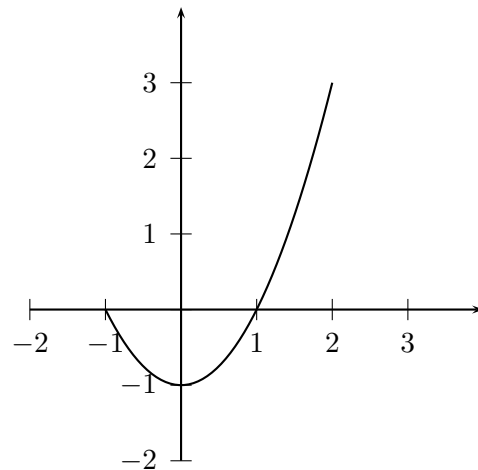
Il y a deux façons de définir une fonction : l'une utilise la forme classique $f(x)$ et l'autre la notation polonaise

inverse (RPN) ⁽¹⁾ .

13.2.3.1 Forme classique

Dans ce cas, on mentionne explicitement la demande `algebraic=true`.

Prenons pour exemple le tracé de la courbe représentant la fonction $x \mapsto x^2 - 1$ sur $[-1; 2]$.



Un code source est :

```
\begin{pspicture}(-2,-2)(4,4)
\psset{algebraic=true}
\psaxes{->}(0,0)(-2,-2)(4,4)
\psplot{-1}{2}{x^2-1}
\end{pspicture}
```

Attention ! La fonction exponentielle se code ici `EXP` et non pas `exp` (c'est la seule qui soit écrite en majuscules). On saisit donc, par exemple, `\psplot{-1}{2}{EXP(x/2)}`.

13.2.3.2 Forme polonaise

La fonction précédente s'écrit en notation polonaise inverse `x 2 exp 1 sub` : le logiciel calcule d'abord x^2 (`x 2 exp`) puis retranche 1 au résultat précédent (`... 1 sub`).

Un autre code source est :

(1). *Reverse Polish Notation*. Les utilisateurs des calculatrices HP dans les années 90 l'ont beaucoup utilisée !

```
\begin{pspicture}(-2,-2)(4,4)
\psaxes{->}(0,0)(-2,-2)(4,4)
\psplot{-1}{2}{x 2 exp 1 sub}
\end{pspicture}
```

Voici quelques opérateurs :

Opér.	Symbole	Exemple	Résultat
add	+	3 2 add	5
sub	−	3 2 sub	1
mul	×	3 2 mul	6
div	÷	3 2 div	1,5
exp	^	3 2 exp	9
abs		-2 abs	2
neg	−	2 neg	−2
sqrt	√	2 sqrt	√2
ln	ln	2 ln	ln 2
sin	sin	2 sin	sin 2°
cos	cos	2 cos	cos 2°

Le lecteur peut s'entraîner avec les expressions suivantes⁽²⁾ :

- $3x^2 + 1$ x 2 exp 3 mul 1 add
- $(2x)^3 + 1$ x 2 mul 3 exp 1 add
- $\sqrt{x^2 - 4}$ x 2 exp 4 sub sqrt
- $1/x + 2$ 1 x div 2 add
- xe^{-x} x 2.718 x neg exp mul

Pour ce qui est des fonctions trigonométriques :

- $\tan x$ est défini par x sin x cos div
- Pour tracer la sinusoïde correspondant à $x \mapsto \sin x$ sur $[0; 2\pi]$, il y a deux possibilités :
 - `\psplot{0}{6.28}{sin(x)}`
 - `\psplot{0}{6.28}{%
x 180 mul 3.14 div sin}`⁽³⁾

13.3 Intersection

Penchons-nous sur les intersection de courbes.

La première sous-section portera sur les lectures graphiques d'images et d'antécédents⁽⁴⁾.

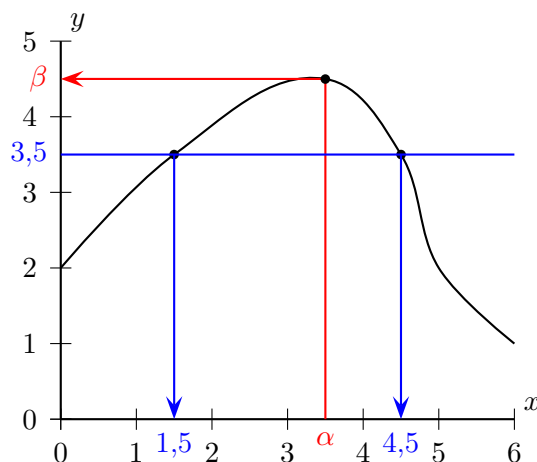
La seconde porte sur des intersections de deux courbes ainsi que celles d'une courbe et d'une droite. On peut reprendre le même type de tracé que précédemment (et l'on doit se débrouiller pour trouver une valeur approchée des coordonnées) ou bien utiliser l'extension `pst-eucl`. Dans ce cas, la notation RPN est *nécessaire*.

(2). Attention à l'ordre ! Toute la joie de la RPN !

(3). Ou encore : x 59.296 mul sin

(4). Ceci aurait pu très bien être dans le chapitre précédent.

13.3.1 Images et antécédents



```
\begin{pspicture}(-1,-0.5)(6,5.5)
\psaxes(0,0)(0,0)(6,5)
\pscurve(0,2)(1.5,3.5)(3.5,4.5)(4.5,3.5)(5,2)(6,1)
\psline[linecolor=red,arrowscale=2]{->}%
(3.5,0)(3.5,4.5)(0,4.5)
\psdots[dotstyle=*](3.5,4.5)(1.5,3.5)(4.5,3.5)
\uput[d](3.5,0){\textcolor{red}{\mathalpha}}
\uput[l](0,4.5){\textcolor{red}{\mathbeta}}
\psline[linecolor=blue](0,3.5)(6,3.5)
\psline[linecolor=blue,arrowscale=2]{->}%
(1.5,3.5)(1.5,0)
\psline[linecolor=blue,arrowscale=2]{->}%
(4.5,3.5)(4.5,0)
\uput[d](1.5,0){\textcolor{blue}{1,5}}
\uput[d](4.5,0){\textcolor{blue}{4,5}}
\uput[l](0,3.5){\textcolor{blue}{3,5}}
\uput[ur](6,0){\mathx} \uput[ur](0,5){\mathy}
\end{pspicture}
```

13.3.2 Affichage des ordonnées

L'extension `pst-func` doit être utilisée.

La courbe de $f : x \mapsto x^2/4$ est dessinée sur $[-2; 5]$.

```
\newcommand\ff[1]{#1 2 exp 4 div}
\begin{pspicture}(-2,-1)(5,7.5)
\psaxes{->}(0,0)(-2,-1)(5,7.5)%
[\mathx,-90][\mathy,180]
\psplot[linecolor=red]{-2}{5}{\ff{x}}
\end{pspicture}
```

La commande `\psPrintValue` donne une approximation d'une valeur. Ainsi `\psPrintValue{1.2 3 exp}` donne 1,728 pour valeur approchée de $1,2^3$.

x donné, on veut afficher $f(x)$ sur la courbe.

On construit une macro :

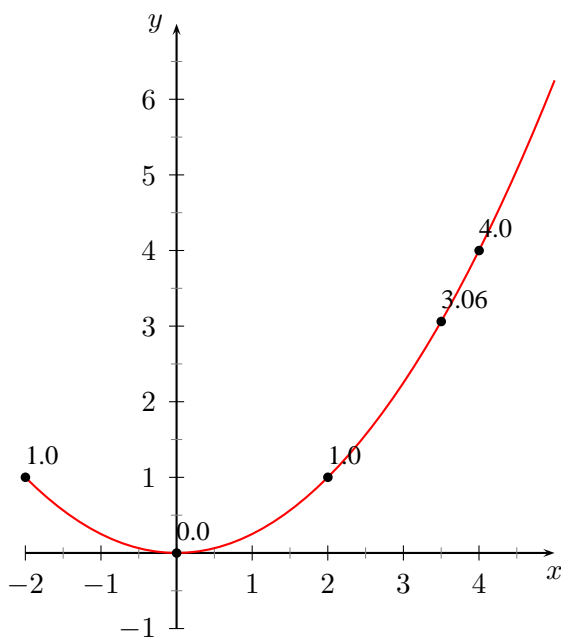
```
\newcommand\ordon[1]{%
\psdots(!#1 \space \ff{#1})
\uput[90](!#1 \space \ff{#1})%
{\psPrintValue{\ff{#1} 100 mul round 100 div}}}
```

Elle permet de placer au dessus du point de coordonnées $(\backslash i ; f(\backslash i))$ l'expression calculée par `\psPrintValue` arrondie à deux chiffres après la virgule ⁽⁵⁾.

On affiche la valeur de $f(3,5)$ avec `\ordon{3.5}`.

On affiche la valeur de $f(i)$, pour $i \in \{-2,0,2,4\}$ avec `\multido{\i=-4+2}{5}{\ordon{\i}}`

```
\begin{pspicture}(-2,-1)(5,8)
\psaxes[ticksize=-.1 .1,subticks=2]{->}%
(0,0)(-2,-1)(5,7)[$x$,-90][$y$,180]
\psplot[linecolor=red]{-2}{5}{\f{x}}
\multido{\i=-2+2}{4}{\ordon{\i}}
\ordon{3.5}
\end{pspicture}
```



13.3.3 Courbe-courbe et courbe-droite

Attention ! Cette partie demande explicitement la notation RPN.

Sous réserve d'utiliser l'extension `pst-eucl`, pour obtenir le point d'intersection entre la courbe représentant la *fonction* f et la droite AB , on utilise la commande :

```
\pstInterFL[option]%
{fonction}{A}{B}{abscisse}{nom du point}
```

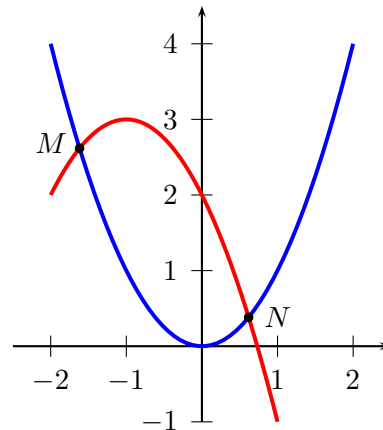
Pour obtenir le point d'intersection entre la courbe représentant la *fonction* f et celle représentant la *fonction* g , on utilise la commande :

```
\pstInterFF[option]%
{fonction f}{fonction g}{abscisse}{nom du point}
```

(5). En calculant : $\text{arrondi}(100f(x))/100$

L'*abscisse* n'est pas forcément l'abscisse précise ⁽⁶⁾ du point d'intersection mais une valeur approchée (qui permettra d'obtenir une meilleure, calculée avec l'algorithme de Newton).

Je renvoie le lecteur à [87], [88] et [89] pour y trouver divers exemples. Voici quand même celui illustrant l'intersection de la parabole d'équation $y = x^2$ et de la parabole d'équation $y = 3 - (x + 1)^2$ ⁽⁷⁾.



```
\begin{pspicture}(-2.5,-1)(2.5,4.5)
\psset{unit=1 cm}
\def\f{x 2 exp}
\def\g{x 2 exp -1 mul -2 x mul add 2 add}
\psaxes{->}(0,0)(-2.5,-1)(2.5,4.5)
\psplot[linecolor=blue]{-2}{2}{\f}
\psplot[linecolor=red]{-2}{1}{\g}
\pstInterFF[PointSymbol=*,PosAngle=170]%
{\f}{\g}{-1.5}{M}
\pstInterFF[PointSymbol=*]{\f}{\g}{1}{N}
\end{pspicture}
```

13.4 Plusieurs courbes

13.4.1 Fonctions associées

On peut aussi définir la fonction par la commande `\def\nom_fonction{expression}`.

Le premier code source de ce chapitre se réécrit alors :

```
\begin{pspicture}(-2,-2)(4,4)
\psset{algebraic=true}
\def\f{x^2-1}
\psaxes{->}(0,0)(-2,-2)(4,4)
\psplot{-1}{2}{\f}
\end{pspicture}
```

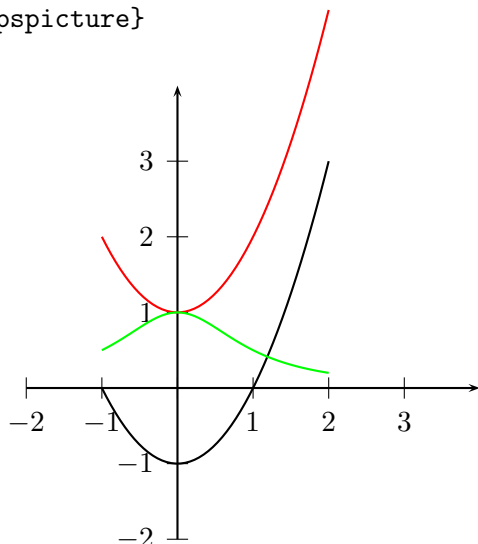
(6). Il est vrai que nous avons souvent utilisé des valeurs approchées pour placer des points : l'adjectif « précis » peut donc étonner. Dans le cas de l'emploi de cette commande, cela nous évite d'avoir à la déterminer.

(7). On a aussi $y = -x^2 - 2x + 2$, ce qui se traduit en RPN par :

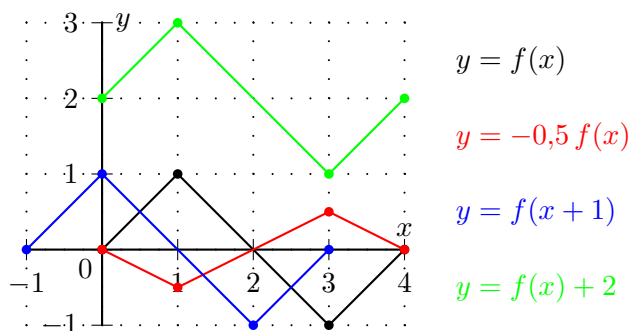
```
x 2 exp -1 mul -2 x mul add 2 add
```

Cela permet de définir une fonction g (h , etc.) en fonction de f :

```
\begin{pspicture}(-2,-2)(4,4)
\psset{algebraic=true}
\def\f{x^2-1}
\def\g{\f+2}
\def\h{1/(\f+2)} % h=1/g
\psaxes{->}(0,0)(-2,-2)(4,4)
\psplot{-1}{2}{\f}
\psplot[linecolor=red]{-1}{2}{\g}
\psplot[linecolor=green]{-1}{2}{\h}
\end{pspicture}
```



Toujours est-il que l'on peut représenter les courbes des fonctions associées f même sans la donnée explicite de $f(x)$:

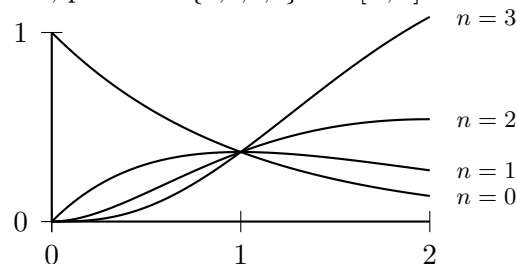


```
\begin{pspicture}(-1,-1)(7,3)
\psset{unit=1cm,showpoints=true}
\psgrid[gridlabels=0,subgriddiv=0,%
griddots=4](-1,-1)(4,3)
\psaxes(0,0)(-1,-1)(4,3)
\uput[d1](0,0){0}
\uput[u](4,0){$x$} \uput[r](0,3){$y$}
\psline(0,0)(1,1)(3,-1)(4,0)
\psline[linecolor=red](0,0)...
\uput[r](4.5,-0.5){%
\textcolor{green}{$y=f(x)+2$}}...
\end{pspicture}
```

13.4.2 Famille de courbes

On peut bien évidemment construire une famille de courbes.

Ci-dessous sont représentées les courbes des fonctions $x \mapsto x^n e^{-x}$, pour $n \in \{0,1,2,3\}$ sur $[0;2]$.



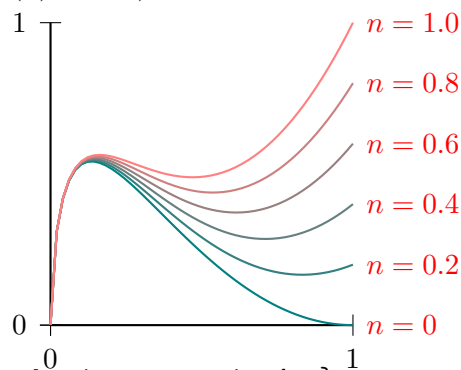
```
\psset{algebraic=true,unit=3cm}
\begin{pspicture}(0,0)(2,1)
\psaxes(0,0)(0,0)(2,1)
\multido{\n=0+1}{4}{%
\psplot{0.001}{2}{x^{\n*2.718}(-x)}
\rput(2.3,0.135){\footnotesize $n=0$}}...
\end{pspicture}
```

Remarques

- L'abscisse initiale est 0,001 et non 0 pour ne pas avoir d'arrêt de compilation pour $n = 0$ ⁽⁸⁾.
- Les affichages des paramètres « $n = \dots$ » ont été faits « à la main » ⁽⁹⁾.

On peut aussi colorier une famille de courbes avec des couleurs différentes.

Les fonctions f_n sont définies sur $]0; 1]$ par :
 $f_n(x) = (\ln(x)^2 + nx)x$ avec $n = 0, 0.2, \dots, 1$



```
\psset{algebraic=true,unit=4cm}
\begin{pspicture}(0,0)(1,1)
\psaxes(0,0)(0,0)(1,1)
\multido{\n=0+0.2}{6}{%
\definecolor{couleur}{rgb}{\n,0.5,0.5}
\psplot[linecolor=couleur]{0.00001}{1}{%
x*(ln(x)^2+\n*x)}
\uput[r](1,\n){\textcolor{red}{$n=\n$}}}
\end{pspicture}
```

(8). On peut aussi choisir de prendre 0 et de tracer la courbe liée à $n = 0$ à part.

(9). Néanmoins, les hauteurs correspondent aux valeurs approchées des images de 2 par ces fonctions. Les abscisses sont toutes égales (à 2,3).

13.5 Aires

13.5.1 Aire sous la courbe

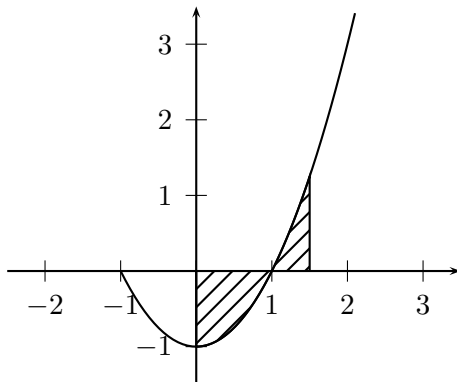
Une fonction f étant donnée, on veut donner la représentation graphique de $\int_a^b f(x) dx$, autrement dit l'aire comprise entre la courbe \mathcal{C} de f , l'axe des abscisses et les deux droites d'équations respectives $x = a$ et $x = b$.

On utilise la commande suivante :

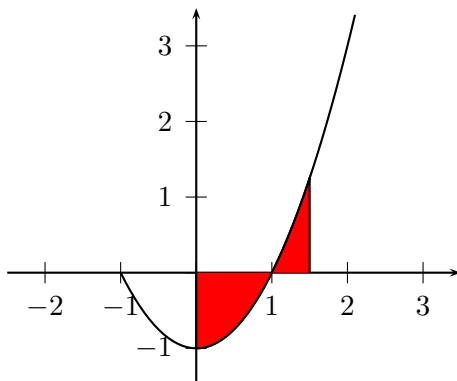
```
\pscustom[options]{%
\psline(a,0)(a,f(a))
\psplot{a}{b}{expression de f(x)}
\psline(b,f(b))(b,0)
}
```

L'ordre des trois dernières lignes et celui des termes dans celles-ci est important !

Voilà comment représenter $\int_0^{1.5} (x^2 - 1) dx$:



```
\begin{pspicture}(-2.5,-1.5)(3.5,3.5)
\psset{algebraic=true}
\psaxes{->}(0,0)(-2.5,-1.5)(3.5,3.5)
\psplot{-1}{2.1}{x^2-1}
\pscustom[fillstyle=hlines]{%
\psline(0,0)(0,-1)
\psplot{0}{1.5}{x^2-1}
\psline(1.5,1.25)(1.5,0)}
\end{pspicture}
```



```
\pscustom[fillstyle=solid,fillcolor=red]{%
```

13.5.2 Aire entre deux courbes

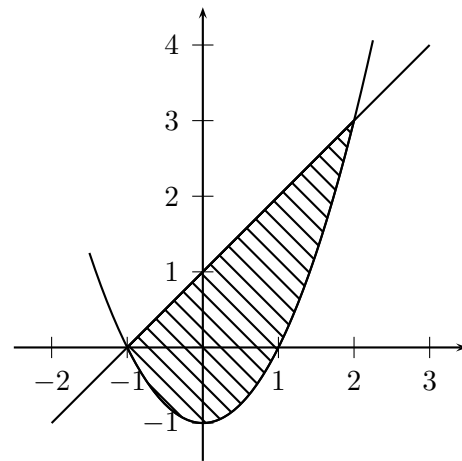
Deux fonctions f et g étant données, on veut donner la représentation graphique de $\int_a^b [f(x) - g(x)] dx$, autrement dit l'aire comprise entre les deux courbes sur l'intervalle $[a; b]$.

On utilise la commande suivante :

```
\pscustom[options]{%
\psplot{a}{b}{expression de f(x)}{%
\psplot{a}{b}{expression de g(x)}
```

Voilà comment représenter l'intégrale ⁽¹⁰⁾

$$\int_{-1}^2 [(x^2 - 1) - (x + 1)] dx :$$

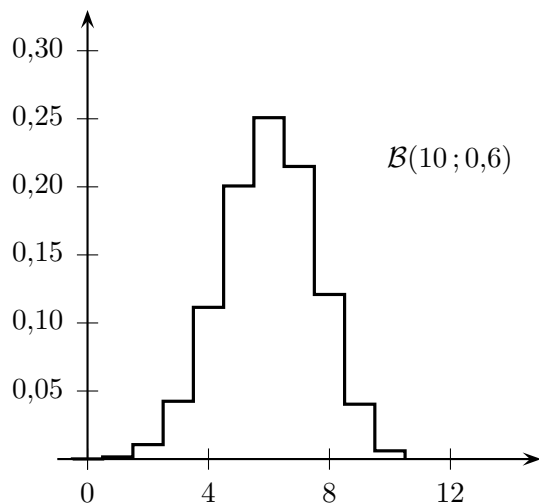


```
\begin{pspicture}(-2.5,-1.5)(3.5,4.5)
\psset{algebraic=true}
\psaxes{->}(0,0)(-2.5,-1.5)(3.5,4.5)
\psplot{-1.5}{2.25}{x^2-1}
\psplot{-2}{3}{x+1}
\pscustom[fillstyle=vlines]{%
\psplot{-1}{2}{x^2-1}\psplot{-1}{2}{x+1}}
\end{pspicture}
```

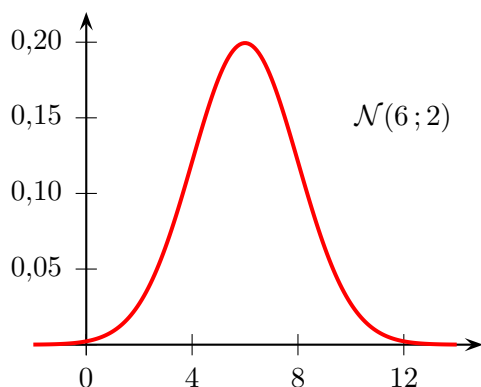
13.6 Représentation des lois binomiale et normale

Les lois normales et binomiales sont fournies dans le package `pst-func` ([95]).

(10). *Remarque.* Une fois définies les deux fonctions f et g et les bornes a et b , Geogebra dessine cette aire à l'aide de la commande suivante : `IntégraleDomaine[f,g,a,b]`.



```
\psset{xunit=0.4cm,yunit=18cm,arrowsize=5pt}
\begin{pspicture}(-4,-0.03)(16,0.34)
\rput(12,0.22){$\mathcal{B}(10\,,;0,6)$}
\psaxes[comma,Dx=4,Dy=0.05]{%
->}(0,0)(-1,0)(15,0.33)
\psBinomial[linewidth=1.2pt]{10}{0.6}
\end{pspicture}
```

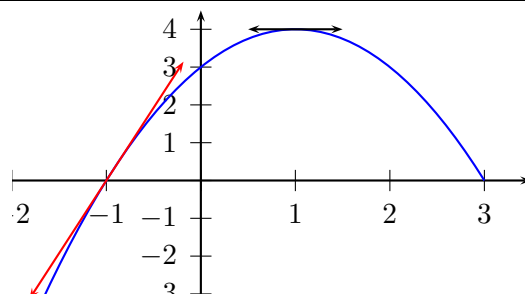


```
\psset{xunit=0.35cm,yunit=20cm,arrowsize=5pt}
\begin{pspicture}(-3,-0.03)(15,0.22)
\rput(12,0.15){$\mathcal{N}(6\,,;2)$}
\psaxes[comma,Dx=4,Dy=0.05]{%
->}(0,0)(-1,0)(15,0.22)
\psGauss[linecolor=red,linewidth=1.5pt,%
mue=6,sigma=2]{-2}{21}
\end{pspicture}
```

13.7 Tangentes en un point et fonctions dérivées

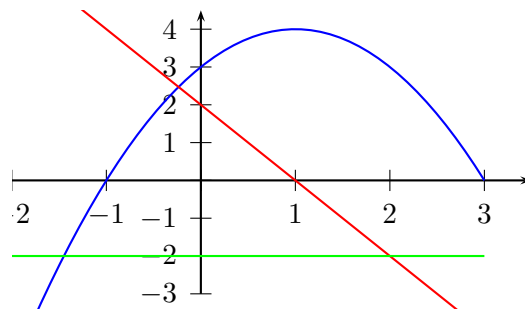
`\psplotTangent{x}{long}{fonct}` permet de tracer une tangente de longueur *long* à la courbe représentative de la fonction *fonct* au point d'abscisse *x* via un calcul d'un calcul de taux d'accroissement sur un intervalle de rayon $5 \cdot 10^{-5}$ autour du point spécifié.

On peut aussi donner explicitement l'expression de la fonction dérivée et spécifier l'option `Derive`.



```
\psset{algebraic=true,%
xunit=1.25cm,yunit=0.5cm}
\begin{pspicture*(-2,-3)(3.5,4.5)
\psaxes{->}(0,0)(-2,-3)(3.5,4.5)
\def\f{3+2*x-x^2}
\psplot[linecolor=blue]{-2}{3}{\f}
\psplotTangent[arrows=<->]{1}{0.5}{\f}
\psplotTangent[linecolor=red,arrows=<->,%
Derive={2-2*x}]{-1}{1.5}{\f}
\end{pspicture*}
```

La commande `Derive`⁽¹¹⁾ permet de tracer les courbes représentatives des dérivées successives d'une fonction. Elle doit être néanmoins utilisée avec l'option `algebraic` :



```
%\usepackage{pstricks-add}
\psset{algebraic=true,%
xunit=1.25cm,yunit=0.5cm}
\begin{pspicture*(-2,-3.5)(3.5,4.5)
\psaxes{->}(0,0)(-2,-3)(3.5,4.5)
\def\f{3+2*x-x^2}
\psplot[linecolor=blue]{-2}{3}{\f} %Courbe de f
\psplot[linecolor=red]{-2}{3}{Derive(1,\f)} %Courbe de f'
\psplot[linecolor=green]{-2}{3}{Derive(2,\f)} %Courbe de f''
\end{pspicture*}
```

13.8 Suites récurrentes

Pour tracer des spirales, escargots et autres animaleries liées à une suite récurrente de type $U_{n+1} = f(U_n)$, je renvoie aussi bien à l'utilisation de `Pstplus` [76], à celle de la macro proposée par des collègues [111] ou

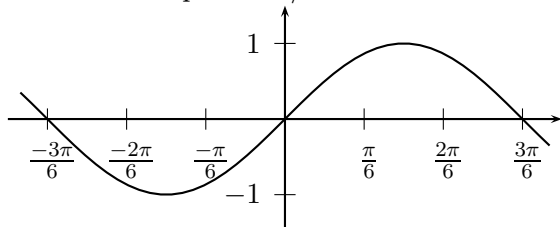
(11). Toujours incluse dans `pstricks-add`.

à la modification du fichier source donné en exemple sur [85].

13.9 Repères trigonométriques

L'extension `pstricks-add` permet de tracer des repères trigonométriques.

Voici une représentation graphique de la fonction sinus sur l'intervalle $[-3,5; 3,5]$. L'axe des abscisses est gradué avec un pas de $\pi/6$.



```
%\usepackage{pstricks-add}
\begin{pspicture}(-4,-1.5)(4,1.5)
\psaxes[trigLabels=true,%
trigLabelBase=6,%
xunit=\pstRadUnit]%
{->}(0,0)(-3.5,-1.5)(3.5,1.5)
\psplot{-3.5}{3.5}{x RadtoDeg sin}
\end{pspicture}
```

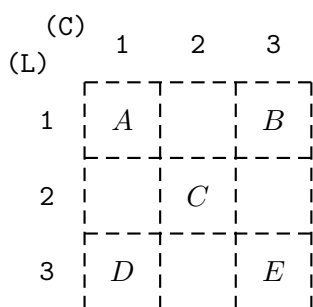
14.1 Graphes

L'extension `pst-node` est nécessaire.

14.1.1 Graphe non pondéré

14.1.1.1 Graphe non orienté

On va utiliser un environnement `\psmatrix`. On prépare le dessin du graphe en plaçant les différents éléments dans une matrice. Dans l'exemple ci-dessous, la lettre *B* est dans la ligne 1 et dans la colonne 3 : ce sera l'élément noté $\{1,3\}$.



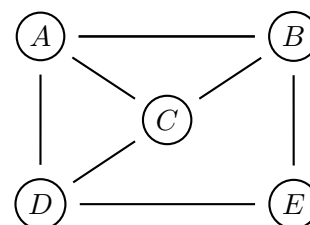
On obtient alors le support suivant :

```
\begin{psmatrix}
  A & & B \\
  & C & \\
  D & & E
\end{psmatrix}
```

Le lecteur remarquera que, dans la deuxième ligne, il ne faut pas de `&` après le *C* : sa présence induit un espace vide (comme si l'on avait écrit un `{ }`) et fait apparaître un cercle (`o`) dans le résultat.

Pour dessiner un segment entre deux nœuds, on utilise la commande `\ncline`. Plus particulièrement, pour dessiner un segment allant de *B* (élément $\{1,3\}$) vers *E* (élément $\{3,3\}$), on saisit la commande `\ncline{1,3}{3,3}`.

Les segments ont leurs options propres (`linestyle`, `linewidth`, etc.). On peut donc saisir une commande telle que `\ncline[linecolor=red]{3,1}{2,2}`.

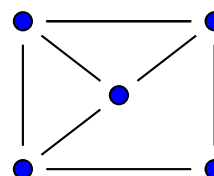


```
\begin{psmatrix}[mnode=circle,%
colsep=1,rowsep=0.4]
  A & & B \\
  & C & \\
  D & & E
\end{psmatrix}
\psset{nodesep=5pt}
\ncline{1,1}{1,3} \ncline{1,3}{1,1}
\ncline{1,1}{2,2} \ncline{1,1}{3,1}
\ncline{1,3}{3,3} \ncline{2,2}{1,3}
\ncline{3,1}{2,2} \ncline{3,1}{3,3}
```

On peut avoir quelques envies décoratives...

- L'option `[mnode=circle]` permet d'encrer le nom du nœud.
- L'instruction `nodesep=5pt` signifie qu'il y a un espace de 5 pt entre le cercle et la plus proche extrémité de la flèche.
- Par défaut, la dimension d'une ligne ou d'une colonne est 1,5. On les change avec les paramètres `rowsep=...` et `colsep=...` respectivement.

Si les lettres ne sont pas désirées, on peut les remplacer par des cercles ou des disques (éventuellement coloriés) en mettant à leur place un « `{ }` » ⁽¹⁾ :



```
\begin{psmatrix}[mnode=circle,%
fillstyle=solid,fillcolor=blue]
```

(1). En fait, c'est un espace vide qui est encerclé !


```

\begin{psmatrix}[mnode=circle,colsep=1]
  A & & B \\
  & & C
\end{psmatrix}$

```

```

\psset{arrowscale=2,arrows=->}
\ncarc[arcangle=45]{1,1}{1,3}
\ncarc[arcangle=10]{1,3}{1,1}
\ncarc[arcangle=-10]{1,3}{2,2}
\ncircle[angleA=90]{2,2}{0.5}

```

Les deux lignes

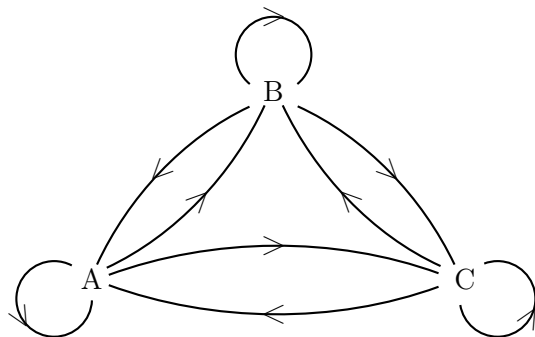
```

\ncarc[arcangle=-10]{1,3}{2,2}
\ncarc[arcangle=10]{2,2}{1,3}

```

sont équivalentes.

On peut aussi dessiner autrement les flèches représentant les arcs orientés ⁽³⁾ en dessinant par-dessus l'arc le symbole < ou >, tourné.



```

\begin{center}
\begin{psmatrix}[colsep=2,rowsep=2,]
  & \mbox{~B~} \\
\mbox{~A~}& & \mbox{~C~}
\end{psmatrix}$
\end{center}
\psset{arrowscale=2,offset=-1pt,,nodesep=2pt}

```

```

\ncarc[arcangle=20]{1,2}{2,1}
\ncput[nrot=45]{\textbf{>}}
\ncarc[arcangle=20]{2,1}{1,2}
\ncput[nrot=45]{\textbf{<}}

```

```

\ncarc[arcangle=20]{1,2}{2,3}
\ncput[nrot=-45]{\textbf{>}}
\ncarc[arcangle=20]{2,3}{1,2}
\ncput[nrot=-45]{\textbf{<}}

```

```

\ncarc[arcangle=20]{2,1}{2,3}
\ncput[nrot=0]{\textbf{>}}
\ncarc[arcangle=20]{2,3}{2,1}
\ncput[nrot=180]{\textbf{>}}

```

```

\ncircle[angleA=0]{1,2}{0.5}

```

(3). Cela est plus esthétique quand il y a plusieurs arêtes qui arrivent à un même sommet.

```

\ncput[nrot=0]{\textbf{>}}
\ncircle[angleA=120]{2,1}{0.5}
\ncput[nrot=-60]{\textbf{>}}
\ncircle[angleA=240]{2,3}{0.5}
\ncput[nrot=60]{\textbf{>}}

```

```

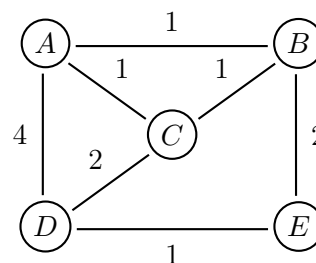
\ncarc[arcangle=10]{1,3}{1,1}
\ncarc[arcangle=-10]{1,3}{2,2}
\ncircle[angleA=90]{2,2}{0.5}

```

14.1.2 Graphe pondéré

14.1.2.1 Graphe non orienté

Pour placer un poids ⁽⁴⁾, on ajoute dans les paramètres `shortput=nab` et au bout de la ligne de commande du segment l'instruction `~{poids}` ou `_poids` selon que l'on veuille placer celui-ci au-dessus ou en-dessous du segment ⁽⁵⁾.



```

\begin{psmatrix}[mnode=circle,%
colsep=1,rowsep=0.5]
  A & & B \\
  & & C \\
  D & & E
\end{psmatrix}$

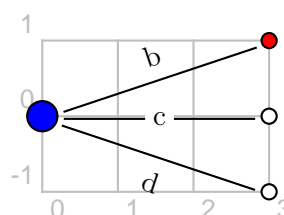
```

```

\psset{shortput=nab}
\ncline{1,1}{1,3}~{1}
\ncline{1,1}{2,2}~{1}
\ncline{1,1}{3,1}_4
\ncline{1,3}{3,3}~{2}
\ncline{2,2}{1,3}~{1}
\ncline{3,1}{2,2}~{2}
\ncline{3,1}{3,3}_1

```

Reprenons notre version « coordonnées des nœuds ». On peut, là aussi, construire un graphe pondéré :



(4). En fait, cette valeur numérique peut être un texte.
(5). Le sens du segment est donc important.

```

\begin{pspicture}(0,-1)(3,1)
\psset{fillstyle=solid,nrot=:U}
\cnode[fillcolor=blue](0,0){2mm}{A}
\cnode[fillcolor=red](3,1){1mm}{B}
\cnode(3,0){1mm}{C} \cnode(3,-1){1mm}{D}
\ncline{A}{B}\naput{b}
\ncline{A}{C}\ncput*{c}
\ncline{A}{D}\nbput{d}
\end{pspicture}
    
```

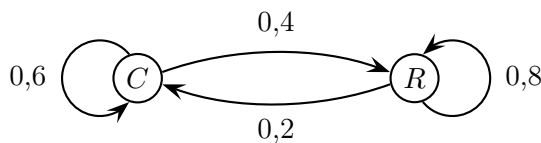
La commande `nrot=:U` permet d'écrire parallèlement au segment reliant deux nœuds. Par défaut, le texte est écrit horizontalement.

Les diverses commandes du type `\naput` sont expliquées à la page 119.

14.1.2.2 Graphe orienté

Un graphe pondéré orienté est un graphe *et* pondéré *et* orienté : il a donc les caractéristiques de chacun de ces deux graphes.

Voici un exemple pouvant illustrer un problème de probabilités ⁽⁶⁾ :



```

$\begin{psmatrix}[mnode=circle,colsep=3]
C & R \\
\end{psmatrix}$

\psset{nodesep=0pt,arrows=->,shortput=nab}
\ncarc[arcangle=20]{1,1}{1,2}~{0,4}
\ncircle[angleA=90]{1,1}{0.5}_{0,6}
\ncarc[arcangle=20]{1,2}{1,1}~{0,2}
\ncircle[angleA=-90]{1,2}{0.5}_{0,8}
    
```

14.1.3 Applications

14.1.3.1 Illustration d'une démarche de résolution

Premier exemple

$$(x^2 + 3x + 4) \times (2x + 5)$$

$$(x^2 + 3x + 4) \times (2x + 5)$$

(6). Et autres phénomènes stochastiques ! Par exemple : « Au début d'une étude démographique portant sur les 1 200 personnes d'une île, le quart de la population vivait dans la capitale. Depuis, chaque année, 40 % des habitants de la capitale quittent celle-ci pour aller vivre dans le reste de l'île tandis que 20 % des habitants du reste de l'île viennent habiter dans la capitale. Etc. »

```

\psset{nodesep=0.5mm,linecolor=red}

$(\rnode{1}x^2+3x+4) \times (2\rnode{a}x
+\rnode{b}5)$
\ncurve[angleA=-45,angleB=-135]{->}{1}{a}
\ncurve[angleA=-45,angleB=-135]{->}{1}{b}

$(\rnode{1}x^2+\rnode{2}3x+\rnode{3}4)
\times(2\rnode{a}x+\rnode{b}5)$
\ncurve[angleA=-45,angleB=-135]{->}{1}{a}
\ncurve[angleA=-45,angleB=-135]{->}{2}{a}
\ncurve[angleA=-45,angleB=-135]{->}{3}{a}
    
```

Second exemple

Développement de $(2x + 1) \left(\frac{3}{2}x + 4 \right)$:

- provient de $2x \times \frac{3}{2}x$
- $$E = 3x^2 + \frac{19}{2}x + 2$$
- provient de $2x \times 4 + 1 \times \frac{3}{2}x$
 - provient de 1×2

Développement de ... :

```

\begin{itemize}
\item provient de %
\rnode{a}{$2\times \dfrac{3}{2}$}
\\[0.25cm]
\def\xstrut{\vphantom{\dfrac{11}{2}}}
\[E =
\rnode[t]{ae}{%
\psframebox*[fillcolor=lightgray]{%
\xstrut 3\,x^2}} +
\rnode[t]{be}{%
\psframebox*[fillcolor=green]{%
\xstrut \dfrac{11}{2}\,x}} +
\rnode[t]{ce}{%
\psframebox*[fillcolor=cyan]{\xstrut 2}}
\\[0.25cm]
\item provient de \rnode{b}{%
$2\times 2+1\times\dfrac{3}{2}$}
\item provient de \rnode{c}{%
$1\times 2$}
\end{itemize}
\psset{nodesep=3pt}
\ncurve[angleA=0,angleB=90]{->}{a}{ae}
\ncurve[angleB=-90]{->}{b}{be}
\ncurve[angleA=-45,angleB=-90]{->}{c}{ce}
    
```

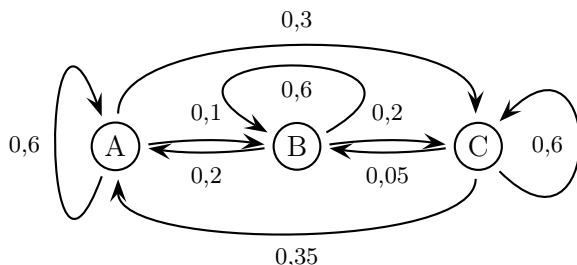
Le `\xstrut{\vphantom{\dfrac{19}{2}}}` donne à toutes les boîtes la même hauteur, celle de la boîte

qui contient $\frac{19}{2}$ ⁽⁷⁾. Sinon, on aurait :

$$E = 3x^2 + \frac{11}{2}x + 2$$

14.1.3.2 Graphe probabiliste

Voici un graphe probabiliste, dont la matrice associée est donnée page 52.



```
\psset{xunit=24mm}
\begin{pspicture}(-0.5,-1)(2.5,3)
\cnodeput(0,1){A}{A}
\cnodeput(1,1){B}{B}
\cnodeput(2,1){C}{C}
{\footnotesize
\ncarc{->}{A}{B}\Aput{0,1}
\ncarc{->}{B}{A}\Aput{0,2}
\ncarc{->}{B}{C}\Aput{0,2}
\ncarc{->}{C}{B}\Aput{0,05}
\ncurve[ncurv=0.5,angle=90]%
{->}{A}{C}\Aput{0,3}
\ncurve[ncurv=0.4,angle=-90]%
{->}{C}{A}\Aput{0,35}
\ncurve[ncurv=6,angleA=-110,angleB=110]%
{->}{A}{A}\Aput{0,6}
\ncurve[ncurv=6,angleA=30,angleB=150]%
{->}{B}{B}\Aput{0,6}
\ncurve[ncurv=6,angleA=-45,angleB=45]%
{->}{C}{C}\Aput{0,6}
}
\end{pspicture}
```

14.1.3.3 Texte partiellement encadré

Une petite astuce !

Énoncé

Exemple d'un texte partiellement encadré

```
\textbf{\rnode{A}Énoncé}\par
Exemple d'un texte partiellement encadré
\par\hfill\rnode{B}{$\sim$square$}
\ncangles[nodesepA=2mm,angleA=180,%
angleB=180]{-}{A}{B}
```

(7). Les fantômes sont détaillés page 57.

14.2 Arbres

L'extension pst-tree est nécessaire.

Les arbres n'ont pas besoin d'être insérés dans un environnement `picture`.

14.2.1 Arbres non pondérés

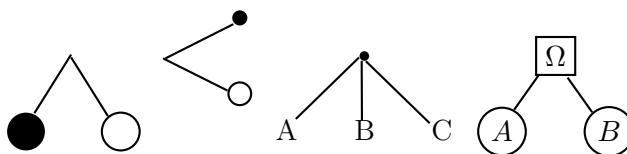
Pour construire un arbre reliant une racine donnée aux feuilles f_1, f_2 , etc., on utilise la commande `\pstree[opt]{racine}{f1}{f2}{...}`

Pour indiquer la direction dans laquelle l'arbre doit grandir, on utilise la commande `treemode=dir` où `dir` a pour valeur L (gauche), R (droite), U (haut) ou D (bas) ⁽⁸⁾.

La distance horizontale entre deux nœuds voisins ⁽⁹⁾ est modifiée avec `treeseq=val`. Si l'on ne tient pas compte des largeurs des légendes des nœuds, cette distance ⁽¹⁰⁾ est modifiée avec `treenodesize=val`.

La distance verticale entre une racine/nœud et ses feuilles ⁽¹¹⁾ est modifiée avec `levelsep=val`.

L'espace entre une racine et l'extrémité du segment qui la lie à la feuille est `nodesep=val`.



```
\psset{nodesep=0pt,levelsep=1cm}
\pstree{\Tp}
{\TC* \TC}
```

```
\psset{treemode=R,nodesep=0pt,levelsep=1cm}
\pstree{\Tp}
{\TC*{1mm}\TC{1.5mm}}
```

```
\psset{treemode=D,nodesep=0pt,levelsep=1cm}
\pstree{\Tdot}
{\TR{A} \TR{B} \TR{C}}
```

```
\psset{nodesep=0pt,levelsep=1cm}
\pstree{\Tr{\psframebox{$\Omega$}}}
{\Tcircle{$A$} \Tcircle{$B$}}
```

La commande `\Tp` place un espace vide au nœud vide. La commande `\Tdot` place un petit point.

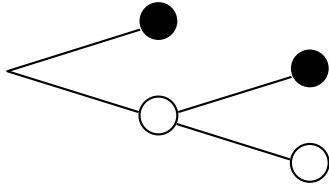
(8). Pour *Left*, *Right*, *Up* et *Down*.

(9). 0,75 cm par défaut.

(10). -1 pt par défaut.

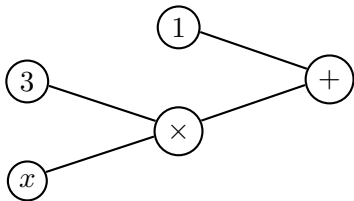
(11). 2 cm par défaut.

Quand, à une feuille, il y a de nouveau un arbre, on utilise la commande `\pstree` de façon récursive ⁽¹²⁾.

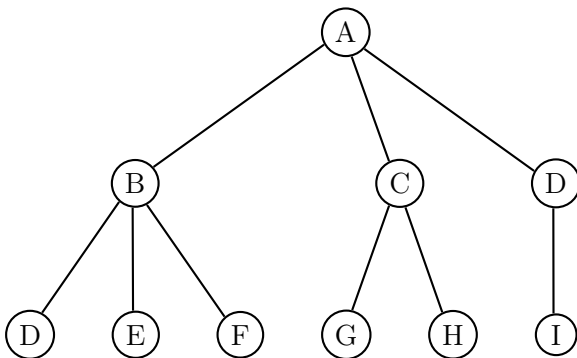


```
\psset{treemode=R,levelsep=2cm}
\pstree{\Tp}{%
  \TC*
  \pstree{\TC}{%
    \TC* \TC
  }
}
```

Voici comment on pourrait construire un arbre lié au calcul de $3x + 1$ ⁽¹³⁾ :



```
\psset{treemode=L,levelsep=2cm}
\pstree{\Tcircle{${}+${}}}
  {\Tcircle{${}1${}}}
  \pstree{\Tcircle{${}\times${}}}
    {\Tcircle{${}3${}}\Tcircle{${}x${}}} }
```



```
\psset{treemode=D}
\pstree{\Tcircle{A}}
  {\pstree{\Tcircle{B}}
    {\Tcircle{D} \Tcircle{E} \Tcircle{F}}}
  \pstree{\Tcircle{C}}
    {\Tcircle{G} \Tcircle{H}}
  \pstree{\Tcircle{D}}
    {\Tcircle{I}}}
```

(12). Une petite organisation des données s'impose alors !

(13). Ceci est à rapprocher de la notation en polonaise inverse $3 \times \text{mul } 1 \text{ add}$.

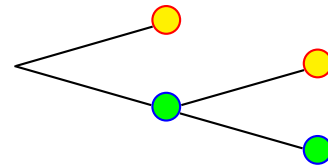
14.2.2 Avec une `\newcommand`

On peut aussi utiliser une `\newcommand` pour définir un type de nœud qui servira plusieurs fois et dont on voudrait soit éviter de saisir à chaque fois la ligne complète de saisie soit pouvoir changer facilement l'un des paramètres « à la base » sans avoir à changer chaque ligne dans chaque apparition.

On définit ainsi, par exemple, deux nœuds, « jaune » (J) et « vert » (V), de la façon suivante :

```
\newcommand{\J}{\Tcircle[fillstyle=solid,%
fillcolor=yellow,linecolor=red]{ }}
\newcommand{\V}{\Tcircle[fillstyle=solid,%
fillcolor=green,linecolor=blue]{ }}
```

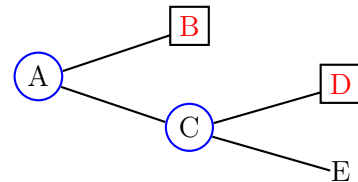
L'arbre ci-dessous précède ses lignes de code.



```
\psset{treemode=R}
\pstree{\Tp}{\J \pstree{\V}{\J \V} }
```

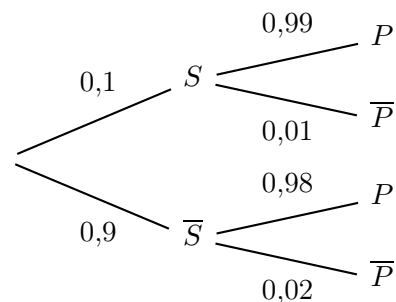
Voici un autre exemple ⁽¹⁴⁾ :

```
\pstree[treemode=R]{\C{A}}
  {\K{B}
  \pstree{\C{C}}
    {\K{D} \N{E}}
  }
```



14.2.3 Arbres pondérés

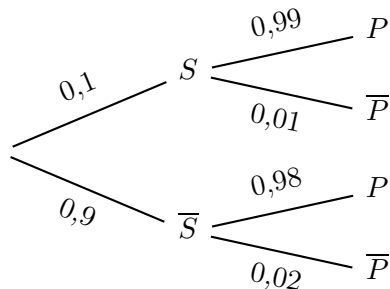
Pour placer un `{poids}` sur une branche, on ajoute après la définition du nœud l'instruction `~{poids}` ou `_ {poids}` selon que l'on veuille placer celui-ci au-dessus ou en-dessous de la branche.



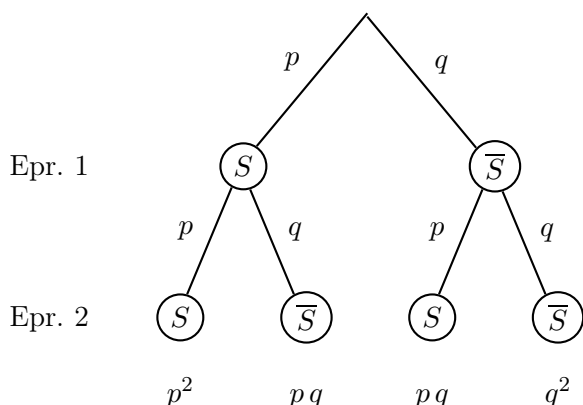
(14). Les lettres K, C et S correspondent respectivement à un habillage avec un carré, un habillage avec un cercle et un habillage nul.

```
\pstree[treemode=R,nodesep=5pt,%
levelsep=2.5cm]{\Tp}{%
  \pstree{\TR{$S$}~{0,1}}{%
    \TR{$P$}~{0,99}
    \TR{$\overline{P}$}~{0,01}}
  \pstree{\TR{$\overline{S}$}~{0,9}}{%
    \TR{$P$}~{0,98}
    \TR{$\overline{P}$}~{0,02}}}
```

Par défaut, le texte est écrit horizontalement. Tout comme dans un graphe, on peut utiliser les commandes `nrot=:U` et `\naput` pour écrire parallèlement au segment reliant deux nœuds.



```
\pstree[treemode=R,nodesep=5pt,
levelsep=2.5cm,nrot=:U]{\Tp}{%
  \pstree{\TR{$S$}\naput{0,1}}{%
    \TR{$P$}\naput{0,99}
    \TR{$\overline{P}$}\nbput{0,01}}
  \pstree{\TR{$\overline{S}$}\nbput{0,9}}{%
    \TR{$P$}\naput{0,98}
    \TR{$\overline{P}$}\nbput{0,02}}}
```



Le texte « Epr. 1 » est en fait la légende d'une feuille d'un arbre (dirigé vers le bas) à une branche et le texte « Epr. 2 », celle d'une feuille de l'arbre à une branche de racine la feuille précédente. Ces branches ne sont pas dessinées, comme le demande l'option `edge=none`.

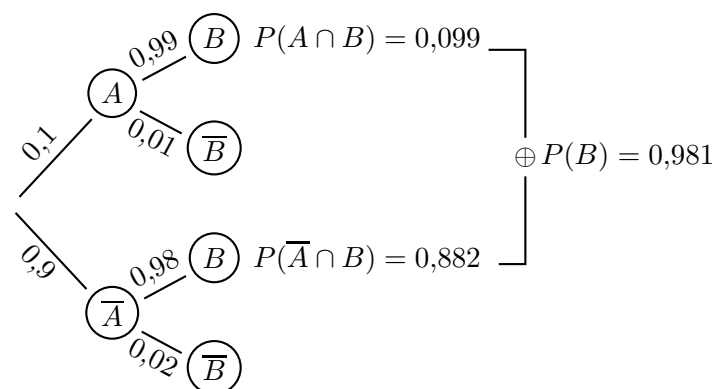
```
\pstree[treemode=D,edge=none,%
levelsep=2cm]{\Tp}{%
  \pstree{\TR{Epr. 1}}{\TR{Epr. 2}}}
```

Dans le même ordre d'idée, les probabilités p^2 , pq et q^2 sont des feuilles d'arbres à une branche, de longueur 1 cm.

```
\psset{nodesep=0mm,levelsep=20mm,%
treesep=10mm}
\pstree[treemode=D]{\Tp}
{
  \pstree
  {\Tcircle{$S$}\nbput{$p$}}
  {
    \pstree[edge=none,levelsep=1cm]
    {\Tcircle{$S$}\nbput{$p$}}
    {
      \TR{$p^2$}
    }
    \pstree[edge=none,levelsep=1cm]
    {\Tcircle{$\overline{S}$}\naput{$q$}}
    {
      \TR{$p\,,q$}
    }
  }
  \pstree
  {\Tcircle{$\overline{S}$}\naput{$q$}}
  {
    \pstree[edge=none,levelsep=1cm]
    {\Tcircle{$S$}\nbput{$p$}}
    {
      \TR{$p\,,q$}
    }
    \pstree[edge=none,levelsep=1cm]
    {\Tcircle{$\overline{S}$}\naput{$q$}}
    {
      \TR{$q^2$}
    }
  }
}
```

L'arbre portant les deux textes et l'arbre probabilisé sont espacés d'un `\quad`, le tout est placé dans un environnement `\center`.

On peut utiliser un arbre pour calculer une probabilité :



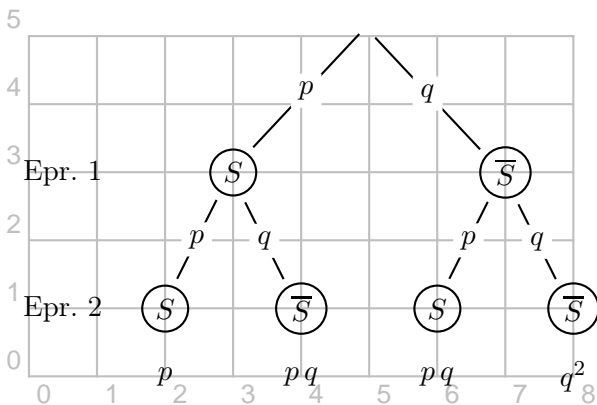
```
\psset{nrot=:U}
```

```

\pstree[treemode=R,levelsep=1.35cm,%
labelsep=2pt]{\Tr{}}
{\pstree{\Tcircle{$A$}\naput{$0\{,}1$}}
{\Tcircle{$B$}\tnpos=r}{%
$P(A\cap B)=0\{,}099$%
\rnode{noeud1}{}}\naput{$0\{,}99$}
\Tcircle{$\overline{B}$}
\nbput{$0\{,}01$}}
\pstree{\Tcircle{$\overline{A}$}
\nbput{$0\{,}9$}}
{\Tcircle{$B$}\tnpos=r}{%
$P(\overline{A}\cap B)=0\{,}882$%
\rnode{noeud2}{}}\naput{$0\{,}98$}
\Tcircle{$\overline{B}$}
\nbput{$0\{,}02$}} }
\ncbar{noeud1}{noeud2}\ncput*{$\oplus$}
\naput[nrot=0]{$P(B)=0\{,}981$}

```

Première remarque. Les arbres peuvent être dessinés avec l'extension `\pstricks` seule où à l'aide de l'extension `pst-node`.



```

\psset{unit=0.9cm}
\begin{pspicture}(0,0)(8,5)
\psgrid[subgriddiv=0,gridcolor=lightgray,%
gridlabelcolor=lightgray](0,0)(8,5)
\rput(0.5,1){\Rnode{E2}{Epr. 2}}
\rput(0.5,3){\Rnode{E1}{Epr. 1}}
\rput(5,5){\Rnode{A}{\Tp}}
\cnodeput(3,3){B}{$S$}
\cnodeput(7,3){C}{$\overline{S}$}
\cnodeput(2,1){D}{$S$}
\rput(2,0){\Rnode{p1}{$p$}}
\cnodeput(4,1){E}{$\overline{S}$}
\rput(4,0){\Rnode{p2}{$p$, $q$}}
\cnodeput(6,1){F}{$S$}
\rput(6,0){\Rnode{p3}{$p$, $q$}}
\cnodeput(8,1){G}{$\overline{S}$}
\rput(8,0){\Rnode{p4}{$q^2$}}
\ncline{A}{B}\ncput*{$p$}
\ncline{A}{C}\ncput*{$q$}
\ncline{B}{D}\ncput*{$p$}
\ncline{B}{E}\ncput*{$q$}

```

```

\ncline{C}{F}\ncput*{$p$}
\ncline{C}{G}\ncput*{$q$}
\end{pspicture}

```

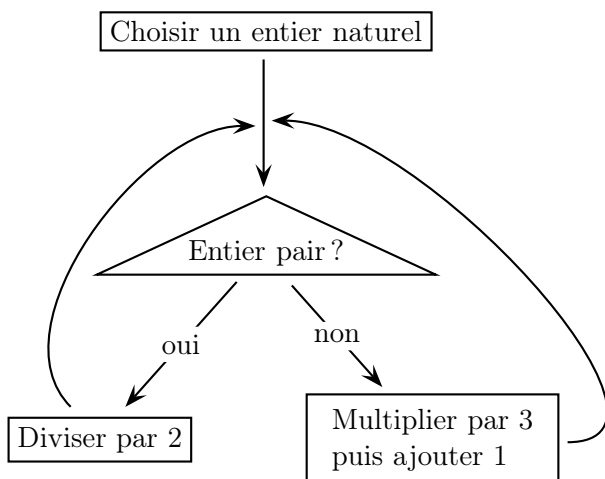
Seconde remarque. Le logiciel Pstplus [76] pourra être d'une grande utilité dans la création d'arbres ! Il demande seulement à l'utilisateur de cliquer sur les boutons **Ajouter Branche** et **Ajouter Sous Branche** puis de nommer les nœuds correspondants, affectés de leur poids. Puis il fait lui-même tout le travail de structuration !

Remarque. Il s'agit ici de voir comment écrire un algorithme qui sera adapté au langage de programmation utilisé en classe (Python, Scratch, Algobox, ...). En particulier, ces lignes verront apparaître une instruction comme « a prend pour valeur 0 » mais pas une instruction telle que « $a := 0$ » ou « $0 \rightarrow a$ ».

15.1 Deux premières idées de présentation

Pour présenter un algorithme, on peut être amené à le présenter avec un tableau (voyez par exemple celui ci-dessous qui est l'algorithme de la multiplication russe, page 77) – et dont le code source ne montre *aucunement* une présence d'algorithme – ou par un organigramme (celui ci-dessous représente la « suite de Syracuse ») :

saisir les entiers a et b
m prend la valeur 0
tant que $b \neq 0$ faire
si b est impair alors
m prend la valeur $m + a$
a prend la valeur $2 \times a$
b prend la valeur $E(b/2)$
affiche m



15.2 Le package algorithmic

15.2.1 Présentation

L^AT_EX fait bien les choses puisqu'il permet d'obtenir des présentations en utilisant les packages `algorithmic` et `algorithm`.

Le premier connaît toutes les instructions de programmation usuelles. Les plus utilisées sont décrites ci-dessous. Le lecteur trouvera la documentation complète du package sur [109]. Il y a systématiquement des exemples.

Le second permet de créer la présentation sous forme de flottant ; nous y reviendrons au paragraphe 15.3.

15.2.2 Quelques instructions

- Saisies
`\REQUIRE <Saisies>`
- Résultats
`\ENSURE <Résultats>`
- Etat
`\STATE <Texte>`
- Condition
`\IF <Condition><Texte> \ENDIF`
`\IF <Condition><Texte1>`
`\ELSE <Texte2> \ENDIF`
`\IF <Condition1><Texte1>`
`\ELSIF <Condition 2><Texte2>`
`\ELSE <Texte3> \ENDIF`
- Pour
`\FOR <Condition><Texte> \ENDFOR`
`\FORALL <Condition><Texte> \ENDFOR`
`\TO (1) <Valeur>`
- Tant que
`\WHILE <Condition><Texte> \ENDWHILE`

(1). Le « à » dans « de ... à ... »

- Boucle

```
\LOOP <Condition><Texte> \ENDLOOP
```

- Répétition

```
\REPEAT <Condition><Texte> \UNTIL
```

- Connections logiques

```
<Expression1> \AND <Expression2>
```

```
<Expression1> \OR <Expression2>
```

```
<Expression1> \XOR <Expression2>
```

```
\NOT <Expression>
```

- Affichage

```
\PRINT <Texte>
```

- Commentaire

```
\COMMENT <Commentaire>
```

15.2.3 Francisation

Le lecteur et ses élèves (!) préféreront probablement une version francisée de l'algorithme. Dans ce cas, on place dans le préambule les commandes données en page 142 ⁽²⁾.

15.2.4 Exemple

Voici un algorithme qui donne la liste des diviseurs d'un entier n strictement supérieur à 1.

Entrée(s) n entier, $n > 1$

a prend pour valeur n

pour d prenant les valeurs entières de 2 à $E\left(\frac{n}{2}\right)$
faire

tant que d divise a **faire**

 afficher la valeur de $\frac{a}{d}$

a prend pour valeur $\frac{a}{d}$

fin du tant que

fin du pour

Sortie(s) les diviseurs de n

```
\begin{algorithmic}
\REQUIRE $n$ entier, $n>1$
\STATE {$a$ prend pour valeur $n$}
\FOR {$d$ prenant les ... 2 \TO ...}
\WHILE {$d$ divise $a$}
\STATE {afficher la valeur de $d$}
\STATE {$a$ prend pour valeur $\dfrac{a}{d}$}
\ENDWHILE
\ENDFOR
\ENSURE les diviseurs de $n$ \\
\end{algorithmic}
```

(2). Elles sont récupérables sur mon blog, [?].

15.2.5 Début et fin

On peut ajouter les encadrés **Début** et **Fin** dans un algorithme en ajoutant dans le préambule

```
\newcommand{\BEGIN}{\STATE \fbox{D\'ebut}}
\newcommand{\END}{\STATE \fbox{Fin}}
```

Début

Entrée(s) n entier

a prend pour valeur n

pour p prenant les valeurs entières de 0 à n **faire**
 afficher la valeur de p^2

fin du pour

Sortie(s) les $n + 1$ premiers carrés

Fin

```
\begin{algorithmic}
\BEGIN
\REQUIRE $n$ entier
...
\ENSURE les $n+1$ premiers carrés
\END
\end{algorithmic}
```

15.2.6 Numérotation des lignes

On peut choisir la fréquence de la numérotation : en écrivant `\begin{algorithmic}[n]`, chaque n -ième ligne sera numérotée.

Entrée(s) n entier

a prend pour valeur n

2: **pour** p prenant les valeurs entières de 0 à n **faire**
 afficher la valeur de p^2

4: **fin du pour**

Sortie(s) les $n + 1$ premiers carrés

```
\begin{algorithmic}[2]
\REQUIRE $n$ entier ...
```

Cela permet, avec $n = 1$ plus particulièrement, de repérer les références créées...

Entrée(s) n entier

1: a prend pour valeur n

2: **pour** p prenant ... **faire**

3: afficher la valeur de p^2

4: **fin du pour**

Sortie(s) les $n + 1$ premiers carrés

La ligne 3 demande d'afficher...

```
\begin{algorithmic}[1]
\REQUIRE $n$ entier
\STATE $a$ prend pour valeur $n$
\FOR {$p$ prenant ...}
\STATE {afficher la ...}\label{ligne}
```

```
\ENDFOR
\ENSURE les $n+1$ premiers carrés
\end{algorithmic}
```

La ligne `\ref{ligne}` demande...

On peut changer la présentation de la numérotation à l'aide des paramètres `linenosize` et `linenodelimiter`.

Par exemple,

```
\algsetup{linenosize=\normalsize,%
linenodelimiter=$\diamondsuit$}
```

appliqué au code source précédent donne :

Entrée(s) n entier

1◇ a prend pour valeur n

2◇ **pour** p prenant les valeurs entières de 0 à n **faire**

3◇ afficher la valeur de p^2

4◇ **fin du pour**

Sortie(s) les $n + 1$ premiers carrés

15.2.7 Commentaire

Il peut être utile d'afficher des commentaires... Il suffit d'écrire dans le préambule ⁽³⁾ :

```
\renewcommand{\algorithmiccomment}{\STATE //}
```

La saisie dans le source de l'algorithme de
`\COMMENT Texte de commentaire`
donnera :

```
//Texte de commentaire
```

15.2.8 Indentation

On peut choisir une indentation ; elle vaut par défaut 1 em. Il suffit d'écrire dans le préambule

```
\algsetup{indent=lenght}
```

Dans l'exemple suivant ⁽⁴⁾, *lenght* vaut 2 em.

Entrée(s) les entiers a et b

m prend la valeur 0

tant que $b \neq 0$ **faire**

si b est impair **alors**

m prend la valeur $m + a$

fin du si

a prend la valeur $2 \times a$

b prend la valeur $E(b/2)$

fin du tant que

Sortie(s) m

(3). Par défaut, un commentaire est écrit dans le document compilé entre accolades.

(4). J'ai écrit « prend la valeur » en gras. Ce n'est pas une commande du package.

15.3 L'environnement algorithm

Le package `algorithm` affiche l'algorithme sous forme de flottant.

On mettra dans le préambule l'instruction

```
\floatname{algorithm}{Algorithm}
```

pour avoir le mot « Algorithme » dans l'étiquette.

Algorithme 1 MULTIPLICATION RUSSE

Entrée(s) les entiers a et b

m prend la valeur 0

tant que $b \neq 0$ **faire**

si b est impair **alors**

m prend la valeur $m + a$

fin du si

a prend la valeur $2 \times a$

b prend la valeur $E(b/2)$

fin du tant que

Sortie(s) m

```
\begin{algorithm}
\caption{\textsc{Multiplication russe}}
\label{alg1}
\begin{algorithmic}
\REQUIRE {les entiers $a$ et $b$}
...
\ENSURE $m$
\end{algorithmic}
\end{algorithm}
```

15.4 Avec Albox

Je signale juste que le logiciel Albox ⁽⁵⁾ permet d'exporter le code vers un document \LaTeX .

Par exemple, il est aisé d'afficher l'algorithme de calcul de l'hypoténuse d'un triangle rectangle.

```
1  VARIABLES
2    x EST_DU_TYPE NOMBRE
3    y EST_DU_TYPE NOMBRE
4    h EST_DU_TYPE NOMBRE
5  DEBUT_ALGORITHME
6    LIRE x
7    LIRE y
8    h PREND_LA_VALEUR sqrt(x*x+y*y)
9    AFFICHER "h = "
10   AFFICHER h
11  FIN_ALGORITHME
```

De plus, [110] permet d'avoir des algorithmes « à la AlBox » avec des couleurs !

(5). Il y en a d'autres...

Commandes francisées

```
\renewcommand{\algorithmicrequire}{\textbf{Entrée(s)}}
\renewcommand{\algorithmicensure}{\textbf{Sortie(s)}}
\renewcommand{\algorithmicwhile}{\textbf{tant que}}
\renewcommand{\algorithmicdo}{\textbf{faire}}
\renewcommand{\algorithmicendwhile}{\textbf{fin du tant que}}
\renewcommand{\algorithmicend}{\textbf{fin}}
\renewcommand{\algorithmicif}{\textbf{si}}
\renewcommand{\algorithmicendif}{\textbf{fin du si}}
\renewcommand{\algorithmicelse}{\textbf{sinon}}
\renewcommand{\algorithmicelsif}{\textbf{fin du sinon}}
\renewcommand{\algorithmicthen}{\textbf{alors}}
\renewcommand{\algorithmicfor}{\textbf{pour}}
\renewcommand{\algorithmicforall}{\textbf{pour tout}}
\renewcommand{\algorithmicto}{\textbf{à}}
\renewcommand{\algorithmicendfor}{\textbf{fin du pour}}
\renewcommand{\algorithmicdo}{\textbf{faire}}
\renewcommand{\algorithmicloop}{\textbf{boucler}}
\renewcommand{\algorithmicendloop}{\textbf{fin de la boucle}}
\renewcommand{\algorithmicrepeat}{\textbf{répéter}}
\renewcommand{\algorithmicuntil}{\textbf{jusqu'à}}
\renewcommand{\algorithmicprint}{\textbf{afficher}}
```

16.1 \multido

16.1.1 La commande \multido

Elle permet d'effectuer des boucles itératives incrémentales. Cette commande est obtenue avec l'extension éponyme `multido`. Sa syntaxe est :

```
\multido{var=init+step}{repet}{comm}
```

répète **repet** fois les commandes **comm**. Au début de la boucle, la variable **var** est initialisée à la valeur **init** et à chaque tour, elle est incrémentée de la valeur **step**.

La première lettre de la commande servant de variable indique son type.

d ou D La valeur initiale et l'incrément sont des dimensions (longueurs).

i ou I La valeur initiale et l'incrément sont des nombres entiers.

n ou N La valeur initiale est un nombre dont l'écriture peut comporter une virgule et l'incrément devra obligatoirement avoir le même nombre de chiffres après la virgule.

r ou R La valeur initiale et l'incrément sont des nombres à virgule.

16.1.2 Exemples

16.1.2.1 Somme des dix premiers entiers

$$0 + 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 + 7 + 8 + 9$$

```
$0 \multido{\i=1+1}{9}{+ \i }$
```

16.1.2.2 Somme de termes alternée

$$1 - 3 + 5 - 7 + 9 - 11$$

```
\newcounter{cpt}
$1 \multido{\i=3+2}{5}{\stepcounter{cpt}%
\ifthenelse{\isodd{\arabic{cpt}}}{-}{+} \i}$
```

(La commande `\isodd{val}` indique si la valeur *val* est impaire.)

16.1.2.3 Factorielles

$$6! = 1 \times 2 \times 3 \times 4 \times 5 \times 6$$

$$6! = 6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1$$

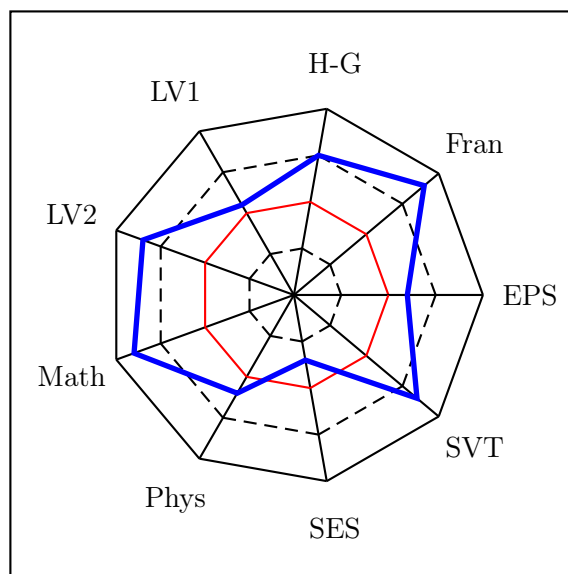
```
$6~!=1\multido{\i=2+1}{5}{\times\i}$
```

```
$6~!=6\multido{\i=5+-1}{5}{\times\i}$
```

Remarquez qu'il faut écrire `5+-1` et non `5-1`.

16.1.2.4 Diagramme en toile d'araignée

Il n'y a plus guère de conseil de classe sans diagramme en toile d'araignée ! Voici un diagramme représentant les notes d'un élève dans neuf matières. (Chaque secteur angulaire mesure donc 40° .)



```
\psset{unit=0.125cm}
\begin{pspicture}(-30,-30)(30,30)
\psframe(-30,-30)(30,30)
\SpecialCoor
\multido{\n=0+40}{9}{\rput{\n}(0,0){%
\psline(0,0)(20;40)
\psline(20;0)(20;40)
\psline[linestyle=dashed](15;0)(15;40)
\psline[linecolor=red](10;0)(10;40)
\psline[linestyle=dashed](5;0)(5;40)
}}
\pspolygon[linewidth=2pt,linecolor=blue]%
(12;0)(18;40)(15;80)...
```

```
\rput{0}(25;0){EPS}
\rput{0}(25;40){Fran} ...
\end{pspicture}
```

16.1.2.5 Multiples de π

```
2\pi \approx 6.28318530
3\pi \approx 9.42477795
4\pi \approx 12.56637060
5\pi \approx 15.70796325
```

```
\multido{%
\i=2+1,\npi=6.28318530+3.14159265}{4}{%
$\i\pi\approx\npi$\}
```

16.1.2.6 Méthode Coué

```
\newcommand\coue[2]{%
\multido{}{#1}{#2\endgraf}}

\coue{5}{Je suis le meilleur !}
```

Je suis le meilleur !
 Je suis le meilleur !
 Je suis le meilleur !
 Je suis le meilleur !
 Je suis le meilleur !

La commande `\endgraf` est un équivalent de la commande `\par` permise dans les arguments de commandes n'acceptant normalement pas plusieurs paragraphes.

16.1.2.7 Dégradés

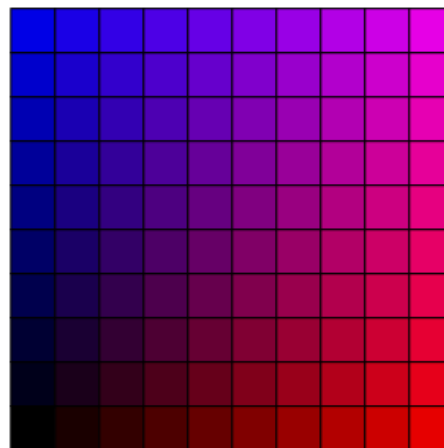


```
{\psset{xunit=5cm,yunit=15cm}
\begin{pspicture}(0,0)(1,0.1)
\multido{\r=0+.1111}{10}
{\newrgbcolor{Verts}{\r\space 1. \r}
\rput{\r,0}{%
\psframe[fillstyle=solid,fillcolor=Verts]%
(0.08,0.1)}}
\end{pspicture}}
```

Note. La commande `\space` est obligatoire pour séparer les deux (des trois) valeurs définissant la couleur.

16.1.2.8 Palette de couleurs

Des commandes `\multido` peuvent s'emboîter.



```
{\psset{fillstyle=solid,unit=6cm}
\begin{pspicture}(1,1)
\multido{\nx=0.0+0.1}{10}{%
\multido{\ny=0.0+0.1}{10}{%
\newrgbcolor{c}{\nx}{\ny}
\rput{\nx,\ny}{%
\psframe[fillcolor=c](0,0)(0.1,0.1)
}}}
\end{pspicture}}
```

16.2 \ifthenelse

16.2.1 La commande \ifthenelse

Le package `ifthen` permet les actions conditionnelles grâce à la commande `\ifthenelse`.

La structure de celle-ci est

```
\ifthenelse{condition}{vrai}{faux}
```

Elle évalue *condition*. Si celle-ci est vraie, elle exécute l'instruction *vrai* ; sinon, elle exécute l'instruction *faux*.

Pour définir la *condition*, on peut utiliser `<` et `>` pour comparer des nombres et les opérateurs logiques `\AND`, `\OR` et `\NOT` ⁽¹⁾. La commande `\equal` teste si deux chaînes de caractères sont identiques. Pour comparer des longueurs, on ne peut pas utiliser `<`, `>` ou `=` mais utiliser la commande `\lengttest`.

16.2.2 Exemples

16.2.2.1 Impair

2014 est-il impair ?

```
\ifthenelse{\isodd{2013}}{vrai}{faux}

vrai
```

(1). En majuscules, absolument.

16.2.2.2 Plus grand

```
\ifthenelse{3<5}{vrai}{faux}
```

vrai

Utilisons maintenant une macro.

```
\newcommand{\compare}[2]{#1 est  
\ifthenelse{#1<#2}{petit}{grand} que #2.}
```

```
\compare{4}{6}\  
\compare{17}{12}
```

4 est petit que 6.

17 est grand que 12.

16.2.2.3 Matin ou après-midi ?

Dans l'exemple suivant, on utilise l'instruction `\the\time` qui donne le nombre de minutes écoulées depuis minuit ; midi correspond donc à la valeur 720.

Nous sommes ⁽²⁾ l'après-midi.

```
Nous sommes  
\ifthenelse{\the\time<721}{%  
{le matin}{l'après-midi}}.
```

S'il est vrai qu'à 2 h on dit « deux heures du matin », il est rare que l'on dise à 23 h que l'on est dans l'après-midi. Voici donc une amélioration qui permet de montrer un emboîtement d'`\ifthenelse`.

Nous sommes le soir.

```
Nous sommes  
\ifthenelse{\the\time<721}{%  
le matin}{\ifthenelse%  
{\the\time<1081}{%  
l'après-midi}{le soir}}
```

16.2.2.4 Barème

Voici une commande permettant d'afficher le nombre de points d'un exercice ou d'un barème (avec, au passage, la distinction à l'affichage, entre « point » et « points »).

```
\newcommand{\points}[2]{%  
\ifthenelse{#1=1}{%  
\ifthenelse{\equal{#2}{B}}{%  
Bonus: + }{1 point}}{%  
\ifthenelse{#1>1}{%  
\ifthenelse{\equal{#2}{B}}{%  
Bonus: + }{#1 points}}{%  
}\par
```

(2). À la compilation de ce document !

Exercice : 1 point

Exercice Bonus : +1 point

Exercice : 2 points

Exercice Bonus : +2 points

```
Exercice \points{1}{\par  
Exercice \points{1}{B}\par  
Exercice \points{2}{\par  
Exercice \points{2}{B}\par
```

16.3 \whiledo

16.3.1 La commande \whiledo

Le package `ifthen` permet les boucles de type `while` grâce à la commande `whiledo`.

La structure de celle-ci est

```
\whiledo{condition}{instruction}
```

L'*instruction* sera exécutée tant que la *condition* est vraie.

16.3.2 Exemples

16.3.2.1 Méthode Coué (bis)

```
\newcounter{repete}  
\newcommand\couebis[2]{%  
\setcounter{repete}{#1}%  
\whiledo{\value{repete}>0}{%  
#2\par\addtocounter{repete}{-1}}  
}
```

Je suis le meilleur !

Je suis le meilleur !

Je suis le meilleur !

```
\couebis{3}{Je suis le meilleur !}
```

(`\value{compteur}` renvoie la valeur d'un compteur sous la forme d'un nombre exploitable dans les conditions booléennes.)

16.3.2.2 Calcul du PGCD

(Le package `calc` ⁽³⁾ est nécessaire.)

```
\newcounter{a}\newcounter{b}\newcounter{r}  
\newcommand{\euclide}[2]{%  
\ifthenelse{#2>#1}  
{\setcounter{a}{#2}\setcounter{b}{#1}}  
{\setcounter{a}{#1}\setcounter{b}{#2}}  
\whiledo{\value{b}>0}{%  
PGCD(\arabic{a},\arabic{b})=%
```

(3). Il permet d'effectuer des calculs arithmétiques sur les compteurs et les longueurs.

```

\setcounter{r}{\%
\value{a}-\value{a}/\value{b}*\value{b}}%
\setcounter{a}{\value{b}}%
\setcounter{b}{\value{r}}%
}%
\arabic{a}%
}

```

$\text{PGCD}(60,36)=\text{PGCD}(36,24)=\text{PGCD}(24,12)=12$

```
\euclide{36}{60}
```

Une autre version de cet algorithme est donnée sur [42].

16.3.2.3 Suite de Syracuse

On appelle « suite de Syracuse » la suite d'entiers naturels définie de la manière suivante.

On choisit un nombre entier. S'il est pair, on le divise par 2 et on obtient le terme suivant de la suite. Si le nombre est impair, on le multiplie par 3, on ajoute 1 au résultat et on obtient le terme suivant de la suite. On recommence la procédure avec le nouveau nombre obtenu.

La « conjecture de Syracuse » est l'hypothèse selon laquelle, pour toute valeur initiale, on finit toujours par obtenir 1 dans la suite obtenue.

On va insérer une boucle `whiledo` qui sera utilisée tant que la valeur 1 n'aura pas été atteinte ⁽⁴⁾ (la valeur du terme courant `terme` est affichée et le terme suivant est calculé).

```

\newcounter{terme}

\newcommand\syracuse[1]{%
  \setcounter{terme}{#1}%
  \whiledo{\value{terme}>1}{%
    \theterm,%
    \ifthenelse{\isodd{\value{terme}}}{
      {\setcounter{terme}{\value{terme}*3+1}}
      {\setcounter{terme}{\value{terme}/2}}
    }%
  }
  1
}

\syracuse{17}

```

17, 52, 26, 13, 40, 20, 10, 5, 16, 8, 4, 2, 1

Remarque. La boucle `whiledo` a été utilisée sans savoir si la condition de sortie sera effectivement atteinte... On sait toutefois que la conjecture est vraie (janvier 2009, T. Oliveira e Silva) au moins jusqu'à $n = 5\,764\,607\,523\,034\,234\,880$!

(4). C'est pour cela que la valeur 1 est affichée dans la programme : la boucle se termine avant que ce terme 1 ne soit affiché.

Dans ces quelques pages, il est expliqué comment obtenir une présentation de cours personnelle.

17.1 Titre, auteur et date

Pour créer un titre de présentation, il faut préciser dans le préambule le titre, l'auteur et la date :

```
\title{Le titre}
\author{L'auteur}
\date{La date}
```

S'il y a plusieurs auteurs, ils doivent être séparés par `\and`.

La date est alors celle choisie par l'utilisateur ⁽¹⁾.

On peut aussi demander que la date soit insérée automatiquement avec `\date\today`. C'est alors la date de compilation qui est affichée.

Pour ne pas préciser l'un des trois champs, il faut lui donner un argument vide : on écrit alors par exemple `\date{}`.

La commande `\thanks` permet de spécifier, en tant que note de bas de page, des informations complémentaires sur le titre ou sur un auteur. On saisira par exemple :

```
\title{Titre\thanks{Idée de...}}
\author{Auteur\thanks{IREM de...}}
```

Enfin, la commande `\maketitle` indique à \LaTeX où l'on veut faire figurer le titre. Généralement, on l'indique en tout début de document, c'est-à-dire juste après `\begin{document}`.

17.2 Orientation « paysage »

Par défaut (c'est-à-dire sans mention explicite dans le préambule), le document final est présenté au format « portrait ». On peut choisir de passer en orientation « paysage ».

(1). Date du début du chapitre travaillé avec les élèves, par exemple.

17.2.1 Document entier

On met l'option `landscape` dans la déclaration du document :

```
\documentclass[landscape]{article}
```

On peut aussi utiliser l'extension `geometry` ⁽²⁾ :

```
\usepackage[landscape]{geometry}
```

17.2.2 Une ou quelques pages seulement

On écrit `\usepackage{lscape}` dans le préambule. Ce package permet de passer localement de « portrait » à « paysage » et inversement. ⁽³⁾

Par exemple, on pourra écrire :

Texte sur la page 1 au format portrait.

```
\begin{landscape}
```

Texte sur la page 2 au format paysage, après un changement de page.

```
\end{landscape}
```

Texte sur la page 3 au format portrait, après un autre changement.

17.3 Page

17.3.1 Numéro de page

Par défaut, les pages d'un document sont numérotées. Si l'on veut supprimer la numérotation, on écrit dans le préambule :

```
\pagestyle{empty}
```

Si l'on ne veut pas afficher la numérotation sur une seule page, on écrit au début de celle-ci :

```
\thispagestyle{empty}
```

(Attention, cela ne change pas les numérotations des pages suivantes.)

(2). Si l'extension `geometry` est encore utilisée avec une option pour fixer les marges de la page, il faut regrouper simplement toutes les options, en les séparant par des virgules :

```
\usepackage[... ,landscape]{geometry}
```

(3). Cette méthode s'applique évidemment à une page seule.

17.3.2 Changement de page

`\newpage` impose un changement de page.

Pour forcer \LaTeX à laisser une page blanche dans un document, il faut utiliser successivement les trois commandes ⁽⁴⁾ :

```
\newpage
\$ \$ ou \strut ou \mbox{} ou \null
\newpage
```

Par ailleurs, dans un document avec le style `twocolumn`, l'utilisation de `\newpage` permet un saut de colonne.

17.3.3 Marges

L'extension `geometry` permet de régler les marges du document.

Dans les documents américains, le texte comporte 66 caractères (en moyenne) par ligne mais, du coup, les marges sont très grandes ⁽⁵⁾ .

Une possibilité de réglage est donner les marges du haut (`top`), du bas (`bottom`), de gauche (`left`) et de droite (`right`) :

```
\usepackage[top=2cm,bottom=2cm,left=2cm,%
right=2cm]{geometry}
```

On peut aussi les définir « à la main ». Pour cette brochure, les longueurs sont les suivantes :

```
\setlength{\paperwidth}{29.7cm}
\setlength{\paperheight}{21cm}
\setlength{\evensidemargin}{0cm}
\setlength{\oddsidemargin}{-0.5cm}
\setlength{\topmargin}{-2cm}
\setlength{\headsep}{0.15cm}
\setlength{\headheight}{0.7cm}
\setlength{\textheight}{25cm}
\setlength{\textwidth}{18cm}
```

17.3.4 Au début d'un chapitre

Dans la classe `book`, \LaTeX commence automatiquement les chapitres sur une page impaire. Pour supprimer ce comportement, on utilise l'option de classe `openany`.

(4). Il reste toutefois le numéro de page sur la page blanche. On peut donc préférer :

```
\clearpage{\pagestyle{empty}}\cleardoublepage
```

(5). Comme certaines annales mises sur le site de l'APMEP.

17.4 Page de garde

Ne nous gênons pas pour demander à \LaTeX de créer une page de présentation !

On commence par lui renseigner les commandes suivantes dans le préambule :

```
\title{titre du document}
\author{auteur(s) du document}
\date{date précisée du document} (6)
\thanks{note} (7)
```

On place au début du corps du document la commande `\abstract{résumé du document}`.

Ensuite, nous écrivons (dans le corps du document, donc) la commande `\maketitle` qui va imprimer toutes les informations données.

Par ailleurs, le symbole © se code `\copyright{}`.

17.5 Changement de la numérotation des listes

Voici ce qu'il faut faire pour que *toutes* les listes dans un même document (un cours, par exemple) aient la même structure.

Il y a un compteur par niveau (le premier niveau correspond à « 1. », le deuxième à « (a) », le troisième à « i. », ...). Ces compteurs s'appellent respectivement `enumi`, `enumii`, `enumiii` et `enumiv`. On peut redéfinir ces niveaux.

Voilà comment modifier l'aspect du compteur du premier niveau (la structure proposée est la même pour les autres niveaux).

17.5.1 Le compteur lui-même

Même s'il y a plusieurs exemples ci-dessous, on ne choisira qu'une possibilité ! En effet, tous les compteurs seront affectés par cette commande...

17.5.1.1 Énumération du type A, B, C, ...

Il faut marquer dans le préambule

```
\renewcommand{\theenumi}{\Alph{enumi}}
```

pour avoir la liste A B C D, etc.

(6). Par défaut, \LaTeX affiche la date du jour, que l'on peut par ailleurs obtenir avec la commande `\today`. On peut aussi mettre la date à laquelle sera effectivement présenté le cours ! On peut supprimer la mention de la date avec `\date{}`.

(7). Éventuellement. Elle est placée à l'intérieur de l'argument de l'une des trois commandes précédentes et produisant une note de bas de page où peuvent être affichés des remerciements ou une adresse ou...

A. aaa

B. bbb

```
\begin{enumerate}
  \item a
  \item b
\end{enumerate}
```

17.5.1.2 Énumération du type I, II, III, ...

Il faut marquer dans le préambule

```
\renewcommand{\theenumi}{\Roman{enumi}}
```

pour avoir la liste I, II, III, IV, etc.

I. aaa

II. bbb

D'autres types d'aspect sont donnés en page 33.

17.5.2 L'étiquette : gras, couleur, encadré, ...

17.5.2.1 Énumération du type 1), 2), 3)

Il faut marquer dans le préambule

```
\renewcommand{\labelenumi}{\theenumi)}
```

pour avoir la liste 1), 2), 3), etc.

1) aaa

2) bbb

17.5.2.2 Énumération du type ■ A □, ...

Il faut marquer dans le préambule

```
\renewcommand{\labelenumi}{\%
$\blacksquare$ \theenumi$ \square$}
pour avoir la liste ■ A □, ■ B □, ■ C □, etc.
```

Cette nouvelle présentation est alors alignée sur le fer à droite (et peut donc dépasser dans la marge de gauche).

17.5.2.3 Énumération colorée

Il faut marquer dans le préambule

```
\renewcommand{\labelenumi}{%
\colorbox{cyan}{\textbf{\theenumi}}}
\renewcommand{\labelenumii}{%
\colorbox{green}{\textbf{\theenumii}}}
```

pour avoir une énumération colorée :

1 harmonica ;

2 accordéon

a diatonique ;

b chromatique.

```
\begin{enumerate}
\item harmonica ;
\item accordéon
  \begin{enumerate}
    \item diatonique ;
    \item chromatique.
  \end{enumerate}
\end{enumerate}
```

17.5.2.4 Énumération encadrée

Il faut marquer dans le préambule

```
\renewcommand{\labelenumi}{\fbox{\theenumi}}
```

pour avoir une énumération encadrée :

1 Guignol

2 Gnafron

17.5.3 Alignement vertical

Pour obtenir ⁽⁸⁾ la présentation suivante

1. blabla

2. (a) blabla

(b) blabla

3. blabla

dans laquelle les quatre « blabla » sont alignés verticalement,

- on saisit dans le préambule

```
\newcommand{\itemb}{%
\item\hspace*{\leftmarginii}};
```

- on remplace les `\item` de premier niveau par `\itemb`.

```
\begin{enumerate}
  \itemb blabla
  \item
    \begin{enumerate}
      \item blabla
      \item blabla
    \end{enumerate}
  \itemb blabla
\end{enumerate}
```

17.5.4 Comme aux examens

Les dernières annales indiquent que les chiffres et les lettres sont écrits en gras et suivis d'un point.

On obtient ceci en écrivant dans le préambule :

```
\renewcommand{\labelenumi}{%
\textbf{\theenumi.}}
\renewcommand{\labelenumii}{%
\textbf{\theenumii.}}
```

(8). Merci François !

1. AAAA
2.
 - a. BB
 - b. CC

```
\begin{enumerate}
\item AAAA
\item
\begin{enumerate}
\item BB
\item CC
\end{enumerate}
\end{enumerate}
```

17.6 Titres de section

L^AT_EX permet à l'utilisateur de tout programmer, en particulier la présentation des titres de section. Dans les lignes suivantes, nous allons nous intéresser à leur mise en page ; pour ce qui est de la modification de leur numérotation, je renvoie le lecteur à la page 150.

On insère `\usepackage{titlesec}` dans le préambule, extension dont on utilisera les deux commandes `\titleformat` et `\titleformat*`, à placer, elles aussi, dans le préambule.

Par ailleurs, le symbole usuel représentant un paragraphe, §, se code `\S{}`.

17.6.1 Police

On utilise la commande `\titleformat*` qui a deux arguments : le premier porte sur le niveau de section à modifier (`chapter`, `section`, `subsection`, ...) et le second, sur le format de la police⁽⁹⁾. Cette commande porte aussi sur la numérotation des titres.

Si l'on veut que les titres des sections soient écrites en italique et en gras, on écrit :

```
\titleformat*{\section}{\bfseries\itshape}
```

17.6.2 Style de numérotation

Les titres sont notés suivant leur ordre usuellement par 1 puis 1.1 puis 1.1.1 etc., comme c'est le cas ici.

La commande dans le préambule

```
\renewcommand{\thesection}{\Roman{section}}
```

donnera la numérotation I, II, III, etc. pour les sections.

De même, en remplaçant `thesection` par `thesubsection` (resp. `thesubsubsection`) et `section` par `subsection` (resp. `subsubsection`), on

(9). Voir l'ensemble des possibilités page 17.

changera la numérotation des autres niveaux.

La manipulation précédente n'affiche plus que le niveau correspondant avec sa police. Elle donne par exemple I pour un niveau de section et A pour un niveau de sous-section. Si l'on veut avoir une sous-section affichée sous la forme complète I A, on écrit la commande⁽¹⁰⁾ :

```
\renewcommand{\thesubsection}{%
\thesection~\Alph{subsection}}
```

17.6.3 Changement de valeur

On peut vouloir que la section ne commence pas avec le numéro 1, par exemple lorsque l'on met sur réseau des feuilles de cours disjointes. Il suffit de changer la valeur du compteur `section`.

Ainsi, si la feuille commence avec la section portant le numéro 5, il suffit de saisir avant cette section la commande `\setcounter{section}{4}`.

17.6.4 Couleur

On peut choisir de mettre *dans tout le document* les titres de section, de sous-sections, ... en couleur.

Par exemple, on veut que les titres de section soient écrits en rouge et les titres de sous-section, en vert. On écrit dans le préambule :

```
\usepackage{sectsty}(11)
\sectionfont{\color{red}}{}
\subsectionfont{\color{green}}{}
```

On peut choisir d'autres couleurs (voir page 19) :

```
\definecolor{SubsSecCol}{cmyk}{0.2,0.6,1,0.2}
\subsectionfont{\color{SubsSecCol}}{}
```

17.6.5 Présentation

On utilise la commande `\titleformat` qui a les principales caractéristiques

```
\titleformat{sect}[pres]{format}{presnum}
{esp}{av}{apr}
```

sect est le niveau de section : `\subsection`, ...

pres est la présentation : `display` (paragraphe séparé), `frame` (encadré), `hang` (par défaut), ...

format est le formatage de tout le titre (numéro inclus), qui peut être précédé de commandes à placer *avant* le titre.

presnum est la présentation du numéro du niveau : `\thesection`, `\thesubsection`, ...

(10). La commande pour afficher le niveau de section en romain majuscule est supposée appelée.

(11). C'est ce package qui permet cette réalisation.

esp est l'espace (longueur) entre le numéro du niveau et le titre.

av est une commande à exécuter avant le titre de la section (numéro inclus).

apr est une commande à exécuter avant le titre de la section (souvent aucune).

Par exemple, pour cette brochure, j'ai déclaré :

```
\titleformat{\section}[frame]%
{\titleline[r]{\normalfont}%
{\filright%
\texttt{~Chapitre \thesection~}}%
{5pt}{\Large\bfseries\filcenter}{}}
```

Quelques explications :

- **section** indique que la présentation porte sur le niveau de hiérarchie **section**.
- **frame** indique que la présentation est en encadré.
- **\filright** indique que le texte **Chapitre 1** est écrit à gauche.
Si j'avais voulu qu'il soit centré ou justifié à droite, j'aurais remplacé **filright** respectivement par **filcenter** ou **filleft**.
- **\texttt{~Chapitre \thesection~}** indique que le titre de toutes les sections dans le fichier source sera remplacé par le numéro de ce niveau, précédé de « Chapitre », le tout écrit en télétype.
L'espace insécable ~ (modifiable) permet de ne pas coller le texte au trait.
- **5pt** indique que l'espace entre le titre de la section et le texte **Chapitre ...** vaut 5 pt .
- **\Large\bfseries\filcenter** indique que le titre de la section sera écrit en taille « Large », en gras et au centre de l'encadré.

Par ailleurs, je signale l'existence du package **fncychap** qui offre des possibilités de personnalisation des titres des chapitres.

17.6.6 Numérotation dans la marge

Voici les instructions à saisir dans le préambule afin d'avoir les numérotations des subdivisions produites dans la marge et les titres des en-têtes alignés alignés sur la marge de gauche ⁽¹²⁾ .

```
\makeatletter
\renewcommand{\@hangfrom}[1]{%
\setbox\@tempboxa\hbox{\{#1\}}%
\hangindent\wd\@tempboxa\noindent\llap{\{#1\}}%
\makeatother
```

(12). Par défaut, c'est la numérotation et non pas le titre qui est alignée sur la marge.

17.6.7 Centrage des titres de section

Voici les instructions à saisir dans le préambule afin d'avoir ⁽¹³⁾ les titres des sections centrées. ⁽¹⁴⁾

```
\makeatletter
\renewcommand\section{\@startsection%
{section}{1}{\z0}%
{-3.5ex \@plus -1ex \@minus -.2ex}%
{2.3ex \@plus.2ex}%
{\centering\normalfont\Large\bfseries}}
\makeatother
```

17.7 Encadrés : définitions, résultats, textes, ...

17.7.1 Le package bclogo

Il existe le package **bclogo** qui permet la création de boîtes colorées avec un logo, un titre et une couleur de fond,

Il est aisé d'obtenir



Hypoténuse

Dans un triangle rectangle, l'*hypoténuse* est le côté opposé à l'angle droit.

Je renvoie le lecteur intéressé à [48].

17.7.2 Le package framed

Le package **framed** permet d'avoir des encadrés plus classiques mais tout aussi efficaces ⁽¹⁵⁾ .

Théorème :
Texte du théorème

```
\begin{framed}Théorème :
```

```
Texte du théorème\end{framed}
```

Théorème :
Texte du théorème

```
\begin{leftbar}Théorème :
```

```
Texte du théorème\end{leftbar}
```

(13). D'autres exemples de présentation sont sur [15] et [113].

(14). Pour que ceux-ci soient alignés sur la marge de droite, on remplace **\centering** par **\raggedleft**.

(15). Le package **xcolor** doit être appelé pour le dernier exemple.

Théorème :
Texte du théorème

```
\definecolor{shadecolor}{gray}{0.9}
\begin{shaded}Théorème :
```

```
Texte du théorème\end{shaded}
```

17.7.3 Et une macro !

On va définir une macro `Cadre`⁽¹⁶⁾ ; la commande `\boxput` provient du package `fancybox`.

```
\newcommand{\Cadre}[3]{\begin{center}
\boxput*(0,1){\colorbox{green}{#1}}
{\setlength{\fboxsep}{8pt}
\colorbox{red}{yellow}{\begin{Bflushleft}
\begin{minipage}{#2}
\vspace{2mm}\par#3
\end{minipage}
\end{Bflushleft}}}}
\end{center}
}
```

L'encadrement de

Définition

Développer un produit signifie...

est obtenu avec

```
\Cadre{\emph{Définition}}{0.8\linewidth}{%
\textbf{Développer} un ...}
```

La position du cadre supérieur est donnée par `\boxput*(0,1)` et peut donc être changée facilement⁽¹⁷⁾. Le `\vspace{2mm}\par` permet de décaler le texte pour ne pas qu'il soit en collision avec le cadre supérieur. La minipage est nécessaire lorsque la longueur du texte dépasse une ligne.

Si l'encadré est voué à avoir toujours la même largeur (par exemple, `0.8\linewidth`) une variable peut être supprimée dans la macro :

```
\newcommand{\Cadre}[2]{\begin{center}
\boxput*(0,1){\colorbox{green}{#1}}
{\setlength{\fboxsep}{8pt}
\colorbox{red}{yellow}{\begin{Bflushleft}
\begin{minipage}{0.8\linewidth}
\vspace{2mm}\par#2
\end{minipage}
\end{Bflushleft}}}}
\end{center}
}
```

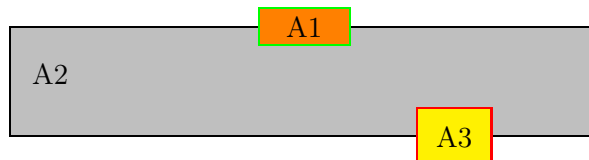
(16). Les couleurs proposées sont là uniquement pour faciliter la lecture du source...

(17). Le coin « en haut à gauche » est donnée par la position $(-1, 1)$, celle « en bas à droite », par la position $(1, -1)$, etc.

Et le cadre obtenu le sera avec

```
\Cadre{\emph{Définition}}{%
\textbf{Développer} un produit signifie...
}
```

La commande `\boxput*` encapsule le cadre et ne peut donc être utilisée qu'une fois avec un cadre donné. Voici un source (modifiable à volonté⁽¹⁸⁾) et la réalisation correspondante avec deux cadres de bordure.



```
\boxput*(0,1){\setlength{\fboxsep}{3pt}
\colorbox{green}{orange}{~~A1~~}} {%
\boxput*(0.5,-1){\setlength{\fboxsep}{7pt}
\colorbox{red}{yellow}{A3}}
{\setlength{\fboxsep}{8pt}
\colorbox{black}{lightgray}{%
\begin{minipage}{.4\textwidth}
\vspace{2mm}\par A2\vspace{4mm}
\end{minipage}}}}
```

17.8 Présentation du théorème

17.8.1 Numérotation d'une proposition

17.8.1.1 La commande `\newtheorem`

La commande `\newtheorem` permet de créer des styles de théorème ou d'énoncés similaires.

Créons, par exemple, un environnement `{Prop}` pour les propositions et un environnement `{Dem}` pour les démonstrations en plaçant dans le préambule :

```
\newtheorem{Prop}{Proposition}
\newtheorem*{Dem}{Démonstration}
```

En compilant

```
\begin{Prop}
Le nombre  $\sqrt{2}$  est irrationnel.
\end{Prop}
```

```
\begin{Dem}
Raisonnons par l'absurde...
\end{Dem}
```

on obtient :

Proposition 1 *Le réel $\sqrt{2}$ est irrationnel.*

Démonstration *Raisonnons par l'absurde...*

(18). Les couleurs proposées etc.

On peut créer de même un corollaire, une définition, une notation, etc.

Le contenu de la proposition et de la démonstration est écrit en italique. La proposition est numérotée dans leur ordre d'appel de la commande (1, 2, 3, etc.), contrairement à la preuve, comme le demande la version étoilée.

Voilà pour la présentation par défaut.

Pour la preuve, on dispose aussi de l'environnement `proof`, qui contient la démonstration du théorème entre `\begin{proof}` et `\end{proof}`.

Le petit carré blanc indique la fin de la démonstration. S'il était mal placé, on le mettrait au bon endroit avec `\qedhere`⁽¹⁹⁾. On peut aussi changer ce symbole avec

```
\renewcommand{\qedsymbol}{CQFD}
```

17.8.1.2 Le nom en option

On peut mettre le nom d'un théorème en option en l'écrivant entre crochets⁽²⁰⁾ :

Proposition 2 (Murphy) *Tout ce qui peut tourner mal ira mal.*

```
\begin{Prop}[Murphy]
```

Tout ce qui peut tourner mal ira mal.

```
\end{Prop}
```

17.8.1.3 La numérotation du théorème

Enfin, on peut ajouter, en argument optionnel de `\newtheorem` un *compteur de référence*. Par exemple, si l'on veut que *toutes* les propositions soient numérotées au sein d'une sous-section, on écrit dans le préambule

```
\newtheorem{Prop}{Proposition}[section]
```

La proposition de Murphy est la seconde de la section 11.3 (numérotation standard⁽²¹⁾). Elle sera alors numérotée 11.3.2.

De même, si l'on remplace `section` par `subsection`, elle sera numérotée 11.3.1.2⁽²²⁾ ; si l'on remplace `subsection` par `chapter`, elle sera numérotée 11.3.

(19). Quod erat demonstrandum

(20). L'option sera écrite entre parenthèses dans le document à imprimer.

(21). Si l'on change de style de numérotation pour les niveaux de section, celle de la proposition va évidemment s'adapter au nouveau style!

(22). Cela faire rire surtout l'enseignant! Dans un document donné aux élèves où il utilise la numérotation des théorèmes, définitions, ..., il peut se limiter à `chapter`!

Cette numérotation indique bien l'endroit où le « théorème » se situe ; cela évite en particulier de lire, par exemple, une proposition 5 (ou un exercice 5) pour débiter une section!

17.8.2 Personnalisation de la présentation

Pour modifier la présentation du théorème, on insère dans le préambule

```
\usepackage[thmmarks,amsmath]{ntheorem}
```

On dispose maintenant des commandes suivantes, qui doivent être écrites avant le `\ntheorem` correspondant.

`\theoremstyle{style}` définit le style du théorème (*plain* correspond aux valeurs par défaut et *break* permet d'avoir un retour à la ligne, *margin* et *margin-break* sont similaires avec la différence de placer le numéro dans la marge) ;

`\theoremheaderfont{police}` : elle définit la fonte du titre de *tous* les « théorèmes » liés à l'environnement ;

`\theorembodyfont{police}` : elle définit la fonte du texte ;

`\theoremnumbering{style}` : elle définit le style du numéro ;

`\theoremprework{avant}` : elle définit l'élément devant tout théorème ;

`\theorempostwork{après}` : elle définit l'élément venant après tout théorème ;

`\theoremsymbol{objet}` : elle définit l'objet à la fin de chaque environnement théorème⁽²³⁾ ;

`\theoremseparator{séparateur}` : elle définit l'élément situé entre le numéro et le texte du théorème.

17.8.3 Un exemple détaillé

Supposons que nous voulions arriver à la présentation⁽²⁴⁾ suivante :

Définition 1 \bar{z} est appelé **conjugué de z** .

PROPOSITION 2.3.4 — Pour tout z dans \mathbb{C} , on a : $z\bar{z} = \|z\|^2$

(23). Cette possibilité nécessite l'option `thmmarks` à l'appel de l'extension `ntheorem`.

(24). Cette présentation a pour seul but de montrer comment se servir des possibilités présentées.

Démonstration On utilise la notation $z = x + yi$:
 $z\bar{z} = (x + yi)(x - yi) = x^2 - (yi)^2 = \dots$ \square

Remarque IV Cela implique : $z\bar{z} \geq 0$

On va donc personnaliser la présentation des définitions, propositions, démonstrations et remarques ⁽²⁵⁾.

C'est-à-dire que, dans *tous* les cours que j'imprime, je veux retrouver les conditions de présentation suivantes, qui sont traduites ⁽²⁶⁾ ici aussitôt ⁽²⁷⁾ :

• *Pour les propositions :*

- ★ le texte « Proposition » est écrit en rouge et en petites majuscules ⁽²⁸⁾ ;

```
...\textcolor{red}{Proposition}}
theoremheaderfont{\scshape}
```

- ★ la proposition est numérotée selon son apparition dans la section ;

```
...[section]
```

- ★ il y a le séparateur — ;

```
\theoremseparator{ ---}
theoremheaderfont{\scshape}
```

- ★ il y a un retour à la ligne avant le début du texte de la proposition ;

```
\theoremstyle{break}
```

- ★ avant le théorème, il y a un trait horizontal de longueur 60 % de celle de la ligne en cours et d'épaisseur 0,5 pt ;

```
\theoremprework{%
\rule{0.6\linewidth}{0.5pt}}
```

- ★ après le théorème, il y a le même trait horizontal mais aligné à droite ⁽²⁹⁾ .

```
\theorempostwork{\hfill}
\rule{0.6\linewidth}{0.5pt}}
```

Pour que ces commandes ne portent que sur les propositions (et non pas sur les preuves, ...), on écrit tout ce bloc entre accolades.

Au final, cela donne :

(25). Auxquelles on peut rajouter corollaires, méthodes, exemples, ...

(26). Le texte de saisie de la solution peut être tapé sur une seule ligne (après avoir ôté les \$).

(27). Comme je l'ai suggéré page 10, il peut être pertinent de tout mettre dans un fichier `preamble.tex`. Cela vous permettra évidemment d'avoir dans tous vos documents la même présentation mais (surtout) d'avoir à changer une seule ligne dans ce fichier de préambule qui est inclus dans tous les `.tex` plutôt que de faire la modification dans chacun de vos fichiers !

(28). Pour les différentes possibilités pour les polices, voir page 17 et suivantes.

(29). Si on veut le centrer, il faut rajouter `\hfill\null` après `{0.5pt}`.

```
{%
\theoremstyle{break}
\theoremprework{%
\rule{0.6\linewidth}{0.5pt}}
\theorempostwork{\hfill}
\rule{0.6\linewidth}{0.5pt}}
\theoremheaderfont{\scshape}
\theoremseparator{ ---}
\newtheorem{Prop}{%
\textcolor{red}{Proposition}}[section]
}
```

• *Pour les démonstrations :*

- ★ la démonstration n'est pas numérotée ;
- ★ le mot « Démonstration » et le texte de la démonstration sont écrits en taille `small` ⁽³⁰⁾ ;

```
\theorembodyfont{\small}
```

- ★ à la fin du texte, il y a le symbole \square .

```
\theoremsymbol{$\square$}
```

Au final, cela donne :

```
{%
\theorembodyfont{\small}
\theoremsymbol{$\square$}
\newtheorem*{Dem}{Démonstration}
}
```

• *Pour les définitions :*

- ★ la définition est numérotée de façon basique, dans l'ordre d'apparition ;

```
\newtheorem{Def}{Définition}}
```

- ★ le mot « Définition » est écrit en sans-serif et en gras et le texte de la définition ⁽³¹⁾ , en sans-serif ;

```
\theoremheaderfont{\sffamily\bfseries}
\theorembodyfont{\sffamily}
```

Au final, cela donne :

```
{%
\theoremheaderfont{\sffamily\bfseries}
\theorembodyfont{\sffamily}
\newtheorem{Def}{Définition}
}
```

• *Pour les remarques :*

- ★ la remarque est numérotée en Roman ;

```
\theoremnumbering{Roman}
```

- ★ le mot « Remarque » et le texte de la définition sont écrits en romain, police courante.

(30). Le fait de changer de taille va amener les deux textes à être écrits, par défaut, en romain.

(31). Pour le surlignage, voir page 90.

`\theorembodyfont{\normalfont}`

Au final, cela donne :

```
{%
\theoremnumbering{Roman}
\theorembodyfont{\normalfont}
\newtheorem{Rem}{Remarque}
}
```

17.8.4 Encadrement automatique

On peut vouloir encadrer un théorème, une définition, etc. et désirer que cet encadrement ⁽³²⁾ occupe 75 % de la largeur du texte.

On crée alors une macro `\encad` définie par :

```
\newcommand{\encad}[1]{%
\fbbox{\begin{minipage}[t]{0.75\linewidth}%
#1\end{minipage}}}
```

Dans le code source du cours, on saisit alors :

```
\encad{\begin{Prop} prop \end{Prop}}
```

En gardant la même présentation des propositions donnée plus haut ⁽³³⁾ et avec le code

```
\encad{\begin{Prop}%
Pour tout  $z$  dans  $\mathbb{C}$ , on a :
 $z \bar{z} \in \mathbb{R}^+$  \end{Prop}}
```

on aura l’affichage suivant :

<p>PROPOSITION 2.3.5 — Pour tout z dans \mathbb{C}, on a : $z\bar{z} \in \mathbb{R}^+$</p>
--

17.9 Hauts et bas de pages

17.9.1 L’extension fancyhdr

La modification des hauts et des bas de page se fait très facilement avec l’extension `fancyhdr`.

Celle-ci divise l’en-tête et le pied de page en trois parties, la gauche, le centre et la droite.

<i>haut gauche</i>	<i>haut centre</i>	<i>haut droite</i>
Corps du texte		
<i>bas gauche</i>	<i>bas centre</i>	<i>bas droite</i>

On écrit dans le préambule :

(32). Pour ce qui est de la couleur du bord et du fond de l’encadré, je renvoie le lecteur à la page 29.

(33). Bien évidemment, le lecteur peut changer cette présentation pour ne garder plus que l’encadrement !

`\usepackage{fancyhdr}`
`\pagestyle{fancy}`

Rappelons-nous qu’un document peut être imprimé en recto seulement ou en recto-verso ⁽³⁴⁾. On va donc s’intéresser à ces deux possibilités.

17.9.2 Cas d’un document oneside

Puis on insère les lignes suivantes ⁽³⁵⁾ :

```
\lhead{haut de page à gauche}
\chead{haut de page au centre}
\rhead{haut de page à droite}
\lfoot{pied de page à gauche}
\cfoot{pied de page au centre}
\rfoot{pied de page à droite}
```

haut de page gauche désigne le texte écrit dans l’en-tête en haut à gauche.

Si l’on ne veut rien y écrire, soit on met la commande en commentaire (pour éviter de la supprimer) soit on écrit `\lhead{}`.

17.9.3 Cas d’un document twoside

On utilise les macros ⁽³⁶⁾ suivantes :

```
\fancyhead[emplacement]{texte}
\fancyfoot[emplacement]{texte}
```

L’*emplacement* est un couple de lettres désignant l’endroit où se situe le *texte* qui peut être

[L0] [C0] [R0] [LE] [CE] [RE]

avec les significations suivantes :

- L gauche (*left*)
- C centre (*center*)
- R droite (*right*)
- 0 page de droite (impaire, *odd*)
- E page de gauche (paire, *even*)

Si l’on ne précise pas la lettre E ou 0 alors les deux pages sont concernées. De plus, on peut insérer plusieurs emplacements dans une même commande.

Si, de plus, on veut placer le nom du chapitre courant (resp. le nom de la section courante) en haut ou en bas de page, il faut placer à l’emplacement voulu la commande `\leftmark` (resp. `\rightmark`).

Par exemple, pour cette brochure :

(34). Voir la page 7.

(35). On retrouve l pour *left* (gauche), c pour *center* (centre), r pour *right* (droit) ; head est la tête et foot, le pied.

(36). On retrouve head (*tête*) pour le haut de page et foot (*pied*), pour le bas.


```
\pagestyle{fancy}
\fancyhf{}
\fancyhead[CE]{ }
\fancyhead[CO]{\leftmark}
\fancyfoot[CE,CO]{\pscirclebox{\thepage}}
\fancyfoot[RE]{IREM de Lyon}
\fancyfoot[LO]{\LaTeX{}\ldots}%
pour le prof de maths !}
```

17.9.4 Nom, prénom

Pour gagner de la place sur un énoncé de devoir, on peut demander les nom et prénom dans l'en-tête :

```
\chead{%
\makebox[0.45\textwidth]{Nom : \dotfill}\hfill
\makebox[0.45\textwidth]{Prénom : \dotfill}}
```

17.9.5 Trait horizontal

On peut tracer un trait de séparation de largeur 1 pt en haut de la feuille. ⁽³⁷⁾ On ajoute à cet effet :

```
\renewcommand{\headrulewidth}{0.4pt}
```

Si l'on veut supprimer le trait, soit on supprime l'instruction (ou la mettre en commentaire), soit on écrit 0 pt.

De même avec, pour le bas de feuille,

```
\renewcommand{\footrulewidth}{0.4pt}
```

17.10 Autour des numéros de page

17.10.1 Nouveau numéro initial de page

Un enseignant peut avoir à commencer la numérotation de son cours à partir de la page 7 (et non plus 1), par exemple ⁽³⁸⁾.

Le nouveau numéro initial étant n , il lui suffit d'écrire au début de la page qui prend un nouveau numéro initial la commande

```
\setcounter{page}{n}
```

17.10.2 « Page 1 sur 20 »

Pour faire référence au nombre total de pages du document et obtenir un compteur de pages du type Page 1 sur 4, Page 2 sur 4, ... , Page 20 sur 20, on écrit dans le préambule :

```
\usepackage{lastpage}
```

(37). Ce trait mesure 0,4 pt par défaut.

(38). C'est le cas lorsqu'un cours d'une année entière est déposé par chapitres sur un réseau.

puis, dans l'un des champs de l'en-tête, on insère la commande :

```
Page \thepage sur \pageref{LastPage}
```

Bien évidemment, si le nombre de pages vient à changer, la numérotation s'adaptera. À noter que le numéro de la dernière page devient un lien actif.

17.10.3 Tournez, SVP !

Au lieu de numérotter chaque page d'un devoir, l'enseignant veut d'inscrire « en bas de page à droite » le message « Tournez, SVP ! » tant que la page en cours n'est pas la dernière et « Fin » sur la dernière page.

Voici une procédure à insérer dans le préambule, donnant la solution. Elle utilise, au passage les packages `lastpage` (comme précédemment) et `ifthen` ⁽³⁹⁾.

```
\rfoot{\ifthenelse{\equal{\thepage}{%
\pageref{LastPage}}}{Fin}{Tournez, SVP !}}
```

17.10.4 Dans la classe book

Dans cette classe, il y a quatre commandes dont le rôle est de changer la manière dont sont numérotées les pages.

`\frontmatter` doit être la première commande après le `\begin{document}`. Les numéros de pages sont alors en romain (i, ii, iii, etc.). En général, on ne numérote pas les parties d'un préambule, ceci se fait en utilisant les variantes étoilées des commandes de sectionnement.

`\mainmatter` se place juste avant le début du premier (vrai) chapitre du livre, la numérotation des pages se fait alors en chiffres arabes et le compteur de pages est remis à 1.

`\appendix` et `\backmatter` se placent juste avant les annexes. Ils indiquent le début des annexes ; avec `\appendix` les numéros des chapitres sont alors remplacés par des lettres majuscules (A, B, etc.) et avec `\backmatter` il n'y a pas de numérotation des annexes.

`\backmatter` se place juste avant les annexes.

17.11 Table des matières et listes de figures et tables

17.11.1 Table des matières

\LaTeX s'occupe de tout ! Il suffit de placer à l'endroit où l'on veut la voir ⁽⁴⁰⁾ la commande

(39). Ainsi que l'extension `fancyhdr` et `\pagestyle{fancy}`.

(40). Encore que... En début d'ouvrage, il s'agit d'un sommaire et, en fin, d'une table des matières.

`\tableofcontents`

Pour avoir un titre français comme « Sommaire », il faut écrire *après* ⁽⁴¹⁾ le `\begin{document}`

`\renewcommand{\contentsname}{Sommaire}`

Il faut veiller à compiler le document *deux fois* pour que la table soit correctement mise à jour.

On peut spécifier son niveau, c'est-à-dire jusqu'à quel type de sous-entrée il faut descendre. Ce niveau est réglé par le compteur `tocdepth`. Ainsi, pour lister les sections, il faut écrire avant `\tableofcontents` :

`\setcounter{tocdepth}{2}` ⁽⁴²⁾

17.11.2 Liste des figures et tables

On insère ces listes (indépendamment) respectivement avec `\listoffigures` et `\listoftables` où l'on veut les voir affichées.

17.11.3 Mini-table des matières

Le package `minitoc` [58] permet de construire une mini-table des matières (autrement dit, une table des matières locale) *au début* de chaque chapitre (où cela est spécifié) sous les classes `book` et `report`.

Pour l'utiliser, il faut appeler les commandes `\dominitoc` avant la commande `\tableofcontents` habituelle.

`minitoc` sait faire les tables des matières (liste des figures ou des tables) par partie, par chapitre (classes `book` et `report`) et par section (classe `article`).

Par contre, `minitoc` ne fait pas les tables des matières par section (et en dessous) pour les classes `book` et `report`, ni les tables des matières par sous-section (et en-dessous) pour la classe `article`.

On peut de même avec la liste ⁽⁴³⁾ des figures ou des tables (et en pouvant choisir pour chaque chapitre). Voici un exemple complet ⁽⁴⁴⁾ :

```
\documentclass[...]{book}
\input{../Preamble}
\usepackage{minitoc} ...
\setcounter{minitocdepth}{2}
```

(41). À cause de l'option `francais` du package `babel`.

(42). 1 pour les chapitres, 3 pour les sous-sections, ...

(43). Les `toc`, `lot` et `lof` dans les `minitoc` et équivalents signifient « Table of contents », « List of tables » et « List of figures ».

(44). Un fichier `tex` appelé `Preamble`, situé dans un autre dossier de l'arborescence, contient... tout le préambule (les packages nécessaires, les macros etc.).

`\begin{document}`

`\dominitoc \dominilof \dominilot`

`\tableofcontents`

`\listoffigures \listoftables`

`\chapter{Chapitre 1}`

`\minitoc \minilof \minilot`

`\section{Section 1}`

Texte

`\subsection{Sous-section 1}`

...

`\chapter{...} \minitoc`

`\end{document}`

La commande `\faketableofcontents` permet de ne garder que les tables des matières locales et remplace alors la commande `\tableofcontents`.

Le compteur `minitocdepth` permet de fixer la profondeur des tables des matières désirées.

Pour avoir les numérotations correctes, il peut être demandé jusqu'à trois compilations enchaînées.

17.11.4 Ajout d'une entrée

La commande `\addcontentsline` ajoute une entrée soit à la table des matières, soit à la liste des figures, à la liste des tables. En particulier, cette commande de rajouter des sections étoilées dans la table des matières ou encore permet de ne pas numéroter, dans la table des matières, certaines parties d'un document (comme l'introduction ou la conclusion).

On saisira donc, par exemple :

`\addcontentsline{toc}{chapter}{Intro}`

17.12 Résumé – abstract

En début de chapitre, on peut en écrire un résumé à l'aide de l'environnement `abstract`. Il est généralement composé différemment du reste du texte, centré par défaut, et écrit avec une police légèrement plus petite.

`\begin{abstract}`

résumé

`\end{abstract}`

Pour écrire un résumé sur une colonne dans un document « `twocolumn` », on saisit :

`\twocolumn[\begin{@twocolumnfalse}`

`\begin{abstract}`

résumé

```
\end{abstract}
\end{@twocolumnfalse}]
```

17.13 Appendice

La commande `\appendix` permet de commencer un appendice.

Ensuite,

```
\section{Annexe A}
\section{Annexe B}
```

donnera :

A **Annexe A**

B **Annexe B**

17.14 Index

17.14.1 Principe

Pour écrire un index, on utilise l'extension `makeidx`.

Dans le préambule, on écrit la commande `\makeindex` et on écrit la commande `\printindex` à l'endroit où l'on veut avoir l'index.

On compile avec \LaTeX puis avec `makeindex` puis (une fois encore) avec `makeindex`.

L'index contient le nom de l'entrée suivi du ou des numéros des pages concernées.

La structure est `entrée\index{entrée}`.

On aura par exemple :

le module `\index{module}` de z est...

On peut placer plusieurs indexations

le module `\index{module}\index{complexe}` ...

17.14.2 Sous-entrée

On peut donner plusieurs niveaux à son entrée d'index. On sépare les niveaux d'entrée par le symbole `!`.

`\index{fonction!logarithme}` donne :

```
fonction
  logarithme, 12
```

17.14.3 Références croisées

On peut obtenir des références croisées, qui renvoient non pas à une page mais à une autre entrée. Ainsi si l'on veut que le lecteur qui cherche une entrée à `module` soit renvoyé à `complexes`, on saisira :

```
\index{module|see{complexes}}
```

17.14.4 Lettres accentuées

On utilise une arobase (`@`) pour insérer une entrée avec accent (pour classer un « é » comme un « e »).

On écrira donc

```
\index{equation@équation}
```

\LaTeX est sensible à la casse : il différencie minuscules et majuscules. `\index{équation}` et `\index{Équation}` donnent deux entrées dans l'index !

17.14.5 Style de page

On peut mettre en valeur la pagination de l'entrée en utilisant la barre `|` et la commande à argument correspondante (sans la contre-oblique).

17.14.6 Exemples

Exemple	Résultat
<code>\index{hello}</code>	hello, 1
<code>\index{hello!coucou}</code>	coucou, 4
<code>\index{Joe@\emph{Joe}}</code>	Joe, 1
<code>\index{Joe textbf}</code>	Joe, 1
<code>\index{Noel@No\"el}</code>	Noël, 12

```
\index{fonction!logarithme!neperien@népérien}
```

fonction

logarithme, 6

népérien, 7

17.15 Changer les noms prédéfinis

17.15.1 Noms prédéfinis

Certaines commandes amènent un texte prédéfini, affiché automatiquement, dépendant de la langue choisie en option dans `babel` (dans le préambule). Par exemple, `\chapter` (associé à la commande `\chaptername`) se traduira automatiquement en français par **Chapitre**.

Les commandes et leurs textes associés sont donnés dans le tableau suivant :

<code>\abstractname</code>	Résumé
<code>\alsoname</code>	<i>voir aussi</i>
<code>\appendixname</code>	Annexe
<code>\bibname</code>	Bibliographie
<code>\ccname</code>	Copie à
<code>\chaptername</code>	Chapitre
<code>\contentsname</code>	Table des matières
<code>\enclname</code>	P.J.
<code>\figurename</code>	FIGURE
<code>\glossaryname</code>	Glossaire
<code>\indexname</code>	Index
<code>\listfigurename</code>	Table des figures
<code>\listtablename</code>	Liste des tableaux
<code>\pagename</code>	page
<code>\partname</code>	partie
<code>\prefacename</code>	Préface
<code>\proofname</code>	Démonstration
<code>\refname</code>	Références
<code>\seename</code>	<i>voir</i>
<code>\tablename</code>	TABLE

17.15.2 Changement des noms

Pour remplacer « Bibliographie » par « Bibliographie et sitographie », il suffit de renommer `\bibname` de l'une des deux façons suivantes :

- après `\begin{document}`

```
\renewcommand{\bibname}{%
Bibliographie et sitographie}
```

- avant `\begin{document}` (*de préférence*)

```
\renewcommand{\bibname}{%
Bibliographie et sitographie}
\addto\captionsfrench{%
\renewcommand{\bibname}{%
Bibliographie et sitographie}}
```

Et ainsi de suite pour les autres changements.

Humour mathématique... (1)

Un oiseau est une bête à ailes donc

$$\text{OISEAU} = \beta L$$

On a donc

$$\frac{\text{CHEVAL}}{\text{OISEAU}} = \frac{\text{CHEVAL}}{\beta L}$$

Donc, après simplification par L, on a :

$$\frac{\text{CHEVAL}}{\text{OISEAU}} = \frac{\text{CHEVA}}{\beta}$$

Or la multiplication est commutative donc

$$\text{CHEVA} = \text{VACHE}$$

On a donc

$$\frac{\text{CHEVAL}}{\text{OISEAU}} = \frac{\text{VACHE}}{\beta}$$

Or la vache est une bête à pis donc

$$\text{VACHE} = \beta \pi$$

On a donc

$$\frac{\text{CHEVAL}}{\text{OISEAU}} = \frac{\beta \pi}{\beta}$$

En simplifiant par β , on obtient :

$$\boxed{\frac{\text{CHEVAL}}{\text{OISEAU}} = \pi}$$

Et une poule, c'est une bête à œufs...

Humour mathématique... (2)

Nous avons expliqué : $\lim_{\substack{x \rightarrow 8 \\ x > 8}} \frac{1}{x-8} = +\infty$

Sur le même modèle, que pouvez-vous dire de la valeur

de $\lim_{\substack{x \rightarrow 3 \\ x > 3}} \frac{1}{x-3}$?

Réponse d'un élève : $\lim_{\substack{x \rightarrow 3 \\ x > 3}} \frac{1}{x-3} = +\omega$

Humour mathématique... (3)

$$0 + 0 = \theta \tau \tau$$

Chapitre 18

Des feuilles d'exercices corrigés, avec barème !

Et, pour finir en beauté, voici la structure que j'utilise pour gérer des feuilles d'exercices corrigés (en cours, en devoir, ...).

Bien sûr, et c'est la moindre des choses que l'on puisse demander à L^AT_EX⁽¹⁾, la numérotation des exercices et des corrigés se fait automatiquement.

Avec la présentation de DS proposée à la page 91 en plus, je ne doute pas que vous réalisiez de très jolis sujets de DS !

Le source écrit au premier paragraphe est disponible sur [127].

18.1 Corrigés à la fin

Le package `answers` est indispensable pour faire tourner la structure.

Le gros point, c'est que cette structure permet d'insérer à la saisie le corrigé des exercices directement dans le squelette de l'exercice et que sur le document .pdf final, les premières feuilles porteront les énoncés et les dernières, les corrigés.

Il faut toutefois que tout exercice soit tapé sous la structure suivante (et sous celle-ci seulement) :

```
\exo{}
  Énoncé de l'exercice
\begin{correction}
  Corrigé de l'exercice
\end{correction}
\finexo
```

S'il n'y a pas de corrigé pour cet exercice, on peut supprimer (ou mettre en commentaire) la partie structurelle du corrigé.

(1). Un exemple basique se trouve au chapitre 7.8.3, page 60. Mais la gestion des corrigés est alors très peu évidente. Sans parler des oublis de quelques corrigés dans des malheureux « copier-coller » ...

Les lignes suivantes ⁽²⁾ sont à placer dans le préambule :

```
\newtheorem{Exc}{EXERCICE}
\Newassociation{correction}{Soln}{mycor}
\renewcommand{\Solnlabel}[1]{CORRIGE #1}
\def\exo#1{%
\futurelet\testchar\MaybeOptArgmyexoo}
\def\MaybeOptArgmyexoo{
\ifx[\testchar \let\next\OptArgmyexoo
\else \let\next\NoOptArgmyexoo \fi \next}
\def\OptArgmyexoo[#1]{%
\begin{Exc}[#1]\normalfont}
\def\NoOptArgmyexoo{%
\begin{Exc}\normalfont}
\newcommand{\finexo}{\end{Exc}}
\newcommand{\flag}[1]{}
\newcommand{\entete}[1]
```

Les textes EXERCICE et CORRIGE ⁽³⁾ (et seulement ceux-ci) peuvent être modifiés.

La ligne suivante est à placer juste après le `\begin{document}` :

```
\Opensolutionfile{mycor}[ficcorex]
```

Les lignes suivantes sont à placer juste avant le `\end{document}` :

```
\newpage
\setcounter{page}{1}
\Closesolutionfile{mycor}
\Readsolutionfile{mycor}
```

Mettre en commentaire les trois dernières lignes ci-dessus en commentaire *empêche l'affichage de l'ensemble du corrigé*. Cela peut être pratique pour un collègue qui, par exemple, veut mettre une feuille d'exercices sur le réseau sans permettre à l'élève de voir le corrigé.

Le `\setcounter{page}{1}` indique que la première page du corrigé sera numérotée à partir de 1 (si l'utilisateur numérote les pages).

(2). À retrouver en copier-coller sur [?].

(3). Rapidement... Un *corrigé* est donné, de façon passive, sur une feuille (ou autre) que l'élève lit tandis qu'une *correction* est donnée de façon (inter)active.

18.2 Corrigés en-dessous

Cette section propose d'afficher⁽⁴⁾ dans la « version élève » les énoncés uniquement et dans la « version prof » les énoncés suivis chacun de leur corrigé.

18.2.1 Première méthode

Il suffit de prendre l'option `nosolutionfiles` du package `answers`. On écrit donc dans le préambule :

```
\usepackage[nosolutionfiles]{answers}
```

18.2.2 Seconde méthode

Les lignes suivantes sont à placer dans le préambule⁽⁵⁾ :

```
\newtheorem{Exc}{EXERCICE}
\Newassociation{correction}{Soln}{mycor}
\renewcommand{\Solnlabel}[1]{CORRIGE #1}
\def\exo#1{%
\futurelet\testchar\MaybeOptArgmyexoo}
\def\MaybeOptArgmyexoo{
\ifx[\testchar \let\next\OptArgmyexoo
\else \let\next\NoOptArgmyexoo \fi \next}
\def\OptArgmyexoo[#1]{%
\begin{Exc} [#1] \normalfont}
\def\NoOptArgmyexoo{%
\begin{Exc} \normalfont}
\newcommand{\finexo}{\end{Exc}}
\newcommand{\flag}[1]{ }
\newif\ifprof
\newcommand{\entete}[1]
```

Au début du document, on écrit :

```
\proftrue
```

Cette commande doit être placée en commentaire pour ne pas afficher les corrigés.

La structure de tout exercice est la suivante :

```
\exo{}
Énoncé de l'exercice
\ifprof\par
\emph{Corrigé}\par
\else
\begin{correction}
\fi
Corrigé de l'exercice
\ifprof\else
\end{correction}
\finexo
```

(4). Merci Guy!

(5). Par rapport à la section précédente, l'avant-dernière ligne a été rajoutée.

De même qu'auparavant, les lignes suivantes sont à placer juste avant le `\end{document}` :

```
\setcounter{page}{1}
\Closesolutionfile{mycor}
\Readsolutionfile{mycor}
```

18.3 Des indications

Un collègue peut avoir besoin de pages « Indications », où seront donnés des pistes ou des éléments de réponses.

Dans le source du paragraphe 1, on écrit les lignes

```
\Newassociation{correction}{Soln}{mycor}
\Newassociation{indication}{Indi}{myind}
```

au lieu de

```
\Newassociation{correction}{Soln}{mycor}
```

De même, on écrit :

```
\Opensolutionfile{mycor}[ficcorex]
\Opensolutionfile{myind}[ficind]
```

et :

```
\newpage\setcounter{page}{1}
\Closesolutionfile{myind}
\Readsolutionfile{myind}
\newpage\setcounter{page}{1}
\Closesolutionfile{mycor}
\Readsolutionfile{mycor}
```

18.4 Numérotation des exercices

18.4.1 Style de numérotation

Supposons avoir à placer un exercice – qui sera numéroté 4 – dans la sous-section⁽⁶⁾ 3 de la section 2.

Par défaut, l'exercice est numéroté 4.

Si l'on veut qu'il soit numéroté 2.4, il faut écrire dans la structure de l'exercice :

```
\newtheorem{Exc}{Exercice}[section]
```

Si l'on veut qu'il soit numéroté 2.3.4, il faut écrire dans la structure de l'exercice :

```
\newtheorem{Exc}{Exercice}[subsection]
```

18.4.2 Changement de valeur

18.4.2.1 Principe

On peut vouloir que la feuille d'exercices commence par l'exercice ne portant pas le numéro 1, par exemple lorsque l'on met sur réseau des feuilles d'exercices disjointes. Il suffit de changer la valeur du compteur `Exc`.

(6). Traduction de « subsection » !

18.4.2.2 Départ à 4

Ainsi, si le premier exercice porte, par exemple, le numéro 4, il suffit de saisir *avant* cet exercice la commande :

```
\setcounter{Exc}{3}
```

18.4.2.3 Départ à -1

Si l'on est las de corriger des copies non nominatives, on peut aussi commencer une feuille d'énoncés de devoir par

```
\setcounter{Exc}{-1}
\exo{}
\emph{Mettez votre nom sur la copie. Merci !}
\finexo
```

Cela affichera la demande en exercice 0; l'exercice suivant portera le numéro 1.

18.5 Un texte en option

La structure d'un tel exercice est la même que celle d'un théorème. En particulier, on peut mettre un texte en option (le texte sera alors écrit entre parenthèses et en gras) :

Exercice 1 (Cours) Citer...

```
\exo{}[Cours] Citer...\finexo
```

18.6 Avec un barème

Une première solution est d'utiliser des notes de marge pour préciser le barème d'un devoir : il suffit de placer les points attribués en note de marge de chaque question avec `\marginpar`⁽⁷⁾ (en prenant soin de réduire au besoin la taille des caractères et les marges).

Une seconde solution? Vous trouverez sur [126] les fichiers sources nécessaires pour produire une évaluation qui affichera non seulement le barème question par question (que vous aurez vous-même spécifié) mais aussi le barème total pour chaque exercice, total calculé par l'ordinateur.

18.7 La classe exam

Il y a sur [53] un descriptif de la classe `exam`.

Celle-ci permet de générer des examens. En particulier, il est aisé de mettre en page les énoncés (et les numérotations des questions!), ainsi que de gérer

(7). Pour la commande `\marginpar`, voir le paragraphe 6.3, page 45.

leurs corrigés, l'affichage du barème des questions, le compte total des points automatiquement...

Deux petits ambigrammes, pour le plaisir⁽⁸⁾ :



(8). Le premier est dessiné par Basile Morin (le site de cet auteur est à visiter!) et le second, par Gilles Esposito-Farèse pour la revue littéraire éponyme.

Dans ces quelques pages, il est expliqué comment obtenir un diaporama permettant une animation dynamique en cours.

19.1 Petite présentation

Beamer est une classe permettant la création de diaporamas (présentations) au format pdf. Ce chapitre explique comment construire de tels diaporamas (n'utilisant pas de lien hypertexte).

Beamer est basé sur un environnement de pages (*frame*) représentant un transparent ; celle-ci a la possibilité d'être affichée en plusieurs étapes par une succession de couches (*slides*).

- Beamer affiche des icônes qui permettent de passer d'une page à une autre.
- La taille de la police influence l'ensemble des éléments (titres des présentations et des diapositives, par exemple).
- Avec beamer, la page est créée au format paysage et a pour dimensions 12,6 cm × 9,6 cm (avec un ratio de 4:3). L'agrandissement lors de la projection relève de la compétence du logiciel de lecture du pdf.

Historiquement, on a connu les classes `slides` et `seminar`, beaucoup trop basiques. Est apparue ensuite la classe `prospect`, beaucoup plus évoluée. Dernièrement est venue la classe `beamer`, qui remporte actuellement le plus d'adeptes.

L'utilisateur peut, comme dans tout document L^AT_EX, changer la mise en forme des éléments (couleurs, symboles des puces des listes, etc.). Je renvoie le lecteur intéressé à la documentation référencée en fin de brochure.

19.2 Préambule

19.2.1 Classe

Commençons par la classe et les extensions usuelles.

```
\documentclass[11pt]{beamer}
\usepackage[latin1]{utf8}...
```

19.2.2 Thème

Le *thème de présentation* définit le jeu de couleurs et la présentation de la page. Il n'y a donc rien à faire en ce qui concerne l'apparence ⁽¹⁾ !

```
\usetheme{Warsaw}
```

Dans ce diaporama, le thème de présentation sera ici `Warsaw`. Il en existe d'autres ⁽²⁾ : `Antibes`, `Berlin`, `Copenhagen`, `Goettingen`, etc. Une liste se trouve sur [99] et on y trouve des thèmes...

- sans barre de navigation ;
- avec un arbre de navigation ;
- avec un sommaire latéral ;
- avec un mini-cadre de navigation ;
- avec un sommaire des (sous-) sections.

On peut tout à fait insérer les niveaux de hiérarchie `\section`, `\subsection` et `\subsubsection`. Certains thèmes – le `Warsaw`, par exemple – affichent une mini-table des matières dans un panneau : l'utilisateur peut naviguer facilement à travers le document en cliquant dessus.

19.2.3 Page de titre

La page de titre se construit avec un `\titlepage`.

Dans le préambule, on déclare ⁽³⁾ :

```
\title[le titre court]{le titre long}
\subtitle{le sous-titre}
\author[l'auteur court]{l'auteur long}
\date{la date de l'exposé} (4)
```

Le *titre long* est écrit sur la première diapositive et le *titre court* est dans les bas de page sur toutes les autres.

C'est le même principe avec l'auteur : *auteur long* est écrit sur la première diapositive et *auteur*

(1). Comme d'habitude, on peut demander à L^AT_EX de faire des changements !

(2). Je laisse le lecteur choisir son préféré !

(3). Rappelons que tout texte entre crochets est en option.

(4). La date de la compilation est obtenue avec `\today`.

court, sur toutes ⁽⁵⁾.

Dans le corps du document, on écrit :

```
\frame{\titlepage}
```

19.2.4 Option de placement vertical

Par défaut, tous les éléments de la page sont centrés verticalement. Si l'on ajoute l'option [t] dans la déclaration de classe, ils seront tous alignés vers le haut (*top*). De même avec l'option [b] pour les aligner vers le bas (*bottom*) et [c] (par défaut) pour les centrer.

19.3 Transparent

19.3.1 Transparent « de base »

Un transparent admet deux syntaxes ⁽⁶⁾ :

```
\begin{frame} texte \end{frame}
```

```
\frame{texte}
```

Les niveaux de hiérarchie doivent être placés en dehors des environnements `frame`.

19.3.2 Etiquette

On peut donner une étiquette (*label*) au transparent ; elle permettra d'y faire référence.

```
\begin{frame}[label=étiquette]  
texte  
\end{frame}
```

19.3.3 Titre

Un transparent peut avoir un titre :

```
\begin{frame}  
\frametitle{titre}  
texte du transparent  
\end{frame}
```

19.3.4 Sans décor

On peut être amené à placer une grande figure sur un transparent et à vouloir alors supprimer les en-têtes, les pieds de page et les diverses barres de menu : on utilise l'option `\frame[plain]`.

```
\begin{frame}[plain]  
texte  
\end{frame}
```

(5). Cela permet de différencier la personne qui présente l'exposé de celles qui ont travaillé sur le sujet exposé.

(6). La page, dans le premier cas, est définie comme un environnement.

19.3.5 Logo

Il est possible d'avoir un logo *image* ⁽⁷⁾ présent sur tous les transparents ⁽⁸⁾ :

```
\logo{\includegraphics{image.eps}}
```

Ceci dit, le logo en tant que tel peut être aussi bien une image qu'un texte.

19.3.6 Sur deux colonnes

Un texte ou un texte accompagné d'un graphique (ou d'une image) peut être écrit sur plusieurs colonnes.

Pour une disposition sur deux colonnes, la syntaxe est la suivante :

```
\begin{columns}[options]  
  \begin{column}[placement]{largeur}  
    contenu de la colonne  
  \end{column}  
  \begin{column}[placement]{largeur}  
    contenu de la colonne  
  \end{column}  
\end{columns}
```

Les *options* sont les suivantes :

b aligne les colonnes sur la ligne du bas ;

t aligne les colonnes sur la ligne de base de la première ligne ;

T aligne les colonnes sur le haut de la première ligne ;

c centre les colonnes l'une par rapport à l'autre ;

onlywidth demande aux colonnes d'occuper toute la largeur du texte (`textwidth`) ;

totalwidth=largeur exige des colonnes d'occuper la *largeur* indiquée.

19.4 Mise en valeur

19.4.1 Block

19.4.1.1 Le block « de base »

Pour mettre des éléments en valeur, **Beamer** propose différents environnements de **blocks**, qui sont en fait des boîtes (sur la largeur de page disponible) où

- sur la première ligne (et sur un fond de couleur bleue) est écrit le titre ;
- et, sur la seconde ligne, est écrit un texte (et sur un fond de couleur dépendant du thème choisi).

(7). Voir le chapitre 11, page 96, pour tout ce qui concerne l'inclusion d'images.

(8). À un endroit dépendant du thème choisi.

```
\begin{block}{Titre}
Texte
\end{block}
```

19.4.1.2 Deux autres versions

Il y a la version `alertblock` qui écrit sur un fond rouge le titre et la version `exampleblock`, sur un fond vert.

```
\begin{alertblock}{Titre}
Texte
\end{alertblock}

\begin{exampleblock}{Titre}
Texte
\end{exampleblock}
```

19.4.2 Une option mathématique

Les environnements `definition`, `example`, `proof` et `theorem`⁽⁹⁾ permettent une mise en valeur de parties du texte (mathématique).

```
\begin{frame}

\begin{definition}
voici la définition
\end{definition}

\begin{example}
voici l'exemple
\end{example}

\begin{proof}
voici la preuve
\end{proof}

\begin{theorem}
voici le théorème
\end{theorem}

\end{frame}
```

19.5 Apparition progressive du contenu

Il peut être pertinent de faire apparaître, lors d'une (bonne) présentation (dynamique), les éléments *au fur et à mesure*. On veut donc afficher le contenu d'un transparent en créant plusieurs couches (*slides*).

Dans ce qui suit, les différents contenus des items sont des textes. Mais rien n'empêche de placer des figures : on peut ainsi, par exemple, expliquer la résolution d'un système d'inéquations linéaires à deux inconnues, système que nous rencontrons en programmation linéaire dans des exercices économiques⁽¹⁰⁾.

(9). Il y a aussi les moins utilisés `corollary`, `definitions`, `examples`, `fact` et `lemma`.

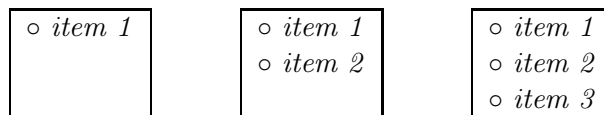
(10). Voir un exemple plus bas.

19.5.1 La commande `\pause`

Pour voir l'un après l'autre les éléments d'une liste, on peut utiliser une *pause*.

```
\begin{itemize}
\item item 1 \pause
\item item 2 \pause
\item item 3
\end{itemize}
```

Les vues successives seront les suivantes :



Cela s'applique aussi à un texte :

```
blabla \pause
bleble \pause
bilibli
```

On peut aussi utiliser `\pause` pour faire apparaître successivement les *lignes* du tableau suivant :

```
\begin{tabular}{c|ccc}
& a & b & c \\ \hline
A & Aa & Ab & Ac \\ \hline
B & Ba & Bb & Bc \\ \hline
C & Ca & Cb & Cc
\end{tabular}
```

19.5.2 Action sur les couches

Pour mettre tel ou tel élément en valeur ou pour faire apparaître (ou disparaître) tel ou tel élément à un moment donné, on va utiliser des macros suivies d'un spécificateur de couche : les macros `\alert<>`, `\uncover<>`, `\only<>`, etc. Entre les `<>`, on indique la ou les numéros de couche sur lesquelles jouent les différents éléments.

19.5.2.1 Codages

- <1-> agit de la couche 1 à la dernière
- <2-> agit de la couche 2 à la dernière
- <-3> agit jusqu'à la couche 3
- <4> agit sur la couche 4 seulement
- <5-6> agit de la couche 5 à la couche 6
- <7,8> agit sur la couche 7 et la couche 8

Beamer construira lui-même les diapositives en nombre nécessaire. Le décompte des diapositives est réinitialisé pour chaque nouvelle `frame`.

19.5.2.2 Variations sur la police

Le code source

Un `\emph<2>{texte}` mis en emphase

va donc créer deux couches pour ce transparent. Sur la première, le mot *texte* sera écrit de façon usuelle⁽¹¹⁾ et sur la seconde (et celle-ci seulement), il sera composé avec une emphase.

Cela correspond à la création de deux pages dont la première page aurait comme code source `Un texte mis en emphase` et la seconde, `Un \emph{texte} mis en emphase`.

On peut aussi travailler la couleur.

Par exemple, le `{\color<2>{red}but}` est ... va afficher, dans le cas de trois couches :

le texte est...

le **but** est...

le texte est...

De façon plus général, pour colorier le *texte* avec une *couleur* donnée sur la couche *n*, on utilise la macro `{\color<n>{couleur}texte}`.

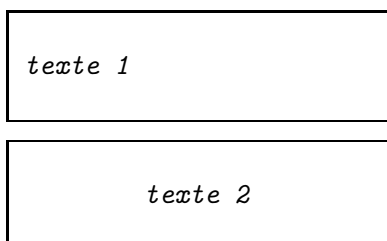
19.5.2.3 Macro `\onslide<>`

La macro `\onslide<n>{texte}` écrit *texte* sur la couche *n*.

Le code source

```
\begin{frame}
\onslide<1,3> texte 1
\onslide<2> texte 2
\onslide<3> texte 3
\end{frame}
```

va donner les vues successives suivantes :



(11). C'est-à-dire en écriture sans serif.

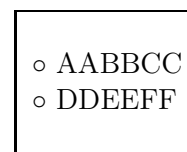


19.5.2.4 Macros `\uncover<>` et `\only<>`

Les deux macros `\uncover<n>{texte}` et `\only<n>{texte}` écrivent *texte* sur la couche *n*. De même avec `<n->` et `<n-p>`.

La petite différence est que `\uncover<>` réserve la place prise par le texte. Illustrons ceci avec le code source suivant et les deux vues successives correspondantes.

```
\begin{frame}
\begin{itemize}
\item AA\uncover<2->{BB}CC
\item DD\only<2->{EE}FF
\end{itemize}
\end{frame}
```

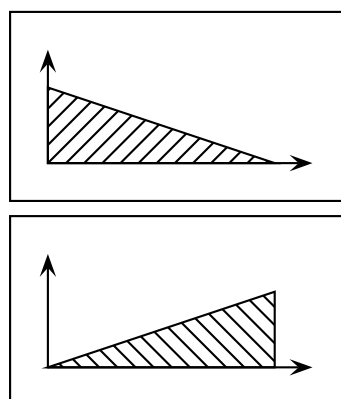


Comme cela a été évoqué plus haut, voici un exemple de résolution graphique d'inéquations⁽¹²⁾.

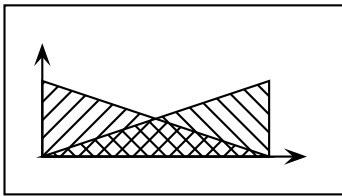
Le code source

```
\begin{frame}
\begin{pspicture}(0,0)(4.5,2.5)
\psframe(0,0)(4.5,2.5)
\psline{<->}(0.5,2)(0.5,0.5)(4,0.5)
\only<1,3>{%
\pspolygon[fillstyle=hlines,hatchangle=45]%
(0.5,1.5)(0.5,0.5)(3.5,0.5)}
\only<2,3>{%
\pspolygon[fillstyle=hlines,hatchangle=45]%
(3.5,1.5)(0.5,0.5)(3.5,0.5)}
\end{pspicture}
\end{frame}
```

donnera les vues successives suivantes :



(12). Les dessins sont évidemment simplistes !



19.5.2.5 Macro `\alt<>{comm1}{comm2}`

La macro `\alt<>{comm1}{comm2}` exécute la commande `comm1` sur les couches indiquées par le spécificateur donné et la commande `comm2`, sur les autres.

En particulier, `\alt<>{texte 1}{texte 2}` offre la possibilité de faire une alternative en fonction de la couche.

Le code source

```
\begin{frame}
```

```
la symétrie \alt<2>{\fbox{axiale}}{%
\textcolor{white}{axiale}} est ...
```

```
\end{frame}
```

va donner les vues successives suivantes :

la symétrie est ...

la symétrie axiale est ...

19.5.2.6 Macro `\alert<>`

La macro `\alert<n>` va faire apparaître le contenu qui suit en style d'alerte (généralement rouge) sur la couche `n`.

La syntaxe d'utilisation est `\alert<n>{texte}`.

Le code source

```
\begin{frame}
\alert<1>{A1} \alert<2>{B2} \alert<3>{C3}
\end{frame}
```

va donner les trois vues successives suivantes :

A1 B2 C3

A1 B2 C3

A1 B2 C3

19.5.2.7 Cas des listes : `\item<n>`, `\item<n->` et `\item<n-p>`

`\item<n>` demande que l'élément de la liste apparaisse de la couche `n` jusqu'à la fin.

`\item<n-p>` demande que l'élément de la liste apparaisse de la couche `n` à la couche `p`.

`\item<p>` demande que l'élément de la liste apparaisse à la couche `p`.

On veut faire apparaître successivement les trois items⁽¹³⁾. On saisit alors le code source ci-dessous. (On retrouve la même présentation qu'avec la macro `\pause`.)

```
\begin{itemize}
\item<1-> item 1
\item<2-> item 2
\item<3-> item 3
\end{itemize}
```

Si l'on ne veut pas s'embêter à compter, on peut remplacer les lignes précédentes par :

```
\begin{itemize}[<+>->]
\item<1-> item 1 ...
```

Avec le code source⁽¹⁴⁾

```
\begin{itemize}
\item<1,3> élém. 1
\item<1-> élém. 2
\item<2> élém. 3
\end{itemize}
```

les vues successives seront les suivantes :

○ élém. 1
○ élém. 2

○ élém. 2
○ élém. 3

○ élém. 1
○ élém. 2

19.5.2.8 Macro `\alert` et liste

On peut combiner la macro `\alert` de mise en évidence et les apparitions successives dans les listes.

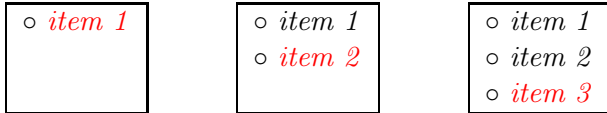
Le code source

```
\begin{itemize}
\item<+>|\alert@+> élém. 1
\item<+>|\alert@+> élém. 2
\item<+>|\alert@+> élém. 3
\end{itemize}
```

(13). Dans cet exemple, l'environnement `itemize` peut être remplacé par `enumerate`.

(14). Il peut être pertinent de préparer au brouillon les différentes vues que l'on veut obtenir pour se faciliter la tâche du codage !

va afficher, en le mettant en évidence, *élém. 1* lors de la visualisation de la première couche. Sur la deuxième couche, *élém. 1* est encore affiché mais plus en évidence et *élém. 1* est affiché et mis en évidence. Sur la troisième couche, *élém. 1* et *élém. 2* sont encore affichés mais plus en évidence et *élém. 3* est affiché et mis en évidence. On a donc les trois vues successives suivantes :



19.5.3 Texte caché mis en gris

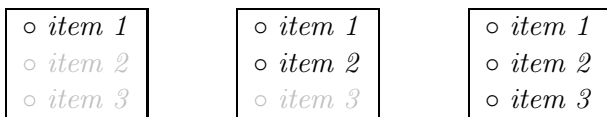
Par défaut, le texte caché est invisible. On peut l'obtenir en grisé (clair) en écrivant dans le préambule :

```
\setbeamercovered{transparent}
```

Le code source

```
\begin{itemize}
\item item 1
\pause \item item 2
\pause \item item 3
\end{itemize}
```

donnera les vues successives suivantes :



19.6 Animation

Le package `animate`, conçu par Alexander Grahn, vous permettra de créer des animations (mathématiques) sur des documents pdf.

Je renvoie le lecteur intéressé tant à la documentation de cette extension sur [102] qu'à un wiki, sur [103].



20.1 Présentation rapide

ShareLaTeX est un environnement L^AT_EX en ligne, complet et prêt à l'emploi... et gratuit ⁽¹⁾ !

Il permet de créer, éditer, partager un document L^AT_EX et ce en ligne, sans aucune installation préalable.

L'utilisateur est sûr de ne pas rencontrer d'incohérences de version ni de conflit de packages. De plus, ShareLaTeX connaît tous les packages utilisés dans les annales déposées sur le site de l'APMEP ⁽²⁾ !

ShareLaTeX possède (presque ⁽³⁾) toutes les caractéristiques classiques des éditeurs L^AT_EX, comme que la coloration syntaxique ou bien la correction orthographique.

La dernière interface contient de très nombreux thèmes, en outre commentés. Il y a, en vrac : des CV, des thèses, des articles de journaux scientifiques, des posters, etc. Il suffit de cliquer pour que le site crée automatiquement un projet et ouvre une page d'édition avec le code source du thème commenté.

20.2 Création d'un compte

Commencez par vous rendre à la page <https://www.sharelatex.com/>.

Pour créer un compte, il vous faut saisir une adresse électronique ⁽⁴⁾ et un mot de passe.

(1). Il existe une version payante permettant un travail collaboratif, où divers utilisateurs travaillent simultanément sur un même document, depuis plusieurs ordinateurs sans avoir à se soucier de l'interopérabilité, comme un passage de Linux à Windows. Mais peu pertinente à notre niveau d'utilisation !

(2). <http://www.apmep.fr/-Annales-Bac-Brevet-BTS->

(3). Les fonctionnalités sont un peu plus limitées qu'avec un éditeur usuel.

(4). Ce qui implique seulement de recevoir quelques rares courriels en anglais sur les dernières nouveautés de ShareLaTeX.

La validation faite, vous serez redirigés à la page de gestion de projet où vous serez guidés dans la façon de créer un nouveau projet. Les fois suivantes, il vous suffira de vous connecter depuis le bouton

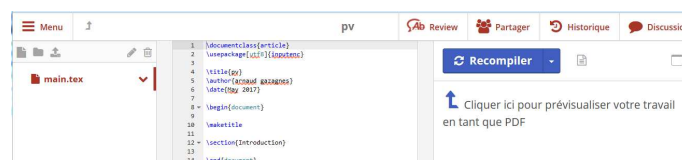
S'identifier.

20.3 Création d'un nouveau document

Pour créer un nouveau document, cliquez sur le bouton **Nouveau projet**.

Choisissez ensuite **Projet vide**.

Une fenêtre s'ouvre : vous y écrivez le titre de votre document. Vous obtenez l'écran suivant ⁽⁵⁾.



Vous distinguez trois colonnes.

- La colonne du milieu comprend le source du document. Il y a un document minimum par défaut, que vous allez vite remplacer par le vôtre !

- La colonne de droite vous permet de voir votre document en pdf, après avoir cliqué sur

Recompiler.

Si vous laissez la souris en haut du pdf, vous pourrez accéder à un bouton qui permet un agrandissement.


Une fois votre document fini, vous pouvez le télécharger dans l'espace de vos documents de votre

ordinateur en cliquant sur

- La colonne de gauche vous permet de modifier les options. En particulier, si vous cliquez sur

(5). Sont différents chez vous évidemment le titre, l'auteur et la date !

vous pouvez régler le compilateur (pdfLaTeX ou LaTeX)⁽⁶⁾.


Pour revenir à la page de votre compte où se trouvent tous les documents, cliquez sur .

Vous pouvez créer un fichier de documents : pour cela il vous suffit de cliquer sur **+ Nouveau dossier** ; la suite se déroule facilement.

À la fin de votre session, demandez la déconnexion via le bouton **Compte**.

20.4 Insertion d'une image


ShareLaTeX vous permet d'insérer une image dans votre document.

Cliquez sur  (en haut de la première colonne) pour importer une image.

Une fenêtre s'ouvre : cliquez sur **Upload**.

Vous pouvez alors ou bien glisser-déposer les images ou bien cliquer sur des fichiers de sélection pour naviguer dans vos répertoires locaux. Lorsque le processus de téléchargement est achevé, vous pouvez utiliser ces images dans votre document, à l'aide de la commande `\includegraphics`.⁽⁷⁾

Si votre document inclut plusieurs images, vous pouvez les mettre dans un dossier. Ce dossier est créé

en cliquant sur l'icône  : vous lui donnez un nom dans la fenêtre qui s'ouvre. Pour y déposer des images, faites comme précédemment.

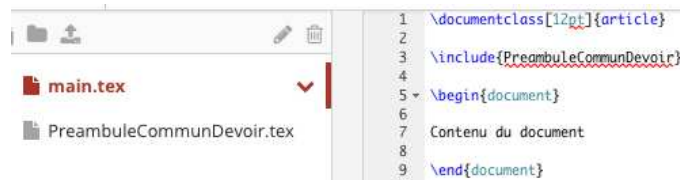
20.5 Insertion d'un préambule commun

Si votre préambule est conséquent⁽⁸⁾, vous pouvez aussi alléger votre document en insérant un fichier .tex qui n'est rien d'autre que ce préambule : l'image ci-dessous montre que le préambule se ramène à l'inclusion du fichier `PreambleCommunDevoir` qui aura été importé (présent dans la colonne de gauche).

(6). Suivant le format des images insérées ou de l'utilisation ou non de `pstricks`. . . Les images placées sur le site de l'AP-MEP sont souvent au format `eps` : je renvoie au chapitre qui traite des images.


(7). Voir à ce sujet le chapitre sur les images.

(8). Il contient plein de packages nécessaires et plusieurs macros, par exemple.







20.6 Gérer ses fichiers

ShareLaTeX vous permet de gérer vos fichiers.

Ce qui suit nécessite, le cas échéant, de revenir à la page du compte où se trouvent tous les documents, en cliquant sur .

20.6.1 Un fichier en tant que tel

Quand on clique sur le petit carré à gauche du nom du projet, des icônes apparaissent :

-  pour télécharger le fichier (par exemple sur son ordinateur sous forme d'un zip, contenant le fichier tex ainsi que les éventuels documents utilisés (images, ...))
-  pour supprimer le fichier
-  pour ajouter à un dossier (ou à en un créer un, auparavant)
-  pour renommer ou faire une copie

20.6.2 L'ensemble des fichiers

De plus, dans la colonne de gauche, on a les possibilités suivantes :

- Projets supprimés** pour voir l'ensemble des fichiers supprimés
- Supprimer définitivement** pour supprimer définitivement le fichier (après avoir coché sur la case lui correspondant)
- Tous les projets** pour revenir, éventuellement, à la liste de tous les projets créés.

Quelques exercices et des solutions !

Il est demandé d'obtenir le même résultat d'écriture, textes compris. Les éventuelles indications ou contraintes sont écrites en police sans serif.

21.1 Énoncés

21.1.1 Commun

- $3,5 - 2 \times 1,25 = 3,5 - 2,5 = 1$
- $10x + 3y - 2 = 0$
- $\frac{2}{3} \quad \frac{2}{3}$
- $\frac{2}{3} - \frac{3}{4} \approx -0,083$
- $1\,000 \times 1,5 = 1\,500$
- $x^3 \quad x^{12} \quad x^{7-3}$
- $a^m \times a^n = a^{m+n}$
 $(a^m)^n = a^{m \times n}$
- $x_3 \quad x_{12}$
- $\frac{a^6}{a^2} = a^{6-2} = a^4$
- Les objets coûtent 5 € ou 10\$.
- Les droites (D_1) , Δ et \mathcal{D} sont sécantes.
- La solution positive de $x^2 = 9$ est 3.
- $\sqrt{49} = 7 \quad \sqrt{1 + \sqrt{2}} \quad \sqrt{a} + \sqrt{b} \neq \sqrt{a+b}$
- Déterminer la valeur de l'expression

$$E = x^2 - 4x + 1$$

pour $x = -\sqrt{5}$.

- $(2\sqrt{3} + 1)(\sqrt{3} - 2)$
- Sans calculatrice, calculer :

$$\sqrt{31 + \sqrt{21 + \sqrt{13 + \sqrt{7 + \sqrt{3 + \sqrt{1}}}}}}$$
- $3 + 5 \times 7 \quad (3 + 4) \div 2$
- $A = \frac{\frac{2}{3} - \frac{4}{5}}{\frac{1}{5} + 2} \quad B = \frac{\frac{2}{3}}{\frac{1}{5} + \frac{4}{15}}$
- $x(x - 1) = 0 \iff x = 0 \text{ ou } x = 1$
- Compléter avec $<$ ou $>$: $-3,5 \dots -2,1$

21.

$$\begin{aligned} (a+b)^2 &= (a+b)(a+b) \\ &= a^2 + ab + ab + b^2 \\ &= a^2 + 2ab + b^2 \end{aligned}$$

Aide : avec l'environnement eqnarray*

- $\bar{x} = \frac{3 \times 12 + 2 \times 14}{3 + 2} = 12,8$
- $m = \frac{3 \times 12 + \dots + 2 \times 15}{3 + \dots + 2} = 13,2$
- Cocher la bonne réponse :
☐ $(a-b)^2 = a^2 - b^2$
☐ $(a-b)^2 = a^2 + b^2$
☐ $(a-b)^2 = a^2 - 2ab + b^2$
 La bonne réponse est :
☒ $(a-b)^2 = a^2 - 2ab + b^2$
- En développant l'expression $-5(3x + 6)$, on a :
 A : $-15x - 30$ B : $-8x - 11$ A ☐ B ☐
- Rouge 24 %
 Bleu 9 %
 Violet 67 %
- $\begin{cases} 3x + 2y = 5 \\ 5x - 4y = 1 \end{cases}$
- $(x-1) \left(x - \frac{2}{3} \right)$

x	0	1,5	2	130
$f(x)$	0	2,25	4	16 900

29.

x	0	1,5	2	130
$f(x)$	0	2,25	4	16 900

30.

(Contraintes. Le tableau occupe 80 % de l'espace horizontal disponible. Les colonnes « numériques » ont la même largeur. Le texte est centré dans chaque colonne.)

		A	B
31. Résultats :	C	1	2
	D	3	4

- $x^2 - 1 - (x - 1) = x^2 - \cancel{x} - x + \cancel{1} = x^2 - x$
- $a^n = \underbrace{a \times a \times \dots \times a}_{n \text{ fois}}$

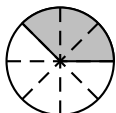
Un texte écrit dans une minipage de 3 cm de large, collée à la marge de gauche.

Un texte écrit dans une minipage de 4,5 cm de large, collée à la marge de droite.

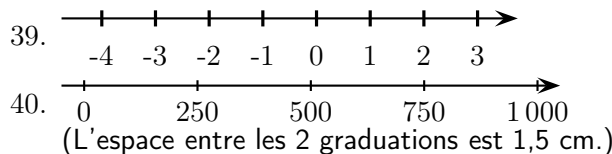
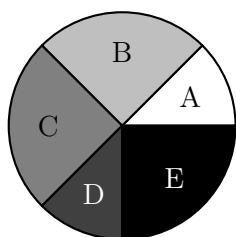
Un texte écrit dans une minipage de 3 cm de large, collée à la marge de gauche.

Un texte écrit dans une minipage de 4,5 cm de large, collée à la marge de droite et alignée sur la ligne de texte du bas avec l'autre minipage.

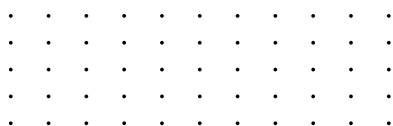
36. $P(\{R\heartsuit\}) = 0,03125$



37.
38. Diagramme :



41. Réseau pointé :



42. (Aide : utiliser eqnarray*)

$$\begin{aligned} (1 + \sqrt{3})^2 &= 1^2 + 2 \times 1 \times \sqrt{3} + (\sqrt{3})^2 \\ &= 1 + 2\sqrt{3} + 3 \\ &= 4 + 2\sqrt{3} \end{aligned}$$

43. Créer une nouvelle commande appelée REP écrivant $(O; \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ quand on l'appelle.

44. Si $a = bq + r$ (avec $0 \leq r < b$) alors $\text{PPCM}(a, b) = \text{PPCM}(b, r)$

45. Les égalités suivantes sont-elles vraies ou fausses ?

$$\begin{aligned} 6 - 3(x + 1) &= 3x + 3 \\ x^2 - x(3x + 2) + 1 &= 4x^2 - 1 \end{aligned}$$

(Contrainte : Aligner les signes =)

46. $E \stackrel{\text{hyp}}{=} 0$

47. $c = 1 + t\% = 1 + \frac{t}{100}$

48. $=C3+\$D\$2*B\$1/\$A3$

49. $=\text{SOMME}(A\$1:A2)$

50. $=B\$1*C\$1^{\wedge}A1$

51. $\underbrace{2x+1}_{\text{Gauche}} = \underbrace{3x-7}_{\text{Droite}}$

Obtenir les présentations suivantes :

52. Défi

Facile !

53. bord = noir, fond = gris clair

54. bord = noir, fond = gris clair, texte = blanc

55. bord = noir, fond = noir, texte = blanc

21.1.2 Collège

1. $(+4) - (-1) + (-6) - (+2)$

2. $\frac{15}{12} = \frac{15 \div 3}{12 \div 3} = \frac{5}{4}$

3. $\frac{2}{3} + \frac{7}{6} = \frac{4}{6} + \frac{7}{6} = \frac{4+7}{6} = \frac{11}{6}$

4. $\sqrt{48} = \sqrt{16 \times 3} = \sqrt{16} \times \sqrt{3} = 4\sqrt{3}$

5. $3 \cdot 10^4 \times 5 \cdot 10^{-5}$

6. Factoriser $4x^2 - 1 - (2x - 1)(5x + 7)$.

7. $BC^2 = AB^2 + AC^2$ donc $AB = \sqrt{BC^2 - AC^2}$

8. $\sin \widehat{BAC} = \frac{5}{13} \approx 0,385$ donc $\widehat{BAC} \approx 23^\circ$

9. $\widehat{MAN} = \frac{1}{2} \widehat{MON}$

10. $(AB) \perp (CD)$

$7 \times 1 = 7$

$7 \times 2 = 14$

11. $7 \times 3 = 21$

$7 \times 4 = 28$

(Contraintes. On doit rentrer pour chaque ligne seulement le second facteur et le produit.)

12. Trouver les valeurs cachées :
$$\begin{array}{r} 41, 2 \\ + \quad 7\star, 93 \\ \hline 116, \star 3 \end{array}$$

13. Division de 360 par 225 :

$$\begin{array}{r|l} 360 & 225 \\ -225 & 1,6 \\ \hline 1350 & \\ -1350 & \\ \hline 0 & \end{array}$$

(Aide : utiliser le package xlop)

14. $V = L \times \ell \times h$

15. $V = \frac{4}{3} \times \pi \times 5^3$

Ou au Brevet :

16. Format de l'image = $\frac{\text{longueur de l'image}}{\text{largeur de l'image}}$

		1 carte	2 cartes	5 cartes
17. PRIX	Form. B			
	Form. C			

18. $\frac{(10^{-3})^2 \times 10^4}{10^{-5}}$

19. On donne :

$$B = \frac{8 \times 10^8 \times 1,6}{0,4 \times 10^{-3}} \quad C = (\sqrt{5} + \sqrt{10})^2 - 10\sqrt{2}$$

20. $\mathcal{A} = \sqrt{\frac{p}{2} \left(\frac{p}{2} - a\right) \left(\frac{p}{2} - b\right) \left(\frac{p}{2} - c\right)}$

21. Soit $C = 5\sqrt{12} + \sqrt{27} - 10\sqrt{3}$.

Écrire C sous la forme $a\sqrt{b}$, où a et b sont deux nombres entiers.

21.1.3 Lycée

1. $\mathbf{R} \setminus \left\{ \frac{2}{3} \right\}$

2. $m = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A}$

3. $\gamma = \alpha + 2\beta$

4. pour tout x de \mathbb{R} , on a : $x^2 = (-x)^2$

5. Si $\Delta > 0$ alors $x_{1,2} = \frac{b \pm \sqrt{\Delta}}{2a}$

6. $f(x) = \ln\left(1 + \frac{1}{x}\right)$

7. $\exp(x) = e^x$

8. $e^{i\frac{\pi}{6}} e^{i\frac{\pi}{6}}$ (différence de taille)

9. $f(x) = \ln(e^x + 1)$

10. $\cos\left(\frac{\pi}{6}\right) = \sin\left(\frac{\pi}{3}\right)$

11. $\cos\frac{\pi}{6} = \frac{\sqrt{3}}{2}$

12. $f(x) = 1 + \tan^2 x$

$$f(x) = 1 + \frac{\sin^2 x}{\cos^2 x} = \frac{\cos^2 x + \sin^2 x}{\cos^2 x} = \frac{1}{\cos^2 x}$$

13. le repère $\mathcal{R} (O; \vec{i}, \vec{j})$

14. $\vec{u} \cdot \vec{v} = 0 \iff \vec{u} \perp \vec{v}$

15. $\overrightarrow{AB} \cdot \overrightarrow{AC}$

16. $\overrightarrow{AB} \begin{pmatrix} x_B - x_A = 3 - (-1) = 4 \\ y_B - y_A = 5 - 2 = 3 \end{pmatrix}$

17. $\begin{cases} 3x + 2y = 5 \\ 5x - 4y = 1 \end{cases}$ donne $\boxed{x = 1 \text{ et } y = 1}$

18. $\begin{vmatrix} 3 & 2 \\ 5 & -4 \end{vmatrix} = 3 \times (-4) - 2 \times 5 = -22$

19. $\lim_{x \rightarrow 0, x > 0} \frac{\sin x}{x} = 1$

20. $\lim_{n \rightarrow \infty} x_n = \ell$

21. $\lim_{n \rightarrow +\infty} q^n = \begin{cases} 0 & \text{si } q < 1 \\ 1 & \text{si } q = 1 \\ +\infty & \text{si } q > 1 \end{cases}$

22. $(x \neq 0) \frac{x^2}{x^2 + 1} = \frac{1}{1 + \frac{1}{x^2}} = \frac{1}{1 + x^{-2}}$

23. $\bar{y} = a\bar{x} + b$

24. $\int_1^2 (3x^2 + 4) dx = [x^3 + 4x]_1^2 = 16 - 5 = 11$

25. $\int_0^\pi \sin x dx = [-\cos x]_0^\pi = -(-1) + 1 = 2$

26. $\sum_{i=0}^n q^i = \frac{1 - q^{n+1}}{1 - q}$

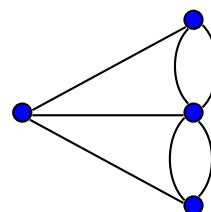
27. $\sigma^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^p n_i (x_i - \bar{x})^2$

28. $\left(\frac{u}{v}\right)' = \frac{u'v - uv'}{v^2}$

29.

x	0	2	5	9
$f'(x)$	+	0	-	

30. En utilisant l'extension `pst-tree`, représenter le graphe des 7 ponts de Königsberg :



31. $25 \equiv 1 \pmod{4}$

32. $N = p_1^{a_1} \times p_2^{a_2} \times \dots \times p_n^{a_n}$

33. $P(\overline{B}) = 1 - P(B)$

34. $\overline{A \cup B} = \overline{A} \cap \overline{B}$

35. $p_S(F) = \frac{p(S \cap F)}{p(S)}$

36. Formule des probabilités totales :

$$\begin{aligned} p(S) &= p(F \cap S) + p(F \cap \overline{S}) \\ &= p(F) \times p_F(S) + p(\overline{F}) \times p_{\overline{F}}(S) \end{aligned}$$

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

38. $(x + y)^n = \sum_{k=0}^n \binom{n}{k} x^{n-k} y^k$

39. $\binom{i}{j} = \binom{i-1}{j-1} + \binom{i-1}{j}$

40. $\begin{pmatrix} 1 & 3 \\ -5 & 7 \end{pmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 3 \\ -5 & 7 \end{bmatrix}$

41. $E(X) = \sum_{i=1}^n p_i x_i$

42. $p(\|X\| \leq u_\alpha) = 1 - \alpha$

43. $u_0 \in \mathbb{R}_+$ et, pour tout n , $u_{n+1} = \frac{2u_n}{3u_n + 1}$

44. $\forall n \in \mathbb{N}, \left| u_{n+1} - \frac{1}{3} \right| \leq \frac{1}{2} \left| u_n - \frac{1}{3} \right|$
45. $\begin{pmatrix} 3 & 4 \\ -4 & 3 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 3 & -4 \\ 4 & 3 \end{pmatrix} = 25 I_2$
46. $\left| 3 - \frac{1}{2}i \right| = \sqrt{3^2 + \left(-\frac{1}{2}\right)^2}$
47. $\left| \frac{1}{4} + \frac{\sqrt{3}}{4}i \right|^2 = \left(\frac{1}{4}\right)^2 + \left(\frac{\sqrt{3}}{4}\right)^2$
48. $\frac{\overline{z+3i}}{z+3i} = \frac{\overline{z}-3i}{\overline{z}-3i}$ (différence entre \overline{z} et \overline{z})
49. $\arg \frac{z-z_A}{z-z_B} = \frac{\pi}{2} (2\pi)$
50. $P(X > s+t \mid X > t) = P(X > s)$
51. $P(X > t) = e^{-\lambda t} \xrightarrow[t \rightarrow +\infty]{} 0$
52. $z_i = \ln\left(\frac{y_i}{100}\right)$
53. $\int_{\ln 2}^{\ln 3} \frac{e^x}{(e^x+1)^2} dx$
54. $\mathcal{D} : \begin{cases} x = -t \\ y = 3+3t \\ z = 1-t \end{cases}, t \in \mathbb{R}$
55. $\left[f - \frac{1}{\sqrt{n}}; f + \frac{1}{\sqrt{n}} \right]$
56. $\{X \in [x-2\sigma; x+2\sigma]\}$
57. $\left[p - 1,96 \frac{\sqrt{p(1-p)}}{\sqrt{n}}; p + 1,96 \frac{\sqrt{p(1-p)}}{\sqrt{n}} \right]$
58. Des propriétés des nombres de Fibonacci
- $$F_n + F_{n+3} = 2F_{n+2}$$
- $$F_n^2 - F_{n-1}F_{n+1} = (-1)^{n+1}$$
- $$F_0 + F_1 + F_2 + \dots + F_n = F_{n+2} - 1$$
- $$F_{n+m} = F_{n-1}F_m + F_nF_{m+1}$$
- $$\sum_{i=k}^{i=n} F_i = F_{n+2} - F_{k+1}$$
- $$F_n = \frac{1}{\sqrt{5}}(\varphi^n - \varphi'^n), \text{ avec } \varphi = \frac{1+\sqrt{5}}{2} \text{ et } \varphi' = -\frac{1}{\varphi}$$
- $$\lim_{n \rightarrow +\infty} \frac{F_{n+1}}{F_n} = \varphi$$
- $$\begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}^n = \begin{pmatrix} F_{n+1} & F_n \\ F_n & F_{n-1} \end{pmatrix}$$
59. (Aide : utiliser un tableau et \quad)
- VARIABLES :
- deux entiers A et B
- TRAITEMENT :
- A prend la valeur $A + B$
- B prend la valeur $A - B$
- A prend la valeur $A - B$
- SORTIE :
- Afficher A et B

21.2 Solutions

Dans le préambule est écrit `\DecimalMathComma`.

21.2.1 Commun

1. `$3,5 - 2 \times 1,25 = 3,5 - 2,5 = 1$`
2. `$10\,x + 3\,y - 2 = 0$`
3. `$$\frac{2}{3} \quad \dfrac{2}{3}$`
4. `$$\dfrac{2}{3}-\dfrac{3}{4} \approx -0,083$`
5. `$1\,000 \times 1,5 = 1\,500$`
6. `$x^3 \quad x^{12} \quad x^{7-3}$`
7. `$a^m \times a^n = a^{m+n}$
 $\left(a^m\right)^n=a^{m \times n}$`
8. `$x_3 \quad x_{12}$`
9. `$$\dfrac{a^6}{a^2}=a^{6-2}=a^4$`
10. Les objets coûtent `5~\euro{}` ou `10~\$`.
11. Les droites `(D_1)`, `$$\Delta$` et `$$\mathcal{D}$` sont...
12. La solution positive de `$x^2=9$` est 3.
13. `$$\sqrt{49}=7 \quad \sqrt{1+\sqrt{2}} \quad \sqrt{a} + \sqrt{b} \neq \sqrt{a+b}$`
14. ... l'expression `\[E=x^2-4x+1\]` pour `$x=-\sqrt{5}$`.
15. `$(2\sqrt{3}+1)(\sqrt{3}-2)$`
16. Sans calculatrice, calculer :
`$$\sqrt{31+\sqrt{21+\sqrt{13+\sqrt{7+\sqrt{3+\sqrt{1}}}}}}$`
17. `$3+5 \times 7 \quad (3+4) \div 2$`
18. `$A=\dfrac{\dfrac{2}{3}-\dfrac{4}{5}}{\dfrac{1}{5}+2}$
 $B=\dfrac{\dfrac{2}{3}}{\dfrac{1}{5}+\dfrac{4}{15}}$`
19. `$x\,,(x-1)=0 \rightarrow x=0 \text{ ou } x=1$`
20. Compl'eter avec `<` ou `>` : `$$-3,5\ldots-2,1$`

21. `\begin{eqnarray*}`
`(a+b)^2 & = & (a+b)(a+b) \\`
`& = & a^2+a\,b+a\,b+b^2 \\`
`& = & a^2+2\,a\,b+b^2`
`\end{eqnarray*}`
22. `$$\overline{x}=\dfrac{3\times12+2\times14}{3+2}=12,8$`
23. `$$m=\dfrac{3\times12+\cdots+2\times15}{3+\cdots+2}=13,2$`
24. `$$\square \quad (a-b)^2=a^2-b^2 \par`
`$\square \quad (a-b)^2=a^2+b^2 \par`
`$\square \quad (a-b)^2=a^2-2\,a\,b+b^2 \par`
`$\blacksquare \quad (a-b)^2=a^2-2\,a\,b+b^2$`
25. `A: $-15x-30 \quad B: $-8x-11 \hfill A$\square$ B\square`
26. `Rouge \dotfill 24\,,\%\par Bleu \dotfill 9\,,\%\par ...`
27. `$$\left\{\begin{array}{r@{~}c@{~}l}`
`3\,,x+2\,,y&=&5 \\`
`5\,,x-4\,,y&=&1`
`\end{array}\right. $`
28. `$(x-1)\left(x-\dfrac{2}{3}\right)$`
29. `\begin{tabular}{|*{5}{c|}}`
`\hline`
`x & 0 & 1,5 & 2 & 130 \\ \hline`
`$f(x)$ & 0 & 2,25 & 4 & 16\,900 \\`
`\hline`
`\end{tabular}`
30. `\begin{tabularx}{0.8\linewidth}{|c|*{4}{>{\%`
`\centering \arraybackslash}X|}}`
`\hline`
`x & 0 & 1,5 & 2 & 130 \\ \hline`
`$f(x)$ & 0 & 2,25 & 4 & 16\,900 \\`
`\hline`
`\end{tabularx}`
31. Résultats : `\begin{tabular}{|c|c|c|}`
`\cline{2-3}`

- ```

\multicolumn{1}{c|}{}&A&B\\ \hline
C & 1 & 2\\ \hline D & 3 & 4\\
\hline \end{tabular}
32. $x^2-1-(x-1)=x^2-\cancel{1}-x+\cancel{1}=x^2-x$
33. $a^n=\underbrace{a \times a \times \cdots \times a}_{n \text{ fois}}$
34. \begin{minipage}{3cm} ... \end{minipage}
\hfill \begin{minipage}{4.5cm} ... \end{minipage}
35. \begin{minipage}[b]{3cm} ... \end{minipage}
\hfill \begin{minipage}[b]{4.5cm} ... \end{minipage}
36. $\mathrm{P}\backslash,(\backslash R\heartsuit\backslash)=0,031\backslash,25$
ou : $\mathrm{P}\backslash,(\backslash R\heartsuit\backslash)=\mathrm{np}[0,03125]$
37. \psset{unit=0.71cm}
\begin{pspicture}(-1,-1)(1,1)
\pscircle(0,0){1}
\SpecialCoor
\pswedge[fillstyle=solid,fillcolor=lightgray]{1}{0}{135}
\psline[linestyle=dashed](1;0)(1;180)
\psline[linestyle=dashed](1;90)(1;270)
\psline[linestyle=dashed](1;45)(1;225)
\psline[linestyle=dashed](1;135)(1;315)
\end{pspicture}
38. \begin{center}
\psset{unit=1.5cm,fillstyle=solid}
\begin{pspicture}(-1,-1)(1,1)
\pswedge{1}{0}{45}
\pswedge[fillcolor=lightgray]{1}{45}{135}
\pswedge[fillcolor=gray]{1}{135}{225}
\pswedge[fillcolor=darkgray]{1}{225}{270}
\pswedge[fillcolor=black]{1}{270}{360}
\rput(0.65;22.55){A} \rput(0.65;90){B}
\rput(0.65;180){C}
\rput(0.65;247.5){\textcolor{white}{D}}
\rput(0.65;315){\textcolor{white}{E}}
\end{pspicture}
\end{center}
39. \begin{pspicture}(-4.75,-0.75)(3.75,0.75)
\psline{->}(-4.75,0)(3.75,0)
\multido{\n=-4+1}{8}{\psline[linewidth=1.2pt]%(
\n,-0.15)(\n,0.15)}
\multido{\n=-4+1}{8}{\uput[d](\n,-0.27){\n}}
\end{pspicture}
40. \psset{xunit=0.006cm}
\begin{pspicture}(-50,-0.5)(1050,0.5)
\psline{->}(-50,0)(1050,0)
\multido{\n=0+250}{5}{\psline(\n,-0.1)(\n,0.1)}
\multido{\n=0+250}{5}{\uput[d](\n,-0.05){\nombre{\n}}}
\end{pspicture}
0,006 provient de $1,5 \times 0,004 = 1,5 \times (1 \div 250)$.
41. \begin{pspicture}(0,0)(5,2.5)
\multido{\n=0+0.5}{11}{%
\multido{\r=0+0.5}{5}{%
\pscircle*(\n,\r){0.035} }}
\end{pspicture}
42. \begin{eqnarray*}
(1+\sqrt{3})^2 \\
&= & 1^2+2 \times 1 \times \sqrt{3} + (\sqrt{3})^2 \\
&= & 1+2\sqrt{3}+3 \quad \&= & 4+2\sqrt{3}
\end{eqnarray*}
43. \newcommand{\REP}{%
$(0\backslash,;\backslash,\backslash vec{\imath}\backslash,;\backslash,\backslash vec{\jmath}\backslash,;\backslash,\backslash vec{k})\backslash xspace$}
44. Si $a=b\backslash,q+r$ (avec $0 \leqslant r < b$) \par alors
$\mathrm{PPCM}(a,b) = \mathrm{PPCM}(b,r)$
45. Les égalités suivantes sont-elles vraies ou fausses ?
\begin{align*}
6-3(x+1)&=3x+3 \backslash x^2-x(3x+2)+1=4x^2-1
\end{align*}
46. $\E \stackrel{\text{hyp}}{=} 0$
47. $c=1+t\backslash,\% = 1+\dfrac{t}{100}$
48. \texttt{=C3+\$D\$2*B\$1/\$A3}
49. \texttt{=SOMME(A\$1:A2)}
Si le texte n'est pas écrit en télétype, il faudra mettre une espace fine de
retrait (\!) devant les deux points.

```

```

50. \texttt{=B\$1*C\$1\$~{\wedge}$A1}
 Si le texte est écrit en télétype, on préférera * (\ast) à \times (\times) .
51. $\underbrace{2x+1}_{\text{Gauche}}=\underbrace{3x-7}_{\text{Droite}}$
52. Défi \hfill \textit{Facile !}
53. \fcolorbox{black}{lightgray}{bord = noir, fond = gris clair}
54. \fcolorbox{black}{lightgray}{\textcolor{white}{%
 bord = noir, fond = gris clair, texte = blanc}}
55. \fcolorbox{black}{black}{\textcolor{white}{%
 bord = noir, fond = noir, texte = blanc}}

```

### 21.2.2 Collège

```

1. $(+4)-(-1)+(-6)-(+2)$
2. $\dfrac{15}{12}=\dfrac{15 \div 3}{12 \div 3}=\dfrac{5}{4}$
3. $\dfrac{2}{3}+\dfrac{7}{6}=\dfrac{4}{6}+\dfrac{7}{6}
 =\dfrac{4+7}{6}=\dfrac{11}{6}$
4. $\sqrt{48}=\sqrt{16\times 3}=\sqrt{16}\times\sqrt{3}=4\sqrt{3}$
5. $3 \cdot 10^4 \times 5 \cdot 10^{-5}$
6. Factoriser $4x^2-1-(2x-1)(5x+7)$.
7. $BC^2=AB^2+AC^2$ donc $\boxed{AB=\sqrt{BC^2-AC^2}}$
8. $\sin \widehat{BAC} = \dfrac{5}{13} \approx 0,385$
 donc $\widehat{BAC} \approx 23^\circ$
9. $\widehat{MAN}=\frac{1}{2}\widehat{MON}$
10. $(AB) \perp (CD)$
11. \begin{tabular}{@{$7\ \times$ } c @{\ =\ } r}
 1 & 7 & 2 & 14 & 3 & 21 & 4 & 28 \\
\end{tabular}
12. \begin{tabular}{c@{ }r@{ }r@{ , }l@{ }l}
 & 4&1&2& \\
 & +&7& & \star&9&3 \\
 & & 1&6& & \star&3
\end{tabular}
13. \opdiv[decimalsepsymbol=,,displayintermediary=all]{360}{225}

```

```

14. $V=\dfrac{4}{3} \times \pi \times 5^3$
15. $V=L\times \ell \times h$
16. $\text{Format} = \dfrac{\text{longueur...}}{\text{largeur...}}$
17. \renewcommand\arraystretch{1.5} \begin{tabularx}{\linewidth}{%
 |c|*{4}{>\centering\arraybackslashX|}}
 \cline{3-5}
 \multicolumn{2}{c|}{} &1... &2... &5... \\
 \hline
 \multirow{2}{*}{\rotatebox{90}{PRIX}}&
 Form. B&&\ \ \cline{2-5} &Form. C &&\ \ \hline \end{tabularx}
18. $\dfrac{\left(10^{-3}\right)^2 \times 10^4}{10^{-5}}$
19. On donne :
 \[\text{B} = \dfrac{8 \times 10^8 \times 1,6}{0,4 \times 10^{-3}}\]
 \[\text{C} = \left(\sqrt{5}+\sqrt{10}\right)^2 - 10\sqrt{2}\]
20. $\mathcal{A}=\sqrt{\dfrac{p}{2}\left(\dfrac{p}{2}-a\right)
 \left(\dfrac{p}{2}-b\right)
 \left(\dfrac{p}{2}-c\right)}$
21. ... $C=5\sqrt{12}+\sqrt{27}-10\sqrt{3}$.
 Écrire C sous la forme $a\sqrt{b}$,
 où a et b sont deux nombres entiers.

```

### 21.2.3 Lycée

```

1. $\mathbf{R}\setminus\left\{\dfrac{2}{3}\right\}$
2. $m=\dfrac{y_{\mathrm{B}}-y_{\mathrm{A}}}{x_{\mathrm{B}}-x_{\mathrm{A}}}$
3. $\gamma = \alpha + 2\pi, \beta$
4. pour tout x de \mathbb{R}, on a : $x^2=(-x)^2$
5. Si $\Delta > 0$ alors $x_{1,2}
 =\dfrac{b \pm \sqrt{\Delta}}{2a}$
6. $f(x)=\ln\left(1+\dfrac{1}{x}\right)$
7. $\exp(x)=\mathrm{e}^x$
8. $\mathrm{e}^{\mathrm{i}\frac{\pi}{6}}$
 $\mathrm{e}^{\mathrm{i}\frac{\pi}{6}}$

```

191

9.  $f(x) = \ln(\mathrm{e}^{x+1})$

10.  $\cos \left( \frac{\pi}{6} \right) = \sin \left( \frac{\pi}{3} \right)$

11.  $\cos \frac{\pi}{6} = \frac{1}{\sqrt{3}}$

12.  $f(x) = 1 + \tan^2 x$   
 $f(x) = 1 + \frac{\sin^2 x}{\cos^2 x} = \frac{\cos^2 x + \sin^2 x}{\cos^2 x} = \frac{1}{\cos^2 x}$

13.  $\mathcal{R} \setminus (0, ; \setminus, \vec{\imath}, \setminus, \vec{\jmath})$

14.  $\vec{u} \cdot \vec{v} = 0 \iff \vec{u} \perp \vec{v}$

15.  $\overrightarrow{AB} \cdot \overrightarrow{AC}$

16.  $\overrightarrow{AB} \setminus, \left( \begin{array}{l} x_B - x_A = 3 - (-1) = 4 \\ y_B - y_A = 5 - 2 = 3 \end{array} \right)$

17.  $\begin{array}{|c|} \hline 3 \times 2 \\ \hline 5 \times 4 \end{array}$

18.  $\begin{vmatrix} 3 & 2 \\ 5 & -4 \end{vmatrix} = 3 \times (-4) - 2 \times 5 = -22$

19.  $\lim_{x \rightarrow 0, x > 0} \frac{\sin x}{x} = 1$

20.  $\lim_{n \rightarrow \infty} x_n = \ell$

21.  $\lim_{n \rightarrow +\infty} q^n = \left( \begin{array}{c} \text{si } 0 < q < 1 \\ 1 & q = 1 \\ +\infty & q > 1 \end{array} \right)$

22.  $(x \neq 0) \implies \frac{x^2}{x^2+1} = \frac{1}{1+\frac{1}{x^2}} = \frac{1}{1+x^{-2}}$

23.  $\overline{y} = a, \overline{x} = b$

24.  $\int_1^2 (3x^2+4) \, dx = [x^3+4x]_1^2 = 16-5=11$

25.  $\int_0^\pi \sin x \, dx = [-\cos x]_0^\pi = -(-1)+1=2$

26.  $\sum_{i=0}^n q^i = \frac{1-q^{n+1}}{1-q}$

27.  $\sigma^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \overline{x})^2$

28.  $\left( \frac{u}{v} \right)' = \frac{u'v - uv'}{v^2}$

29.  $\begin{array}{|c|cccccc|} \hline x & 0 & 2 & 5 & 9 \\ \hline f'(x) & 0 & -1 & -2 & -3 \\ \hline \end{array}$   
 On peut remplacer  $||$  par  $\backslash$ , par  $\vert\vert$  par  $\big\|$  (les barres touchent alors les lignes horizontales et il n'y a pas de blanc entre deux lignes comportant deux  $||$  l'un en-dessous de l'autre).

30.  $\psset{nodesep=0pt}$   
 $\begin{psmatrix} [mnode=circle,fillcolor=blue,fillstyle=solid,colsep=2,rowsep=0.75] \\ & {} \\ {} & {} \\ & {} \end{psmatrix}$   
 $\psset{nodesep=0pt}$   
 $\ncarc[arcangle=45]{2,2}{1,2}$   
 $\ncarc[arcangle=45]{2,2}{3,2}$   
 $\ncarc[arcangle=-45]{2,2}{1,2}$   
 $\ncarc[arcangle=-45]{2,2}{3,2}$   
 $\ncline{2,1}{1,2} \ncline{2,1}{2,2} \ncline{2,1}{3,2}$

31.  $25 \equiv 1 \pmod{4}$

32.  $N = p_1 \times p_2 \times \dots \times p_n$

33.  $\text{P}(\overline{B}) = 1 - \text{P}(B)$

34.  $\overline{A \cap B} = \overline{A} \cap \overline{B}$

35.  $p_S(F) = \frac{p(S \cap F)}{p(S)}$

36. Formule des probabilités totales :  
 $\begin{aligned} p(S) &= p(F \cap S) + p(F \cap \overline{S}) \\ &= p(F) \times p_F(S) + p(\overline{F}) \times p_{\overline{F}}(S) \end{aligned}$

37.  $\binom{n}{p} = \frac{n!}{p!(n-p)!}$   
 Ou :  $\begin{pmatrix} n \\ p \end{pmatrix} = \frac{n!}{p!(n-p)!}$

38.  $(x+y)^n = \sum_{k=0}^n \binom{n}{k} x^{n-k} y^k$

39.  $\binom{i}{j} = \binom{i-1}{j-1} + \binom{i-1}{j}$

40.  $\begin{pmatrix} 1 & 3 \\ -5 & 7 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 3 \\ -5 & 7 \end{pmatrix}$

41.  $\mathrm{E}\backslash,(X)=\sum_{i=1}^n p_i\backslash,x_i\$$
42.  $p(\left|X\right|\leqslant u_{\alpha})=1-\alpha\$$
43.  $u_0\in\mathbb{R}_+\$$  et, pour tout  $n\$, \%$   
 $u_{n+1}=\dfrac{2\backslash,u_n\}{3\backslash,u_n+1}\$$
44.  $\forall n\in\mathbb{N},\quad\%$   
 $\left(u_{n+1}-\dfrac{1}{3}\right)\leqslant\%$   
 $\left(\dfrac{1}{2}\right)\left(u_n-\dfrac{1}{3}\right)\%$
45.  $\begin{pmatrix}3 & 4 \\ -4 & 3\end{pmatrix}\cdot\%$   
 $\begin{pmatrix}3 & -4 \\ 4 & 3\end{pmatrix}=25\backslash,I_2\$$
46.  $\left|3-\dfrac{1}{2}\mathrm{i}\right|=\sqrt{3^2+\%$   
 $\left(-\dfrac{1}{2}\right)^2}\$$
47.  $\left|\dfrac{1}{4}+\dfrac{\sqrt{3}}{4}\mathrm{i}\right|^2=\%$   
 $\left(\dfrac{1}{4}\right)^2+\left(\dfrac{\sqrt{3}}{4}\right)^2\$$
48.  $\overline{z+3\mathrm{i}}=\overline{z}-3\mathrm{i}\$$   
 $\overline{z+3\mathrm{i}}=\overline{\phantom{z}z}-3\mathrm{i}\$$
49.  $\arg\dfrac{z-z_A}{z-z_B}=\dfrac{\pi}{2}\backslash(2\pi)\$$
50.  $\mathrm{P}\backslash,(X>s+\mid X>t)=\mathrm{P}\backslash,(X>s)\$$
51.  $\mathrm{P}\backslash,(X>t)=\mathrm{e}^{-\lambda t}\%$   
 $\rightarrow[t\rightarrow\infty]\{0}\$$
52.  $z_i=\ln\left(\dfrac{y_i}{100}\right)\$$
53.  $\int_2^3\%$   
 $\dfrac{\mathrm{e}^x}{\left(\mathrm{e}^{x+1}\right)^2}\backslash,\mathrm{d}x\$$
54.  $\mathcal{D}:\left\{\begin{array}{l}x&t\\y&3+3t\\z&1-t\end{array}\right.\%$   
 $\right.\text{, }t\in\mathbb{R}\$$
55.  $\left[f-\dfrac{1}{\sqrt{n}}\backslash,f+\dfrac{1}{\sqrt{n}}\right]\$$
56.  $\left\{X\in[x-2\sigma\backslash,x-2\sigma]\right\}\$$
57.  $\left[p-1,96\backslash,\dfrac{\sqrt{p(1-p)}}{\sqrt{n}}\backslash,\%$   
 $p+1,96\backslash,\dfrac{\sqrt{p(1-p)}}{\sqrt{n}}\right]\$$
58. Propriétés des nombres de Fibonacci\par  
 $F_n+F_{n+3}=2F_{n+2}\$\par$   
 $F_n^2-F_{n-1}F_{n+1}=(-1)^{n+1}\$\par$   
 $F_0+F_1+F_2+\cdots+F_n=F_{n+2}-1\$\par$   
 $F_{n+m}=F_{n-1}F_m+F_nF_{m+1}\$\par$   
 $\displaystyle\sum_{i=k}^nF_i=F_{n+2}-F_{k+1}\$\par$   
 $F_n=\dfrac{1}{\sqrt{5}}(\varphi^n-\varphi'^n),\%$   
 $\quad\text{avec }\varphi=\dfrac{1+\sqrt{5}}{2}\text{ et }\%$   
 $\varphi'=-\dfrac{1}{\varphi}\$\par$   
 $\lim_{n\rightarrow\infty}\dfrac{F_{n+1}}{F_n}=\varphi\$\par$   
 $\begin{pmatrix}1 & 1 \\ 1 & 0\end{pmatrix}^n\%$   
 $=\begin{pmatrix}F_{n+1} & F_n \\ F_n & F_{n-1}\end{pmatrix}\$$
59. \begin{center}  
\begin{tabular}{l}  
\textsc{Variables} :\\
\quad deux entiers \$A\$ et \$B\$ \\
\textsc{Traitement} :\\
\quad \$A\$ prend la valeur \$A+B\$\\
\quad \$B\$ prend la valeur \$A-B\$\\
\quad \$A\$ prend la valeur \$A-B\$\\
\textsc{Sortie} :\\
\quad Afficher \$A\$ et \$B\$\\
\end{tabular}  
\end{center}



# Bibliographie et sitographie

## LaTeX...

### Distribution de LaTeX

- [1] <http://www.gutenberg.eu.org>
- [2] [http://www.xmlmath.net/texmaker/download\\_fr.html](http://www.xmlmath.net/texmaker/download_fr.html)  
Distribution TeX Maker
- [3] <http://www.framasoft.net/article1320.html>  
Distribution TeXLive

### Quelques pages donnant les procédures pour installer LaTeX pas à pas

- [4] <http://www.siteduzero.com/tutoriel-3-258569-installer-latex.html>
- [5] <http://chamblandes.tuxfamily.org/LaTeXWindows/index.html>
- [6] <http://ww2.ac-poitiers.fr/math/spip.php?article165>
- [7] [http://fr.wikibooks.org/wiki/LaTeX/Installer\\_LaTeX](http://fr.wikibooks.org/wiki/LaTeX/Installer_LaTeX)
- [8] [http://mach.elec.free.fr/guide\\_pour\\_installer\\_latex\\_sous\\_Windows.htm](http://mach.elec.free.fr/guide_pour_installer_latex_sous_Windows.htm)
- [9] <http://www.exomatik.net/U-Latex/USBTex>  
USBTex : Un environnement LaTeX complet sur clé USB

### Trois éditeurs (parmi d'autres)

- [10] [http://www.xmlmath.net/texmaker/index\\_fr.html](http://www.xmlmath.net/texmaker/index_fr.html)
- [11] <http://www.texniccenter.org/>
- [12] <http://pages.uoregon.edu/koch/texshop/>

### Livres généraux

- [13] *LaTeX pour l' impatient*, H&K Éditions
- [14] BIZOUTÉ, D., CHARPENTIER, J.-C., *LaTeX, Synthèse de cours & exercices corrigés*, Pearson Education France
- [15] DESGRAUPES, B., *LaTeX : Apprentissage, guide et référence*, Éd. Vuibert
- [16] KOPKA, H. et DALY, P., *A guide to LaTeX*, 3<sup>rd</sup> edition
- [17] ROLLAND, Ch., *LaTeX par la pratique*, Éd. O'Reilly

### Documentation générale à propos de LaTeX

#### Documentation

- [18] [http://www.latex-howto.be/home\\_fr](http://www.latex-howto.be/home_fr) COMBÉFIS, S., *LaTeX HowTo*

- 
- [19] <http://www.ctan.org/search/?action=/index.html>  
L'ensemble de référence pour les extensions et de leurs documentations
- [20] <http://tex.loria.fr/general.html>
- [21] [http://www.framabook.org/docs/latex/framabook5\\_latex\\_v1\\_art-libre.pdf](http://www.framabook.org/docs/latex/framabook5_latex_v1_art-libre.pdf), LOZANO, V., *Tout ce que vous avez toujours voulu savoir sur L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X sans jamais oser le demander*, Framabook, In Libro Veritas
- [22] <http://wiki.gel.ulaval.ca/index.php?title=LaTeX>  
Un site type « **Wiki** » de l'Université de Laval, Canada
- [23] <http://tug.org/texlive/Contents/live/doc.html>  
Liste de tous les liens pour les packages contenus dans TeX Live.
- [24] <http://www.grappa.univ-lille3.fr/FAQ-LaTeX/>  
Recueil des questions les plus fréquentes
- [25] <http://science.thilucmic.fr/spip.php?article30>  
Des exposés sur L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X
- [26] <http://www-sop.inria.fr/miaou/latex/styles-eng.html>  
Brève description de plusieurs centaines de packages
- [27] [http://www.math.ens.fr/~millien/tdlatex/liste\\_commandes.pdf](http://www.math.ens.fr/~millien/tdlatex/liste_commandes.pdf)  
Une liste expliquée de commandes

## Des aide-mémoire

- [28] <http://melusine.eu.org/syracuse/texpng/jcc/aide.pdf>
- [29] <http://tex.loria.fr/general/aide-memoire-latex-seguin1998.pdf>
- [30] <http://amath.colorado.edu/documentation/LaTeX/Symbols.pdf>  
Une liste des symboles mathématiques
- [31] <http://tailrecursive.org/postscript/operators.html>  
Une liste des opérateurs PostScript utilisés en RPN (pour les représentations graphiques)
- [32] [http://www.math.jussieu.fr/~goutet/latex/liste\\_commandes.pdf](http://www.math.jussieu.fr/~goutet/latex/liste_commandes.pdf)  
Une liste de commandes
- [33] <http://latexcolor.com/>  
Une liste de couleurs, nommées, représentées et données avec leur codage **rgb**

## Sur l'e-toile

### Des tutoriels

- [34] <http://www.tuteurs.ens.fr/logiciels/latex/>
- [35] [http://tex.loria.fr/apprends\\_latex/apprends\\_latex.html](http://tex.loria.fr/apprends_latex/apprends_latex.html)
- [36] <http://melusine.eu.org/syracuse/texpng/jcc/exercices.tex>
- [37] <http://www.grappa.univ-lille3.fr/FAQ-LaTeX/>  
Une foire aux questions (FAQ) très complète
- [38] <http://www.ctan.org/tex-archive/info/lshort/french/flshort-3.20.pdf>
- [39] <http://melusine.eu.org/syracuse/texpng/jcc/camille.pdf>
- [40] <http://www.exomatik.net/LaTeX/Accueil>
- [41] <http://www.tug.org.in/tutorials.html>
- [42] <http://ww2.ac-poitiers.fr/math/spip.php?rubrique21>
- [43] <http://xavier.perseguers.ch/LaTeX/tableaux/>  
Un guide assez complet pour créer un tableau
- [44] <http://bertrandmasson.free.fr/index.php?tag/listes-a-puces>  
Un guide pour dompter les puces

- [45] <ftp://ftp.inria.fr/pub/TeX/CTAN/macros/latex/contrib/enumitem/enumitem.pdf>  
La documentation du package `enumitem`
- [46] <http://melusine.eu.org/syracuse/jcc/xlop/fr-user.pdf>  
Un guide complet pour le package `xlop`
- [47] <http://latex.developpez.com/cours/>
- [48] <http://www.tug.org/texlive/Contents/live/texmf-dist/doc/latex/bclogo/bclogo-doc.pdf>  
Un guide complet pour le package `bclogo`
- [49] <http://www.exomatik.net/U-Latex/Courbes>
- [50] <http://www.tug.org/texlive/Contents/live/texmf-dist/doc/latex/cwpuzzle/cwpuzzle.pdf>  
La documentation pour le package `cwpuzzle` permettant de dessiner des grilles de mots croisés
- [51] <http://www.latex-howto.be/files/LaTeX-HowTo-ch13.pdf>
- [52] <http://altermundus.fr/pages/downloads/doc-alterqcm.pdf>  
La documentation du package `alterqcm` pour écrire des QCM
- [53] <http://www-math.mit.edu/~psh/exam/examdoc.pdf>  
La documentation de la classe `exam`
- [54] <http://ctan.mines-albi.fr/macros/latex/contrib/draftwatermark/draftwatermark.pdf>  
Le document du package `draftwatermark` pour obtenir des filigranes
- [55] <http://distrib-coffee.ipsl.jussieu.fr/pub/mirrors/ctan/macros/latex/contrib/draftcopy/draftcopy.pdf>
- [56] <http://blog.developpez.com/ocamlblog/p9437/latex/les-questionnaires-a-choix-multiples-ave/>
- [57] <http://www.troubleshooters.com/linux/lyx/ownlists.htm>  
Création de listes
- [58] <ftp://ftp.isu.edu.tw/Unix/CTAN/macros/latex/contrib/minitoc/fminitoc.pdf>  
Pour faire des mini-tables des matières
- [59] <http://www.grappa.univ-lille3.fr/FAQ-LaTeX/14.2.html>  
Pour faire des mini-tables des matières
- [60] <http://www.xmlmath.net/doculatem/index.html>  
Tutoriel sur la saisie du code source avec `Texmaker`, fait par l'auteur du logiciel
- [61] <http://www.latex-howto.be/files/LaTeX-HowTo-ch4.pdf>  
Tutoriel sur la gestion des images
- [62] <http://mirror.hmc.edu/ctan/macros/latex/contrib/engrec/engrec.pdf>  
Énumération de listes avec des minuscules ou de majuscules grecques
- [63] <http://ctan.mines-albi.fr/macros/latex/contrib/easylist/easylist-doc.pdf>  
Documentation sur le package `easylist` pour des items numérotés selon les niveaux
- [64] <http://tehessin.tuxfamily.org/?page=41>  
Pour écrire en maya, cunéiforme et en hiéroglyphe
- [65] <http://www.math.u-psud.fr/~bernardofpc/ens/CIES/Avance-beamer.pdf>
- [66] <http://distrib-coffee.ipsl.jussieu.fr/pub/mirrors/ctan/macros/latex/contrib/tikz/tikz-tab/doc/tikz-tab.pdf>  
La documentation sur le package `tikz-tab`, pour dresser des tableaux de variation
- [67] <http://gte.univ-littoral.fr/members/dbitouze/pub/latex/diapositives-cours-d>

## Des forums

- [68] <http://forum.mathematex.net/latex-f6/>
- [69] <http://www.latex-community.org/forum/>
- [70] <http://www.developpez.net/forums/f149/autres-langages/autres-langages/latex/>
- [71] <http://www.les-mathematiques.net/phorum/list.php?10>
- [72] <https://groups.google.com/forum/#!forum/fr.comp.text.tex>

---

## Pour le dessin

### Les logiciels facilitant l'utilisation de $\text{\LaTeX}$

- [73] <http://www.geogebra.org/cms/index.php?lang=fr>  
Le logiciel Geogebra
- [74] <http://www.geogebra.org/book/intro-en.pdf>
- [75] <http://www.geogebra.org/en/wiki/index.php/DocumentsFr>  
Les icônes de menu de Geogebra
- [76] <http://www.xml.math.net/pstplus/download.html>  
Le logiciel Pstplus
- [77] <http://texgraph.tuxfamily.org/>  
Le logiciel TexGraph
- [78] <http://latexdraw.sourceforge.net/fr/index.html>  
Le logiciel LaTeXDraw
- [79] <http://eukleides.free.fr/download/index.html>  
Le logiciel Eukleides
- [80] <http://eukleides.free.fr/samples/index.html>  
Diverses exemples avec le logiciel Eukleides
- [81] <http://eukleides.free.fr/reference/index.html>  
L'ensemble des commandes du logiciel Eukleides

### Des présentations de PSTricks

- [82] <http://www.gutenberg.eu.org/pub/GUTenberg/publicationsPDF/16-girou.pdf>
- [83] <https://documents.epfl.ch/users/d/da/danalet/www/MiniProjet/PSTricks.pdf>
- [84] <http://ww2.ac-poitiers.fr/math/IMG/pdf/synthese.pdf>  
Un site dédié à PSTricks avec une énorme quantité d'exemples.
- [85] <http://tug.org/PSTricks/main.cgi?file=examples>

### Des guides sur l'extension pst-eucl, pour la géométrie euclidienne

- [86] <http://dominique.rodriguez.9online.fr/pst-eucl>  
Site de l'auteur : présentation, téléchargement, ...
- [87] <http://distrib-coffee.ipsl.jussieu.fr/pub/mirrors/ctan/graphics/pstricks/contrib/pst-eucl/eucl>  
(par l'auteur)
- [88] <ftp://ftp.uvsq.fr/pub/TeX/CTAN/graphics/pstricks/contrib/pst-eucl/euclide.pdf>
- [89] <http://christophe.deleuze.free.fr/D/dessins.html>

### Un guide sur l'extension pst-func, pour certaines représentations graphiques

- [90] <http://ftp.oleane.net/pub/CTAN/graphics/pstricks/contrib/pst-func/doc/pst-func-doc.pdf>

### Un guide sur l'extension pst-ob3d, pour dessiner des objets dans l'espace

- [91] <http://www.math.washington.edu/tex-archive/graphics/pstricks/contrib/pst-ob3d/pst-ob3d.pdf>

### Un guide sur l'extension pst-fun, pour dessiner des objets humoristiques

- [92] <http://ftp.oleane.net/pub/CTAN/graphics/pstricks/contrib/pst-fun/pst-fun-doc.pdf>

## Des présentations de TikZ

- [93] <http://math.et.info.free.fr/TikZ/>  
Page d'accueil pour le logiciel TikZ
- [94] <http://math.et.info.free.fr/TikZ/bdd/TikZ-Impatient.pdf>  
La brochure de documentation du logiciel TikZ
- [95] <http://www.texample.net/tikz/examples/>
- [96] <http://mirror.ibcp.fr/pub/CTAN/graphics/pgf/base/doc/generic/pgf/pgfmanual.pdf>  
En anglais
- [97] <http://www.texample.net/tikz/examples/all/>
- [98] <http://math.et.info.free.fr/TikZ/Arbres.html>  
Une application pour engendrer des arbres avec TikZ

## Des présentations avec Beamer et des animations

- [99] <http://mcclinews.free.fr/latex/beamergalerie/completsgalerie.html>
- [100] <http://mcclinews.free.fr/latex/introbeamer.php>
- [101] <http://www.ctan.org/tex-archive/macros/latex/contrib/beamer/doc/beamerguide.pdf>  
En anglais. Complet sur le sujet!
- [102] <http://www.tug.org/texlive/Contents/live/texmf-dist/doc/latex/animate/animate.pdf>  
Documentation sur l'extension animate
- [103] <http://wiki.mathematex.net/doku.php?id=wiki:latex:modules:animate>  
Un wiki sur l'extension animate

## Changement de fonte

- [104] <http://distrib-coffee.ipsl.jussieu.fr/pub/mirrors/ctan/fonts/fourier-GUT/doc/latex/fourier/fourier-fd.pdf>
- [105] <http://jacques-andre.fr/fontex/Fourier-orn.pdf>  
Inventaire des ornements de « Fourier »
- [106] <http://www.cuk.ch/articles/4237>  
Un aperçu des polices de caractères utilisables par L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X
- [107] <http://www.tug.dk/FontCatalogue/allfonts.html>  
Toutes les fontes disponibles

## Algorithmique

- [108] [http://en.wikibooks.org/wiki/LaTeX/Algorithms\\_and\\_Pseudocode](http://en.wikibooks.org/wiki/LaTeX/Algorithms_and_Pseudocode)
- [109] <http://ctan.mines-albi.fr/macros/latex/contrib/algorithms/algorithms.pdf>
- [110] <http://www.xmlmath.net/doculatem/algtolatex.html>  
Algorithmes « à la AlgoBox » avec L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X

## Des utilitaires !

- [111] <http://mathsaulyceddl.free/spip.php?rubrique66>  
Une macro pour les suites récurrentes
- [112] <http://altermundus.fr/pages/download.html>  
Une extension pour des QCM.
- [113] [http://zoonek.free.fr/LaTeX/LaTeX\\_samples\\_section/0.html](http://zoonek.free.fr/LaTeX/LaTeX_samples_section/0.html)  
Des exemples de mise en forme des titres de section
- [114] <http://detexify.kirelabs.org/classify.html#new>  
Pour retrouver l'écriture de saisie d'un symbole

---

## Pour convertir des images

- [115] <http://image.online-convert.com/convert-to-eps>  
Pour convertir une image, en particulier au format eps
- [116] <http://www.imagemagick.org/script/index.php>  
Le logiciel ImageMagick
- [117] <http://www.gimp.org/>  
Le logiciel Gimp

## Des banques d'images au format eps

- [118] <http://www.geogebra.org/en/upload/index.php?&direction=0&order=&directory=french/DocumentsFr>
- [119] <http://www.geogebra.org/en/wiki/index.php/DocumentsFr>  
Les icônes de Geogebra 4
- [120] <http://melusine.eu.org/syracuse/metapost/vrac/cartes/>  
Des cartes à jouer

## Des ressources : des fichiers source prêts à la copie !

### Quelques ressources pour le Collège

- [121] <http://213.215.35.70>  
*La base d'exercices (de Christophe Poulain)*
- Le site <http://www.exomatik.net/> est en vente et ne contient plus de maths.

### Quelques ressources pour le Lycée

- [122] <http://latekexos.org/>  
(Choisir ensuite le menu Recherche)  
Une banque d'exercices ; certains ne sont toutefois plus au programme.
- [123] <http://tehessin.tuxfamily.org/?page=33>  
Des sources d'activités faites avec XCAS
- [124] [http://manuel.sesamath.net/index.php?page=manuel\\_et\\_cahiers\\_2nde\\_2014](http://manuel.sesamath.net/index.php?page=manuel_et_cahiers_2nde_2014)  
Le fichier Sésamath du manuel de Seconde, rentrée 2014

### Des annales des différentes sessions de Bac et de Brevet

- [125] <http://www.apmep.asso.fr/-Annales-Bac-Brevet-BTS->

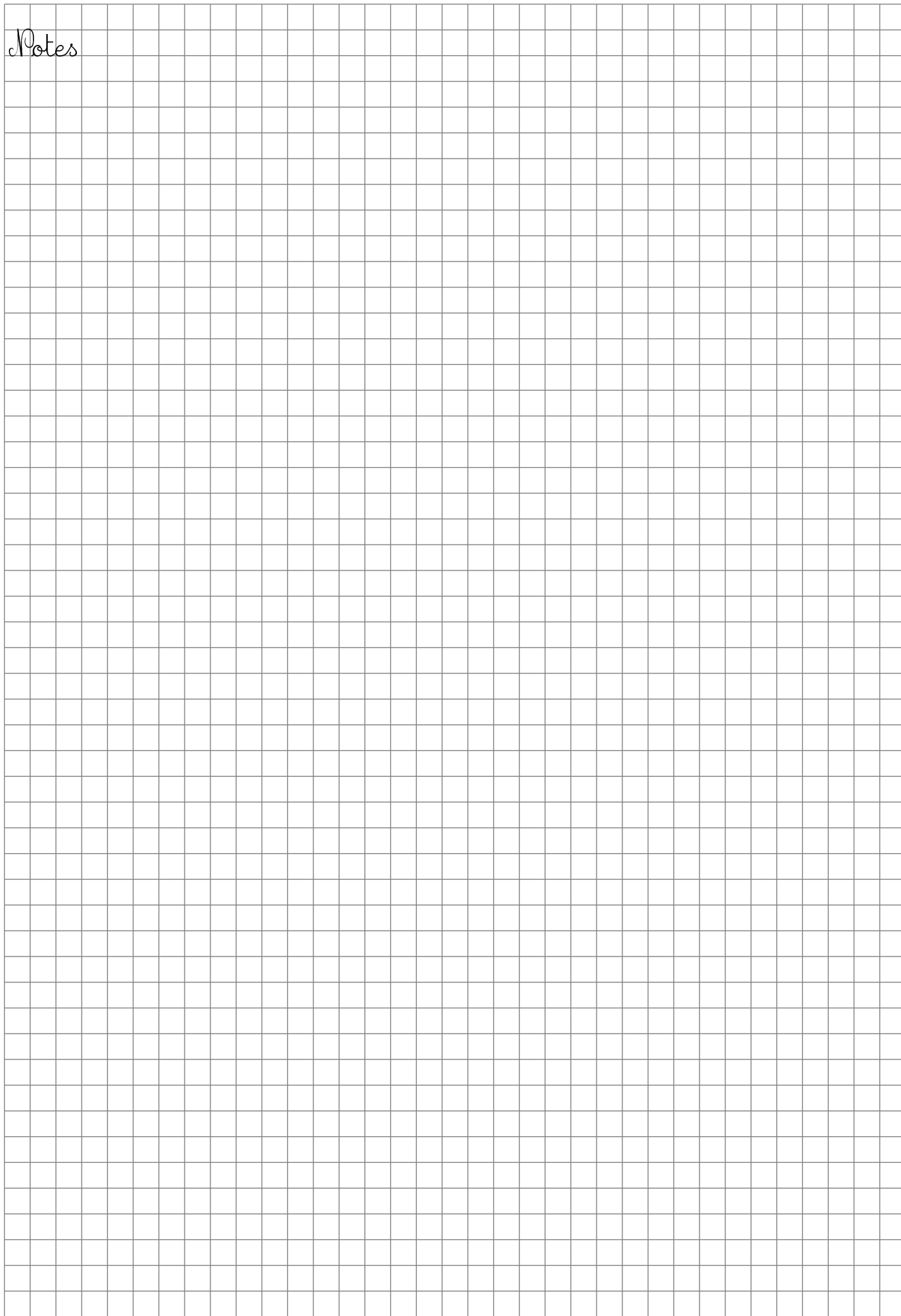
### Un affichage de barème

- [126] <http://www.tice.ac-versailles.fr/logicielslibres/spip.php?article235>

### Sur le site de l'IREM

- [127] <http://math.univ-lyon1.fr/irem/spip.php?article340>

Notes



Notes

