Jason R. Briggs

La programmation accessible aux enfants !

PYTHON pour les KIDS

Dès 10 ans

no starch press

EYROLLES

PYTHON pour les KIDS

La programmation accessible à tous !

Python est un langage de programmation puissant, expressif, facile à apprendre et amusant. Il est compatible avec Mac, Windows et Linux.

Python pour les kids donne vie à Python et t'emmène, ainsi que tes parents, dans l'univers de la programmation. Avec des trésors de patience, Jason R. Briggs te guidera parmi les bases, à mesure que tu t'essaieras à des exemples de programmes uniques et parfois hilarants, qui mettent en lumière des monstres voraces, des sorciers, des agents secrets, des corbeaux voleurs et d'autres curiosités du genre. Les définitions des termes utilisés, le code colorisé et expliqué en détail, ainsi que des illustrations en couleurs agrémentent l'apprentissage et le rendent plus aisé.

Les fins de chapitres proposent des puzzles de programmation pour t'entraîner. À la fin du livre, tu auras programmé deux jeux complets : un clone du fameux jeu de pong (balle bondissante et raquette) et « M. Filiforme court vers la sortie », un jeu de plates-formes avec des sauts, des animations et bien plus.

Tout au long de cette aventure, tu apprendras à :

- te servir des structures de données fondamentales comme les listes, les tuples et les dictionnaires ;
- organiser et réutiliser ton code à l'aide de fonctions, de classes et de modules ;
- utiliser les structures de contrôle comme les boucles et les instructions conditionnelles ;
- dessiner des formes et des motifs à l'aide du module de la tortue de Python ;
- créer des jeux, des animations et d'autres merveilles avec tkinter.

Pourquoi les adultes seraient-ils seuls à s'amuser ? Python pour les kids est ton ticket d'entrée dans le monde merveilleux de la programmation.

À propos de l'auteur

Jason R. Briggs programme depuis l'âge de huit ans. Il a rédigé des programmes en tant que développeur et architecte système.

Dans la même collection

www.editions-eyrolles.com

no starch press

Jason R. Briggs

PYTHON pour les KIDS

EYROLLES

ÉDITIONS EYROLLES
61, bd Saint-Germain
75240 Paris Cedex 05
www.editions-eyrolles.com

Traduction autorisée de l'ouvrage en langue anglaise intitulé

Python for Kids

de Jason Briggs (ISBN : 9781593274078),

publié par No Starch Press.

All Rights Reserved.

En application de la loi du 11 mars 1957, il est interdit de reproduire intégralement ou partiellement le présent ouvrage, sur quelque support que ce soit, sans l'autorisation de l'Éditeur ou du Centre Français d'exploitation du droit de copie, 20, rue des Grands Augustins, 75006 Paris.
© 2013 by Jason Briggs / No Starch Press pour l'édition en langue anglaise
© Groupe Eyrolles, 2015, pour la présente édition, ISBN : 978-2-212-14088-0
© Traduction française : William Piette

À propos de l'auteur

Jason R. Briggs programme depuis l'âge de huit ans, lorsqu'il a appris le BASIC sur un TRS-80 de Radio Shack. Sur le plan professionnel, il a ensuite rédigé des programmes en tant que développeur et architecte système. Il a en outre collaboré au magazine *Java developer's journal*. Ses articles ont été publiés dans *JavaWorld*, *ONJava* et *ONLamp*. *Python pour les kids* est son premier livre.

Pour contacter Jason, adressez-vous à l'éditeur par courriel à ahabian@eyrolles.com, qui transmettra.

À propos de l'illustrateur

Miran Lipovača est l'auteur de *Learn you a haskell for great good!*. Il aime la boxe, jouer de la guitare basse et, bien entendu, dessiner. Il éprouve une fascination pour la *Danse macabre* et le nombre 71. Quand il passe des portes à ouverture automatique, il aime prétendre qu'il les ouvre en réalité à la force de son esprit.

À propos des relecteurs techniques

Récemment diplômé de l'école Nueva à l'âge de 15 ans, Josh Pollock est étudiant à l'école secondaire supérieure de Lick-Wilmerding de San Francisco. Il a commencé à programmer en Scratch à l'âge de 9 ans et en TI-BASIC à 11 ans, puis a débuté en Python et Java à 12 ans, et en UnityScript à 13 ans. Outre la programmation, Josh aime jouer de la trompette, le développement de jeux informatiques et discuter avec les gens de sujets intéressants comme les disciplines académiques scientifiques, technologiques, mathématiques et d'ingénierie.

Maria Fernandez possède une maîtrise en linguistique appliquée, s'intéresse à l'informatique et aux technologies depuis plus de vingt ans. Elle a enseigné l'anglais à de jeunes femmes réfugiées dans le cadre du *Global village project* de Géorgie. Elle réside actuellement dans le nord de la Californie et travaille dans un service d'expérimentation pédagogique.

Remerciements

Ma situation est comparable à celle où je devrais monter sur scène pour recevoir un prix ou une récompense et où je me rendrais compte que j'ai laissé dans un autre pantalon la liste des personnes que je voudrais remercier. Je suis assuré d'oublier quelqu'un, or la musique d'introduction roule déjà, le rideau s'ouvre et me voici bientôt sur scène.

Ceci étant dit, voici une liste certainement incomplète des gens à qui je voue une immense gratitude pour m'avoir aidé à porter ce livre à un stade que je pense bon.

Merci à l'équipe de No Starch, en particulier à Bill Pollock, pour avoir appliqué une dose libérée mais réfléchie de « que penserait un enfant », lors des corrections et de la publication de ce texte. Lorsque vous programmez depuis des années, il est trop facile de perdre de vue la difficulté de certaines notions et matières pour les débutants ; Bill a été d'une aide inestimable pour souligner ces parties plus compliquées, souvent négligées. Mes remerciements aussi à Serena Yang, extraordinaire directrice de rédaction, qui, je l'espère, ne s'est pas trop arraché les cheveux à apporter correctement la coloration syntaxique aux plus de 300 pages de code.

Un énorme remerciement à l'endroit de Miran Lipovača pour ses illustrations particulièrement brillantes, et même au-delà. Vraiment, si j'avais dû dessiner moi-même ces illustrations, je crois que le lecteur se poserait souvent la question : « Mais qu'est-ce que c'est ? Est-ce un ours, un chien ? Et ça, c'est supposé être un arbre ? Non !? »

Merci aussi aux relecteurs. Je leur présente mes excuses si certaines de leurs suggestions n'ont pas été mises en œuvre à la fin. Vous aviez sans doute raison et je ne peux reprocher qu'à moi-même les probables gaffes. Des remerciements particuliers à Josh pour certaines excellentes suggestions et de très bonnes idées. Et des excuses aussi à Maria pour l'avoir obligée à remanier occasionnellement du code mis en forme de manière un peu bizarre.

Merci à ma femme et à ma fille, qui ont dû vivre avec un époux et un père vivant le nez sur l'écran encore plus souvent que d'habitude.

À ma maman, pour les encouragements sans fin qu'elle m'a adressés au cours de toutes ces années. Enfin, merci à mon papa d'avoir acheté un ordinateur dès les années 1970 et d'avoir su composer d'emblée avec moi, qui voulais l'utiliser autant que lui. Rien de tout cela n'eût été possible sans lui.

TABLE DES MATIÈRES

Avant-propos 1

Pourquoi Python ? . . . 2
Comment apprendre à programmer ? . . . 2
À qui est destiné ce livre ? . . . 3
Que contient ce livre ? . . . 4
Site d'accompagnement . . . 5
Amuse-toi bien ! . . . 5

PARTIE 1
APPRENDRE À PROGRAMMER

1
Les serpents rampent, mais pas tous 9

Quelques mots à propos du langage . . . 10
Installer Python . . . 11
- Installer Python sous Windows 7 (ou 8) . . . 11
- Installer Python sur Mac OS X . . . 13
- Installer Python sous Linux (Ubuntu) . . . 16

Dès que Python est installé . . . 17
Enregistrer des programmes Python . . . 18
Ce que tu as appris . . . 20

2
Calculs et variables 21

Calculer avec Python . . . 22
- Les opérateurs de Python . . . 23
- L'ordre des opérateurs . . . 24

Les variables sont comme des étiquettes . . . 25
Utiliser les variables . . . 26
Ce que tu as appris . . . 29

3
Chaînes, listes, tuples et dictionnaires 31
Les chaînes 32
Créer des chaînes 32
Gérer les problèmes de chaînes 33
Insérer des valeurs dans des chaînes. 36
Multiplier des chaînes. 37
Plus puissantes que les chaînes : les listes 38
Ajouter des éléments à une liste 41
Supprimer des éléments d'une liste 42
Arithmétique de liste 42
Tuples 45
Dictionnaires 45
Ce que tu as appris 48
Puzzles de programmation 48
1. Favoris 48
2. Compter les combattants 48
3. Salutations. 48

4
Dessiner avec une tortue 49
Utiliser le module turtle de Python 50
Créer un canevas. 50
Déplacer la tortue 52
Ce que tu as appris 57
Puzzles de programmation 57
1. Un rectangle 57
2. Un triangle 57
3. Un carré sans coins 57

5
Poser des questions avec if et else 59
Instructions if 60
Un bloc est un groupe d'instructions 60
Des conditions pour comparer des choses 62
Instructions si-alors-sinon 64
Instructions if et elif 65
Combiner des conditions. 66
Variables sans valeur : None 66
Différence entre chaînes et nombres 67
Ce que tu as appris 70

Puzzles de programmation 70
1. Es-tu riche ? 70
2. Barres chocolatées 70
3. Juste le bon nombre 71
4. Affronter des ninjas 71

6
Tourner en boucle 73

Utiliser les boucles for 74
Tant que nous parlons de boucles : while 81
Ce que tu as appris 83
Puzzles de programmation 83
1. La boucle Bonjour 84
2. Nombres pairs 84
3. Mes cinq ingrédients préférés 84
4. Ton poids sur la lune 85

7
Recycler du code avec des fonctions et des modules 87

Utiliser des fonctions 88
Qu'est-ce qu'une fonction ? 89
Variables et portée 90
Utiliser des modules 92
Ce que tu as appris 95
Puzzles de programmation 95
1. Fonction de base du poids sur la lune 95
2. Fonction poids sur la lune avec les années 96
3. Programme de poids sur la lune 96

8
Classes et objets 97

Organiser les choses en classes 98
Enfants et parents 99
Ajouter des objets aux classes 100
Définir des fonctions de classes 101
Ajouter des caractéristiques à une classe avec des fonctions 101
Pourquoi utiliser des classes et des objets ? 103
Objets et classes en images 105
Autres fonctionnalités des objets et des classes 107
Fonctions héritées 107

Fonctions appelant d'autres fonctions 108
Initialiser un objet 110
Ce que tu as appris 111
Puzzles de programmation 111
1. Moulinet de girafe 111
2. Fourche de tortues 112

9
Fonctions intégrées de Python 113

Utiliser des fonctions intégrées 114
La fonction abs 114
La fonction bool 115
La fonction dir 116
La fonction eval 118
La fonction exec 119
La fonction float 120
La fonction int 121
La fonction len 121
Les fonctions max et min 122
La fonction range 123
La fonction sum 125
Manipuler des fichiers 125
Créer un fichier de test 125
Ouvrir un fichier en Python 128
Écrire dans des fichiers 129
Ce que tu as appris 130
Puzzles de programmation 130
1. Code mystère 130
2. Message caché 131
3. Copier un fichier 131

10
Modules utiles de Python 133

Créer des copies avec le module copy 134
Suivre les mots-clés avec le module keyword 137
Nombres aléatoires avec le module random 137
Obtenir un nombre au hasard avec randint 137
Sélectionner un élément au hasard dans une liste avec choice . . . 139
Mélanger les éléments d'une liste avec shuffle 140
Contrôler le shell avec le module sys 140
Quitter le shell Python avec la fonction exit 140
Lire avec l'objet stdin 141

Écrire dans l'objet stdout 141
Connaître la version de Python utilisée. 142
Se jouer du temps avec le module time 142
Convertir une date avec asctime 144
Obtenir la date et l'heure selon le fuseau horaire. 144
Hiberner quelque temps avec sleep 145
Enregistrer des informations avec le module pickle. 146
Ce que tu as appris 147
Puzzles de programmation. 148
1. Copier des voitures 148
2. Objets favoris avec pickle 148

11
Autres graphismes avec la tortue 149

Dessiner un carré, pour commencer 150
Dessiner une voiture. 154
Voir la vie en couleurs 156
Une fonction pour dessiner un cercle plein 157
Dessiner en noir et blanc 158
Fonction de dessin de carré 159
Dessiner des carrés pleins 160
Dessiner des étoiles pleines 162
Ce que tu as appris 163
Puzzles de programmation. 164
1. Dessiner un octogone 164
2. Dessiner un octogone plein 164
3. Autre fonction de dessin d'étoile. 165

12
De meilleurs graphismes avec tkinter 167

Créer un bouton à cliquer. 169
Utiliser des paramètres nommés 171
Créer le canevas de dessin 172
Dessiner des lignes 172
Dessiner des rectangles et des carrés 174
Dessiner de nombreux rectangles 176
Définir la couleur 178
Dessiner des arcs 181
Dessiner des polygones. 183
Afficher du texte 185
Afficher des images. 186
Créer une animation de base 188

Réagir à un événement 191
Autres façons d'utiliser l'identifiant 193
Ce que tu as appris 195
Puzzles de programmation 195
1. Remplir l'écran de triangles 195
2. Le triangle mobile 195
3. La photo mobile 196

PARTIE 2
REBONDIR !

13
Débuter ton premier jeu : Rebondir ! 199

Frapper la balle magique 200
Créer le canevas du jeu. 200
Créer la classe de la balle 201
Ajouter de l'action 204
Déplacer la balle 204
Faire rebondir la balle 206
Changer la direction de départ de la balle. 207
Ce que tu as appris 210

14
Achever ton premier jeu : Rebondir ! 211

Ajouter la raquette 212
Déplacer la raquette 213
Détecter quand la balle touche la raquette 215
Ajouter un facteur chance 218
Ce que tu as appris 222
Puzzles de programmation 222
1. Retarder le début du jeu 222
2. Un véritable « Partie terminée » 223
3. Accélérer la balle 223
4. Enregistrer le score du joueur 223

PARTIE 3
M. FILIFORME COURT VERS LA DROITE

15
Créer les graphismes du jeu M. Filiforme 227

Plan du jeu de M. Filiforme 228
Obtenir Gimp 228
Créer les éléments de jeu 230
Préparer une image à fond transparent 231
Dessiner M. Filiforme 231
Dessiner les plates-formes 234
Dessiner la porte 234
Dessiner l'arrière-plan 235
Gérer la transparence 236
Ce que tu as appris 237

16
Développer le jeu de M. Filiforme 239

Créer la classe Jeu 240
Définir le titre de la fenêtre et créer le canevas 240
Terminer la fonction __init__ 241
Créer la fonction boucle_principale 242
Créer la classe Coords. 244
Vérifier les collisions. 245
Les lutins entrent en collision horizontalement 246
Les lutins entrent en collision verticalement 248
Assembler le tout – Code final de détection de collision. 248
Créer la classe Lutin. 251
Ajouter les plates-formes 252
Ajouter un objet plate-forme. 253
Ajouter d'autres plates-formes 254
Ce que tu as appris 256
Puzzles de programmation. 256
1. Damier 256
2. Damier à deux images alternées 257
3. Étagère et lampe 257

17
Créer M. Filiforme 259
Initialiser le personnage en fil de fer . . . 260
Charger les images du personnage . . . 260
Définir les variables . . . 261
Lier les touches aux actions . . . 262
Tourner le personnage vers la gauche ou la droite . . . 263
Faire sauter le personnage . . . 264
Ce que nous avons jusqu'ici . . . 264
Ce que tu as appris . . . 266

18
Achever le jeu de M. Filiforme 267
Animer le personnage . . . 268
Créer la fonction animer . . . 268
Connaître l'emplacement du personnage . . . 271
Déplacer le personnage . . . 272
Tester le lutin du personnage . . . 280
La porte ! . . . 281
Créer la classe LutinPorte . . . 281
Détecter la porte . . . 282
Ajouter l'objet porte . . . 282
Le jeu final . . . 283
Ce que tu as appris . . . 289
Puzzles de programmation . . . 290
1. Tu as gagné ! . . . 290
2. Animer la porte . . . 290
3. Plates-formes mobiles . . . 290

Conclusion
Et à partir de là ? 291
Programmation graphique et de jeux . . . 292
PyGame . . . 292
Langages de programmation . . . 294
Java . . . 294
C/C++ . . . 294
C# . . . 295
PHP . . . 296
Objective-C . . . 296
Perl . . . 297
Ruby . . . 297

JavaScript 297
Et pour finir. 298

Annexe
Mots-clés de Python 299

AND 300
AS 300
ASSERT. 300
BREAK. 301
CLASS 301
CONTINUE. 302
DEF 303
DEL 303
ELIF. 303
ELSE 304
EXCEPT. 304
FINALLY. 304
FOR 304
FROM. 304
GLOBAL 306
IF 306
IMPORT. 307
IN 307
IS 308
LAMBDA 308
NOT 308
OR 308
PASS 309
RAISE 310
RETURN 311
TRY 311
WHILE. 311
WITH 312
YIELD 312

Glossaire 313

Index 319

AVANT-PROPOS

Pourquoi apprendre la programmation informatique ?

La programmation encourage la créativité, le raisonnement et la résolution de problèmes. Le programmeur a l'opportunité de créer quelque chose à partir de rien, d'utiliser la logique pour transformer les constructions de programmation en une forme que l'ordinateur peut exécuter et, quand les choses ne se passent pas tout à fait comme prévu, d'exploiter ses capacités de résolution pour trouver ce qui ne va pas. La programmation est une activité amusante, parfois pleine de défis, voire quelquefois frustrante – eh oui ! –, et les compétences acquises grâce à elle sont utiles à la fois à l'école et au travail… Même si ta future carrière n'a rien à voir avec l'informatique !

En plus, si tu n'as rien d'autre à faire, la programmation, c'est franchement chouette pour passer un agréable après-midi, alors qu'il ne fait pas beau dehors.

Pourquoi Python ?

Python est un langage de programmation facile à apprendre ; il possède également des caractéristiques réellement utiles pour le programmeur débutant. Le code est assez facile à lire, comparé à d'autres langages de programmation, et il dispose d'une console de commandes interactive pour y entrer tes programmes afin de les voir fonctionner. En plus de sa structure de langage simple et de la console interactive qui facilitent les expériences, Python propose certaines fonctionnalités qui améliorent fortement l'apprentissage et permettent de rassembler des animations simples pour créer tes propres jeux. Parmi celles-ci, on trouve le module turtle, inspiré des célèbres graphismes avec la tortue – il est utilisé par le langage Logo depuis les années 1960 – et conçu pour une utilisation éducative. Il y a aussi le module tkinter qui permet de créer des interfaces graphiques évoluées grâce à la bibliothèque Tk.

Comment apprendre à programmer ?

Comme pour tout ce que tu essaies pour la première fois, il vaut mieux toujours débuter par les bases. Donc, commence par les premiers chapitres et résiste à l'envie de sauter directement aux derniers. Personne ne peut jouer une symphonie du premier coup, simplement en prenant un instrument. Les élèves pilotes d'avion ne commencent pas à piloter un avion tant qu'ils n'ont pas compris et assimilé les commandes essentielles. Les gymnastes ne sont (généralement) pas capables de réaliser des saltos arrière dès leur premier essai. Si tu passes trop vite à la suite, non seulement tu n'auras pas en tête les idées de base mais, en plus, le contenu des chapitres suivants te paraîtra plus compliqué qu'il ne l'est réellement.

À mesure que tu avances dans ta lecture, essaie chacun des exemples proposés pour voir comment ils fonctionnent. À la fin de la plupart des chapitres, tu trouveras des puzzles de programmation. Essaie de les réaliser et de les résoudre, car ils t'aideront à améliorer tes connaissances en programmation. Retiens que plus tu assimiles les bases, plus il te sera facile de comprendre les idées plus complexes qui suivront.

Si tu rencontres des choses frustrantes ou trop complexes à résoudre, voici quelques pistes qui te seront très utiles.

1. Découpe un problème en parties plus petites. Essaie de comprendre ce que chaque petit extrait de code fait, ou réfléchis à une seule partie d'une idée difficile (concentre-toi sur une portion de code au lieu d'essayer de comprendre tout en même temps).
2. Si cela ne suffit pas à t'aider, le mieux est souvent de laisser un moment le problème de côté. Dors dessus et reviens-y un autre jour. Souvent, cette méthode aide à résoudre de nombreux problèmes, et elle est particulièrement utile pour les programmeurs.

À qui est destiné ce livre ?

Ce livre a été rédigé pour toute personne qui s'intéresse à la programmation, qu'il s'agisse d'un enfant ou d'un adulte approchant la programmation pour la première fois. Si tu veux apprendre à rédiger tes propres logiciels, au lieu de simplement utiliser les programmes réalisés par d'autres, *Python pour les kids* constitue un excellent point de départ.

Dans les chapitres suivants, tu trouveras des informations pour installer Python, démarrer la console et réaliser des calculs simples, afficher du texte à l'écran, créer des listes, réaliser des opérations élémentaires de contrôle de flux à l'aide des instructions `if`, ainsi que des boucles `for`. Au passage, tu comprendras ce que signifient les instructions `if` et les boucles `for` ! Tu apprendras à réutiliser du code dans des fonctions, les éléments fondamentaux des classes et des objets, ainsi que les descriptions de quelques-uns des nombreux modules et fonctions intégrés dans Python.

Des chapitres inspectent les graphismes à l'aide de la tortue, sous forme simple ou plus évoluée, ainsi que l'utilisation du module `tkinter` pour dessiner à l'écran de l'ordinateur. À la fin de nombreux chapitres, les puzzles de programmation de complexité variée sont là pour graver dans le marbre les nouvelles connaissances acquises, en te poussant à rédiger par toi-même de petits programmes.

Ensuite, lorsque tu auras construit tes connaissances fondamentales de la programmation, tu apprendras à écrire tes propres jeux. Tu développeras deux jeux graphiques pour maîtriser la détection de collision, les événements et les différentes techniques d'animation.

Les exemples de ce livre utilisent pour la plupart la console d'environnement d'exécution d'IDLE (qui signifie « environnement de développement intégré »), intégrée à Python. IDLE fournit ce qu'on appelle la « coloration syntaxique », le copier-coller (comme quand tu copies et colles dans les autres applications) et une fenêtre d'éditeur où tu peux enregistrer du code pour plus tard. C'est donc à la fois un environnement interactif pour l'expérimentation et une sorte d'éditeur de texte. Les exemples proposés fonctionnent aussi parfaitement dans une console standard et un éditeur de texte traditionnel, mais la coloration syntaxique d'IDLE et son environnement légèrement plus convivial facilitent la compréhension ; c'est pourquoi le tout premier chapitre te montre comment le mettre en place.

Que contient ce livre ?

Voici un bref aperçu de ce que tu trouveras dans cet ouvrage.

- Le chapitre 1 forme une introduction à la programmation, avec des instructions pour installer Python pour la première fois.
- Le chapitre 2 présente les calculs de base et les variables, tandis que le chapitre 3 décrit certains types fondamentaux de Python, comme les chaînes, les listes et les *tuples*.
- Le chapitre 4 propose un avant-goût du module `turtle`. On saute de la programmation élémentaire au déplacement d'une tortue, sous la forme d'une flèche à l'écran.
- Le chapitre 5 examine les variantes des conditions et de l'instruction `if`, puis le chapitre 6 évalue les boucles `for` et `while`.
- Au chapitre 7, tu commences à utiliser et à créer des fonctions puis, au chapitre 8, tu examines les classes et les objets. Tu abordes suffisamment d'idées de base pour assimiler certaines techniques de programmation dont tu auras besoin dans les chapitres de développement de jeux, qui viennent plus tard dans le livre. À ce stade, la matière commence à devenir plus compliquée.
- Le chapitre 9 passe en revue les principales fonctions intégrées de Python et le chapitre 10 poursuit avec quelques modules

(essentiellement des conteneurs de fonctionnalités utiles), installés par défaut avec le langage.

- Le chapitre 11 revient sur le module `turtle` et propose d'essayer quelques formes plus complexes. Le chapitre 12 aborde l'utilisation du module `tkinter` pour créer des graphismes encore plus évolués.
- Aux chapitres 13 et 14, tu réalises ton premier jeu, « Rebondir ! », qui se fonde sur les connaissances acquises dans les chapitres précédents. Aux chapitres 15 à 18, tu crées un autre jeu, « M. Filiforme court vers la sortie ». Ces chapitres devraient te poser quelques petits soucis ; alors, si rien ne va, télécharge le code à partir du site d'accompagnement et compare ton code à ces exemples qui fonctionnent.
- Dans la postface, nous jetons un coup d'œil à la boîte à outils `PyGame` et à d'autres langages de programmation fort appréciés.
- Enfin, dans l'annexe, nous reprenons en détail les mots-clés de Python et le glossaire propose des définitions des termes informatiques (**en gras dans le texte**) utilisés tout au long de ce livre.

Site d'accompagnement

Si tu as besoin d'aide au cours de ta lecture, essaie d'aller voir du côté du site web d'accompagnement, à l'adresse http://www.editions-eyrolles.com/go/pykids. Tu y trouveras des téléchargements pour tous les exemples du livre et d'autres puzzles de programmation, ainsi que les solutions des puzzles de programmation, au cas où tu te sentirais perdu ou si tu veux comparer tes solutions avec celles proposées.

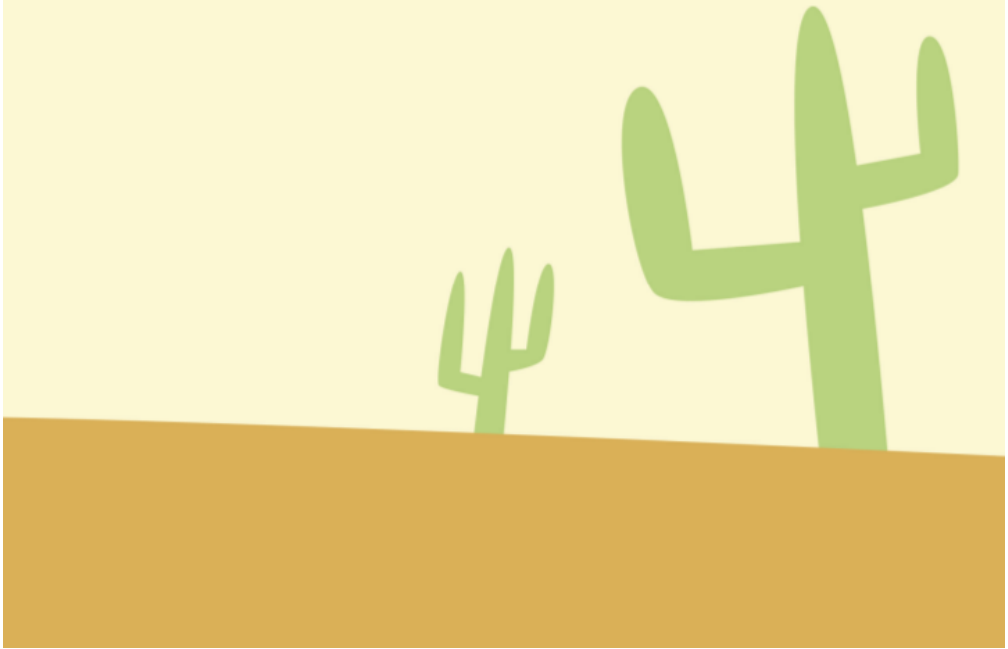
Amuse-toi bien !

À mesure que tu avances dans ce livre, rappelle-toi que la programmation peut être divertissante et qu'il ne faut pas la considérer comme du travail. Pense à la programmation comme à une manière de créer certains jeux et applications amusants, que tu pourras partager avec tes amis par exemple.

Apprendre à programmer constitue un formidable exercice mental et les résultats peuvent être très gratifiants, c'est-à-dire qu'ils t'apporteront beaucoup de satisfaction. Par-dessus tout, quoi que tu fasses, amuse-toi bien !

PARTIE 1

APPRENDRE À PROGRAMMER



1

LES SERPENTS RAMPENT, MAIS PAS TOUS

Un **programme** informatique est un ensemble d'instructions qui font **exécuter** certaines actions par un ordinateur. Ce n'est pas la partie matérielle, physique de l'ordinateur (comme les fils, les cartes, le disque dur, et ainsi de suite), mais le « truc » caché qui fonctionne grâce à ce matériel. Un programme informatique, ou simplement programme comme nous le nommerons généralement, constitue l'ensemble des commandes qui indiquent à ce matériel muet ce qu'il doit faire. Un **logiciel** est une série, une « collection » de programmes.

Sans les programmes, presque tous les appareils que tu utilises tous les jours s'arrêteraient de fonctionner ou seraient tout simplement beaucoup moins utiles. D'une manière ou d'une autre, les programmes contrôlent non seulement ton ordinateur, mais également les consoles de jeux, les jeux vidéo, les téléphones portables et les systèmes GPS des voitures. Les logiciels contrôlent aussi des appareils moins évidents, comme les écrans plats des télévisions et leurs télécommandes, ainsi que des radios, des lecteurs DVD, des fours et même certains réfrigérateurs récents. Même les moteurs des voitures, les feux tricolores sur les routes, les éclairages publics, les feux de signalisation des trains, les panneaux d'affichage électroniques et les ascenseurs sont contrôlés par des programmes.

Les **programmes** sont un peu comme les pensées. Si tu ne pensais pas, tu resterais probablement assis sur le sol, le regard vide, à te baver sur le T-shirt (beurk !). Ta pensée « lève-toi » est une instruction, ou une commande, qui ordonne à ton corps de te lever sur tes deux jambes. De la même façon, les programmes indiquent aux ordinateurs ce qu'ils doivent faire.

Si tu sais écrire des programmes informatiques, tu peux réaliser toutes sortes de choses. Évidemment, tu n'es peut-être pas capable d'écrire des programmes pour contrôler des voitures, des feux de signalisation ou ton réfrigérateur (du moins pas tout au début), mais tu peux déjà réaliser des pages web, tes propres jeux ou même un programme pour t'aider à faire tes devoirs !

Quelques mots à propos du langage

Comme les humains, les ordinateurs emploient plusieurs langues pour communiquer ; dans leur cas, nous parlons de « langages de programmation ». Un langage de programmation est simplement une façon particulière de parler à un ordinateur, une manière d'utiliser des instructions comprises à la fois par lui et les humains.

Certains langages de programmation portent le nom de personnes (comme Ada et Pascal), d'autres sont construits à partir d'acronymes (comme Basic et Fortran). Le nom Python trouve son origine dans une série télévisée humoristique britannique des années 1970, franchement burlesque (*non-sense*, comme disent les Anglais), qui s'intitulait *Monty Python's Flying Circus*, ce qui n'a donc rien à voir avec le serpent !

Le langage de programmation Python possède quelques caractéristiques qui le rendent extrêmement utile pour les débutants. La plus importante vient du fait qu'il te permet d'écrire vraiment rapidement

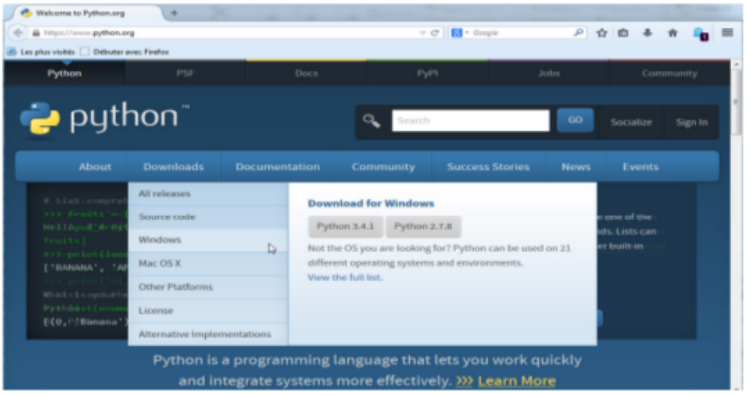
des **programmes** simples mais efficaces. Python ne possède que peu de symboles compliqués, comme les accolades ({ }), le dièse (#) et le symbole dollar ($), qui rendent les autres langages de programmation si difficiles à lire et, donc, moins conviviaux pour les débutants.

Installer Python

L'**installation** de Python est assez simple. Nous verrons comment procéder pour Windows 7 (ou 8), Mac OS X et Linux (Ubuntu). Lors de son installation, tu devras aussi créer un raccourci pour le programme IDLE, un environnement de développement intégré qui aide à rédiger des programmes en Python. Si ce langage est déjà installé sur ton ordinateur, va directement à la section « Dès que Python est installé » (page 17).

Installer Python sous Windows 7 (ou 8)

Pour installer Python sous Microsoft Windows 7 (ou 8), utilise un navigateur web. Rends-toi à l'adresse http://www.python.org et télécharge le dernier installeur de Python 3 pour Windows. Cherche le menu `Download` (qui signifie « télécharger »), puis place ta souris dessus pour voir se dérouler le menu correspondant. Le bouton `Python 3.4.1` te permet de télécharger l'installeur pour Windows. Une version plus récente de Python existe peut-être : préfère-la.

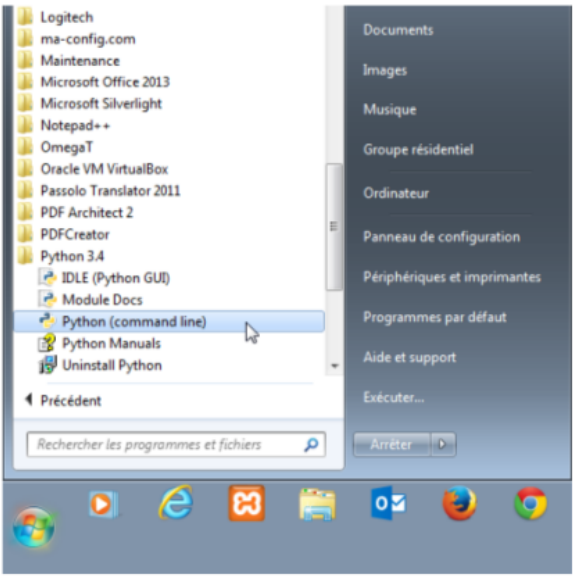


NOTE *La version exacte de Python que tu télécharges importe peu, pourvu qu'elle commence par le chiffre 3, soit ici 3.4.1.*

Lorsque le téléchargement de l'installeur pour Windows est terminé, double-clique sur son icône et suis les instructions pour installer Python à son emplacement par défaut. Voici comment procéder.

1. Sélectionne `Install for All Users`, puis clique sur `Next` (suivant).
2. Accepte le dossier d'installation proposé par défaut ; n'oublie pas de noter son nom (probablement `C:\Python34` ou `C:\Python35`). Clique sur `Next`.
3. Ignore la partie `Customize Python` de l'installation et clique sur `Next`.

À la fin du processus d'installation, tu devrais disposer d'une entrée `Python 3` dans ton menu `Démarrer>Tous les programmes` :

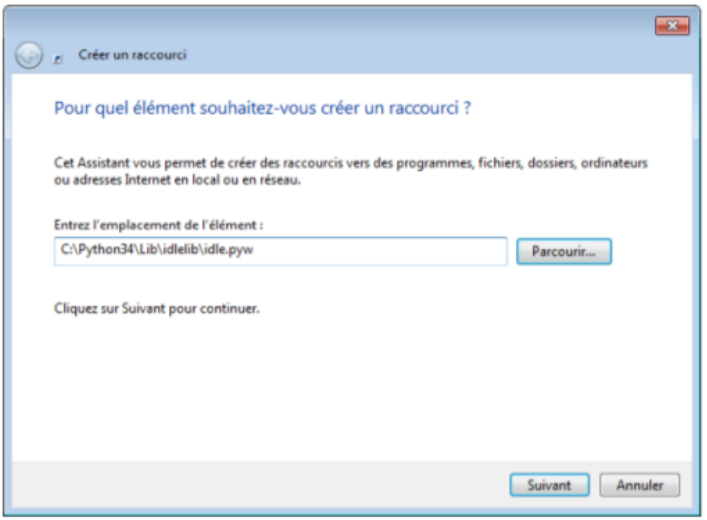


Suis ensuite les étapes ci-après pour ajouter le raccourci `Python 3` sur ton Bureau.

1. Clique droit sur le Bureau et sélectionne `Nouveau>Raccourci` dans le menu contextuel.
2. Saisis ce qui suit dans la case `Entrez l'emplacement de l'élément` (vérifie que le dossier que tu entres est bien celui que tu as noté précédemment).

```
c:\Python34\Lib\idlelib\idle.pyw
```

Voici la boîte de dialogue qui doit apparaître :



3. Clique sur **Suivant** pour aller dans la suite de la boîte de dialogue.
4. Saisis le nom **IDLE**, puis clique sur **Terminer** pour créer le raccourci.

Maintenant, passe à la section « Dès que Python est installé » (page 17) pour tes premiers essais.

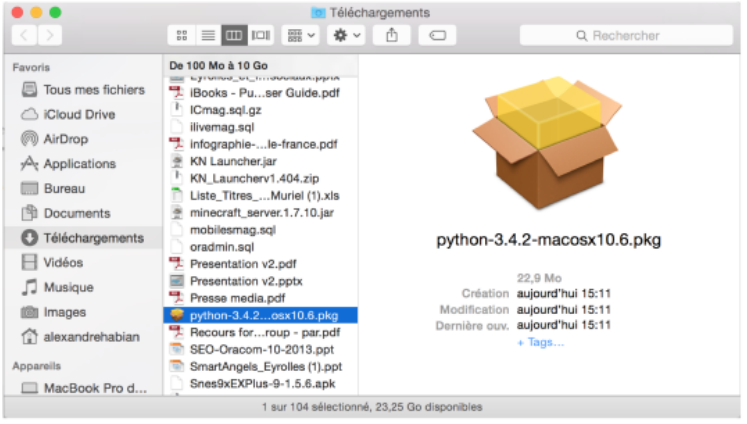
Installer Python sur Mac OS X

Si tu utilises un Mac, Python y est très probablement déjà installé, mais il s'agit sans doute d'une ancienne version du langage. Pour vérifier que tu disposes bien de la dernière, ouvre le navigateur web et va à l'adresse www.python.org pour télécharger le dernier installeur pour Mac. Clique sur le menu **Downloads**, puis sur **Mac OS X**. La page suivante te donne accès à la dernière version, **Latest Python 3 Release**. C'est celle qu'il te faut.

Deux installeurs différents sont disponibles. Celui que tu choisiras dépend de la version de Mac OS X dont tu disposes. Pour la connaître, clique sur l'icône **Apple** dans la barre de menus du haut, puis clique sur **À propos de ce Mac**. Choisis un installeur comme suit.

- Si tu utilises une version de Mac OS X comprise entre 10.3 et 10.5, choisis la version 32 bits de Python 3 pour i386/PPC.
- Si tu utilises une version 10.6 ou supérieure, sélectionne la version 64 bits/32 bits de Python pour x86-64.

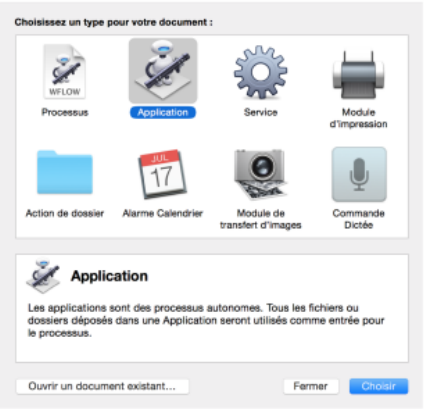
Dès que le téléchargement du fichier est terminé (il affiche l'extension de fichier `.pkg`), double-clique dessus. Tu peux alors voir une fenêtre qui montre le contenu du fichier :



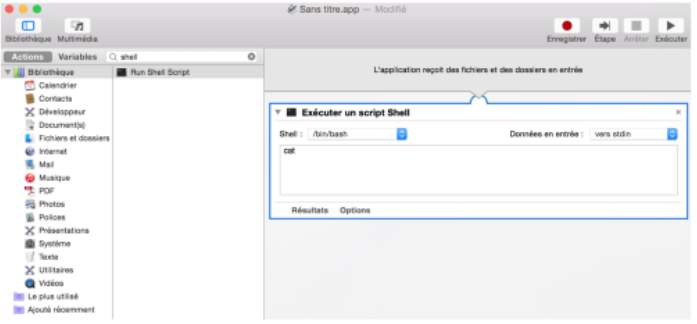
Dans cette fenêtre, double-clique sur `Python-TonNumérodeVersion.pkg`, puis suis les instructions pour installer le logiciel. À un moment, tu seras invité à entrer le mot de passe d'administrateur du Mac pour que Python puisse s'installer ; si tu ne le connais pas, demande à tes parents de le saisir.

Il te faut ensuite ajouter un script au Bureau pour lancer l'application IDLE de Python.

1. Clique sur l'icône `Spotlight`, la petite loupe dans le coin supérieur droit de l'écran.
2. Dans la boîte de dialogue qui s'affiche, saisis `Automator`.
3. Clique sur l'application en forme de robot, lorsqu'elle apparaît dans le menu. Elle se trouve dans une section nommée `Applications`.
4. Lorsque l'Automator démarre, sélectionne le modèle `Application` :



5. Clique sur `Choisir` pour poursuivre.
6. Parmi les actions listées, cherche `Run Shell Script` et glisse-le dans le volet vide de droite. Tu obtiens quelque chose comme ce qui suit :



7. Dans la zone de texte, tu peux voir le mot `cat`. Sélectionne-le et remplace-le par le texte suivant (tout, depuis `open` jusque `args`) :

```
open -a "/Applications/Python 3.4/IDLE.app" --args
```

Ensuite, tu devras peut-être changer le nom de **dossier**, selon la version de Python installée.

1. Clique sur `Fichier>Enregistrer` et entre le nom `IDLE` au moment de l'enregistrement du raccourci.

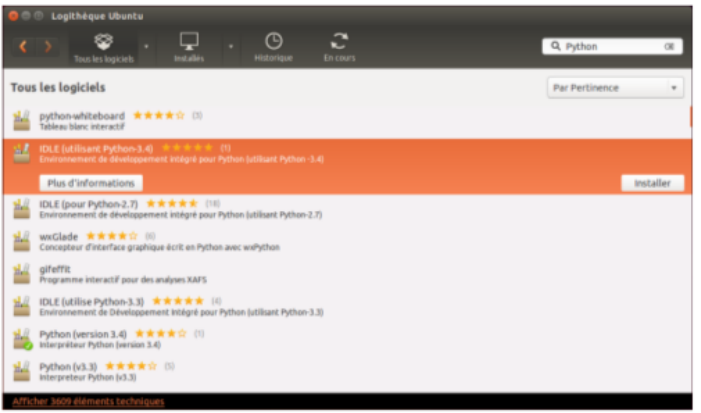
2. Sélectionne `Bureau` dans la boîte de dialogue `Emplacement`, puis clique sur `Enregistrer`.

À présent, passe à la section « Dès que Python est installé » (page 17) pour tes premiers essais.

Installer Python sous Linux (Ubuntu)

Python est préinstallé avec la distribution de Linux (Ubuntu), mais très probablement avec une ancienne version. Les étapes suivantes expliquent comment installer Python 3 sous Ubuntu 14.x.

1. Clique sur le bouton de la Logithèque Ubuntu dans la barre de lanceurs latérale (l'icône ressemble à un sac orange – si tu ne la trouves pas, tu peux toujours cliquer sur l'icône du tableau de bord et saisir `Logiciel` dans la case de recherche).
2. Entre `Python` dans la case de recherche du coin supérieur droit de la Logithèque Ubuntu.
3. Dans la liste de logiciels qui s'affiche, sélectionne la dernière version d'IDLE, qui apparaît sous le nom `IDLE (utilisant Python-3.4)` dans l'exemple.



4. Clique sur `Installer`.
5. Saisis le mot de passe d'administration pour permettre l'installation du logiciel (si tu ne le connais pas, demande à tes parents de le saisir), puis clique sur `S'authentifier`.

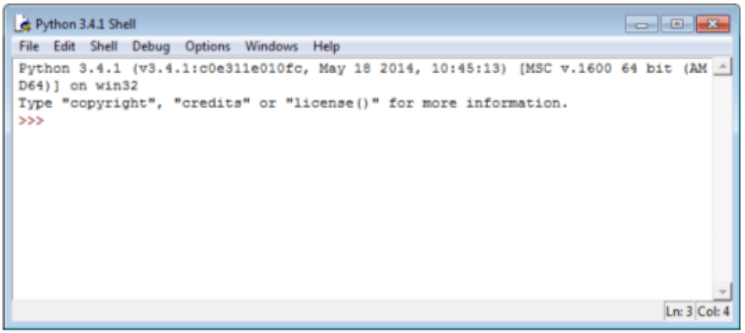
NOTE *Dans certaines versions de Linux, il se peut que tu ne puisses voir que la version Python (v3.3) dans le menu principal (au lieu d'IDLE). Tu peux installer cette version à la place.*

Maintenant que tu disposes de la dernière version de Python installée sur l'ordinateur, nous pouvons l'essayer.

Dès que Python est installé

À ce stade, tu devrais voir une icône `IDLE` sur le Bureau de Windows ou de Mac OS X. Si tu utilises Ubuntu, dans la barre de lanceurs apparaît l'icône `IDLE (using Python-3.4)`. Sous d'autres distributions de Linux, dans le menu `Applications`, il y a normalement un nouveau groupe intitulé `Programmation`, qui contient l'application `IDLE (using Python-3.4)` (ou une version plus récente).

Double-clique sur l'icône ou clique sur l'option de menu pour voir s'afficher la fenêtre suivante :



Cette fenêtre porte le doux nom de **shell Python** ou d'environnement d'exécution de Python. Elle fait partie de l'environnement de développement intégré du langage. Les trois symboles « plus grand que » (`>>>`) sont ce que nous appelons l'« invite de commande ».

Essayons d'entrer quelques commandes à l'invite. Commençons par celle-ci :

```
>>> print("Bonjour tout le monde")
```

Vérifie bien que tu écris les guillemets (" "). Appuie sur la touche Entrée du clavier après avoir entré toute la ligne. Si tu as saisi la commande correctement, tu devrais obtenir ceci (la partie en bleu) :

```
>>> print("Bonjour tout le monde")
Bonjour tout le monde
>>>
```

L'invite de commande réapparaît pour te faire savoir que le **shell Python** est prêt à recevoir d'autres commandes.

Félicitations ! Tu as créé ton premier programme. Le mot `print` est une commande de Python que nous désignons sous le nom de **fonction**. Celle-ci imprime, ou plutôt affiche à l'écran, tout ce qui se trouve entre les parenthèses. En fait, tu as donné à l'ordinateur l'instruction d'afficher les mots `Bonjour tout le monde` ; l'ordinateur et toi pouvez tous deux comprendre cette instruction.

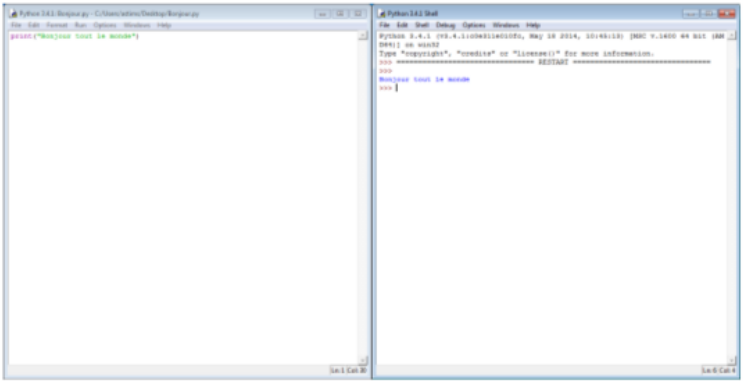
Enregistrer des programmes Python

Les programmes ne seraient pas vraiment utiles s'il fallait que tu les réécrives chaque fois que tu veux les utiliser, même si tu les imprimes sur papier pour pouvoir te les rappeler par la suite. Bon, si la réécriture est possible pour de très courtes suites d'instructions, des programmes plus longs, comme un traitement de texte, peuvent contenir des millions de lignes de code. Si tu imprimes ces lignes de programme sur papier, tu te retrouveras vite avec plus de 100 000 pages ! Imagine que tu doives les entreposer à la maison, en espérant qu'un courant d'air ne vienne pas les faire s'envoler…

Heureusement, tu peux enregistrer tes programmes pour les réutiliser plus tard. Il suffit d'ouvrir une fenêtre IDLE. Pour cela, dans le menu du shell, clique sur `File>New File` (cela signifie `Fichier>Nouveau fichier`). Une nouvelle fenêtre apparaît, avec `*Untitled*` dans la barre de titre. Entre la ligne suivante dans cette fenêtre :

```
print("Bonjour tout le monde")
```

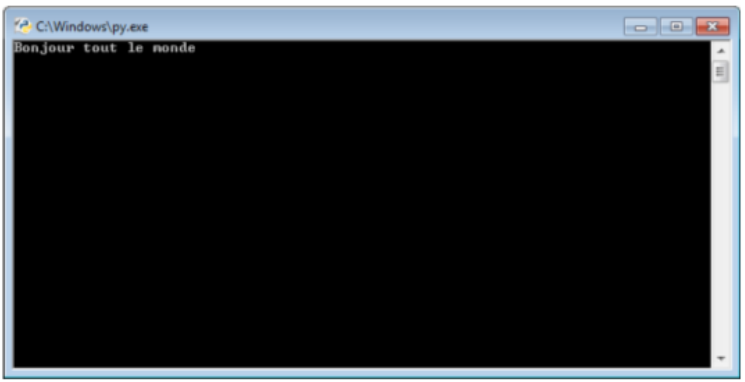
À présent, clique sur `File>Save`(qui signifie `Fichier>Enregistrer`). Lorsque la **boîte de dialogue** te demande un nom de fichier, saisis `Bonjour.py` et navigue jusqu'à ton Bureau. Clique ensuite sur `Enregistrer`. Il reste à **exécuter** *(run)* le programme : clique sur le menu `Run>Run Module`. Avec un peu de chance, le programme enregistré s'exécute et tu obtiens ceci (fenêtre de droite) :



À ce stade, si tu décides de fermer la fenêtre du shell mais de laisser la fenêtre `Bonjour.py` ouverte, il te suffit de cliquer de nouveau sur `Run>Run Module` pour voir réapparaître le shell Python et le programme s'y exécuter de nouveau. Pour rouvrir le shell Python sans exécuter le programme, clique sur le menu `Run>Python shell`.

Après l'exécution du code, une nouvelle icône apparaît sur ton Bureau, nommée `Bonjour.py`. Si tu double-cliques dessus, une fenêtre à fond noir s'affiche brièvement, puis disparaît. Que s'est-il passé ?

Tu viens d'entrevoir la console en ligne de commande – ou tout simplement console (semblable au **shell**) –, qui démarre, affiche `Bonjour tout le monde`, puis quitte et disparaît. Voici ce que tu aurais pu voir si tu avais été un super-héros avec une vision plus rapide que l'éclair, avant que la fenêtre ne disparaisse :



Outre les menus des fenêtres, tu peux aussi utiliser des raccourcis clavier, c'est-à-dire des combinaisons de touches du clavier, pour créer une nouvelle fenêtre de shell, enregistrer un fichier et exécuter un programme.

- Sous Windows et Ubuntu, `Crtl+N` (appuie simultanément sur ces deux touches) ouvre une nouvelle fenêtre de shell ; `Ctrl+S` enregistre le fichier en cours lorsque tu as terminé de le modifier ; `F5` lance l'exécution du programme en cours.
- Sous Mac OS X, utilise `⌘-N` pour ouvrir une nouvelle fenêtre de shell ; `⌘+S` enregistre le fichier en cours ; pour exécuter le programme, appuie sur la touche `Fn` (fonction) et maintiens-la enfoncée, puis presse `F5`.

Ce que tu as appris

Dans ce chapitre, nous avons commencé par des choses simples, avec l'application `Bonjour tout le monde` – c'est en fait le programme essayé par presque tout le monde lors de la découverte d'un nouveau langage de programmation informatique. Au chapitre suivant, nous réaliserons des choses un peu plus utiles à partir du shell Python.

2

CALCULS ET VARIABLES

À présent, Python est installé et tu sais comment démarrer son shell. C'est donc le moment d'en faire quelque chose. Nous allons débuter avec des calculs simples, puis évoluer vers les variables. Les variables fournissent une manière de stocker des choses dans un programme et aident à écrire des programmes vraiment utiles.

Calculer avec Python

Pour trouver le produit de deux nombres, par exemple 8 × 3,57, il te faut probablement prendre une calculatrice ou une feuille et un stylo. Et si tu utilisais le **shell Python** pour effectuer ce calcul ? Essayons.

Démarre le shell : double-clique sur l'icône `IDLE` sur le Bureau ou, si tu utilises Ubuntu, sur l'icône `IDLE` dans le lanceur. À l'invite de commande, entre cette opération :

```
>>> 8 * 3.57
28.56
```

Pour multiplier deux nombres en Python, il faut utiliser l'astérisque (*) au lieu du signe de multiplication habituel (×). Note aussi que le nombre 3,57 s'écrit 3.57, avec un point décimal au lieu de la virgule.

Voyons ce que donne un calcul un peu plus utile.

Imaginons que tu creuses dans le fond du jardin et que tu y trouves un sac contenant 20 pièces d'or. Le lendemain, tu te faufiles à la cave pour les placer dans la machine à dupliquer à vapeur de ton génial inventeur de grand-père (par chance, les 20 pièces y rentrent parfaitement). Tu entends un sifflement et quelques bruits bizarres et, quelques heures plus tard, en sortent 10 nouvelles pièces étincelantes de plus.

Combien de pièces aurais-tu dans ton coffre à trésor si tu faisais cela pendant un an ? Sur le papier, les formules pour le calculer ressembleraient à ceci :

10 × 365 = 3 650 et 20 + 3 650 = 3 670

Bien évidemment, ces calculs sont faciles à effectuer avec une calculatrice ou sur papier, mais tu peux tout aussi bien les réaliser avec le shell Python. D'abord, il faut multiplier les `10` pièces par les `365` jours de l'année pour obtenir `3650`, puis additionner les `20` pièces initiales à ce résultat pour obtenir `3670`.

```
>>> 10 * 365
3650
>>> 20 + 3650
3670
```

Et maintenant, que se passe-t-il si un corbeau découvre ton trésor et entre chaque semaine dans ta chambre pour voler 3 pièces ?

Au bout d'une année de ce jeu-là, combien te resterait-il de pièces ? Voici à quoi ressemblent les calculs dans le shell :

```
>>> 3 * 52
156
>>> 3670 - 156
3514
```

D'abord, il faut multiplier `3` par les `52` semaines d'une année, ce qui donne `156` pièces volées. Ensuite, ce nombre doit être soustrait du total de pièces que tu avais (`3670`) ; il te resterait `3514` pièces à la fin de l'année.

Ceci est un programme très simple. Dans ce livre, tu apprendras à étendre de telles idées pour écrire des programmes certainement plus utiles.

Les opérateurs de Python

Dans le shell Python, il est possible de faire des multiplications, des additions, des soustractions et des divisions, parmi bien d'autres opérations mathématiques que nous n'allons pas aborder tout de suite. Les symboles de base utilisés par Python pour les effectuer s'appellent des **opérateurs**. Le tableau 2-1 les énumère.

Tableau 2-1. Opérateurs de base de Python

Symbole	Opération
+	Addition
-	Soustraction
*	Multiplication
/	Division

La barre oblique (/) sert pour la division, parce qu'elle ressemble à la barre que tu utilises quand tu veux représenter une fraction. Si, par exemple, tu as 100 pirates et 20 gros barils, et que tu veux compter le nombre de pirates qui peuvent se cacher dans chacun, tu divises 100 par 20 (100 ÷ 20) en écrivant dans le shell de Python 100 / 20. Retiens que la barre oblique est celle qui s'incline vers la droite.

L'ordre des opérateurs

Dans un langage de programmation, nous nous servons souvent des parenthèses pour contrôler l'ordre des opérations. Tout ce qui utilise un opérateur est appelé une « opération ». La multiplication et la division ont un ordre plus élevé que l'addition et la soustraction, ce qui signifie qu'elles sont effectuées en premier. Autrement dit, quand tu saisis une formule de calcul en Python, les multiplications et les divisions ont lieu avant les additions et les soustractions.

Ainsi, pour traduire le calcul de l'exemple suivant, il faut dire « multiplier 30 par 20, puis ajouter 5 au résultat (605) » :

```
>>> 5 + 30 * 20
605
```

Pour changer l'ordre des opérations, il faut ajouter des parenthèses, par exemple autour des deux premiers nombres :

```
>>> (5 + 30) * 20
700
```

Le résultat du calcul est 700 et non plus 605 : les parenthèses indiquent à Python qu'il faut d'abord effectuer l'opération à l'intérieur et, ensuite seulement, l'opération en dehors de celles-ci. Cet exemple signifie « ajouter 5 à 30, puis multiplier le tout par 20 ».

Il est possible d'imbriquer les parenthèses, c'est-à-dire de les placer les unes à l'intérieur des autres, comme ici :

```
>>> ((5 + 30) * 20) / 10
70.0
```

Dans ce cas, Python évalue (ou calcule) d'abord le contenu des parenthèses les plus à l'intérieur, puis celles les plus à l'extérieur, pour terminer avec l'opérateur de division.

Autrement dit, cette formule demande « d'ajouter 5 à 30, puis de multiplier le résultat par 20, puis de diviser le tout par 10 ». Si on la décompose en étapes, cela donne ceci :

- l'ajout de 5 à 30 donne 35 ;
- la multiplication de 35 par 20 donne 700 ;
- la division de 700 par 10 donne la réponse finale, 70.

Si nous n'avions pas utilisé de parenthèses, le résultat aurait été assez différent :

```
>>> 5 + 30 * 20 / 10
65.0
```

Ici, 30 est d'abord multiplié par 20 (= 600), puis 600 est divisé par 10 (= 60) et, enfin, 5 est ajouté au tout pour obtenir 65.

ATTENTION *Retiens que la multiplication et la division ont toujours lieu avant l'addition et la soustraction, à moins que des parenthèses ne soient là pour contrôler l'ordre des opérations.*

Les variables sont comme des étiquettes

En programmation, une **variable** décrit un endroit où ranger des informations telles que des nombres, du texte, des listes de nombres et de texte, et ainsi de suite. Une variable peut être aussi vue comme une étiquette qui désigne quelque chose.

Par exemple, pour créer une variable nommée `fred`, nous utilisons le signe égal (`=`), suivi de l'information que la variable désigne (ou « étiquette »). Dans ce qui suit, nous créons la variable `fred` et nous indiquons à Python qu'elle étiquette le nombre `100`, ce qui ne veut pas dire qu'une autre variable ne peut pas aussi avoir la même valeur :

```
>>> fred = 100
```

Pour savoir quelle valeur une variable étiquette, tape `print` dans le shell, suivi du nom de la variable entre parenthèses, comme ceci :

```
>>> print(fred)
100
```

Tu peux aussi dire à Python de modifier la variable `fred` pour qu'elle désigne une autre valeur, ici la valeur `200` :

```
>>> fred = 200
>>> print(fred)
200
```

À la première ligne, nous disons que `fred` désigne le nombre `200`. À la deuxième, nous demandons ce que désigne `fred`, juste pour vérifier que la modification a bien eu lieu. Python affiche le résultat à la dernière ligne.

Il est aussi possible d'utiliser plusieurs étiquettes (ou variables) pour désigner la même valeur :

```
>>> fred = 200
>>> jean = fred
>>> print(jean)
200
```

Dans cet exemple, nous indiquons à Python d'étiqueter avec le nom (de variable) `jean` la même chose que `fred` à l'aide du signe `=` entre `jean` (à gauche) et `fred` (à droite).

Ceci dit, `fred` n'est pas un nom très utile pour une variable, parce qu'il ne nous dit pas grand-chose à propos de l'usage que nous comptons en faire. Ce serait beaucoup mieux d'appeler notre variable `nombre_de_pieces`, par exemple, au lieu de `fred` :

```
>>> nombre_de_pieces = 200
>>> print(nombre_de_pieces)
200
```

C'est bien plus clair puisque, à l'évidence, nous parlons de 200 pièces.

Les noms de **variables** peuvent comporter des lettres, des chiffres et le caractère souligné (_), mais ils ne commencent pas par un nombre. Tu peux tout utiliser pour former des noms de variables : d'une simple lettre (comme `a`) jusqu'à de longues phrases, mais évite les caractères accentués du français (`é`, `à`, `è`, etc.). Un nom de variable ne contient jamais d'espace ; utilise donc le caractère de soulignement pour séparer les mots. Parfois, pour faire quelque chose de rapide, un nom de variable court est préférable. Le nom que tu choisiras dépend en fait de ce que tu veux qu'il désigne et de la façon dont tu veux l'utiliser dans le code.

Maintenant que tu sais comment créer des variables, voyons comment les employer.

Utiliser les variables

Te rappelles-tu les calculs que nous avons effectués pour connaître le nombre de pièces que tu aurais à la fin de l'année si tu pouvais en créer de nouvelles avec la géniale invention de ton grand-père ? Nous avions cette suite d'opérations :

```
>>> 20 + 10 * 365
3670
>>> 3 * 52
156
>>> 3670 - 156
3514
```

qui peuvent se transformer en une seule ligne de code :

```
>>> 20 + 10 * 365 - 3 * 52
3514
```

À présent, si nous changions les nombres en variables ? Essaie d'entrer ce qui suit :

```
>>> pieces_trouvees = 20
>>> pieces_magiques = 10
>>> pieces_volees = 3
```

Ces trois lignes créent les variables `pieces_trouvees`, `pieces_magiques` et `pieces_volees`.

Dès lors, nous pouvons récrire la formule comme ceci :

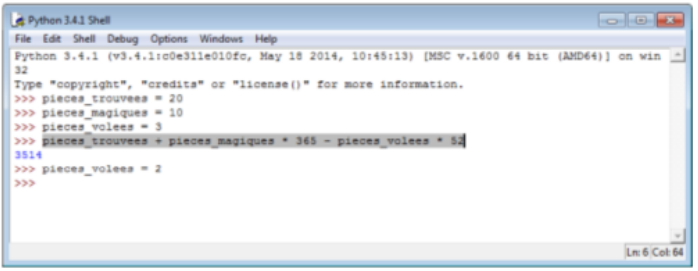
```
>>> pieces_trouvees + pieces_magiques * 365 - pieces_volees * 52
3514
```

Tu constates que tu obtiens la même réponse ; quel est donc l'intérêt ? En fait, tout réside dans la magie des variables. Que se passerait-il si tu plaçais un épouvantail devant ta fenêtre et si le corbeau ne pouvait plus voler que deux pièces au lieu de trois ? Comme tu utilises une variable, il suffit d'en changer le contenu pour qu'elle contienne le nouveau nombre et, ensuite, sa valeur sera changée partout où elle est utilisée dans la formule. Pour modifier en 2 le contenu de la variable `pieces_volees`, entre :

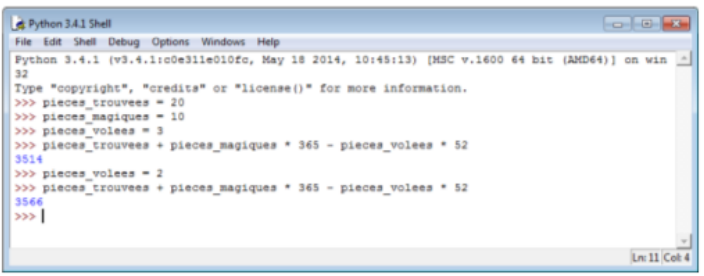
```
>>> pieces_volees = 2
```

Ensuite, nous pouvons copier-coller la formule de calcul pour obtenir le nouveau résultat. Voici comment procéder.

1. Sélectionne d'abord le texte à copier : clique avec la souris au début de la ligne (après les >>>) et maintiens le bouton pressé, tout en déplaçant la souris jusqu'à la fin de la ligne, comme montré ici.



2. Presse et maintiens la touche `Ctrl` enfoncée (ou la touche `⌘` si tu utilises un Mac), presse en même temps la touche `C` pour copier le texte sélectionné (nous écrirons toujours `Ctrl+C` pour désigner cette opération).
3. Clique dans la dernière ligne d'invite de commande, celle après `pieces_volees = 2`.
4. Maintiens de nouveau la touche `Ctrl` enfoncée et, en même temps, appuie sur `V` pour coller le texte sélectionné (nous écrirons `Ctrl+V`).
5. Appuie sur `Entrée` pour voir le résultat du nouveau calcul.



N'est-ce pas bien plus facile que de retaper à la main toute la formule ?

De la même manière, tu peux essayer de modifier les autres variables, puis copier (`Ctrl+C`) et coller (`Ctrl+V`) la formule de calcul pour voir les effets de tes changements. Par exemple, si tu donnes

chaque fois un coup de pied dans la machine à dupliquer de ton grand-père et si elle produit chaque jour 3 pièces de plus, tu obtiendras 4661 pièces à la fin de l'année :

```
>>> pieces_magiques = 13
>>> pieces_trouvees + pieces_magiques * 365 - pieces_volees * 52
4661
```

À l'évidence, se servir des variables pour des calculs aussi simples que celui-ci n'est qu'à peine utile. En réalité, nous n'avons pas encore fait grand-chose d'utile jusqu'à présent… Retiens toutefois que les variables offrent une manière d'étiqueter des choses, pour les réemployer après.

Ce que tu as appris

Dans ce chapitre, tu as appris à écrire des formules simples à l'aide d'**opérateurs** de Python et à te servir des parenthèses pour contrôler l'ordre des opérations (l'ordre selon lequel Python évalue les portions de calcul). Tu as ensuite créé des **variables**, que tu as utilisées dans des calculs.

3

CHAÎNES, LISTES, TUPLES ET DICTIONNAIRES

Jusque-là, nous avons effectué des calculs de base en Python et tu as découvert les **variables**. Dans ce chapitre, nous examinons quelques-uns des autres éléments de programme en Python : tu utiliseras les **chaînes de caractères** pour afficher des messages dans tes **programmes** (comme Prêt ou Partie terminée dans un jeu) ; tu découvriras aussi la manière d'utiliser les listes, les tuples et les dictionnaires pour stocker des collections de choses.

Les chaînes

En programmation, le texte s'appelle généralement **chaîne de caractères**, ou simplement chaîne (tu retrouveras aussi souvent le terme anglais *string*). Pour bien comprendre cette notion, imagine une chaîne comme une suite ou une collection de lettres. Par exemple, toutes les lettres, tous les nombres et tous les symboles de ce livre forment une chaîne, de même que tes nom et adresse. En fait, le premier **programme** en Python que tu as créé au chapitre 1, `Bonjour tout le monde`, utilisait déjà une chaîne.

Créer des chaînes

Pour créer une chaîne en Python, il faut placer des guillemets verticaux (") autour du texte, parce que les langages de programmation ont besoin de distinguer différents types de valeurs. Tu dois indiquer à l'ordinateur si une valeur est un nombre, une chaîne ou autre chose. Par exemple, reprenons notre **variable** `fred` du chapitre 2 et utilisons-la pour étiqueter une chaîne :

```
fred = "Les gorilles ont de grosses narines, pourquoi ? Parce
qu'ils ont de gros doigts !"
```

Ensuite, pour voir ce que contient `fred`, entrons `print(fred)` :

```
>>> print(fred)
Les gorilles ont de grosses narines, pourquoi ? Parce qu'ils ont de gros
doigts !
```

Tu peux aussi te servir des apostrophes verticales (') pour créer une chaîne, comme suit :

```
>>> fred = 'Elle est rose et à peluche ? Une peluche rose !'
>>> print(fred)
Elle est rose et à peluche ? Une peluche rose !
```

En revanche, si tu essaies de saisir plusieurs lignes de texte dans ta chaîne avec une seule apostrophe ou un seul guillemet, ou si tu commences avec l'une et termines avec l'autre, alors le **shell Python** t'adresse un message d'**erreur**. Entre, par exemple, la ligne suivante :

```
>>> fred = "Je suis rouge, je monte et je descends. Qui suis-je ?
```

Tu obtiens le résultat suivant :

```
SyntaxError: EOL while scanning string literal
```

Ce message signale une **erreur de syntaxe**, parce que tu n'as pas respecté les règles de fermeture d'une chaîne par une apostrophe ou un guillemet.

La **syntaxe** est l'arrangement et l'ordre des mots dans une phrase ou, dans ce cas précis, la disposition et l'ordre des mots et des symboles dans le programme. Ainsi, `SyntaxError` indique que tu as fait quelque chose et dans un ordre auquel Python ne s'attendait pas, ou que le langage pensait voir quelque chose que tu as oublié de mettre. Dans ce message d'erreur, `EOL` représente la fin de ligne *(end-of-line)*, tandis que le reste explique que Python a atteint la fin de la ligne et n'a pas trouvé le guillemet attendu de fermeture de la chaîne.

Pour avoir plus d'une ligne de texte dans une chaîne (ce qui s'appelle une « chaîne multiligne »), utilise plutôt trois apostrophes (`'''`), puis appuie sur `Entrée` et entre les lignes comme suit :

```
>>> fred = '''Je suis rouge, je monte et je descends. Qui suis-je ?
Une tomate dans un ascenseur !'''
```

Affichons le contenu de `fred` pour vérifier que cela fonctionne :

```
>>> print(fred)
Je suis rouge, je monte et je descends. Qui suis-je ?
Une tomate dans un ascenseur !
```

Gérer les problèmes de chaînes

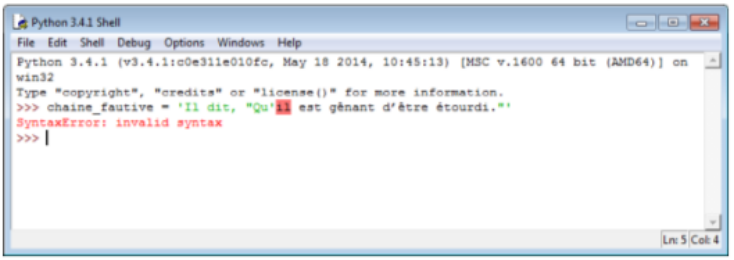
Prenons à présent un exemple problématique d'une chaîne qui provoque l'affichage d'un message d'erreur :

```
>>> chaine_fautive = 'Il dit, "Qu'il est gênant d'être étourdi."'
SyntaxError: invalid syntax
```

À la première ligne, nous essayons de créer une chaîne, définie comme la variable `chaine_fautive`, entourée d'apostrophes (`'`), mais qui contient aussi un mélange d'apostrophes dans les mots `Qu'il` et `d'être`, en plus de guillemets (`"`). Quel fouillis !

Rappelle-toi que Python n'est pas en soi aussi intelligent qu'un être humain : tout ce qu'il voit, c'est une chaîne qui contient `Il dit, "Qu`, suivi d'un tas d'autres caractères auxquels il ne s'attend pas. Lorsqu'il voit une apostrophe ou un guillemet, il comprend qu'une

chaîne commence et s'attend donc à ce qu'elle se termine après l'apostrophe ou le guillemet correspondant qui suit sur la même ligne. Dans ce cas-ci, le début de la chaîne est indiqué par une apostrophe (`'`), juste avant `Il`, tandis que la fin de la chaîne, du moins en ce qui concerne Python, est indiquée par l'apostrophe juste après le `u` de `Qu`. Heureusement, IDLE met en évidence l'endroit où les choses ne vont plus :

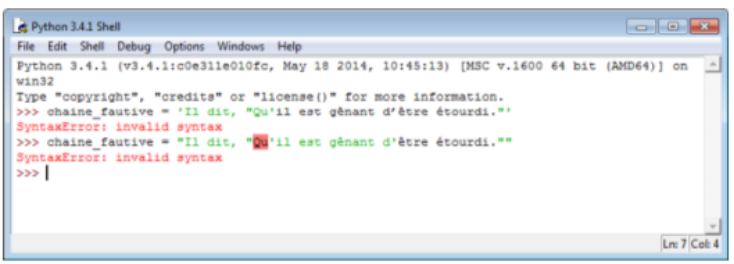


La dernière ligne d'IDLE t'indique l'erreur qui s'est produite, soit ici une erreur de syntaxe.

L'utilisation de guillemets verticaux (`"`) au lieu d'apostrophes (`'`) produit encore une erreur :

```
>>> chaine_fautive = "Il dit, "Qu'il est gênant d'être étourdi.""
SyntaxError: invalid syntax
```

Ici, Python voit une chaîne entourée de guillemets verticaux, qui contient les lettres `Il dit,` (suivies d'un espace). Tout ce qui suit cette chaîne provoque l'**erreur** :



Le problème est que, selon le point de vue de Python, la chaîne s'arrête aux premiers guillemets (ou à la première apostrophe) et ne comprend pas ce tu as voulu faire avec ce qui suit sur la même ligne.

La solution se trouve dans la chaîne multiligne, vue plus haut, avec les trois apostrophes verticales (`'''`), qui permettent de combiner les guillemets et les apostrophes dans les chaînes de caractères sans provoquer d'erreur. En fait, entre les paires de triples apostrophes, tu peux placer n'importe quelle combinaison de guillemets et d'apostrophes, à condition, bien entendu, de ne pas essayer de glisser trois apostrophes de suite dans cette chaîne de caractères ! Donc, la chaîne correcte, ou en tout cas sans erreur, serait :

```
>>> chaine_correcte = '''Il dit, "Qu'il est gênant d'être étourdi."'''
```

Toutefois, il y a mieux. Si tu veux vraiment utiliser des guillemets ou des apostrophes au lieu des triples apostrophes, alors tu peux faire appel à la barre oblique inversée (\) avant chaque apostrophe ou guillemet que comporte la chaîne. Tu utilises dans ce cas un caractère d'échappement. Il dit à Python que tu sais qu'il y a des apostrophes ou des guillemets dans la chaîne mais que tu veux qu'il les ignore, jusqu'à atteindre la fin de la chaîne.

Les caractères d'échappement compliquent la lecture du contenu des chaînes. C'est pourquoi il est sans doute préférable d'utiliser les triples apostrophes. Mais attention, dans certains cas, comme dans des petits extraits de code, il est parfois nécessaire d'y recourir. Par conséquent, il est important que tu saches à quoi servent ces barres obliques inversées.

Voici quelques exemples qui montrent comment cela fonctionne :

```
❶ >>> apos_str = 'Il dit, "Qu\'il est gênant d\'être étourdi."'
❷ >>> guil_str = "Il dit, \"Qu'il est gênant d'être étourdi.\""
  >>> print(apos_str)
  Il dit, "Qu'il est gênant d'être étourdi."
  >>> print(guil_str)
  Il dit, "Qu'il est gênant d'être étourdi."
```

D'abord, en ❶, nous créons une chaîne entourée d'apostrophes et plaçons une barre oblique inversée devant chaque apostrophe contenue dans la chaîne, tandis qu'en ❷, nous réalisons une chaîne entourée de guillemets et plaçons la barre oblique inversée devant chaque guillemet. Dans les lignes suivantes, nous affichons les variables. Remarque bien que les barres obliques inversées n'appa-

raissent pas dans les chaînes affichées. Note aussi les `_str` à la fin des noms de variables. Il s'agit d'une astuce toute simple qui indique que ces variables contiennent a priori des chaînes.

Insérer des valeurs dans des chaînes

Pour afficher un message avec le contenu d'une variable, il est possible d'insérer, ou d'intégrer, une valeur de chaîne dans la chaîne du message, grâce à `%s` qui sert en quelque sorte de marqueur pour une valeur à ajouter plus tard. **Intégrer des valeurs** est une manière qu'ont les programmeurs de dire « insérer une valeur ici ». Si, par exemple, tu veux qu'un programme Python calcule et stocke le nombre de points obtenus dans un jeu, pour l'ajouter plus tard dans une phrase du genre « tu as obtenu ____ points », insère `%s` à la place de la valeur, puis indique à Python où aller chercher cette valeur, comme ceci :

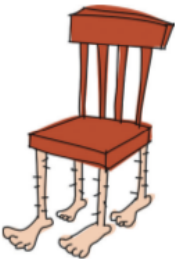
```
>>> monscore = 1000
>>> message = 'Tu as obtenu %s points'
>>> print(message % monscore)
Tu as obtenu 1000 points
```

Ici, nous avons créé une variable `monscore` avec la valeur `1000` et la variable `message` qui contient les mots `Tu as obtenu %s points`, où `%s` est ce que nous appelons un espace réservé pour le nombre de points, c'est-à-dire un indicateur de l'endroit dans la chaîne où devra apparaître ce nombre de points. À la ligne suivante, le `print(message)` comporte le symbole `%` pour dire à Python de remplacer le `%s` du contenu du message par la valeur de la variable `monscore`. Le résultat à l'affichage donne `Tu as obtenu 1000 points`. Note qu'il n'est pas nécessaire de passer par une variable pour donner la valeur : nous aurions pu écrire simplement `print(message % 1000)`.

Il est aussi possible de passer des valeurs différentes pour le caractère générique `%s`, à l'aide de variables différentes, comme dans l'exemple suivant :

```
>>> texte_blague = '%s : outil pour trouver les meubles dans le noir'
>>> partiecorps1 = 'Genou'
>>> partiecorps2 = 'Tibia'
>>> print(texte_blague % partiecorps1)
Genou : outil pour trouver les meubles dans le noir
>>> print(texte_blague % partiecorps2)
Tibia : outil pour trouver les meubles dans le noir
```

Ici, nous créons trois variables. La première, `texte_blague`, reçoit la chaîne avec l'indicateur `%s`. Les deux autres sont `partiecorps1` et `partiecorps2`. Nous affichons `texte_blague`, de nouveau suivi de l'**opérateur** `%` pour y remplacer le `%s` par le contenu des variables `partiecorps1` et `partiecorps2` et générer des messages différents.



Nous pouvons aussi utiliser plusieurs caractères génériques dans une chaîne, comme ceci :

```
>>> nombres = 'Que dit un %s à un %s ? Jolie ceinture !'
>>> print(nombres % (0, 8))
Que dit un 0 à un 8 ? Jolie ceinture !
```

Multiplier des chaînes

Que vaut 10 multiplié par 5 ? La réponse est bien entendu 50. Mais alors, que vaut 10 multiplié par a ? Python suggère une réponse :

```
>>> print(10 * 'a')
aaaaaaaaaa
```

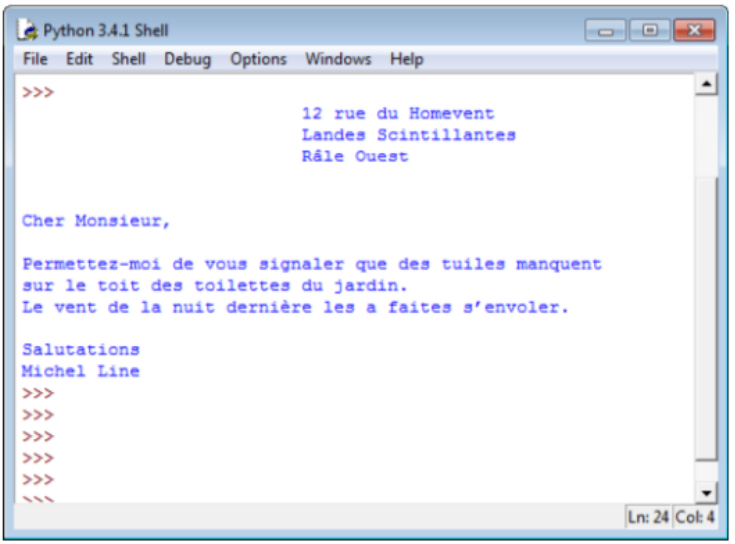
Un programmeur Python peut exploiter cette approche pour aligner des chaînes avec un nombre déterminé d'espaces lors de l'affichage de messages dans le shell. Essayons, par exemple, d'afficher une lettre dans le shell. Sélectionne le menu **File>New File**, puis saisis le code suivant :

```
espaces = ' ' * 25
print('%s 12 rue du Homevent' % espaces)
print('%s Landes Scintillantes' % espaces)
print('%s Vent d'Ouest' % espaces)
print()
print()
print('Cher Monsieur,')
print()
print('Permettez-moi de vous signaler que des tuiles manquent')
print('sur le toit des toilettes du jardin.')
print("Le vent de la nuit dernière les a faites s'envoler.")
print()
print('Salutations')
print('Michel Line')
```

Dès que tu as tapé ces lignes de code dans la fenêtre d'IDLE, sélectionne le menu **File>Save As** et nomme le fichier `malettre.py`.

NOTE *À partir d'ici, lorsque tu verras* `Enregistrer sous : unnomdefichier.py`, *au-dessus d'un extrait de code, tu sauras que tu devras, comme indiqué dans l'exemple précédent, cliquer sur le menu* `File>New File`, *entrer le code dans la fenêtre qui apparaît, puis enregistrer ce fichier avec le nom donné.*

À la première ligne de cet exemple, nous créons la variable `espaces` à partir d'un caractère espace multiplié par `25`. Nous utilisons ensuite cette variable dans les trois lignes d'adresses suivantes pour aligner le texte sur la droite du shell. Le résultat obtenu à l'affichage des `print` est le suivant :



Non seulement, la multiplication d'un caractère permet d'aligner du texte, mais nous pouvons aussi remplir la fenêtre du shell de messages totalement inutiles. Essaie, par exemple, ceci :

```
>>> print(1000 * 'snif')
```

Plus puissantes que les chaînes : les listes

La liste de courses « pattes d'araignée, orteil de crapaud, œil de triton, aile de chauve-souris, beurre de limace et écailles de serpent »

n'est pas d'un genre tout à fait habituel, sauf si tu es sorcier à tes heures ! Nous allons l'utiliser comme premier exemple pour illustrer les différences entre les chaînes et les listes.

Nous pourrions enregistrer cette liste d'éléments dans la variable `liste_sorcier` à l'aide d'une chaîne comme ceci :

```
>>> liste_sorcier = "pattes d'araignée, orteil de crapaud, ↵
                    oeil de triton, aile de chauve-souris, ↵
                    beurre de limace, écailles de serpent"
>>> print(liste_sorcier)
pattes d'araignée, orteil de crapaud, oeil de triton,
aile de chauve-souris, beurre de limace, écailles de
serpent
```

Cependant, il est aussi possible de créer une liste, un type d'objet assez magique de Python que nous pouvons ensuite manipuler. Voici à quoi ressembleraient les éléments, écrits sous forme de liste :

```
>>> liste_sorcier = ["pattes d'araignée", 'orteil de crapaud', ↵
                     'oeil de triton', 'aile de chauve-souris', ↵
                     'beurre de limace', 'écailles de serpent']
>>> print(liste_sorcier)
["pattes d'araignée", 'orteil de crapaud', 'oeil de triton', 'aile de
chauve-souris', 'beurre de limace', 'écailles de serpent']
```

ATTENTION *Dans les deux cas, nous avons* `pattes d'araignée` *avec une apostrophe. Nous avons vu dans la section précédente que nous devons soit entourer la chaîne avec des guillemets, soit placer un caractère d'échappement devant l'apostrophe dans la chaîne elle-même (*`'pattes d\'araignée'`*). En fait, si tu adoptes la solution du caractère d'échappement, au moment de l'affichage de la liste du deuxième exemple, Python convertit automatiquement* `'pattes d\'araignée'` *en* `"pattes d'araignée"`*, tandis que les autres éléments sont affichés entourés d'apostrophes, comme définis initialement.*

La création d'une liste demande un peu plus d'efforts, mais elle offre plus de possibilités qu'une chaîne parce qu'il est possible d'en manipuler les éléments. Par exemple, affichons le troisième élément de `liste_sorcier`, soit `'oeil de triton'`, en donnant sa position, c'est-à-dire l'indice dans la liste, entre crochets (`[]`), comme ceci :

```
>>> print(liste_sorcier[2])
oeil de triton
```

Pardon ? Mais c'est le troisième élément de la liste ?! C'est vrai, mais les indices des listes commencent toujours par zéro : le premier élément d'une liste a l'indice `0`, le deuxième `1` et le troisième `2`. Même si ce n'est pas toujours clair pour les êtres humains, ça l'est pour les ordinateurs !

Il est également possible de modifier un élément d'une liste, bien plus facilement que dans une chaîne. Ainsi, si au lieu de l'œil de triton, il nous faut une langue d'escargot dans notre liste, voici comment faire (remarque l'usage des guillemets et des apostrophes) :

```
>>> liste_sorcier[2] = "langue d'escargot"
>>> print(liste_sorcier)
["pattes d'araignée", 'orteil de crapaud', "langue d'escargot", 'aile de
chauve-souris', 'beurre de limace', 'écailles de serpent']
```

Ceci remplace l'élément situé à l'indice `2` dans la liste (donc à la troisième position), anciennement l'œil de triton, par une langue d'escargot.

Peut-être veux-tu maintenant afficher un sous-ensemble d'une liste ? Pour ce faire, utilise le deux-points (`:`) dans les crochets droits. Par exemple entre ce qui suit pour trouver les ingrédients, du troisième au cinquième de la liste (pour constituer un savoureux sandwich) :

```
>>> print(liste_sorcier[2:5])
["langue d'escargot", 'aile de chauve-souris', 'beurre de limace']
```

Écrire `[2:5]` revient au même que de dire « montre la plage des éléments depuis l'indice `2` jusque, mais non compris, l'indice `5` » – autrement dit, les éléments 2, 3 et 4.

Les listes stockent toutes sortes d'autres éléments, comme des nombres :

```
>>> quelques_nombres = [1, 2, 5, 10, 20]
```

mais également des chaînes :

```
>>> quelques_chaines = ['Ce', "n'est", 'pas', 'sorcier']
```

ou encore un mélange de nombres et de chaînes :

```
>>> nombres_et_chaines = [2, 2, 'choses', "l'", 1, 6, 'C', 'rond',
                          'C', 'pas', 'carré']
>>> print(nombres_et_chaines)
[2, 2, 'choses', "l'", 1, 6, 'C', 'rond', 'C', 'pas', 'carré']
```

Et les listes peuvent même contenir d'autres listes :

```
>>> nombres = [1, 2, 3, 4]
>>> chaines = ["J'ai", 'cogné', 'mon', 'orteil', 'et', 'ça', 'fait',
               'mal']
>>> maliste = [nombres, chaines]
>>> print(maliste)
[[1, 2, 3, 4], ["J'ai", 'cogné', 'mon', 'orteil', 'et', 'ça', 'fait',
'mal']]
```

Ce dernier exemple de listes dans une liste crée trois variables : `nombres` avec quatre nombres, `chaines` avec huit chaînes et `maliste`, qui contient `nombres` et `chaines`. La troisième liste, `maliste`, ne comporte en réalité que deux éléments, parce que c'est une liste de noms de variables et non une liste du contenu de ces variables.

Ajouter des éléments à une liste

Pour ajouter des éléments à une liste, tu disposes de la fonction `append`. Une **fonction** est un extrait de code qui indique à Python de faire quelque chose de précis. Dans ce cas-ci, `append` ajoute un élément tout à la fin de la liste.

Par exemple, pour ajouter un rot d'ours (pourvu que tu puisses en trouver un !) à la liste de courses du sorcier, il suffit de faire ceci :

```
>>> liste_sorcier.append("rot d'ours")
>>> print(liste_sorcier)
["pattes d'araignée", 'orteil de crapaud', "langue d'escargot", 'aile de
chauve-souris', 'beurre de limace', 'écailles de serpent', "rot d'ours"]
```

Tu peux encore ajouter d'autres éléments de magie à la liste du sorcier de la même manière :

```
>>> liste_sorcier.append('mandragore')
>>> liste_sorcier.append('ciguë')
>>> liste_sorcier.append('gaz des marais')
```

La liste du sorcier devient la suivante :

```
>>> print(liste_sorcier)
["pattes d'araignée", 'orteil de crapaud', "langue d'escargot", 'aile de
chauve-souris', 'beurre de limace', 'écailles de serpent', "rot d'ours",
'mandragore', 'ciguë', 'gaz des marais']
```

Il est clair que notre sorcier est prêt à concocter une potion magique plus qu'efficace !

Supprimer des éléments d'une liste

Pour supprimer des éléments d'une liste, utilise le **mot-clé** `del` (abréviation de *delete* qui signifie « supprimer »). Ainsi, pour supprimer le sixième élément de la liste du sorcier, `écailles de serpent`, saisis ceci :

```
>>> del liste_sorcier[5]
>>> print(liste_sorcier)
["pattes d'araignée", 'orteil de crapaud', "langue d'escargot", 'aile de
chauve-souris', 'beurre de limace', "rot d'ours", 'mandragore', 'ciguë',
'gaz des marais']
```

NOTE *Pour rappel, l'indice commence à zéro pour le premier élément donc* `liste_sorcier[5]` *indique le sixième élément de la liste.*

Et voici comment supprimer les éléments que nous avons ajoutés tout à la fin (mandragore, ciguë et gaz des marais) :

```
>>> del liste_sorcier[8]
>>> del liste_sorcier[7]
>>> del liste_sorcier[6]
>>> print(liste_sorcier)
["pattes d'araignée", 'orteil de crapaud', "langue d'escargot", 'aile de
chauve-souris', 'beurre de limace', "rot d'ours"]
```

Arithmétique de liste

Il est possible de regrouper des listes en les additionnant, comme pour l'addition de nombres, à l'aide du signe plus (`+`). Ainsi, si nous avons deux listes, `liste1` avec les nombres `1` à `4` et `liste2` avec quelques mots, alors nous pouvons les joindre et les afficher à l'aide de `print` et du signe `+`, comme ceci :

```
>>> liste1 = [1, 2, 3, 4]
>>> liste2 = ["J'ai", 'trébuché', 'et', 'je', 'suis', 'tombé']
>>> print(liste1 + liste2)
[1, 2, 3, 4, "J'ai", 'trébuché', 'et', 'je', 'suis', 'tombé']
```

Additionnons maintenant les deux listes et plaçons le résultat dans une autre variable :

```
>>> liste1 = [1, 2, 3, 4]
>>> liste2 = ['Quand', 'ça', 'va', 'mal', 'je', 'mange', 'du',
             'chocolat']
>>> liste3 = liste1 + liste2
>>> print(liste3)
[1, 2, 3, 4, 'Quand', 'ça', 'va', 'mal', 'je', 'mange', 'du', 'chocolat']
```

ou multiplions une liste par un nombre. Ainsi, si tu multiplies `liste1` par `5`, tu écris `liste1 * 5` et tu obtiens :

```
>>> liste1 = [1, 2]
>>> print(liste1 * 5)
[1, 2, 1, 2, 1, 2, 1, 2, 1, 2]
```

Cela indique en fait à Python de répéter cinq fois la liste `liste1`.

En revanche, la division (`/`) et la soustraction (`-`) ne donnent que des erreurs, comme le montrent ces exemples :

```
>>> liste1 / 20
Traceback (most recent call last):
  File "<pyshell>", line 1, in <module>
    liste1 / 20
TypeError: unsupported operand type(s) for /: 'list' and 'int'

>>> liste1 - 20
Traceback (most recent call last):
  File "<pyshell>", line 1, in <module>
    liste1 - 20
TypeError: unsupported operand type(s) for -: 'list' and 'int'
```

Pourquoi cela ? En fait, la jointure de deux listes par `+` et la répétition d'une liste avec `*` sont des opérations évidentes, qui vont suffisamment de soi pour que Python les effectue. Et ces opérations prennent aussi un sens dans le monde réel. Par exemple, si tu as deux listes de courses et que tu décides de les regrouper, donc de les additionner, tu pourrais recopier à la main tous les éléments des deux listes sur une nouvelle, ou les joindre bout à bout. De même, si

tu décides de multiplier une liste de courses par 3, par exemple, cela reviendrait à la recopier trois fois sur du papier (ou à la photocopier).

Maintenant, que signifierait diviser une liste ? Imagine, par exemple, quel sens cela aurait de diviser une liste de six nombres (de 1 à 6) par deux ? En fait, ce serait possible au moins de trois manières différentes :

```
[1, 2, 3]          [4, 5, 6]
[1]                [2, 3, 4, 5, 6]
[1, 2, 3, 4]       [5, 6]
```

Tu pourrais séparer la liste en deux au milieu, après le premier élément ou prendre un point de séparation au hasard. La réponse n'est donc pas simple et, quand tu demandes à Python de diviser une liste, il ne sait pas du tout quoi faire. C'est pour cela qu'il répond par une erreur.

La même chose vaut aussi pour l'addition d'une liste à n'importe quoi d'autre qu'une liste. Ce n'est pas possible non plus. Voici, par exemple, ce qui se produit si tu ajoutes le nombre `50` à `liste1` :

```
>>> liste1 + 50
Traceback (most recent call last):
  File "<pyshell>", line 1, in <module>
    liste1 + 50
TypeError: can only concatenate list (not "int") to list
```

Pourquoi une erreur se produit-elle ? La question est plutôt : que signifie « ajouter 50 à une liste » ? Faut-il ajouter 50 à chacun de ses éléments ? Mais que faire si parmi ces éléments, certains ne sont pas des nombres ? Faut-il simplement ajouter `50` à la fin (comme le ferait `append`) ou au début de la liste ?

En programmation, les commandes doivent toujours fonctionner exactement de la même manière, chaque fois que tu les saisis. L'ordinateur est un peu bête : il ne voit les choses qu'en noir ou blanc. Alors, si tu lui demandes de prendre des décisions trop compliquées, il se défend en levant les bras au ciel, autrement dit en affichant des messages d'erreur.

Tuples

Un tuple, ou n-uplet, ressemble à une liste qui utiliserait des parenthèses. En voici un exemple :

```
>>> sfib = (0, 1, 1, 2, 3)
>>> print(sfib[3])
2
```

Nous définissons ici une variable `sfib` qui contient les nombres `0`, `1`, `1`, `2` et `3`. Ensuite, comme pour une liste, nous affichons l'élément d'indice `3` du tuple à l'aide de `print(sfib[3])`.

La principale différence entre un tuple et une liste est que celui-ci ne peut plus changer à partir du moment où il a été créé. Par exemple, si nous essayons de remplacer la première valeur du tuple `sfib` par le nombre `4`, comme nous avons remplacé des valeurs dans notre liste `liste_sorcier`, nous obtenons un message d'erreur :

```
>>> sfib[0] = 4
Traceback (most recent call last):
  File "<pyshell>", line 1, in <module>
    sfib[0] = 4
TypeError: 'tuple' object does not support item assignment
```

Dès lors, quel est l'intérêt d'utiliser un tuple plutôt qu'une liste ? Fondamentalement parce que, dans certains cas, il est utile d'employer quelque chose dont on sait qu'il ne change jamais. Si tu crées un tuple contenant deux éléments, il aura toujours ces deux éléments au sein de lui.

Dictionnaires

En Python, un *dict* (également désigné par *map*), abréviation de dictionnaire, est une collection de choses, comme les listes et les tuples. Sa principale particularité est que chacun de ses éléments possède une clé et une valeur correspondante. Un dictionnaire peut être comparé à une association entre une clé et une valeur, donc à une « application » au sens mathématique du terme.

Prenons l'exemple de personnes et de leurs sports favoris. Nous pourrions taper ces informations dans une liste, avec le nom de chaque personne suivi de son sport favori, comme ceci :

```
>>> sports_favoris = ['Ralph Williams, Football', ⏎
                      'Michael Tippett, Basket-ball', ⏎
                      'Edward Elgar, Base-ball', ⏎
                      'Rebecca Clarke, Volley-ball', ⏎
                      'Ethel Smyth, Badminton', ⏎
                      'Frank Bridge, Rugby']
```

Si je te demande quel est le sport préféré de Rebecca Clarke, il te reste à fouiller dans cette liste pour trouver que la réponse est le volley-ball. Mais imagine le travail de recherche, si la liste comportait une centaine de personnes, voire plus !

À présent, stockons ces informations dans un dictionnaire, avec le nom de personne comme clé et son sport préféré comme valeur. Le code Python prend l'allure suivante :

```
>>> sports_favoris = {'Ralph Williams' : 'Football', ⏎
                      'Michael Tippett' : 'Basket-ball', ⏎
                      'Edward Elgar' : 'Base-ball', ⏎
                      'Rebecca Clarke' : 'Volley-ball', ⏎
                      'Ethel Smyth' : 'Badminton', ⏎
                      'Frank Bridge' : 'Rugby'}
```

Les deux-points (:) servent à séparer chaque clé de sa valeur, tandis que chaque clé ou valeur est entourée d'apostrophes. Remarque aussi que l'ensemble des éléments d'un dictionnaire est entouré d'accolades ({}) lors de sa création, et non plus de parenthèses ni de crochets.

Le résultat est un dictionnaire (chaque clé s'associe à une valeur déterminée), comme dans le tableau 3-1.

Tableau 3-1. Les clés pointent vers des valeurs du dictionnaire des sports préférés.

Clé	Valeur
Ralph Williams	Football
Michael Tippett	Basket-ball
Edward Elgar	Base-ball
Rebecca Clarke	Volley-ball
Ethel Smyth	Badminton
Franck Bridge	Rugby

À présent, pour trouver le sport préféré de Rebecca Clarke, tu peux accéder au dictionnaire `sports_favoris` en précisant son nom en guise de clé, comme ceci :

```
>>> print(sports_favoris['Rebecca Clarke'])
Volley-ball
```

Pour supprimer une valeur d'un dictionnaire, utilise sa clé. Par exemple, voici comment supprimer Ethel Smyth :

```
>>> del sports_favoris['Ethel Smyth']
>>> print(sports_favoris)
{'Rebecca Clarke': 'Volley-ball', 'Michael Tippett': 'Basket-ball',
'Ralph Williams': 'Football', 'Edward Elgar': 'Base-ball', 'Frank
Bridge': 'Rugby'}
```

Pour remplacer une valeur, utilise aussi sa clé :

```
>>> sports_favoris['Ralph Williams'] = 'Hockey sur glace'
>>> print(sports_favoris)
{'Rebecca Clarke': 'Volley-ball', 'Michael Tippett': 'Basket-ball',
'Ralph Williams': 'Hockey sur glace', 'Edward Elgar': 'Base-ball', 'Frank
Bridge': 'Rugby'}
```

Nous remplaçons le sport favori `Football` par le `Hockey sur glace`, à partir de la clé `Ralph Williams`.

Comme tu peux le constater, travailler avec des dictionnaires équivaut à peu près à manipuler des listes ou des tuples, sauf que tu ne peux pas joindre des dictionnaires à l'aide de l'opérateur plus (`+`). Si tu essaies, tu obtiens un message d'erreur :

```
>>> sports_favoris = {'Rebecca Clarke' : 'Volley-ball', ↵
                      'Michael Tippett' : 'Basket-ball', ↵
                      'Ralph Williams' : 'Hockey sur glace', ↵
                      'Edward Elgar' : 'Base-ball', ↵
                      'Frank Bridge' : 'Rugby'}
>>> couleurs_favorites = {'Malcolm Warner' : 'Pois roses', ↵
                      'James Baxter' : 'Rayures orange', ↵
                      'Sue Lee' : 'Cachemire pourpre'}
>>> sports_favoris + couleurs_favorites
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
TypeError: unsupported operand type(s) for +: 'dict' and 'dict'
```

Pour Python, la jonction de dictionnaires n'a aucun sens ; il lève donc les bras bien haut !

Ce que tu as appris

Dans ce chapitre, tu as vu la manière dont Python utilise des **chaînes** pour stocker du texte, des listes et des tuples pour manipuler des éléments multiples. Tu as appris que les éléments d'une liste peuvent être modifiés et que tu peux joindre une liste à une autre, mais que les valeurs d'un tuple ne peuvent plus changer. Tu as vu aussi comment utiliser des dictionnaires pour stocker des valeurs avec les clés qui les identifient.

Puzzles de programmation

Voici quelques expériences à tenter par toi-même. Les réponses sont disponibles sur le site d'accompagnement du livre.

1. Favoris

Crée une liste de tes loisirs favoris et donne-lui le nom de variable `jeux`. Crée ensuite une liste de tes nourritures préférées et nomme la variable `nourritures`. Joins les deux listes et appelle le résultat `favoris`. Enfin, affiche le contenu de la variable `favoris`.

2. Compter les combattants

Supposons que tu aies 3 bâtiments avec 25 ninjas cachés sur le toit de chaque bâtiment, ainsi que 2 tunnels avec 40 samouraïs cachés dans chaque tunnel. Combien de ninjas et de samouraïs sont prêts à se battre ? Une seule formule suffit dans le shell Python pour calculer cela.

3. Salutations

Crée deux variables : l'une pointe vers ton prénom et l'autre vers ton nom de famille. Réalise ensuite une chaîne qui utilise des espaces réservés pour afficher ton nom dans un message avec ces deux variables, du genre `Bonjour, Kévin Costume !`.

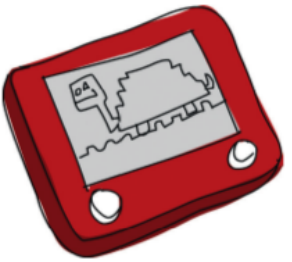
4

DESSINER AVEC UNE TORTUE

En Python, une tortue est un outil bien pratique, qui imite l'animal du monde réel. Nous connaissons la tortue comme étant un reptile qui se déplace très lentement et transporte sa maison sur son dos. Dans le monde de Python, il s'agit d'une petite flèche noire qui se déplace lentement à l'écran. En vérité, du fait que la tortue de Python laisse une trace tout au long de ses déplacements à l'écran, il s'agirait plutôt d'un escargot ou d'une limace.

La tortue est une sympathique façon d'apprendre les bases du graphisme en informatique. C'est pour cela que nous allons l'utiliser pour dessiner quelques traits et formes simples.

Utiliser le module turtle de Python



En Python, un **module** est une manière de fournir du code de programmation intéressant pour l'utiliser dans un autre programme car, entre autres choses, il contient des fonctions que l'on peut réutiliser. Nous en apprendrons plus au chapitre 7, mais Python possède un module spécial, appelé `turtle`, que nous pouvons de suite exploiter pour apprendre comment les ordinateurs dessinent des images sur un écran. Il sert à programmer des graphismes vectoriels, c'est-à-dire simplement basés sur des lignes, des points et des courbes.

Voyons comment fonctionne la tortue. Démarre d'abord le shell de Python : clique sur l'icône de ton bureau (ou, si tu utilises Ubuntu, clique sur le lanceur de la marge ; sous d'autres versions de Linux, clique sur le menu `Applications>Programmation>IDLE`). Ensuite, pour indiquer à Python d'utiliser la tortue, tu dois importer le module `turtle`, comme suit :

```
>>> import turtle
```

L'importation d'un module indique à Python que tu veux l'utiliser.

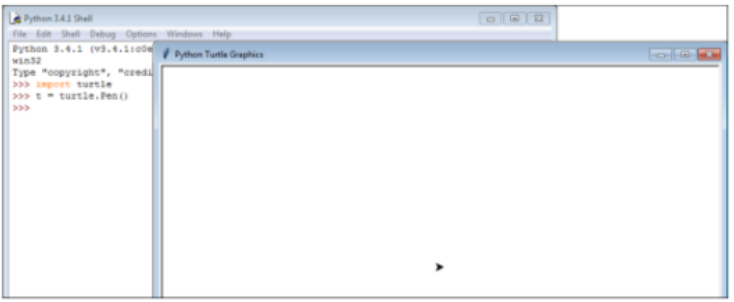
NOTE *Si tu utilises Linux (Ubuntu) et si tu reçois une erreur à ce stade, il te faut probablement installer `tkinter`. Pour ce faire, ouvre la Logithèque Ubuntu et entre `python-tk` dans la zone de recherche. L'élément `Tkinter - Écrire des applications Tk avec Python` devrait apparaître dans la fenêtre. Clique sur `Installer`. Tu devras entrer le mot de passe d'administration donc, si tu l'ignores, demande à tes parents de l'entrer.*

Créer un canevas

Maintenant que tu as importé le module `turtle`, il est nécessaire de créer un **canevas** (ou *canvas* en anglais), c'est-à-dire un espace vide pour y dessiner, exactement comme la toile blanche de l'artiste. Pour cela, nous appelons la fonction `Pen` (stylo) du module `turtle`, qui crée automatiquement un nouveau canevas. Entre ce qui suit dans le shell de Python :

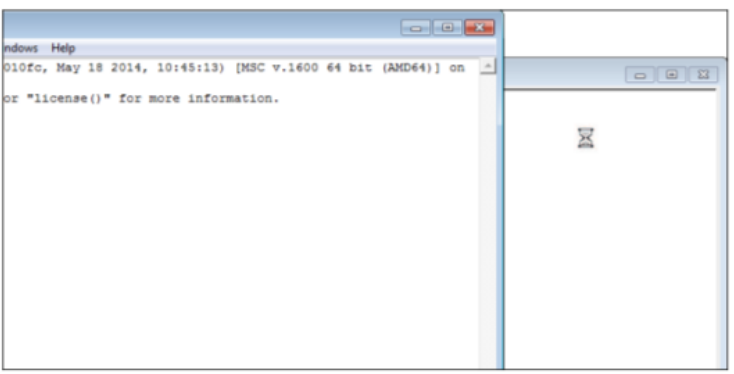
```
>>> t = turtle.Pen()
```

Apparaît alors une zone blanche, le canevas, avec une flèche au centre, dans le style de ceci :



Et la flèche au centre de cette fenêtre est notre tortue, pas vraiment ressemblante, il faut le reconnaître.

Si la fenêtre de la tortue s'affiche derrière celle du shell de Python, tu vas penser que cela ne fonctionne pas correctement. Et si tu déplaces le curseur de ta souris sur cette fenêtre, tu peux le voir se changer en un sablier, comme ceci :



Ceci se produit pour diverses raisons : tu n'as pas démarré le shell à partir de l'icône de ton bureau (si tu utilises Windows ou un Mac), tu as cliqué sur `IDLE (Python GUI)` dans le menu de démarrage de Windows ou IDLE n'est pas installé correctement. Essaie de quitter et de redémarrer le shell à partir de l'icône d'IDLE du bureau

que tu as créée au chapitre 1. Si cela ne fonctionne pas, utilise alors la console Python au lieu du shell, comme ceci.

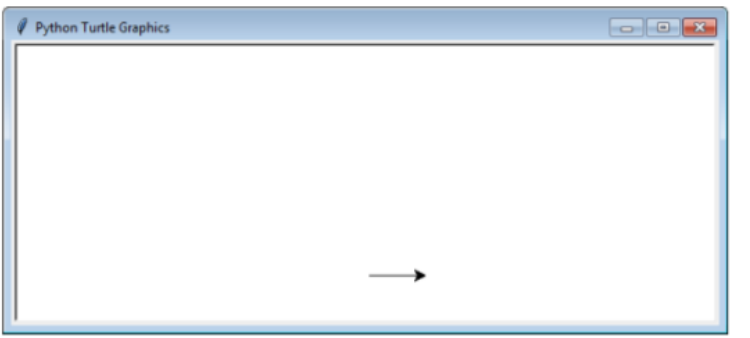
- Sous Windows, clique sur le menu **Démarrer>Tous les programmes**, puis sur le groupe **Python 3.4**, enfin sur **Python (command line)**.
- Sous Mac OS X, clique sur l'icône **Spotlight**, la petite loupe dans le coin supérieur droit de l'écran. Dans la boîte de dialogue qui s'affiche, entre `Terminal`. Puis tape `python` lorsque le terminal est ouvert.
- Sous Ubuntu, clique sur **Terminal** s'il est présent parmi les lanceurs, ou clique sur le bouton du tableau de bord, entre `Terminal`, puis clique sur l'icône du **Terminal**. Sous d'autres versions de Linux, ouvre le menu **Applications**, ouvre le **Terminal** (dans les **Accessoires** ou les **Utilitaires**, selon ton Linux) et entre `python`.

Déplacer la tortue

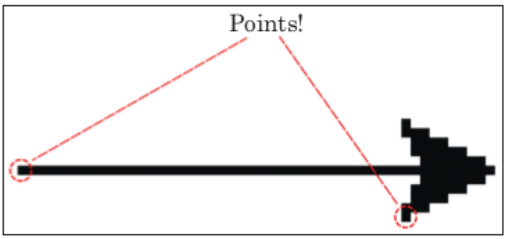
Pour envoyer des instructions à la tortue, tu fais appel à des fonctions disponibles dans la variable `t` que tu viens juste de créer, comparables à la fonction `Pen` du module `turtle`. Ainsi, l'instruction `forward` (en avant) indique à la tortue d'avancer vers l'avant, en fait dans le sens de la flèche. Pour dire à la tortue d'avancer de 50 pixels, tape la commande suivante :

```
>>> t.forward(50)
```

Tu devrais alors voir le résultat suivant :



La tortue s'est déplacée de 50 pixels vers l'avant. Un **pixel** est un point de l'écran. C'est le plus petit élément que tu puisses représenter sur un écran d'ordinateur. Tout ce que tu vois sur ton écran est fait de pixels, de minuscules points carrés. Si tu pouvais zoomer sur le canevas, c'est-à-dire l'agrandir, tu verrais que la flèche représentant le chemin de la tortue est simplement réalisée avec tout un tas de points. Les graphismes d'ordinateur ne sont faits que de cela.



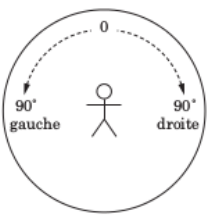
À présent, nous allons indiquer à la tortue de tourner de 90 degrés à gauche à l'aide de la commande suivante :

```
>>> t.left(90)
```

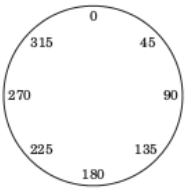
Si tu n'as pas encore appris les degrés jusqu'ici, voici comment te les représenter. Imagine que tu es debout au centre d'un cercle et que tu regardes devant toi.

- La direction dans laquelle tu regardes représente 0 degré.
- Si tu tends ton bras gauche sur ta gauche, il indique la direction 90 degrés à gauche.
- Si tu tends ton bras droit vers la droite, il indique la direction 90 degrés à droite.

Tu peux voir les trois directions dans la figure suivante :

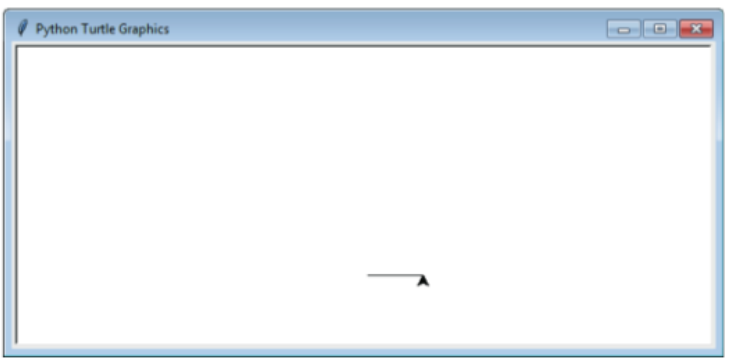


Si tu restes sur place et poursuis autour du cercle vers la droite à partir de ton bras droit, les 180 degrés sont directement derrière toi, tandis que ton bras gauche pointe vers 270 degrés. Enfin, 360 degrés correspondent à un tour complet, pour revenir à 0. Les degrés se mesurent de 0 à 360. Si tu les mesures vers la droite à partir de 0 degré en face, tu peux les reporter sur le cercle par paliers (ou « incréments ») de 45 degrés, comme suit :



Quand la tortue de Python tourne vers la gauche *(left)*, elle pivote sur elle-même pour faire face à la nouvelle direction, comme tu le ferais avec ton corps pour faire face à la direction que pointe ton bras gauche, qui correspond à 90 degrés vers la gauche.

Comme la tortue pointait vers la droite au départ, la commande `t.left(90)` la fait pointer vers le haut :

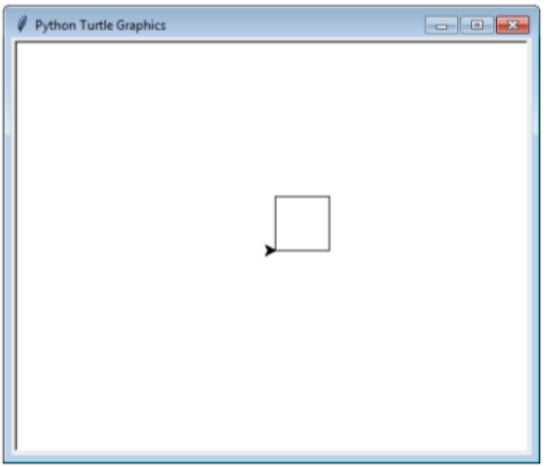


NOTE *Appeler* `t.left(90)` *revient au même qu'appeler* `t.right(270)`. *Ceci est aussi valable pour l'appel de* `t.right(90)`, *qui équivaut à* `t.left(270)`. *Représente-toi bien le cercle et familiarise-toi avec les degrés.*

À présent, dessinons un carré. Ajoute les lignes de code suivantes à celles déjà entrées :

```
>>> t.forward(50)
>>> t.left(90)
>>> t.forward(50)
>>> t.left(90)
>>> t.forward(50)
>>> t.left(90)
```

La torture dessine un carré et se retrouve dans la position initiale :



Pour réinitialiser le canevas, utilise la fonction `reset`. Elle efface le canevas et place la tortue à son emplacement et dans la direction de départ.

```
>>> t.reset()
```

La fonction `clear` efface également le canevas, mais laisse la tortue dans son état actuel.

```
>>> t.clear()
```

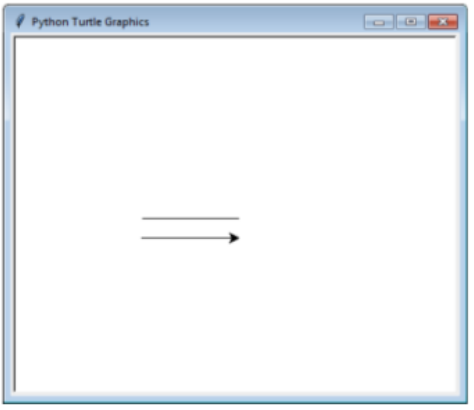
Il est aussi possible de faire pivoter la tortue vers la droite, avec `right`, et même de la faire reculer sur ses pas, avec `backward`. La fonction `up` relève le stylo de la page (autrement dit, indique à la tortue de cesser de dessiner), tandis que `down` lui indique de recommencer à dessiner. Toutes ces fonctions s'écrivent de la même manière que celles que nous avons utilisées.

Essayons de dessiner autre chose à l'aide de quelques-unes de ces commandes. Cette fois, nous lui demandons de dessiner deux traits. Saisis le code suivant :

```
>>> t.reset()
>>> t.backward(100)
>>> t.up()
>>> t.right(90)
>>> t.forward(20)
>>> t.left(90)
>>> t.down()
>>> t.forward(100)
```

Dans ces lignes, nous réinitialisons le canevas et la tortue à son emplacement de départ, avec `t.reset()`. Puis, nous déplaçons la tortue de 100 pixels en arrière, la fonction `t.up()` relève le stylo et arrête le dessin.

La commande `t.right(90)` fait tourner la tortue à 90 degrés vers la droite, pour pointer vers le bas de l'écran. Avec `t.forward(20)`, nous déplaçons la tortue de 20 pixels vers le bas, toujours sans dessiner, puisque la commande `up` a relevé le stylo à la troisième ligne. Puis, nous faisons pivoter la tortue de 90 degrés vers la gauche avec `t.left(90)` pour nous tourner vers la droite de l'écran. Ensuite, nous déposons le stylo sur la page avec la fonction `down`, pour recommencer à dessiner. Enfin, nous dessinons un trait en avant, parallèle au premier trait, avec `t.forward(100)`. Les deux traits que nous avons dessinés ont l'allure suivante :



Ce que tu as appris

Dans ce chapitre, tu as appris à utiliser le module `turtle` de Python. Nous avons tracé quelques traits simples à l'aide des pivotements `left` (à gauche) et `right` (à droite), ainsi que des fonctions `forward` (en avant) et `backward` (en arrière). Tu as vu comment faire cesser la tortue de dessiner avec `up` et recommencer à dessiner avec `down`. Tu as également découvert que la tortue pivote en degrés.

Puzzles de programmation

Essaie de dessiner par toi-même ces quelques formes à l'aide de la tortue. Si cela ne va pas ou pour comparer tes solutions avec celles proposées, les réponses sont disponibles sur le site web d'accompagnement du livre.

1. Un rectangle

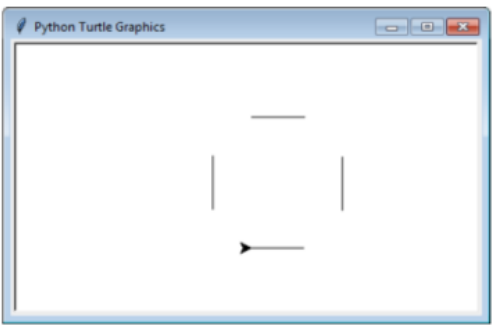
Crée un nouveau canevas à l'aide de la fonction `Pen` du module `turtle`, puis dessine un rectangle.

2. Un triangle

Crée un nouveau canevas mais, cette fois, dessine un triangle. Retourne au diagramme en cercle avec les degrés pour te rappeler dans quels sens faire pivoter la tortue.

3. Un carré sans coins

Écris un programme pour tracer les quatre lignes montrées ci-après (les longueurs des lignes n'ont pas d'importance, juste la forme) :



5

POSER DES QUESTIONS AVEC IF ET ELSE

En programmation, il arrive souvent de devoir poser des questions auxquelles on répond par oui ou non, pour décider ensuite de faire quelque chose de particulier en fonction de la réponse. Par exemple, nous pourrions demander « as-tu plus de 20 ans ? » et, si la réponse est oui, répondre par « tu es trop vieux ! ».

Ce genre de question s'appelle une condition. Nous combinons ces conditions et leurs réponses dans des instructions `if` (si, en français). Les conditions peuvent être bien plus compliquées que cette simple question et les instructions `if` sont combinables pour traiter des choix dépendant de plusieurs questions.

Ce chapitre montre comment utiliser des instructions `if` pour construire des programmes.

Instructions if

En Python, une instruction `if` peut s'écrire comme suit :

```
>>> age = 13
>>> if age > 20:
        print('Tu es trop vieux !')
```

Comme tu peux le voir, l'instruction est constituée du mot-clé `if`, puis d'une condition suivie d'un deux-points (`:`), comme dans `age > 20:`. Les lignes qui suivent le deux-points doivent former un bloc et, si la réponse à la question est oui (c'est-à-dire que la condition est vraie, ou `True` comme l'on dit en programmation Python), alors les commandes dans ce bloc sont exécutées. Maintenant, voyons comment écrire des blocs et des conditions.

Un bloc est un groupe d'instructions

Un bloc de code est un ensemble regroupé d'instructions de programmation. Lorsque la condition `if age > 20:` est vraie, tu pourrais en faire un peu plus que simplement afficher « Tu es trop vieux ! » et, par exemple, afficher d'autres phrases, comme ceci :

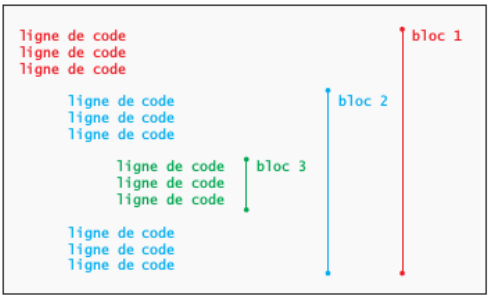
```
>>> age = 25
>>> if age > 20:
        print('Tu es trop vieux !')
        print('Que fais-tu là ?')
        print('Pourquoi ne vas-tu pas tondre la pelouse ?')
```

Ce bloc de code est formé de trois instructions `print` qui ne sont exécutées que si la condition `age > 20` est vraie. Chacune des lignes du bloc est décalée de quatre espaces vers la droite par rapport à l'instruction `if` juste au-dessus. Si nous pouvions afficher les espaces, tu verrais ceci :

```
>>> age = 25
>>> if age > 20:
    ····print('Tu es trop vieux !')
    ····print('Que fais-tu là ?')
    ····print('Pourquoi ne vas-tu pas tondre la pelouse ?')
```

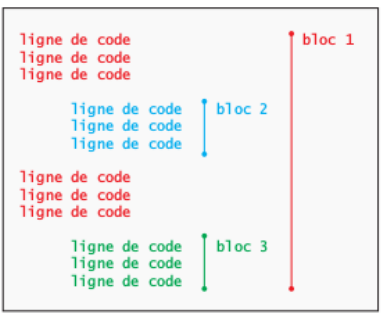
En Python, les caractères d'espacement, comme les tabulations (avec la touche `Tab` du clavier) et les espaces (avec la barre d'espace),

ont un sens bien déterminé. Les lignes dont le code débute au même emplacement (en retrait du même nombre d'espaces depuis la marge gauche) sont regroupées en un bloc ; chaque fois que tu débutes une nouvelle ligne par plus d'espaces que la précédente, tu démarres un nouveau sous-bloc qui fait partie du précédent. Voici un schéma pour mieux comprendre :



Nous regroupons ensemble les instructions dans des blocs, parce qu'ils s'associent et qu'il faut les exécuter ensemble.

Si tu changes le retrait, tu crées généralement de nouveaux blocs. Dans l'exemple suivant, trois blocs séparés sont créés, simplement en changeant le retrait.



Ici, même si les blocs 2 et 3 ont le même retrait, ils sont considérés comme différents, parce qu'un bloc avec un retrait moindre (moins d'espaces) existe entre les deux.

Dans le même genre, si tu crées un bloc dont une ligne a quatre espaces de retrait et la ligne suivante six espaces, tu vas provoquer

une erreur lors de l'exécution, parce que Python s'attend à ce que tu utilises le même nombre d'espaces dans toutes les lignes d'un même bloc. Voici un exemple de ce qu'il ne faut surtout pas faire :

```
>>> if age > 20:
        print('Tu es trop vieux !')
            print('Que fais-tu là ?')
```

Dans cet exemple, les espaces sont visibles pour que tu voies la différence. Dans la troisième ligne, il y a six espaces, au lieu de quatre à la ligne juste avant.

Lorsque tu essaies d'exécuter ce code, IDLE met en évidence la ligne quand il détecte un problème : il surligne en rouge les espaces fautifs et affiche un message du type `SyntaxError` pour expliquer l'erreur (*indent* signifie retrait) :

```
>>> age = 25
>>> if age > 20:
        print('Tu es trop vieux !')
        print('Que fais-tu là ?')
SyntaxError: unexpected indent
```

Python ne s'attendait pas à voir deux espaces supplémentaires au début de la deuxième ligne `print` et il ne sait pas si cette ligne fait partie d'un nouveau bloc ou du même bloc, donc il lève les bras et affiche une erreur.

NOTE *L'utilisation cohérente des retraits, c'est-à-dire chaque fois de la même manière, rend la lecture du code plus aisée. Si tu commences un programme en écrivant quatre espaces au début d'un bloc, continue d'utiliser quatre espaces au début des autres blocs du programme, puis huit pour un bloc de niveau inférieur et ainsi de suite. Vérifie aussi que chaque ligne d'un même bloc débute avec le même nombre d'espaces.*

Des conditions pour comparer des choses

Une condition est une instruction de programme qui compare des choses et nous indique si le critère de la comparaison est vrai (`True`) ou faux (`False`). Ainsi, `age > 10` est une condition et revient à demander « la valeur de la variable `age` est-elle plus grande que `10` ? ». Voici une autre condition : `couleur_de_cheveux == 'violet'` ; elle revient à dire « la valeur de la variable `couleur_de_cheveux` est-elle égale à violet ? ».

Python utilise des symboles, appelés des **opérateurs**, pour créer des conditions, comme égal à, plus grand que ou plus petit que. Le tableau 5-1 énumère quelques opérateurs de comparaison, qui servent dans les conditions.

Tableau 5-1. Symboles pour conditions

Symbole	Définition
==	égal à
!=	non égal à (ou différent de)
>	plus grand que
<	plus petit que
>=	plus grand ou égal à
<=	plus petit ou égal à

Par exemple, si tu as 10 ans, la condition `ton_age == 10` renvoie `True`, sinon, elle renverrait `False`. Et si tu as 12 ans, la condition `ton_age > 10` renvoie `True`.

ATTENTION *Assure-toi de bien écrire le double signe égal (==) quand tu veux créer une condition « égal à ».*

Voyons encore quelques exemples. Dans celui qui suit, nous définissons l'âge comme égal à `10`, puis nous écrivons une instruction conditionnelle qui affiche « Tu es trop vieux pour apprécier mes blagues ! » si l'âge est plus grand que `10` :

```
>>> age = 10
>>> if age > 10:
        print('Tu es trop vieux pour apprécier mes blagues !')
```

Que se passe-t-il quand tu entres ces lignes dans IDLE et que tu appuies sur **Entrée** ?

Rien. Pourquoi ?

Parce que la valeur renvoyée par `age` *n'est pas* plus grande que `10`, donc Python n'exécute pas le contenu du bloc avec `print`. En revanche, si nous avions défini la variable `age` à `20`, alors ce message aurait été affiché.

Reprenons à présent cet exemple mais avec la condition plus grand ou égal à (`>=`) :

```
>>> age = 10
>>> if age >= 10:
        print('Tu es trop vieux pour apprécier mes blagues !')
```

Cette fois, tu vois le message s'afficher à l'écran, parce que la valeur d'age est égale à 10, donc *elle est* plus grande ou *égale à* 10.

Et voyons ce que cela donne avec une condition égal à (==) :

```
>>> age = 10
>>> if age == 10:
        print("Qu'est-ce qu'une chauve-souris avec une perruque ?")
        print("Une souris !")
```

Comme la valeur de la variable age est bien égale à 10, la condition est vraie et le message peut s'afficher.

Instructions si-alors-sinon

L'instruction if, que nous pourrions traduire par « si, alors », fait quelque chose lorsqu'une condition est vraie (True). Dans certains cas, on veut prévoir en plus de faire autre chose quand la condition n'est pas vraie. Nous pourrions par exemple afficher un message à l'écran si l'âge vaut 12 et un autre message si l'âge ne vaut pas 12 (False).

L'astuce consiste ici à utiliser une instruction « si-alors-sinon » ou plutôt if-alors-else, qui signifie « si (if) quelque chose est vrai, alors (:) faire ceci, sinon (else), faire cela ».

Pour essayer l'instruction si-alors-sinon, entre ce qui suit :

```
>>> print("Tu veux entendre une histoire cochonne ?")
Tu veux entendre une histoire cochonne ?
>>> age = 12
>>> if age == 12:
        print("Un cochon est tombé dans la boue.")
else:
        print("Chut. C'est un secret.")
Un cochon est tombé dans la boue.
```

Comme nous avons donné à la variable age la valeur 12 et que la condition demande si age est égal à 12, tu dois voir le premier message à l'écran. Maintenant, essaie de changer la valeur d'age en un autre nombre, comme ceci :

```
>>> print("Tu veux entendre une histoire cochonne ?")
Tu veux entendre une histoire cochonne ?
>>> age = 8
>>> if age == 12:
        print("Un cochon est tombé dans la boue.")
```

```
else:
        print("Chut. C'est un secret.")
Chut. C'est un secret.
```

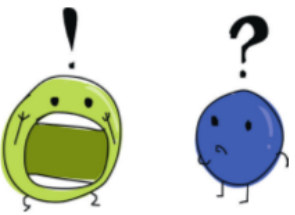
Cette fois, comme `age` vaut `8`, c'est le second message qui s'affiche.

Instructions if et elif

Nous pouvons même aller plus loin avec les `elif` (l'abréviation de `else-if`, « sinon-si »), par exemple si nous voulons vérifier que l'âge d'une personne vaut `10`, `11`, `12` et ainsi de suite, pour que le programme fasse des choses différentes selon l'âge donné en réponse. Ces instructions sont très différentes des instructions `if`-alors-`else` car il peut y avoir plusieurs `elif` dans la même instruction :

```
>>> age = 12
❶ >>> if age == 10:
❷         print("Comment appelle-t-on un lapin sourd ?")
          print("On ne l'appelle pas, on va le chercher !")
❸ elif age == 11:
          print("Que dit un raisin blanc à un raisin noir ?")
          print("Du beau temps pendant les vacances ?")
❹ elif age == 12:
❺         print("Que dit un 0 à un 8 ?")
          print("Salut, vous deux !")
  elif age == 13:
          print("Monsieur et madame Enfaillite ont une fille ?")
          print("Mélusine, bien sûr !")
  else:
          print("Pardon ?")
  Que dit un 0 à un 8 ? Salut, vous deux !
```

Dans cet exemple, l'instruction `if` de la deuxième ligne vérifie si la variable `age` est égale à `10` en ❶. L'instruction `print` qui suit en ❷ n'est exécutée que si `age` vaut `10`. Or, comme nous avons donné la valeur `12` à `age`, l'ordinateur saute à l'instruction `if` suivante, en ❸, et vérifie si la valeur d'`age` est égale à `11`. Elle ne l'est pas, donc l'ordinateur saute à l'instruction `if` suivante, en ❹, pour voir si `age` est égal à `12`. Il l'est, donc cette fois, l'ordinateur exécute la commande `print` en ❺.



Lorsque tu entres ces lignes de programme dans IDLE, celui-ci leur applique automatiquement le retrait adéquat. Assure-toi donc d'appuyer sur

les touches Ret. arr et Suppr lorsque tu as entré chaque instruction print, pour que les instructions if, elif et else commencent tout au début de la ligne, à la marge gauche. C'est le même emplacement qu'occuperaient ces instructions if si les invites (>>>) étaient absentes.

Combiner des conditions

Pour combiner des conditions, utilise les mots-clés and (et) et or (ou), qui raccourcissent et simplifient le code. Voici un exemple d'utilisation :

```
>>> if age == 10 or age == 11 or age == 12 or age == 13:
        print('Que donnent 13 + 49 + 84 + 155 + 97 ? La migraine !')
else:
        print('Pardon ?')
```

Dans ce code, si au moins une des conditions de la première ligne est vraie (autrement dit, si age vaut 10, 11, 12 *ou* 13), le bloc de code de la ligne suivante, qui commence par print, s'exécute.

Si aucune des conditions de la première ligne n'est vraie (« sinon », c'est-à-dire else), alors Python va dans le bloc de la dernière ligne et affiche Pardon ? à l'écran.

Pour compacter encore un peu le code de cet exemple, nous pouvons utiliser le mot-clé and combiné avec les opérateurs supérieur ou égal à (>=) et inférieur ou égal à (<=), comme ceci :

```
>>> if age >= 10 and age <= 13:
        print('Que donnent 13 + 49 + 84 + 155 + 97 ? La migraine !')
else:
        print('Pardon ?')
```

Ici, si age est supérieur ou égal à 10 *et* (and), à la fois, inférieur ou égal à 13, comme l'indique la première ligne, alors le bloc de code du print de la ligne suivante s'exécute. Donc, si la valeur d'age est 12, alors Que donnent 13 + 49 + 84 + 155 + 97 ? La migraine ! apparaît à l'écran, car 12 est plus grand que 10 et plus petit que 13.

Variables sans valeur : None

De même que nous pouvons donner à une variable une valeur de nombre, de chaîne ou de liste, nous pouvons lui donner une valeur

vide, c'est-à-dire rien. En Python, cette valeur vide s'appelle `None` et elle correspond à l'absence de valeur. Il est très important de bien comprendre que la valeur `None` n'a rien à voir avec la valeur `0`, parce qu'elle ne correspond à aucune valeur, tandis que `0` est un nombre dont la valeur est… le nombre zéro ! La seule valeur qu'une variable ait quand on lui donne (on dit « affecte » ou « attribue ») la valeur vide `None`, c'est rien du tout. Voici un exemple :

```
>>> mavaleur = None
>>> print(mavaleur)
None
```

L'affectation de la valeur `None` à une variable est une manière de réinitialiser cette dernière à son état initial, vide. C'est aussi une façon de définir une variable sans lui donner de valeur. Tu peux faire ce genre de chose quand tu sais que tu vas avoir besoin d'une variable plus tard dans un programme, mais que tu préfères définir (ou « déclarer ») toutes tes variables au début du code. Les programmeurs procèdent souvent ainsi, parce que les indiquer là aide à mieux les reconnaître lorsqu'elles apparaissent dans des extraits de code.

Tu peux aussi vérifier la présence de `None` dans une instruction `if`, comme dans cet exemple :

```
>>> mavaleur = None
>>> if mavaleur == None:
        print("La variable mavaleur n'a aucune valeur.")
La variable mavaleur n'a aucune valeur.
```

Ceci peut s'avérer bien utile pour calculer une valeur à partir d'une variable qui n'a pas encore été calculée.

Différence entre chaînes et nombres

Quand une personne tape quelque chose au clavier, ce qu'il produit est appelé « entrée de l'utilisateur » et cela peut correspondre à un caractère, une touche de curseur (les flèches `Haut`, `Bas`, `Gauche` ou `Droite`), la touche `Entrée` ou n'importe quoi d'autre. En Python, une entrée d'utilisateur produit une chaîne ; lorsque tu entres `10` au clavier, par exemple, Python enregistre cela dans une variable sous forme d'une chaîne, pas d'un nombre.

Alors, quelle est la différence entre le nombre 10 et la chaîne `'10'` ? Ils nous apparaissent identiques, avec la seule différence des apos-

trophes verticales qui entourent la chaîne. Pour l'ordinateur, il en va tout autrement : il y a une grande différence entre les deux.

Prenons l'exemple où nous définissons la variable `age` à la valeur `10` et comparons cette valeur à un nombre dans une instruction `if`, comme ceci :

```
>>> age = 10
>>> if age == 10:
        print("Comment parle-t-on à un monstre ?")
        print("D'aussi loin que possible !")
Comment parle-t-on à un monstre ?
D'aussi loin que possible !
```

Comme tu peux le voir, les instructions `print` s'exécutent.

Maintenant, définissons la variable `age` à la chaîne `'10'` (avec les apostrophes), comme suit :

```
>>> age = '10'
>>> if age == 10:
        print("Comment parle-t-on à un monstre ?")
        print("D'aussi loin que possible !")
```

Ici, le code des `print` ne s'exécute plus, parce que Python ne voit aucun nombre entre les apostrophes : il ne l'interprète pas comme un nombre.

Pour passer outre ce problème, Python possède heureusement quelques fonctions magiques qui servent à transformer, à « convertir » des chaînes en nombres et aussi des nombres en chaînes. Voici par exemple comment convertir la chaîne `'10'` en un nombre, avec `int` :

```
>>> age = '10'
>>> age_converti = int(age)
```

La variable `age_converti` reçoit un nombre, `10`. Et tu peux ensuite utiliser cette variable, qui contient un nombre, dans ton instruction `if`.

À l'inverse, pour convertir un nombre en chaîne, utilise `str` :

```
>>> age = 10
>>> age_converti = str(age)
```

Ici, `age_converti` contient la chaîne `'10'` au lieu du nombre `10`.

Nous avons vu que l'instruction `if age == 10` n'a produit aucun affichage quand la variable était définie en une chaîne (`age = '10'`). En revanche, si tu convertis d'abord la variable, le résultat est tout différent :

```
>>> age = '10'
>>> age_converti = int(age)
>>> if age_converti == 10:
        print("Comment parle-t-on à un monstre ?")
        print("D'aussi loin que possible !")
Comment parle-t-on à un monstre ?
D'aussi loin que possible !
```

Ce n'est pas fini. Si tu essaies de convertir une chaîne qui contient un nombre avec un point décimal, tu obtiens une erreur, parce que la fonction `int` s'attend à rencontrer un nombre entier dans la chaîne de départ :

```
>>> age = '10.5'
>>> age_converti = int(age)
Traceback (most recent call last):
    File "<pyshell#35>", line 1, in <module>
    age_converti = int(age)
ValueError: invalid literal for int() with base 10: '10.5'
```

Une `ValueError` (erreur de valeur) est le moyen qu'utilise Python pour te dire que la valeur que tu as essayé de convertir n'est pas correcte. Pour régler ce problème, utilise plutôt la fonction `float` dans ce cas-ci. Cette fonction est capable de gérer des nombres qui ne sont pas entiers.

```
>>> age = '10.5'
>>> age_converti = float(age)
>>> print(age_converti)
10.5
```

Tu recevras aussi une erreur de type `ValueError` si tu essaies de convertir une chaîne qui ne contient pas de chiffre :

```
>>> age = 'dix'
>>> age_converti = int(age)
Traceback (most recent call last):
    File "<pyshell#1>", line 1, in <module>
    age_converti = int(age)
ValueError: invalid literal for int() with base 10: 'dix'
```

Ce que tu as appris

Dans ce chapitre, tu as appris à utiliser les instructions `if` pour créer des blocs de code qui ne s'exécutent que lorsque des conditions particulières sont vraies. Tu as vu comment étendre les instructions `if` à l'aide de `elif`, pour exécuter des portions différentes de code en réponse à des conditions différentes, et comment utiliser le mot-clé `else` pour exécuter du code lorsqu'aucune des conditions précédentes n'est vraie. Tu as appris aussi la combinaison de conditions avec les mots-clés `and` et `or`, pour vérifier qu'un nombre apparaît dans une plage de valeurs. Tu as également vu comment convertir des chaînes en nombres avec `int` et `float`, mais aussi des nombres en chaînes avec `str`. Enfin, tu as découvert que rien du tout (`None`) a une signification en Python et peut servir à réinitialiser des variables à leur état initial, vide.

Puzzles de programmation

Essaie de résoudre les puzzles suivants à l'aide d'instructions `if` et de conditions. Les réponses sont disponibles sur le site d'accompagnement du livre.

1. Es-tu riche ?

À ton avis, que fait le code suivant ? Essaie d'imaginer la réponse sans la taper dans le shell, puis vérifie ta réponse.

```
>>> mes_sous = 2000
>>> if mes_sous > 1000:
        print("Je suis riche !!")
else:
        print("Je ne suis pas riche !!")
          print("Mais ça viendra...")
```

2. Barres chocolatées

Crée une instruction `if` pour vérifier que le nombre de barres chocolatées dans la variable `barres_choco` est plus petit que `100` ou plus grand que `500`. Le programme doit afficher « Trop peu ou beaucoup trop » quand la condition est vraie.

3. Juste le bon nombre

Dans une instruction `if`, vérifie que la somme d'argent contenue dans une variable `somme` est comprise entre `100` et `500` *ou* entre `1 000` et `5 000`.

4. Affronter des ninjas

Crée une instruction `if` qui affiche « Il y en a trop » si la variable `ninjas` contient un nombre inférieur à `50`, affiche « Je vais devoir me battre mais je peux les avoir » s'il est inférieur à `30` et affiche « Je peux affronter ces ninjas ! » s'il est inférieur à `10`. Essaie ton code avec :

```
>>> ninjas = 5
```

6

TOURNER EN BOUCLE

Il n'y a sans doute rien de pire que de devoir répéter les mêmes choses, encore et encore. Si les gens comptent des moutons quand ils peinent à s'endormir, il y a une raison et il ne faut pas chercher dans ces mammifères couverts de laine des pouvoirs magiques qui feraient dormir. En fait, cela vient de ce que répéter sans fin les mêmes choses est assommant, donc l'esprit décroche et le corps s'endort plus facilement s'il ne se concentre pas sur quelque chose d'intéressant.

Les programmeurs n'aiment pas non plus se répéter, à moins qu'ils veuillent s'endormir, bien entendu. Heureusement, les langages de programmation possèdent généralement ce que l'on appelle des boucles `for`, qui répètent automatiquement des choses, telles que des instructions de programme et des blocs de code.

Dans ce chapitre, nous allons examiner les boucles `for`, ainsi qu'un autre type de boucle que Python propose : la boucle `while`.

Utiliser les boucles for

Pour afficher cinq fois « bonjour » en Python, il y a bien cette solution :

```
>>> print("bonjour")
bonjour
>>> print("bonjour")
bonjour
>>> print("bonjour")
bonjour
>>> print("bonjour")
bonjour
>>> print("bonjour")
bonjour
```

Il faut avouer que c'est assez lourd et fastidieux. Au lieu de cela, il y a la solution de la boucle `for`, qui réduit de beaucoup les frappes au clavier et les répétitions, comme ceci :

```
❶ >>> for x in range(0, 5):
❷       print('bonjour')
bonjour
bonjour
bonjour
bonjour
bonjour
```

La fonction `range` en ❶ permet de créer une liste de nombres compris entre un nombre de départ (inclus) et un nombre de fin (exclu). Cela peut sembler un peu compliqué, donc combinons la fonction `range` avec la fonction `list` pour voir exactement comment cela fonctionne. En réalité, la fonction `range` ne crée pas vraiment une liste de nombres : elle renvoie un itérateur, c'est-à-dire un type d'objet de Python spécialement conçu pour travailler avec des boucles. En revanche, si nous combinons `range` avec `list`, nous obtenons une vraie liste de nombres :

```
>>> print(list(range(10, 20)))
[10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19]
```

Dans le cas de la boucle `for`, le code en ❶ indique à Python de :

- démarrer un comptage à `0` et de le terminer avant d'atteindre `5` ;
- pour chaque nombre compté, en stocker la valeur dans la variable `x`.

Ensuite, Python exécute le bloc de code en ❷. Remarque les quatre espaces au début de la ligne ❷, par rapport à la ligne ❶. Python a placé automatiquement ce retrait pour toi.

Lorsque tu presses `Entrée` à la fin de la deuxième ligne, Python affiche cinq fois « bonjour ».

Nous pouvons aussi utiliser `x` dans l'instruction `print` pour compter les « bonjour » :

```
>>> for x in range(0, 5):
        print('bonjour %s' % x)
bonjour 0
bonjour 1
bonjour 2
bonjour 3
bonjour 4
```

Pour comparer, si nous éliminions la boucle `for`, le code éclaté ressemblerait à ceci :

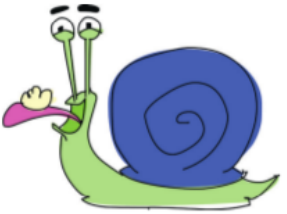
```
>>> x = 0
>>> print('bonjour %s' % x)
bonjour 0
>>> x = 1
>>> print('bonjour %s' % x)
bonjour 1
>>> x = 2
>>> print('bonjour %s' % x)
bonjour 2
>>> x = 3
>>> print('bonjour %s' % x)
bonjour 3
>>> x = 4
>>> print('bonjour %s' % x)
bonjour 4
```

Donc la présence de la boucle nous épargne de devoir entrer huit lignes de code supplémentaires. Les bons programmeurs détestent écrire plusieurs fois les mêmes choses ; par conséquent, la boucle `for` figure parmi leurs instructions favorites.

Tu n'es pas obligé d'utiliser à tout prix les fonctions `range` et `list` quand tu écris des boucles `for`, car tu pourrais aussi utiliser une liste déjà créée, par exemple la liste de courses du sorcier que nous avons créée au chapitre 3 :

```
>>> liste_sorcier = ["pattes d'araignée", 'orteil de crapaud', "langue ↵
        d'escargot", 'aile de chauve-souris', 'beurre de limace', "rôt ↵
        d'ours"]
>>> for i in liste_sorcier:
        print(i)
pattes d'araignée
orteil de crapaud
langue d'escargot
aile de chauve-souris
beurre de limace
rôt d'ours
```

Ce code revient à dire « pour chaque élément (`for`) dans (`in`) `liste_sorcier`, stocke la valeur dans la variable `i`, puis affiche (`print`) le contenu de cette variable ». Même chose ici, si nous ne passions pas par la boucle `for`, nous devrions écrire tout ce qui suit :



```
>>> liste_sorcier = ["pattes d'araignée", 'orteil de crapaud', "langue ↵
        d'escargot", 'aile de chauve-souris', 'beurre de limace', "rôt ↵
        d'ours"]
>>> print(liste_sorcier[0])
pattes d'araignée
>>> print(liste_sorcier[1])
orteil de crapaud
>>> print(liste_sorcier[2])
langue d'escargot
>>> print(liste_sorcier[3])
aile de chauve-souris
>>> print(liste_sorcier[4])
beurre de limace
>>> print(liste_sorcier[5])
rôt d'ours
```

Il faut avouer qu'ici aussi, la boucle permet de s'épargner beaucoup de code.

Essayons une autre boucle. Saisis le code suivant dans le shell. Il doit placer les retraits automatiquement pour toi :

```
❶ >>> longpantalonpoilu = ['long', 'pantalon', 'poilu']
❷ >>> for i in longpantalonpoilu:
❸       print(i)
❹       print(i)
❺
❻ long
  long
  pantalon
  pantalon
  poilu
  poilu
```

À la première ligne ❶, nous créons une liste qui contient `'long'`, `'pantalon'` et `'poilu'`. À la deuxième ligne ❷, nous bouclons parmi les éléments de la liste et chaque élément est affecté à la variable `i`. Aux deux lignes suivantes ❸ et ❹, nous affichons deux fois le contenu de la variable. L'appui sur la touche **Entrée** à la ligne vide suivante ❺ indique à Python de fermer le bloc ; en conséquence, il exécute la totalité du code, pour afficher deux fois chacun des éléments.

Rappelle-toi que si tu tapes un nombre incorrect d'espaces, tu obtiens un message d'erreur. Si, par exemple, tu entres un espace supplémentaire au début de la ligne ❹, Python affiche une erreur de retrait *(indent)* :

```
>>> longpantalonpoilu = ['long', 'pantalon', 'poilu']
>>> for i in longpantalonpoilu:
        print(i)
        print(i)

SyntaxError: unexpected indent
```

Nous avons en effet expliqué au chapitre 5 que Python s'attend à ce que les nombres d'espaces de retrait des blocs soient cohérents. Peu importe le nombre d'espaces que tu choisis, tant que tu conserves le même nombre pour chaque nouvelle ligne. En plus, cela facilite la lecture du code aux êtres humains.

Voici pour suivre un exemple un peu plus complexe de boucle `for`, avec deux niveaux de blocs :

```
>>> longpantalonpoilu = ['long', 'pantalon', 'poilu']
>>> for i in longpantalonpoilu:
        print(i)
        for j in longpantalonpoilu:
            print(j)
```

Quels sont les blocs dans ce code ? Le premier bloc est celui de la première boucle `for` :

```
>>> longpantalonpoilu = ['long', 'pantalon', 'poilu']
>>> for i in longpantalonpoilu:
        print(i)                    # Ces lignes forment
        for j in longpantalonpoilu: # le PREMIER bloc.
            print(j)                #
```

Le deuxième bloc ne contient que la ligne `print` de la deuxième boucle `for` :

```
❶ >>> longpantalonpoilu = ['long', 'pantalon', 'poilu']
  >>> for i in longpantalonpoilu:
          print(i)
❷         for j in longpantalonpoilu:
❸             print(j)              # Voici le DEUXIÈME bloc.
```

Imagines-tu bien ce que fait ce petit bout de code ?

Après la création d'une liste `longpantalonpoilu` en ❶, nous pouvons dire des deux lignes suivantes qu'elles vont boucler parmi les éléments de cette liste et les afficher un à un. Cependant, en ❷, une nouvelle boucle parcourt de nouveau la liste et, cette fois, affecte l'élément à la variable `j`, puis affiche à nouveau chaque élément en ❸. Les lignes de code ❷ et ❸ font toujours partie de la première boucle `for`, du fait de leur retrait, ce qui signifie qu'elles sont exécutées pour chaque élément que la première boucle `for` rencontre.

Donc, lorsque s'exécute ce code, nous devons voir `long`, suivi de `long`, `pantalon` et `poilu`, puis `pantalon`, suivi de `long`, `pantalon` et `poilu`, et ainsi de suite.

Saisis le code dans le shell de Python et vois par toi-même :

```
  >>> longpantalonpoilu = ['long', 'pantalon', 'poilu']
  >>> for i in longpantalonpoilu:
❶         print(i)
           for j in longpantalonpoilu:
❷             print(j)

  long
  long
  pantalon
  poilu
  pantalon
  long
  pantalon
  poilu
```

```
⌖ poilu
  long
  pantalon
  poilu
```

Python entre dans la première boucle et affiche un élément de la liste en ❶. Puis, il entre dans la deuxième boucle et affiche tous les éléments de la même liste, en ❷. Ensuite, il continue dans la première boucle avec la commande `print(i)`, puis réaffiche la liste complète avec `print(j)`. En sortie, les lignes marquées de ⌖ sont affichées par l'instruction `print(i)`. Les autres sont affichées par `print(j)`.

C'est bien joli tout cela, mais il serait peut-être intéressant d'utiliser les boucles à autre chose qu'à afficher des mots inutiles. Rappelle-toi le calcul que nous avons effectué au chapitre 2 pour connaître le nombre de pièces d'or que tu aurais à la fin d'une année, si tu utilisais l'invention géniale de ton grand-père pour répliquer des pièces. Il avait l'allure suivante :

```
>>> 20 + 10 * 365 - 3 * 52
```

Cela représente 20 pièces trouvées plus 10 pièces magiques multipliées par 365 jours de l'année, moins les 3 pièces volées par semaine par le corbeau.

Il serait intéressant de voir comment augmente ton tas de pièces chaque semaine. Pour cela, nous pouvons utiliser une boucle `for` mais, auparavant, nous devons changer la valeur de notre variable `pieces_magiques` pour qu'elle représente le nombre total de pièces magiques par semaine, soit 10 pièces magiques par jour fois 7 jours dans une semaine, de sorte que `pieces_magiques` vaut `70` :

```
>>> pieces_trouvees = 20
>>> pieces_magiques = 70
>>> pieces_volees = 3
```

Ensuite, pour voir le trésor augmenter chaque semaine, il nous faut une autre variable, `pieces`, et une boucle :

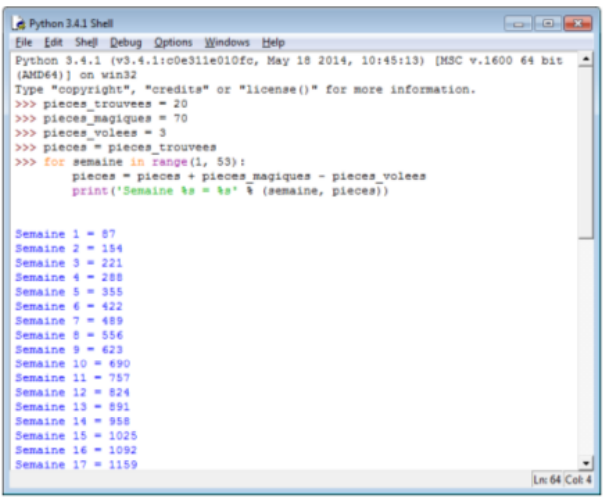
```
>>> pieces_trouvees = 20
>>> pieces_magiques = 70
>>> pieces_volees = 3
❶ >>> pieces = pieces_trouvees
❷ >>> for semaine in range(1, 53):
```

```
❸                pieces = pieces + pieces_magiques - pieces_volees
❹                print('Semaine %s = %s' % (semaine, pieces))
```

En ❶, la variable `pieces` reçoit la valeur de la variable `pieces_trouvees`, pour obtenir le nombre de départ. La ligne suivante ❷ prépare la boucle `for` qui exécutera les commandes du bloc formé par les lignes ❸ et ❹. À chaque passage dans la boucle, la variable `semaine` reçoit le nombre suivant de la plage comprise entre `1` (inclus) et `53` (exclu).

La ligne ❸ est un peu plus compliquée. À la base, nous voulons chaque semaine ajouter le nombre de pièces créées par magie et soustraire le nombre de pièces volées par le corbeau. Imagine la variable `pieces` comme une sorte de coffre au trésor, où chaque semaine viennent s'empiler les pièces. Ainsi, cette ligne signifie « remplacer le contenu de la variable `pieces` par le nombre actuel de pièces, plus celles que j'ai créées cette semaine, moins celles qui ont été volées cette semaine ». Dans le fond, le signe égal (`=`) est une portion de code qui signifie « effectuer ce qui se trouve à droite et le conserver pour un usage par la suite, en utilisant le nom placé à gauche ».

La ligne ❹ contient une instruction `print` avec des espaces réservés pour afficher à l'écran le numéro de la semaine, ainsi que le nombre total de pièces obtenu jusqu'ici. Si ceci te paraît incompréhensible, relis le passage intitulé « Insérer des valeurs dans des chaînes » du chapitre 3. Ensuite, si tu tapes les lignes de ce programme, tu obtiens ceci :



Tant que nous parlons de boucles : while

La boucle `for` n'est pas la seule que tu puisses utiliser en Python. Il y a aussi la boucle `while` (qui signifie « tant que »). La boucle `for` est faite pour les cas où tu sais où elle débute et où elle s'arrête, c'est-à-dire que tu en connais en quelque sorte la longueur, tandis que la boucle `while` sert dans les cas où tu ne connais pas cette longueur et ne sais pas quand elle s'arrêtera de boucler.

Imaginons un escalier avec 20 marches. L'escalier est à l'intérieur d'une maison et tu sais facilement monter 20 marches. La boucle `for` fonctionne ainsi.

```
>>> for marche in range(0, 20):
        print(marche)
```

Imaginons à présent un long escalier taillé dans une montagne pour accéder au sommet. La montagne est vraiment haute et tu risques de manquer d'énergie avant d'atteindre le sommet ou la météo peut devenir mauvaise. Donc tu risques de devoir t'arrêter et éventuellement rebrousser chemin, mais quand ? La boucle `while` fonctionne ainsi.

```
marche = 0
while marche < 10000:
    print(marche)
    if fatigue == True:
        break
    elif meteolaide == True:
        break
    else:
        marche = marche + 1
```

Si tu essaies d'exécuter ce code, tu obtiens une erreur, parce que nous n'avons pas créé les variables `fatigue` et `meteolaide`. Même s'il ne fonctionne pas tel quel, il suffit pour montrer un exemple simple de boucle `while`.

Nous commençons par créer une variable nommée `marche`, initialisée à `0`. Ensuite, nous commençons une boucle `while` dont la première ligne se lit ainsi : « Tant que `marche` est plus petite que `10000`, faire ce qui suit. » Il s'agit donc de vérifier à chaque passage par cette ligne que la valeur de `marche` est plus petite que `10000`, qui représente le nombre total des marches de l'escalier. Ainsi, tant que cette condition est vraie, Python exécute le bloc qui suit.

L'instruction `print(marche)` affiche la marche atteinte, puis nous vérifions si la valeur de la variable `fatigue` est égale à *vrai* avec `if fatigue == True:` (`True` est une valeur dite « booléenne », que nous verrons au chapitre 8). Si la condition est vraie, alors le mot-clé `break` (qui signifie littéralement : rompre) permet de sortir de la boucle, autrement dit d'arrêter la boucle immédiatement. Ce mot-clé fonctionne également pour les boucles `for`. Ici, il a pour effet de sauter directement hors du bloc, c'est-à-dire juste après la ligne `marche = marche + 1`.

La ligne `elif meteolaide == True:` vérifie si la variable `meteolaide` contient la valeur `True`. Si c'est le cas, le mot-clé `break` fait sortir Python de la boucle. Si aucune des valeurs de `fatigue` ou de `meteolaide` n'est vraie, Python saute au `else:` et exécute le bloc qui le suit, donc nous ajoutons `1` à la variable `marche` et la boucle reprend au début.

Ainsi donc, les étapes d'une boucle `while` sont les suivantes.

1. Vérifier la condition.
2. Exécuter le code du bloc.
3. Répéter.

Plus généralement, une boucle `while` peut être créée avec une paire de conditions au lieu d'une seule, par exemple comme ceci :

```
❶ >>> x = 45
❷ >>> y = 80
❸ >>> while x < 50 and y < 100:
          x = x + 1
          y = y + 1
          print(x, y)
```

Ici, nous créons ❶ une variable `x` de valeur `45`, puis en ❷ une variable `y` de valeur `80`. La boucle ❸ vérifie deux conditions : d'abord que `x` est plus petit que `50`, puis que `y` est plus petit que `100`. Tant que ces deux conditions sont vraies, les lignes suivantes sont exécutées et ajoutent `1` à chacune des deux variables, puis les affichent. Voici les résultats d'exécution du code :

```
46 81
47 82
48 83
49 84
50 85
```

Te représentes-tu bien comment cela fonctionne ?

Nous commençons à compter à partir de 45 pour la variable x et de 80 pour la variable y, puis nous les incrémentons de 1 (c'est-à-dire que nous leur ajoutons 1) chaque fois que le code du bloc de la boucle s'exécute. La boucle s'exécute tant que x est plus petit que 50 et que y est plus petit que 100. Or, après cinq passages dans la boucle, la valeur de x atteint 50, donc la condition x < 50 n'est plus vraie ; Python cesse de boucler et sort.

Une utilisation fréquente de while concerne ce que l'on appelle des boucles semi-infinies. Il s'agit d'un type de boucle qui ne s'arrête que lorsque quelque chose se produit dans le code qui la fait cesser. En voici un exemple :

```
while True:
    plein de code ici
    plein de code ici
    plein de code ici
    if une_certaine_valeur == True:
        break
```

La condition de la boucle while contient simplement True, qui est toujours vrai, donc le code du bloc s'exécute toujours (c'est pour cela que l'on parle de « boucle infinie »). Python ne quitte la boucle que si la variable une_certaine_valeur devient vraie (True). Nous verrons un meilleur exemple de ceci dans « Obtenir un nombre au hasard à l'aide de randint », mais il vaut mieux attendre d'arriver au chapitre 10 pour l'examiner.

Ce que tu as appris

Dans ce chapitre, nous avons utilisé des boucles pour effectuer des tâches répétitives. Nous avons indiqué à Python ce que nous voulions répéter en écrivant ces tâches à l'intérieur de blocs de code placés dans des boucles. Nous en avons vu deux types : les boucles for et les boucles while. Nous avons aussi appris à les quitter à l'aide du mot-clé break.

Puzzles de programmation

Voici quelques exemples de boucles que tu peux essayer de réaliser toi-même. Les réponses sont disponibles sur le site web d'accompagnement du livre.

1. La boucle Bonjour

Que penses-tu que ce code fait ? Essaie de deviner d'abord ce qui se produit, puis exécute le code dans le shell de Python pour vérifier si tu as raison.

```
>>> for x in range(0, 20):
        print('Bonjour %s' % x)
        if x < 9:
            break
```

2. Nombres pairs

Crée une boucle qui n'affiche que les nombres pairs (2, 4, 6, etc.) jusqu'à atteindre ton âge. Ou, si ton âge est un nombre impair (1, 3, 5, etc.), n'affiche que les nombre impairs jusqu'à ton âge. Par exemple, tu pourrais afficher quelque chose comme ceci :

```
2
4
6
8
10
12
14
```

3. Mes cinq ingrédients préférés

Crée une liste qui contienne cinq ingrédients indispensables pour un bon sandwich, par exemple :

```
>>> ingredients = ['escargots', 'sangsues', 'tranche de gorille',
'sourcils de chenilles', 'orteils de mille-pattes']
```

Maintenant, crée une boucle qui affiche le contenu de cette liste, avec les numéros :

```
1 escargots
2 sangsues
3 tranche de gorille
4 sourcils de chenilles
5 orteils de mille-pattes
```

4. Ton poids sur la lune

Si tu étais en ce moment sur la lune, ton poids ne représenterait que 16,5 % de celui que tu as sur la terre. Pour le calculer, multiplie ton poids sur terre par 0,165 (attention au point décimal : `0.165` !).

Supposons que tu prennes un kilo de plus tous les ans pendant les 15 années à venir. Utilise une boucle `for` pour afficher ton poids sur la lune pour chacune de ces années.

7

RECYCLER DU CODE AVEC DES FONCTIONS ET DES MODULES

Imagine deux secondes la quantité de matières que tu jettes chaque jour : des bouteilles, des emballages divers, des restes de nourriture, des sacs en plastique, des journaux, et ainsi de suite. Imagine à présent que tout cela s'empile au bout de ta rue, sans tri sélectif des papiers, des emballages plastiques et métalliques, des verres…

Bien entendu, tu recycles sans doute autant que possible. D'abord parce que personne n'aime enjamber des tas d'immondices en allant

à l'école. Ensuite, au lieu de s'accumuler en une pile énorme, ces bouteilles que tu recycles sont fondues pour être transformées en nouveaux récipients, le papier est recyclé dans du nouveau papier, tandis que les plastiques sont récupérés pour fabriquer de nouveaux emballages, des tubes pour la construction et même des vêtements ! Nous n'avons pas le choix : nous devons recycler les choses qui, sinon, seraient perdues.

Dans le monde de la programmation, la réutilisation est tout aussi importante. Évidemment, tes programmes ne disparaissent pas sous un tas d'immondices mais, si tu ne réutilises pas une partie de ce que tu fais, tu risques d'attraper des boursouflures aux bouts des doigts à force de taper et de retaper les mêmes choses. En plus, la réutilisation de code permet de simplifier tes programmes et d'en faciliter la relecture.

Comme ce chapitre va l'expliquer, Python offre toute une série d'options pour réutiliser du code.

Utiliser des fonctions

Tu as déjà aperçu une des manières dont Python recycle du code. Au chapitre précédent, nous avons utilisé les fonctions `range` et `list` pour compter des éléments.

```
>>> list(range(0, 5))
[0,1,2,3,4]
```

Si tu sais compter, il n'est pas difficile de créer une liste de nombres successifs en les entrant toi-même, mais plus la liste est longue, plus il te faut taper de code. En revanche, si tu utilises des fonctions, tu crées facilement une liste de milliers de nombres.

Voici un exemple qui se sert des fonctions `list` et `range` pour créer une liste de nombres :

```
>>> list(range(0, 1000))
[0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16...,997,998,999]
```

Les fonctions sont des extraits de code qui indiquent à Python d'effectuer quelque chose. Une méthode permet de réutiliser du code de suite : utilise des fonctions dans tes programmes, aussi vite et aussi souvent que tu peux.

Lorsque tu rédiges des programmes simples, les fonctions sont déjà pratiques mais, quand tu commences à écrire des programmes longs et complexes, comme des jeux, les fonctions deviennent *indispensables* (en supposant bien sûr que tu comptes terminer ton programme dans le courant de ce siècle).

Qu'est-ce qu'une fonction ?

Une fonction possède trois parties : un *nom*, des *paramètres* et un *corps*. Voici un exemple de fonction simple :

```
>>> def foncttest(mon_nom):
        print('Bonjour %s' % mon_nom)
```

Le nom de cette fonction est `foncttest`. Elle possède un seul paramètre, `mon_nom`, et son corps est constitué du bloc de code qui suit immédiatement la ligne commençant par `def` (le diminutif de définition). Un paramètre est une variable qui n'existe que tant que la fonction est utilisée.

Pour exécuter la fonction, il suffit d'appeler son nom, avec des parenthèses autour de la valeur du paramètre :

```
>>> foncttest('Blaise')
Bonjour Blaise
```

Une fonction peut accepter deux, trois ou n'importe quel nombre de paramètres, au lieu d'un seul :

```
>>> def foncttest(pnom, nom):
        print('Bonjour %s %s' % (pnom, nom))
```

Les valeurs de ces deux paramètres sont séparées par une virgule :

```
>>> foncttest('Blaise', 'Pascal')
Bonjour Blaise Pascal
```

Nous pouvons aussi créer des variables pour les utiliser comme paramètres dans l'appel de fonction :

```
>>> prenom = 'Gustave'
>>> nomfam = 'Flaubert'
>>> foncttest(prenom, nomfam)
Bonjour Gustave Flaubert
```

Généralement, une fonction renvoie (*return* en anglais) une valeur à l'aide d'une instruction `return`. Par exemple, tu pourrais écrire une fonction pour calculer l'argent que tu épargnes :

```
>>> def epargne(argent_poche, petits_boulots, depenses):
        return argent_poche + petits_boulots - depenses
```

Cette fonction prend trois paramètres, additionne les deux premiers (`argent_poche` et `petits_boulots`) et en soustrait le troisième (`depenses`). Le résultat est renvoyé et peut être affiché ou affecté à une variable, de la même manière que les autres valeurs :

```
>>> print(epargne(10, 10, 5))
15
```

Variables et portée

Une variable présente dans le corps d'une fonction ne peut plus servir lorsque l'exécution de cette dernière est terminée, parce qu'elle n'existe qu'à l'intérieur de la fonction. Dans le monde de la programmation, cela s'appelle la **portée** de la variable.

Pour bien comprendre ce que cela signifie, prenons l'exemple d'une fonction simple qui utilise deux variables, mais aucun paramètre :

```
❶ >>> def test_variables():
          premiere_variable = 10
          seconde_variable = 20
❷     return premiere_variable * seconde_variable
```

Cet exemple crée une fonction nommée `test_variables` ❶, qui définit deux variables numériques et renvoie ❷ le résultat de leur multiplication. L'appel de la fonction provoque l'affichage suivant :

```
>>> print(test_variables())
200
```

En revanche, si nous essayons d'afficher ensuite le contenu de la `premiere_variable` (ou de la seconde) en dehors du bloc de code qui forme le corps de la fonction, nous obtenons un message d'erreur :

```
>>> print(premiere_variable)
Traceback (most recent call last):
  File "<pyshell#50>", line 1, in <module>
    print(premiere_variable)
```

```
NameError: name ' premiere_variable' is not defined
```

Ce message dit que `premiere_variable` n'est pas définie au moment de la demande d'affichage.

Si nous définissons une variable en dehors de la fonction, sa portée est différente. Par exemple, définissons `autre_variable` avant de créer la fonction, puis essayons de l'utiliser dans le corps de la fonction :

```
❶ >>> autre_variable = 100
  >>> def test_variables2():
          premiere_variable = 10
          seconde_variable = 20
❷         return premiere_variable * seconde_variable * autre_variable
```

Ici, `premiere_variable` et `seconde_variable` ne peuvent servir en dehors de la fonction ; en revanche, `autre_variable`, créée en dehors de `test_variables2()` ❶, peut servir à l'intérieur de la fonction ❷. Voici le résultat de l'appel de cette fonction :

```
>>> print(test_variables2())
20000
```

Imaginons à présent que tu décides de construire un vaisseau spatial à partir d'un matériau économique comme des canettes recyclées. Tu penses pouvoir aplatir deux canettes par semaine pour fabriquer les parois incurvées du vaisseau, mais il te faut quelque 500 canettes pour finir le fuselage. Nous pouvons écrire une fonction pour t'aider à calculer le temps nécessaire pour aplatir les 500 canettes.

Créons une fonction pour montrer le nombre de canettes aplaties au fur et à mesure des semaines pendant un an. Elle prend en paramètre le nombre de canettes déjà aplaties :

```
>>> def construction_vaisseau(canettes):
        total_canettes = 0
        for semaine in range(1, 53):
            total_canettes = total_canettes + canettes
            print('Semaine %s = %s canettes' % (semaine, total_canettes))
```

À la première ligne du corps de la fonction, nous créons une variable `total_canettes` initialisée à `0`. Nous débutons ensuite une boucle pour les semaines de l'année, puis nous additionnons le

nombre de canettes aplaties chaque semaine, pour l'afficher. Ce bloc de code forme le corps de la fonction, mais il y a un autre bloc de code dans cette fonction : les deux dernières lignes forment le bloc de la boucle `for`.

Essayons d'entrer cette fonction dans le shell et de l'appeler avec des valeurs différentes du nombre de canettes par semaine :

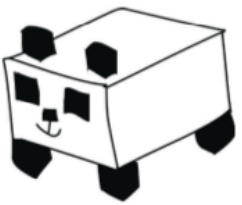
```
>>> construction_vaisseau(2)
Semaine 1 = 2 canettes
Semaine 2 = 4 canettes
Semaine 3 = 6 canettes
Semaine 4 = 8 canettes
Semaine 5 = 10 canettes
Semaine 6 = 12 canettes
Semaine 7 = 14 canettes
Semaine 8 = 16 canettes
Semaine 9 = 18 canettes
Semaine 10 = 20 canettes
(et ainsi de suite...)

>>> construction_vaisseau(13)
Semaine 1 = 13 canettes
Semaine 2 = 26 canettes
Semaine 3 = 39 canettes
Semaine 4 = 52 canettes
Semaine 5 = 65 canettes
(et ainsi de suite...)
```

Cette fonction peut servir plusieurs fois avec des valeurs différentes pour le nombre de canettes aplaties par semaine, ce qui s'avère bien plus efficace que de retaper toute la boucle `for` chaque fois que nous voulons essayer d'autres nombres.

Il est également possible de regrouper des fonctions dans des modules et c'est là que Python se montre réellement utile.

Utiliser des modules

Un **module** sert à grouper des fonctions, des variables et d'autres choses dans des programmes plus vastes et plus puissants. Certains modules sont intégrés dans Python lui-même, tandis que tu peux en télécharger d'autres de manière séparée. Certains t'aident à écrire des jeux (comme `tkinter`, intégré dans Python, ou `PyGame`, qui



ne l'est pas), d'autres à manipuler des images (comme PIL, la bibliothèque d'imagerie de Python) ou à dessiner en trois dimensions (comme Panda3D).

Des modules peuvent servir à réaliser toutes sortes de choses utiles. Ainsi, si tu conçois un jeu de simulation et si tu souhaites que le monde du jeu change de façon réaliste, tu peux calculer la date et l'heure actuelles à l'aide du module intégré appelé time :

```
>>> import time
```

La commande import indique à Python que nous voulons utiliser le module time. Ensuite seulement, nous pouvons appeler les fonctions disponibles dans ce module. Au chapitre 4, nous avons utilisé des fonctions du module turtle, comme t.forward(50). Par exemple, voici un appel de la fonction asctime du module time, qui renvoie la date et l'heure actuelles en anglais sous forme d'une chaîne :

```
>>> print(time.asctime())
Tue Sep  9 06:51:47 2014
```

Supposons à présent que tu veuilles demander à la personne utilisant ton programme d'entrer une valeur au clavier, par exemple sa date de naissance. Tu pourrais l'afficher sous forme d'un message dans une instruction print. Pour cela, il existe le module sys (l'abrégé de système), qui contient des utilitaires pour interagir avec le système Python lui-même. D'abord, importe le module sys :

```
>>> import sys
```

Dans le module sys existe un **objet** spécial, nommé stdin (pour « entrée standard »), qui fournit une fonction plutôt utile, appelée readline *(lire ligne)*. Cette fonction lit le contenu d'une ligne de texte saisie au clavier, jusqu'à l'appui sur la touche Entrée. Nous verrons plus de détails sur les objets au chapitre 8 mais, pour l'instant, voyons comment fonctionne readline. Tape le code suivant dans le shell :

```
>>> import sys
>>> print(sys.stdin.readline())
```

Rappelle-toi ce code du chapitre 5, qui contenait une instruction if :

```
>>> if age >= 10 and age <= 13:
        print('Que donnent 13 + 49 + 84 + 155 + 97 ? La migraine !')
    else:
        print('Pardon ?')
```

Au lieu de créer la variable `age` et de lui donner une valeur spécifique avant l'instruction `if`, nous pouvons cette fois demander à quelqu'un d'entrer la valeur. Convertissons d'abord le code en une fonction :

```
>>> def age_blague_idiote(age):
        if age >= 10 and age <= 13:
            print('Que donnent 13 + 49 + 84 + 155 + 97 ? La migraine !')
        else:
            print('Pardon ?')
```

À partir de là, il est possible d'appeler la fonction par son nom et de lui donner en paramètre entre parenthèses le nombre à utiliser. Cela fonctionne-t-il ?

```
>>> age_blague_idiote(9)
Pardon ?
>>> age_blague_idiote(10)
Que donnent 13 + 49 + 84 + 155 + 97 ? La migraine !
```

Oui, ça fonctionne ! Voyons à présent comment faire pour que la fonction demande l'âge de la personne. Tu peux ajouter ou modifier une fonction autant de fois que tu le veux. Note que le deuxième `print` dans le code suivant tient sur la même ligne.

```
>>> def age_blague_idiote():
        print('Quel âge as-tu ?')
❶       age = int(sys.stdin.readline())
❷       if age >= 10 and age <= 13:
            print('Que donnent 13 + 49 + 84 + 155 + 97 ? ↵
                La migraine !')
        else:
            print('Pardon ?')
```

As-tu reconnu la fonction `int` ❶, qui convertit une chaîne en un nombre ? Nous sommes obligés d'utiliser cette fonction, parce que `readline()` renvoie tout ce que l'utilisateur entre au clavier sous forme d'une chaîne, or nous avons besoin d'un nombre pour le comparer ❷ aux nombres `10` et `13`.

Pour essayer cela, il nous reste à appeler la fonction sans paramètre, puis à entrer un nombre lorsque s'affiche la question `Quel âge as-tu ?` :

```
>>> age_blague_idiote()
Quel âge as-tu ?
10
Que donnent 13 + 49 + 84 + 155 + 97 ? La migraine !
>>> age_blague_idiote()
Quel âge as-tu ?
15
Pardon ?
```

Ce que tu as appris

Dans ce chapitre, tu as vu comment rendre réutilisables des extraits de code en Python à l'aide de fonctions et comment utiliser les fonctions présentes dans des modules. Tu as appris aussi que la portée des variables contrôle leur visibilité à l'intérieur et à l'extérieur des fonctions. La création de fonctions repose sur le mot-clé `def`. Enfin, tu as appris à importer des modules pour pouvoir en utiliser le contenu.

Puzzles de programmation

Essaie de programmer toi-même les exemples suivants, pour t'entraîner à la création de tes propres fonctions. Les réponses sont disponibles dans le site web d'accompagnement du livre.

1. Fonction de base du poids sur la lune

Au chapitre 6, un des exercices consistait à créer une boucle `for` pour déterminer ton poids sur la lune sur une période de 15 ans. Tu peux aisément convertir cette boucle en une fonction. Crée une fonction qui accepte le poids de départ sur terre et un incrément de poids annuel, dont le poids de départ est augmenté chaque année. Tu pourrais ensuite appeler cette nouvelle fonction comme ceci :

```
>>> poids_lune(30, 0.25)
```

2. Fonction poids sur la lune avec les années

Prends la fonction que tu viens juste de créer et modifie-la pour traiter les poids sur des périodes différentes, par exemple sur 5 ou 20 années. Assure-toi de modifier la fonction pour qu'elle accepte trois arguments : le poids initial, le poids ajouté chaque année et le nombre d'années au total :

```
>>> poids_lune(30, 0.25, 5)
```

3. Programme de poids sur la lune

Au lieu de n'utiliser qu'une seule fonction à laquelle tu passes les valeurs en paramètres, tu peux réaliser un petit programme qui demande d'entrer les valeurs et les saisit à l'aide de `sys.stdin.readline()`. Dans ce cas-ci, tu appelles la fonction sans paramètre, puisqu'elle les demande à l'utilisateur :

```
>>> poids_lune()
```

La fonction affiche un premier message pour demander le poids initial, un deuxième pour demander le poids ajouté chaque année et enfin un troisième qui demande le nombre d'années. Le résultat devrait ressembler à ceci :

```
Entre ton poids actuel sur la terre
45
Entre le poids que tu prends en plus chaque année
0.4
Entre le nombre d'années
12
```

N'oublie pas d'importer le module `sys` avant de créer la fonction :

```
>>> import sys
```

Comme le deuxième nombre entré est un nombre décimal et non plus un entier, il faut réfléchir aussi à la façon de le convertir, avant de l'insérer dans les calculs. Au chapitre 5, nous avions donné une piste.

8

CLASSES ET OBJETS

Quel est le rapport entre une girafe et un trottoir ? Ce sont tous deux des choses, désignées dans le langage courant par des noms ; du point de vue de Python, il s'agit d'**objets**.

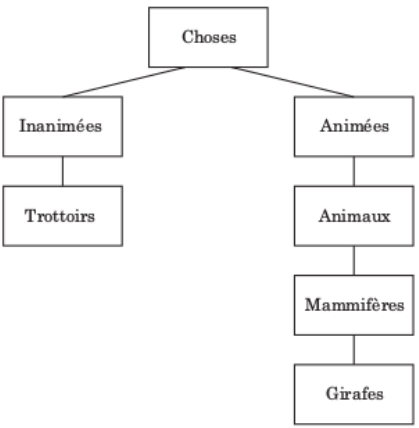
L'idée des objets est très importante dans le monde informatique. Ils permettent d'organiser du code dans un **programme** et de découper les choses en petits morceaux pour faciliter la réflexion à propos d'idées complexes. Nous avons déjà utilisé un objet au chapitre 4, lorsque nous avons travaillé avec le **module** turtle de la tortue : l'objet `Pen`.

Pour bien comprendre comment fonctionnent les objets en Python, nous devons réfléchir à leurs types. Commençons avec les girafes et les trottoirs.

La girafe est un type de mammifère, qui est lui-même un type d'animal. La girafe est aussi un objet animé, puisqu'elle est vivante. Examinons maintenant le trottoir. Il n'y a pas grand-chose à dire à son sujet, sauf que c'est un objet inanimé, car non vivant. Les termes mammifère, animal, animé et inanimé sont autant de moyens de ranger les choses dans des classes.

Organiser les choses en classes

En Python, les objets sont définis par des **classes**, qui servent à les ordonner dans des groupes. Voici un diagramme en arbre des classes dans lesquelles les girafes et les trottoirs peuvent se ranger selon nos définitions précédentes :



La classe principale est celle des Choses. Sous elle, nous avons les Inanimées et les Animées, que nous pouvons préciser encore avec les Trottoirs pour les premiers et les Animaux pour les seconds. Puis, en descendant encore un peu, nous avons les Animaux, les Mammifères et, enfin, les Girafes pour les Animées.

Utilisons des classes pour organiser un peu le code Python. Par exemple, regardons d'un peu plus près le module `turtle`. Tout ce qu'il est capable de faire, comme avancer, reculer, tourner à gauche et ainsi de suite, est constitué de fonctions de la classe `Pen`. Il nous est possible de voir un objet comme étant un membre d'une classe et de créer autant d'objets de cette classe que nous le voulons, comme nous allons le voir bientôt.

Pour l'heure, réalisons l'ensemble des classes de notre diagramme, à partir du haut (Choses). Pour cela, utilise le mot-clé `class`, suivi d'un nom :

```
>>> class Choses:
        pass
```

Nous nommons la classe `Choses` et utilisons l'instruction `pass` pour indiquer à Python que nous n'ajoutons pas d'autre information à son propos. Celle-ci sert en effet lorsque nous souhaitons créer une classe ou une fonction mais sans en remplir les détails pour le moment.

Ensuite, nous ajoutons les autres classes et établissons quelques relations parmi elles.

Enfants et parents

Si une classe A fait partie d'une classe B, on dit que A est un **enfant** de B et que B est le **parent** de A. Des classes peuvent être à la fois filles (enfants) de certaines classes et parentes d'autres.

Dans le diagramme en arbre, la classe au-dessus d'une autre est son parent, tandis que celle en dessous est son enfant (ou fille). Ainsi, Inanimées et Animées sont toutes deux des enfants de la classe `Choses`, ce qui implique que celle-ci est leur parent. Pour des raisons pratiques, nous masculiniserons le nom des classes et éviterons les accents : `Inanimes` et `Animes`.

Pour indiquer à Python qu'une classe est fille d'une autre, nous plaçons le nom de la classe parente entre parenthèses, après celui de la nouvelle classe, comme ceci :

```
>>> class Inanimes(Choses): ❶
        pass

>>> class Animes(Choses): ❷
        pass
```

Avec la ligne ❶, nous créons une classe nommée `Inanimes` et nous indiquons à Python que sa classe parente est `Choses`. Ensuite, en ❷, c'est au tour de la classe nommée `Animes` ; nous précisons à Python que sa classe parente est aussi `Choses`.

Poursuivons avec la classe `Trottoirs`, dont le parent est `Inanimes` :

```
>>> class Trottoirs(Inanimes):
        pass
```

Et nous pouvons également établir les classes `Animaux`, `Mammiferes` et `Girafes` avec leurs parents respectifs :

```
>>> class Animaux(Animes):
        pass

>>> class Mammiferes(Animaux):
        pass

>>> class Girafes(Mammiferes):
        pass
```

Ajouter des objets aux classes

Maintenant que nous avons toute une série de classes, nous allons ajouter un certain nombre de choses. Admettons que nous ayons une girafe nommée Régine. Nous savons qu'elle appartient à la classe `Girafes`, mais qu'utilise-t-on, en termes de programmation, pour décrire une seule girafe nommée Régine ? En fait, on appelle Régine un **objet** de la classe `Girafes`. On dit aussi que c'est une **instance** de cette classe. Pour présenter Régine à Python, nous utilisons le code suivant :

```
>>> regine = Girafes()
```

Cette ligne de code dit à Python de produire un objet de la classe `Girafes` et de l'affecter à la variable `regine`. Comme pour une fonction, le nom de la classe est suivi de parenthèses. Plus loin dans ce chapitre, nous verrons qu'il est possible de créer des objets et de placer des paramètres entre les parenthèses.

Ensuite, voyons ce que peut faire l'objet `regine`. En fait, pas grand-chose pour l'instant car, pour que les objets servent à quelque chose, il faut aussi définir dans leur classe des fonctions qu'ils pourront utiliser. Au lieu de placer le mot-clé `pass` directement après la définition de la classe, nous ajouterons des définitions de fonctions.

Définir des fonctions de classes

Le chapitre 7 présentait les fonctions comme une manière de réutiliser du code. Lorsque nous définissons une fonction associée à une classe, la manière est la même que pour des fonctions normales, sauf que nous appliquons un retrait par rapport à la définition de la classe. Voici, par exemple, une fonction qui ne s'associe pas à une classe :

```
>>> def voici_une_fonction_normale():
        print("Je suis une fonction normale.")
```

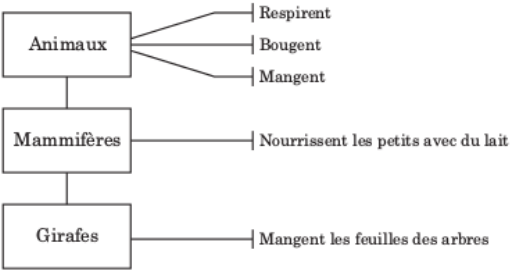
Et voici en comparaison deux fonctions qui appartiennent à une classe :

```
>>> class JeSuisUneClasse:
        def voici_une_fonction_de_Classe():
            print("Je suis une fonction de classe.")
        def voici_une_autre_fonction_de_Classe():
            print("Je suis une autre fonction de classe. Vu ?")
```

Ajouter des caractéristiques à une classe avec des fonctions

Regardons à présent les classes filles de la classe `Animes` que nous avons définies précédemment. Ajoutons des caractéristiques à chaque classe pour décrire ce qu'elle est et ce qu'elle sait faire. Une caractéristique est une particularité, une spécialité que tous les membres de cette classe (et leurs filles) ont en commun.

Ainsi, qu'est-ce que tous les animaux ont en commun ? Bon, pour commencer, ils respirent, ils bougent et ils mangent. Et les mammifères ? Ils nourrissent leurs enfants avec du lait, ils respirent, ils bougent et ils mangent. Nous savons en outre que les girafes mangent les feuilles hautes des arbres et que, comme les mammifères, elles nourrissent leurs petits avec leur lait, qu'elles respirent, bougent et mangent. Bref, lorsque nous ajoutons toutes ces caractéristiques à notre diagramme (dont nous ne montrons ici que la partie intéressante), nous obtenons :



Nous considérons ces caractéristiques comme des actions, ou des **fonctions**, c'est-à-dire des choses qu'un objet de telle classe peut faire. Nous utiliserons de préférence des verbes à l'infinitif pour les nommer.

Pour ajouter une fonction à une classe, nous utilisons le mot-clé `def`. La classe `Animaux` prend donc l'aspect suivant :

```
>>> class Animaux(Animes):
        def respirer(self):
            pass
        def bouger(self):
            pass
        def manger(self):
            pass
```

À la première ligne de ce code, nous définissons la classe `Animaux` comme précédemment mais, au lieu de laisser simplement le mot-clé `pass` à la ligne qui suit, nous établissons une fonction `respirer` avec un seul paramètre : `self`. Celui-ci permet qu'une fonction d'une classe puisse en appeler une autre de la classe (et dans les classes parentes). Nous en saurons plus sur son usage par la suite.

À la ligne suivante, le mot-clé `pass` dit à Python que nous ne donnons pas plus d'informations à propos de la fonction `respirer`, parce qu'elle ne fait rien pour l'instant. Ensuite, nous ajoutons de la même manière les fonctions (et actions de) `bouger` et `manger`, qui ne font rien non plus pour le moment. Nous allons bientôt réécrire nos classes et placer du code dans les différentes fonctions. Cette manière de développer, avec des fonctions et des classes vides, est très habituelle chez les programmeurs. Ils préparent ainsi leurs classes et leurs fonctions qui, au départ, ne font rien du tout. Ce n'est qu'ensuite, lorsqu'ils savent plus précisément ce qu'elles doivent faire, qu'ils se

penchent sur la manière dont elles le font. Il leur reste à rédiger réellement le code des fonctions, l'une après l'autre.

Il est aussi possible d'ajouter des fonctions aux deux autres classes, `Mammiferes` et `Girafes`. Chacune pourra utiliser les caractéristiques, donc les fonctions, de son parent. Cela signifie que tu ne dois pas nécessairement créer des classes très compliquées, car tu peux aussi placer certaines fonctions dans le parent le plus élevé auquel s'applique une caractéristique. C'est un bon moyen de faire des classes plus simples et plus faciles à comprendre.

```
>>> class Mammiferes(Animaux):
        def nourrir_petits_avec_du_lait(self):
            pass

>>> class Girafes(Mammiferes):
        def manger_feuilles_des_arbres(self):
            pass
```

Pourquoi utiliser des classes et des objets ?

Maintenant que nous avons ajouté des fonctions à nos classes, la question suivante se pose : pourquoi utiliser des classes et des objets, alors que nous aurions aussi bien pu écrire leurs fonctions comme des fonctions normales : `respirer`, `bouger`, `manger`, et ainsi de suite ?

Pour répondre à cette question, nous allons reprendre l'exemple de Régine, notre girafe. Nous avons créé l'objet `regine` de la classe `Girafes` comme ceci :

```
>>> regine = Girafes()
```

Comme `regine` est un objet, nous pouvons appeler (c'est-à-dire **exécuter**) les fonctions fournies par sa classe (`Girafes`) mais aussi par ses classes parentes. Pour cela, utilise l'opérateur point (`.`) et le nom de la fonction. Par exemple, pour dire à la girafe Régine de bouger ou de manger, appelle les fonctions comme ceci :

```
>>> regine = Girafes()
>>> regine.bouger()
>>> regine.manger_feuilles_des_arbres()
```

Supposons que Régine ait un ami, également girafe, qui se nomme Jules. Créons un autre objet `Girafes` nommé `jules` :

```
>>> jules = Girafes()
```

Vu que nous utilisons des objets et des classes, nous pouvons indiquer à Python précisément de quelle girafe on parle lorsqu'on veut exécuter la fonction bouger. Ainsi, si nous voulons que Jules bouge et laisse Régine où elle est, appelons la fonction `bouger` à partir de notre objet `jules` (dans ce cas-ci, seul Jules se déplace) :

```
>>> jules.bouger()
```

Modifions légèrement nos classes pour que cela devienne plus évident. Ajoutons simplement des instructions `print` à chaque fonction, à la place de `pass` :

```
>>> class Animaux(Animes):
        def respirer(self):
            print("respire")
        def bouger(self):
            print("bouge")
        def manger(self):
            print("mange")

>>> class Mammiferes(Animaux):
        def nourrir_petits_avec_du_lait(self):
            print("nourrit les petits")

>>> class Girafes(Mammiferes):
        def manger_feuilles_des_arbres(self):
            print("mange des feuilles")
```

Maintenant, quand nous créons nos deux objets `regine` et `jules`, puis appelons des fonctions au départ d'eux, quelque chose se passe :

```
>>> regine = Girafes()
>>> jules = Girafes()
>>> jules.bouger()
bouge
>>> regine.manger_feuilles_des_arbres()
mange des feuilles
```

Aux deux premières lignes, nous établissons les variables `regine` et `jules`, objets de la classe `Girafes`. Ensuite, nous appelons la fonction `bouger` à partir de l'objet `jules`, et Python affiche `bouge` à la ligne suivante. De la même manière, nous appelons la fonction `manger_feuilles_des_arbres` de `regine`, et Python affiche `mange des feuilles`. Si c'étaient de vraies girafes et non de simples objets dans un ordi-

nateur, l'une d'elles marcherait et l'autre mangerait des feuilles en haut d'un arbre.

Objets et classes en images

Voyons s'il est possible d'adopter une approche graphique des objets et des classes.

Reprenons le module `turtle` avec lequel nous avons joué au chapitre 4. Lorsque nous écrivons `turtle.Pen()`, Python crée un objet de la classe `Pen`, fourni par le module `turtle`, d'une manière semblable à nos objets `regine` et `jules` de la section précédente. Ici aussi, établissons deux objets tortues que nous nommons Aline et Karine, à la manière des deux girafes :

```
>>> import turtle
>>> aline = turtle.Pen()
>>> karine = turtle.Pen()
```

Chaque objet tortue est un membre de la classe `Pen`.

C'est ici que nous allons voir toute la puissance des objets. Nos deux objets tortues créés, appelons des fonctions sur chacun d'eux, pour les faire dessiner indépendamment :

```
>>> aline.forward(50)
>>> aline.right(90)
>>> aline.forward(20)
```

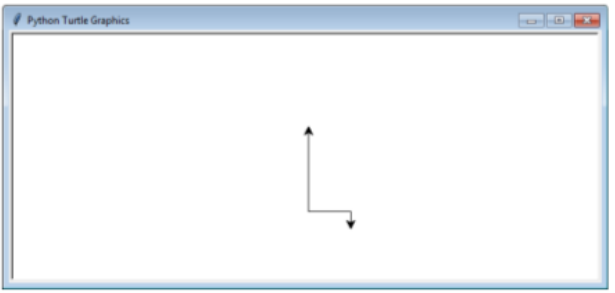
Ces quelques instructions indiquent à Aline d'avancer de 50 pixels, de tourner de 90° vers la droite, puis d'avancer de 20 pixels, pour se retrouver face au bas de l'écran. Rappelle-toi que les tortues démarrent toujours face à la droite de l'écran.

Maintenant, c'est au tour de Karine :

```
>>> karine.left(90)
>>> karine.forward(100)
```

Nous demandons à Karine de tourner vers la gauche de 90°, puis d'avancer de 100 pixels, de sorte qu'elle finisse face au haut de l'écran.

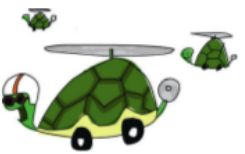
Jusque-là, nous avons une ligne avec deux pointes de flèches (représentant deux objets tortues distincts) qui se déplacent dans des directions différentes : Aline pointe vers le bas et Karine vers le haut.

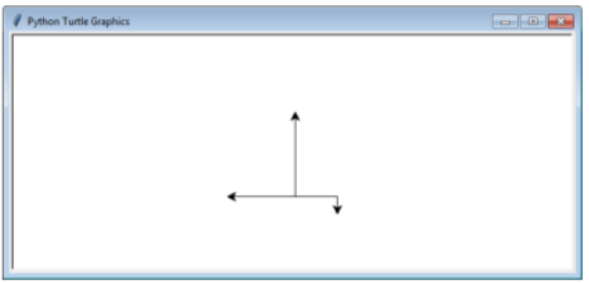


Ensuite, ajoutons une autre tortue, Jacques, pour la déplacer en dehors des traces d'Aline et de Karine :

```
>>> jacques = turtle.Pen()
>>> jacques.left(180)
>>> jacques.forward(80)
```

Nous créons d'abord l'objet `Pen` nommé `jacques`, puis nous le faisons tourner à 180° vers la gauche et nous le déplaçons de 80 pixels vers l'avant. Le dessin prend l'allure suivante, avec les trois tortues :





Retiens donc que, chaque fois que nous appelons `turtle.Pen()` pour créer une tortue, nous ajoutons un nouvel objet indépendant des autres. Chaque objet est une instance de la classe `Pen` et peut utiliser les mêmes fonctions que les autres mais, comme nous utilisons des objets, nous pouvons déplacer chaque tortue de manière indépendante. Tout comme nos deux objets girafes (Régine et Jules), Aline, Karine et Jacques sont des objets tortues indépendants. Si nous créons un objet avec le même nom de variable qu'un autre objet

qui existe déjà, l'ancien ne disparaît pas nécessairement. Essaie par toi-même : crée une nouvelle tortue de nom Karine et essaie de la déplacer à l'écran.

Autres fonctionnalités des objets et des classes

Les classes et les objets simplifient le regroupement des fonctions, mais ils permettent aussi de découper un programme en de plus petits extraits de code.

Prenons l'exemple d'une grande application logicielle, telle qu'un traitement de texte ou un jeu en trois dimensions. Il est quasi impossible à une personne normale de comprendre dans leur ensemble de vastes programmes comme ceux-ci, parce qu'ils contiennent trop de code. À partir du moment où l'on découpe ces programmes gigantesques en de petits morceaux, chacun commence à prendre sens à condition de connaître le langage, bien entendu.

Lors de l'écriture d'un vaste programme, une telle découpe divise le travail afin de le répartir entre plusieurs informaticiens. Les programmes les plus complexes que tu utilises, ton navigateur web par exemple, ont été écrits par de nombreuses personnes, qui ont travaillé sur des portions différentes, au même moment et un peu partout dans le monde.

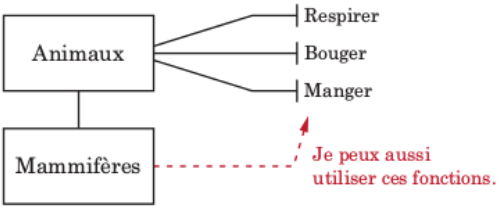
À présent, imagine que tu souhaites étendre certaines des classes que nous avons créées dans ce chapitre (`Animaux`, `Mammiferes` et `Girafes`). Comme tu as trop de travail, tu désires te faire aider de quelques-uns de tes amis. Pour ce faire, tu peux découper la tâche d'écriture du code pour qu'une personne se penche sur la classe `Animaux`, une autre sur la classe `Mammiferes` et la dernière sur la classe `Girafes`.

Fonctions héritées

Si tu as été attentif, tu as probablement compris que celui ou celle qui s'occupe de la classe `Girafes` est le plus chanceux, car toutes les fonctions créées par les personnes travaillant sur les classes `Animaux` et `Mammiferes` peuvent être réutilisées par la classe `Girafes`. Celle-ci hérite en effet des fonctions de la classe `Mammiferes` qui, à son tour, hérite de celles de la classe `Animaux`. Autrement

dit, avec un objet girafe, nous pouvons utiliser les fonctions définies dans la classe `Girafes`, ainsi que celles des classes `Mammiferes` et `Animaux`. De la même manière, un objet mammifère peut réemployer les fonctions définies dans la classe `Mammiferes`, ainsi que celles de sa classe parente `Animaux`.

Observe une nouvelle fois la relation entre les classes `Animaux`, `Mammiferes` et `Girafes`. La première est le parent de la deuxième, qui elle-même est le parent de la troisième.



Même si `regine` est un objet de la classe `Girafes`, nous pouvons toujours appeler la fonction `bouger`, définie dans la classe `Animaux`, parce que les fonctions déterminées dans une classe parente sont accessibles à ses classes filles :

```
>>> regine = Girafes()
>>> regine.bouger()
bouge
```

En fait, toutes les fonctions définies dans les classes `Animaux` et `Mammiferes` peuvent être appelées par l'objet `regine`, parce qu'il en hérite :

```
>>> regine = Girafes()
>>> regine.respirer()
respire
>>> regine.manger()
mange
>>> regine.nourrir_petits_avec_du_lait()
nourrit les petits
```

Fonctions appelant d'autres fonctions

Lorsque nous appelons des fonctions à partir d'un objet, nous utilisons le nom de la variable. Ainsi, pour appeler la fonction `bouger` sur Régine la girafe, nous écrivons :

```
>>> regine.bouger()
```

Pour qu'une fonction de la classe `Girafes` appelle `bouger`, qui appartient à cette même classe, il faut se servir du paramètre `self` qui sert à appeler une autre fonction de la même classe (ou de ses parents). Ainsi, imaginons que nous ajoutons une fonction nommée `trouver_nourriture` à la classe `Girafes` :

```
>>> class Girafes(Mammiferes):
        def trouver_nourriture(self):
            self.bouger()
            print("J'ai trouvé de la nourriture !")
            self.manger()
```

Nous venons de créer une fonction qui en combine deux autres, comme cela se fait souvent en programmation. Tu devras fréquemment écrire des fonctions simples de ce type, qui serviront ensuite dans d'autres fonctions plus complexes. C'est ce que nous ferons au chapitre 13 pour réaliser un jeu.

Profitons de `self` pour préciser notre classe `Girafes` :

```
>>> class Girafes(Mammiferes):
        def trouver_nourriture(self):
            self.bouger()
            print("J'ai trouvé de la nourriture !")
            self.manger()
        def manger_feuilles_des_arbres(self):
            self.manger()
        def danser_une_gigue(self):
            self.bouger()
            self.bouger()
            self.bouger()
            self.bouger()
```

Nous utilisons les fonctions `manger` et `bouger` de la classe parente `Animaux` pour déterminer `manger_feuilles_des_arbres` et `danser_une_gigue` dans la classe `Girafes`, parce qu'elles sont héritées. L'ajout de fonctions qui en appellent d'autres de cette manière nous permet, lorsque nous créons des objets de ces classes, d'appeler une fonction unique qui effectue plusieurs choses. Ainsi, quand nous appelons `danser_une_gigue`, notre girafe bouge quatre fois (ce qu'indique le texte `bouge` copié quatre fois) :

```
>>> regine = Girafes()
>>> regine.danser_une_gigue()
bouge
```

```
bouge
bouge
bouge
```

Initialiser un objet

Quelquefois, lorsque nous créons un objet, il est nécessaire de lui définir certaines valeurs, appelées « propriétés » de l'objet, pour un usage ultérieur. **Initialiser** un objet revient à le préparer pour qu'il soit prêt à l'emploi.

Imaginons, par exemple, que nous devions définir le nombre de taches pour chaque objet girafe au moment de son initialisation. Pour cela, nous créons une fonction `__init__`. Note qu'`init` est entouré de chaque côté de deux caractères de soulignement (_), soit quatre au total.

Il s'agit là d'une fonction d'un type spécial des classes de Python, qui doit porter exactement ce nom-là. Elle sert à définir les propriétés d'un objet au moment de sa toute première création, car Python appelle automatiquement cette fonction lorsque nous créons un objet. Voici comment elle s'écrit :

```
>>> class Girafes:
        def __init__(self, taches): ❶
            self.taches_girafe = taches ❷
```

D'abord (❶), nous définissons la fonction `init` avec deux paramètres, `self` et `taches`. Comme les autres, elle doit avoir `self` comme premier paramètre. Ensuite (❷), nous affectons le paramètre `taches` à une variable d'objet, autrement dit une propriété, nommée `taches_girafe`. Cette ligne peut se lire comme suit : « Prendre la valeur du paramètre `taches` et la stocker pour un usage ultérieur dans la variable d'objet `taches_girafe`. » De même qu'une fonction d'une classe peut appeler une autre fonction avec le paramètre `self`, l'accès aux variables de la classe, dans la classe, oblige à utiliser `self`.

Ensuite, lorsque nous établissons deux objets girafes, Oscar et Gertrude, et que nous affichons leur nombre de taches, nous voyons la fonction d'initialisation en action :

```
>>> oscar = Girafes(100)
>>> gertrude = Girafes(150)
>>> print(oscar.taches_girafe)
100
>>> print(gertrude.taches_girafe)
150
```

Tout d'abord, nous créons une instance de la classe `Girafes` avec la valeur de paramètre `100`. Ceci a pour effet d'appeler automatiquement la fonction `__init__` de la classe et d'utiliser `100` pour la valeur du paramètre `taches`. Ensuite, nous réalisons une seconde instance de la classe `Girafes`, avec cette fois 150 comme valeur de paramètre. Enfin, nous affichons la variable d'objet `taches_girafe` pour chacun des objets, ce qui donne comme résultats `100` et `150`. Parfait !

Retiens bien que, lorsque nous créons un objet d'une classe, comme `oscar`, nous pouvons faire référence à ses variables et fonctions à l'aide de l'opérateur point (.), suivi du nom de la variable ou de la fonction à utiliser (par exemple, `oscar.taches_girafe`). En revanche, avec des fonctions *à l'intérieur* d'une classe, pour faire référence à ces mêmes variables (et autres fonctions), c'est le paramètre `self` (par exemple `self.taches_girafe`) qui doit être employé.

Ce que tu as appris

Dans ce chapitre, nous avons utilisé des classes pour créer des catégories de choses et construire des objets (instances) de ces classes. Tu as appris que les enfants d'une classe héritent des fonctions de leurs parents et que, même si deux objets sont issus d'une même classe, ce ne sont pas nécessairement des clones. Par exemple, un objet girafe peut posséder son propre nombre de taches.

Tu as vu aussi comment appeler (ou exécuter) des fonctions d'un objet et que les variables d'objet (ou propriétés) permettent de stocker des valeurs dans ces mêmes objets. Enfin, nous avons utilisé le paramètre `self` dans des fonctions pour faire référence à d'autres fonctions et variables. Ces concepts sont fondamentaux dans Python ; tu les reverras donc souvent dans le reste du livre.

Puzzles de programmation

Certaines des idées de ce chapitre commenceront à dévoiler tout leur sens à mesure que tu les manipuleras. Expérimente-les dans les exemples suivants, puis vérifie les réponses sur le site d'accompagnement du livre.

1. Moulinet de girafe

Ajoute des fonctions à la classe `Girafes` pour déplacer les pattes postérieures gauche et droite en avant et en arrière. Voici un exemple de fonction pour bouger la patte postérieure gauche vers l'avant :

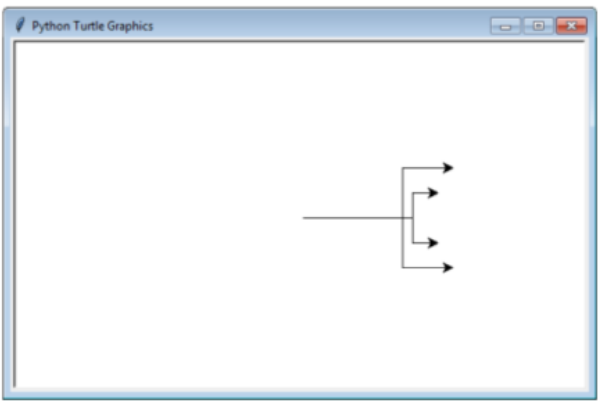
```
>>> def pied_gauche_en_avant(self):
        print("pied gauche en avant")
```

Crée ensuite une fonction pour faire danser Régine. Elle doit appeler les quatre fonctions de pieds que tu auras réalisées. Le résultat de l'appel de cette nouvelle fonction est un simple pas de danse :

```
>>> regine = Girafes()
>>> regine.danser()
pied gauche en avant
pied gauche en arrière
pied droit en avant
pied droit en arrière
pied gauche en arrière
pied droit en arrière
pied droit en avant
pied gauche en avant
```

2. Fourche de tortues

Réalise l'image suivante d'une fourche, à l'aide de quatre objets `Pen` du module `turtle`. Les longueurs des lignes n'ont pas d'importance. N'oublie pas d'importer le module avant !



9

FONCTIONS INTÉGRÉES DE PYTHON

Python possède une belle boîte pleine d'outils de programmation, avec notamment un grand nombre de fonctions et de modules prêts à l'emploi, totalement à ta disposition. Comme un bon marteau ou une clé universelle pour vélo, ces outils intégrés permettent d'écrire bien plus facilement des programmes et ce sont en réalité de véritables extraits de code.

Au chapitre 7, tu as vu qu'il est nécessaire d'importer un module avant de pouvoir l'utiliser. Les fonctions intégrées de Python ne nécessitent pas d'importation avant leur utilisation car elles sont accessibles dès que le shell démarre. Dans ce chapitre, nous allons examiner quelques-unes des plus utiles, puis nous concentrer sur la fonction `open`, qui sert à ouvrir des fichiers pour en lire ou y écrire des informations.

Utiliser des fonctions intégrées

Nous allons examiner 12 fonctions intégrées habituellement utilisées par les programmeurs en Python, avec leur description, la manière de les employer et des exemples des avantages que tu auras à t'en servir.

La fonction abs

La fonction `abs` renvoie la valeur absolue d'un nombre, c'est-à-dire la valeur de ce nombre sans son signe. Par exemple, la valeur absolue de 10 vaut 10 et la valeur absolue de -10 vaut aussi 10.

Pour utiliser la fonction `abs`, appelle-la simplement avec un nombre ou une variable en paramètre, comme ceci :

```
>>> print(abs(10))
10
>>> print(abs(-10))
10
```

La fonction `abs` sert par exemple à calculer la quantité absolue de mouvement d'un personnage de jeu, quelle que soit la direction dans laquelle il se déplace. Si le personnage fait trois pas sur sa droite (3 positif), puis dix pas sur sa gauche (10 négatif ou -10), et si nous ne tenons pas compte de la direction (positive ou négative), les valeurs absolues de ces nombres sont 3 et 10. Ceci peut intervenir dans un jeu de plateau où tu lances deux dés, puis déplaces le personnage d'un nombre maximal de pas dans n'importe quelle direction, en fonction du total des points des deux dés. Ensuite, si tu stockes le nombre de pas dans une variable, tu seras en mesure de déterminer si le personnage se déplace avec l'extrait de code suivant. Tu afficheras par exemple des informations quand le joueur décide de se déplacer. Ici, nous affichons simplement « Le personnage se déplace » :

```
>>> pas = -3
>>> if abs(pas) > 0:
        print('Le personnage se déplace')
```

Si nous n'utilisions pas `abs`, l'instruction `if` deviendrait ceci :

```
>>> pas = -3
>>> if pas < 0 or pas > 0:
        print('Le personnage se déplace')
```

Tu constates que l'utilisation d'`abs` raccourcit un peu la condition de l'instruction `if` et en facilite la compréhension.

La fonction bool

Le nom `bool` est l'abrégé de **booléen**, le terme que les programmeurs utilisent pour décrire un type de donnée qui ne peut avoir qu'une valeur parmi deux possibles, généralement vrai ou faux.

La fonction `bool` accepte un paramètre et renvoie `True` (vrai) ou `False` (faux), selon sa valeur. Appliquée aux nombres, `bool` renvoie `False` quand le nombre est égal à `0` et `True` pour n'importe quel autre nombre. Voici ce que cela donne pour différents nombres :

```
>>> print(bool(0))
False
>>> print(bool(1))
True
>>> print(bool(1123.23))
True
>>> print(bool(-500))
True
```

Appliquée à d'autres valeurs, comme une chaîne de caractères, `bool` renvoie `False` quand la chaîne ne contient aucune valeur, autrement dit quand elle vaut `None` ou qu'elle est vide (`''`), sinon elle renvoie `True`, comme ceci :

```
>>> print(bool(None))
False
>>> print(bool('a'))
True
>>> print(bool(' '))
True
>>> print(bool("Qu'est-ce qui est rose et qui fait peur ? Un cochon ↵
karatéka."))
True
```

La fonction `bool` renvoie aussi `False` pour les listes, les tuples et les dictionnaires qui ne contiennent aucune valeur, et `True` dans les autres cas :

```
>>> une_liste_stupide = []
>>> print(bool(une_liste_stupide))
False
>>> une_liste_stupide = ['s', 't', 'u', 'p', 'i', 'd', 'e']
>>> print(bool(une_liste_stupide))
True
```

La fonction `bool` sert notamment à déterminer si une valeur a été définie ou non. Par exemple, si nous demandons à des gens d'utiliser notre programme pour entrer l'année de leur naissance, une instruction `if` peut utiliser `bool` pour vérifier qu'ils ont entré une valeur :

```
>>> annee = input('Année de naissance : ')
Année de naissance :
>>> if not bool(annee.rstrip()):
        print("Vous devez entrer une valeur pour l'année de naissance")
Vous devez entrer une valeur pour l'année de naissance
```

La première ligne de cet exemple utilise `input` pour mémoriser dans la variable `annee` ce que l'utilisateur entre au clavier. Une pression sur `Entrée` à la ligne suivante, sans rien taper d'autre, stocke la valeur de la touche `Entrée` dans la variable. Au chapitre 7, nous avions utilisé `sys.stdin.readline()` pour aboutir au même résultat.

À la ligne suivante, l'instruction `if` vérifie la valeur booléenne, après avoir appliqué la fonction `rstrip`, qui supprime tous les espaces et tous les caractères `Entrée` de la fin de la chaîne. Comme l'utilisateur n'a saisi aucune donnée, la fonction `bool` renvoie `False`. Du fait que l'instruction `if` emploie le mot-clé `not` (« pas » ou « non »), cela revient à dire « faire ceci si la fonction ne renvoie pas vrai » et donc le code affiche le message à la ligne suivante.

La fonction dir

La fonction `dir` (abrégé de *directory*, c'est-à-dire répertoire en anglais) retourne des informations à propos de n'importe quelle valeur. À la base, elle indique en ordre alphabétique les fonctions qui peuvent être utilisées avec la valeur du paramètre.

Ainsi, pour afficher les fonctions disponibles pour une valeur de liste, tape ceci :

```
>>> dir(['une', 'courte', 'liste'])
['__add__', '__class__', '__contains__', '__delattr__',
'__delitem__', '__dir__', '__doc__', '__eq__', '__format__', '__ge__',
'__getattribute__', '__getitem__', '__gt__', '__hash__', '__iadd__',
'__imul__', '__init__', '__iter__', '__le__', '__len__', '__lt__',
'__mul__', '__ne__', '__new__', '__reduce__', '__reduce_ex__',
'__repr__', '__reversed__', '__rmul__', '__setattr__', '__setitem__',
```

```
'__sizeof__', '__str__', '__subclasshook__', 'append', , 'clear', 'copy',
'count', 'extend', 'index', 'insert', 'pop', 'remove', 'reverse', 'sort']
```

La fonction `dir` fonctionne sur à peu près n'importe quoi, notamment les chaînes, les nombres, les fonctions, les modules, les objets et les classes. Parfois cependant, les informations qu'elle renvoie ne sont pas très utiles. Ainsi, si tu appelles `dir` sur le nombre `1`, elle affiche un certain nombre de fonctions spéciales, celles qui débutent et se terminent par des caractères de soulignement, que Python utilise lui-même et qui n'ont pas vraiment d'utilité pour nous ; donc tu peux généralement les ignorer.

```
>>> dir(1)
['__abs__', '__add__', '__and__', '__bool__', '__ceil__', '__class__',
'__delattr__', '__dir__', '__divmod__', '__doc__', '__eq__', '__float__',
'__floor__', '__floordiv__', '__format__', '__ge__', '__getattrib-
ute__', '__getnewargs__', '__gt__', '__hash__', '__index__', '__init__',
'__int__', '__invert__', '__le__', '__lshift__', '__lt__', '__mod__', '__
mul__', '__ne__', '__neg__', '__new__', '__or__', '__pos__', '__pow__',
'__radd__', '__rand__', '__rdivmod__', '__reduce__', '__reduce_ex__',
'__repr__', '__rfloordiv__', '__rlshift__', '__rmod__', '__rmul__', '__
ror__', '__round__', '__rpow__', '__rrshift__', '__rshift__', '__rsub__',
'__rtruediv__', '__rxor__', '__setattr__', '__sizeof__', '__str__',
'__sub__', '__subclasshook__', '__truediv__', '__trunc__', '__xor__',
'bit_length', 'conjugate', 'denominator', 'from_bytes', 'imag', 'numera-
tor', 'real', 'to_bytes']
```

La fonction s'avère utile quand tu as une variable et que tu veux rapidement savoir ce que tu peux en faire. Par exemple, exécute `dir` avec une variable `popcorn` qui contient une valeur de chaîne de caractères et tu obtiens la liste des fonctions fournies par la classe `string`, car toutes les chaînes de caractères sont membres de cette classe :

```
>>> popcorn = "J'adore le popcorn !"
>>> dir(popcorn)
['__add__', '__class__', '__contains__', '__delattr__', '__dir__',
'__doc__', '__eq__', '__format__', '__ge__', '__getattribute__', '__get-
item__', '__getnewargs__', '__gt__', '__hash__', '__init__', '__iter__',
'__le__', '__len__', '__lt__', '__mod__', '__mul__', '__ne__', '__new__',
'__reduce__', '__reduce_ex__', '__repr__', '__rmod__', '__rmul__',
'__setattr__', '__sizeof__', '__str__', '__subclasshook__', 'capital-
ize', 'casefold', 'center', 'count', 'encode', 'endswith', 'expandtabs',
'find', 'format', 'format_map', 'index', 'isalnum', 'isalpha', 'isdeci-
mal', 'isdigit', 'isidentifier', 'islower', 'isnumeric', 'isprintable',
'isspace', 'istitle', 'isupper', 'join', 'ljust', 'lower', 'lstrip',
'maketrans', 'partition', 'replace', 'rfind', 'rindex', 'rjust', 'rparti-
```

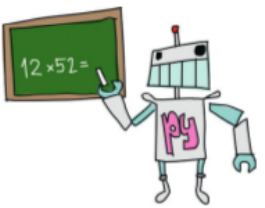
```
tion', 'rsplit', 'rstrip', 'split', 'splitlines', 'startswith', 'strip',
'swapcase', 'title', 'translate', 'upper', 'zfill']
```

À partir de là, utilise la fonction `help` pour obtenir une courte description de n'importe quelle fonction de cette liste. Ainsi, pour en savoir plus à propos de la fonction `upper` de la variable, exécute :

```
>>> help(popcorn.upper)
Help on built-in function upper:

upper(...) method of builtins.str instance
    S.upper() -> str

    Return a copy of S converted to uppercase.
```

Tout cela est un peu nébuleux, d'autant que tout est en anglais, évidemment ! Donc regardons cela plus en détail. L'ellipse (`...`) signifie que `upper` est une fonction intégrée de la classe et que, dans ce cas-ci, elle ne prend aucun paramètre. La flèche (`->`) de la ligne suivante indique que la fonction renvoie une chaîne (`str`). La dernière ligne donne une brève description de ce que fait la fonction, c'est-à-dire qu'elle renvoie une copie de la chaîne `S` convertie en lettres capitales.

La fonction eval



Abrégé (en anglais) d'évaluer, la fonction `eval` prend une chaîne de caractères en paramètre et l'exécute comme si c'était une expression en Python. Ainsi, `eval('print("Bravo")')` exécute en fait l'instruction `print("Bravo")`.

La fonction `eval` ne fonctionne qu'avec des expressions simples, comme la suivante :

```
>>> eval('10*5')
50
```

Les expressions qui s'étalent sur plusieurs lignes, telles les instructions `if`, ne peuvent généralement pas être évaluées, comme dans cet exemple :

```
>>> eval('''if True:
        print("Ceci ne fonctionne pas du tout.")''')
Traceback (most recent call last):
```

```
  File "<pyshell#6>", line 2, in <module>
    print("Ceci ne fonctionne pas du tout.")''')
  File "<string>", line 1
    if True:
     ^
SyntaxError: invalid syntax
```

La fonction `eval` sert souvent à convertir une entrée de l'utilisateur en expressions Python. Ainsi, tu peux écrire un programme de calculatrice simple, qui lit des équations entrées en Python et les calcule, c'est-à-dire les évalue, pour fournir les réponses.

Comme l'entrée utilisateur est lue sous forme de chaîne, Python doit la convertir en nombres et en opérateurs avant d'effectuer les calculs, mais la fonction `eval` évite et facilite fortement cette conversion :

```
>>> ton_calcul = input('Entre un calcul : ')
Entre un calcul : 12*52
>>> eval(ton_calcul)
624
```

Dans cet exemple, nous utilisons `input` pour lire ce que l'utilisateur entre et le verser dans la variable `ton_calcul`. À la ligne suivante, l'utilisateur saisit l'expression `12*52`, qui correspond par exemple à son âge multiplié par le nombre de semaines dans une année. Nous utilisons `eval` pour effectuer le calcul et le résultat s'affiche à la dernière ligne.

La fonction exec

La fonction `exec` fonctionne comme `eval`, mais elle accepte des expressions plus complexes. La grande différence entre les deux se situe dans le fait qu'`eval` renvoie une valeur, qu'il est possible d'affecter à une variable, tandis qu'`exec` ne renvoie aucune valeur. Voici un exemple :

```
>>> mon_petit_programme = '''print('sandwich')
print('au jambon')'''
>>> exec(mon_petit_programme)
sandwich
au jambon
```

Aux deux premières lignes, nous créons une variable avec une chaîne multiligne qui contient deux instructions `print`. À la ligne suivante, `exec` exécute cette chaîne.

La fonction `exec` permet d'exécuter des mini-programmes, que Python peut par exemple lire dans un fichier, ce qui revient en fait à créer un programme qui exécute des programmes ! Cela s'avère parfois utile lors de l'écriture des applications longues et complexes. Imagine un jeu de duel entre deux robots qui évoluent à l'écran et qui essaient de s'attaquer mutuellement. Les joueurs pourraient fournir les instructions à leurs robots sous la forme de mini-programmes (ou scripts) en Python. Le jeu des robots en duel lirait ces petits scripts et les exécuterait avec `exec`.

La fonction float

La fonction `float` convertit une chaîne en un « nombre à virgule flottante » *(floating point)*, c'est-à-dire un nombre qui possède un point décimal en Python. Cela s'appelle aussi un « nombre réel », par opposition à un « nombre entier » ou simplement entier *(integer)*. Ainsi, si `10` est un entier, `10.0`, `10.1` et `10.253` sont tous des nombres à virgule flottante. Il faut bien comprendre que le langage Python est en anglais et qu'un nombre tel que 10,253 en mathématiques s'écrit en Python avec un point au lieu de la virgule, soit `10.253`.

Pour convertir une chaîne en nombre à virgule flottante, appelle `float` :

```
>>> float('12')
12.0
```

La chaîne peut aussi contenir un point décimal (mais pas de virgule décimale) :

```
>>> float('123.456789')
123.456789
```

Utilise `float` pour convertir en valeurs appropriées des valeurs entrées par l'utilisateur dans un programme, ce qui s'avère particulièrement utile lorsque tu veux comparer la valeur entrée par une personne avec d'autres valeurs. Ainsi, pour vérifier que l'âge d'une personne est au-dessus d'un nombre déterminé, tu pourrais écrire ceci :

```
>>> ton_age = input('Entre ton âge : ')
Entre ton âge : 20
>>> age = float(ton_age)
>>> if age > 13:
        print('Tu es trop vieux de %s années.' % (age - 13))
Tu es trop vieux de 7.0 années.
```

La fonction int

La fonction `int` convertit une chaîne ou un nombre en un nombre entier *(integer)*, ce qui signifie en réalité que tout ce qui se situe à droite du point décimal éventuel est éliminé. Ainsi, pour convertir un nombre à virgule flottante en un entier, écris :

```
>>> int(123.456)
123
```

Et pour convertir une chaîne en un entier :

```
>>> int('123')
123
```

En revanche, si tu essaies de convertir en un entier une chaîne qui contient un nombre à virgule flottante, tu provoques une erreur de valeur. Dans l'exemple qui suit, nous essayons de convertir le nombre `123.456` présenté sous forme de chaîne à l'aide la fonction `int` :

```
>>> int('123.456')
Traceback (most recent call last):
  File "<pyshell>", line 1, in <module>
    int('123.456')
ValueError: invalid literal for int() with base 10: '123.456'
```

Tu constates que le résultat produit est effectivement une erreur de valeur, `ValueError`.

La fonction len

La fonction `len` retourne la longueur d'un objet ou, dans le cas d'une chaîne, le nombre de caractères dans la chaîne. Par exemple, pour connaître la longueur de la chaîne `Ceci est une chaîne de test`, écris :

```
>>> len('Ceci est une chaîne de test')
27
```

Utilisée avec une liste ou un tuple, `len` renvoie le nombre d'éléments de la liste ou du tuple :

```
>>> liste_creatures = ['licorne', 'cyclope', 'fée', 'elfe', 'dragon', ↵
'troll']
>>> print(len(liste_creatures))
6
```

Avec un dictionnaire, `len` retourne aussi le nombre d'éléments :

```
>>> dict_ennemis = {'Batman' : 'Joker', ↵
                    'Superman' : 'Lex Luthor', ↵
                    'Spiderman' : 'Lutin vert'}
>>> print(len(dict_ennemis))
3
```

La fonction `len` est particulièrement utile avec des boucles. Ainsi, pour afficher l'indice des éléments dans une liste, nous pouvons écrire :

```
>>> fruit = ['pomme', 'banane', 'clémentine', 'fruit de la passion']
❶ >>> longueur = len(fruit)
❷ >>> for x in range(0, longueur):
❸ >>>     print("Le fruit à l'indice %s est %s" % (x, fruit[x]))
Le fruit à l'indice 0 est pomme
Le fruit à l'indice 1 est banane
Le fruit à l'indice 2 est clémentine
Le fruit à l'indice 3 est fruit de la passion
```

Ici, nous stockons la taille de la liste dans la variable `longueur` ❶, puis nous utilisons cette variable dans la fonction `range` pour créer notre boucle ❷. Comme nous parcourons en boucle chaque élément de la liste, nous affichons ❸ un message qui montre l'indice et la valeur de l'élément. Bien utilisée, la fonction `len` permet aussi d'afficher un élément sur deux ou trois d'une liste de chaînes.

Les fonctions max et min

La fonction `max` renvoie le plus grand élément d'une liste, d'un tuple ou d'une chaîne. Par exemple, voici son utilisation sur une liste de nombres :

```
>>> nombres = [5, 4, 10, 30, 22]
>>> print(max(nombres))
30
```

Une chaîne avec ses caractères séparés par des virgules ou des espaces fonctionne également :

```
>>> chaines = 'c,h,a,i,n,e,C,H,A,I,N,E'
>>> print(max(chaines))
N
```

L'exemple montre que les lettres sont triées en ordre alphabétique, avec d'abord les lettres capitales, puis les lettres minuscules, de sorte que *n* vaut plus que *N*.

Il n'est pas indispensable d'utiliser des listes, des tuples ou des chaînes car il est possible d'appeler `max` directement et d'entrer les éléments à comparer entre les parenthèses, comme des paramètres :

```
>>> print(max(10, 300, 450, 50, 90))
450
```

La fonction `min` fonctionne comme `max`, mais elle renvoie le plus petit élément de la liste, du tuple ou de la chaîne. Voici le même exemple de liste, auquel nous appliquons `min` :

```
>>> nombres = [5, 4, 10, 30, 22]
>>> print(min(nombres))
4
```

Admettons que tu joues à un jeu de devinette avec une équipe de quatre joueurs, dont chacun doit deviner un nombre plus petit que celui que tu as choisi en secret. Si un des joueurs propose un nombre plus grand que le tien, tous les joueurs perdent, mais s'ils proposent tous un nombre plus petit que le tien, ils gagnent. La fonction `max` indique si toutes les propositions sont plus petites, comme ceci :

```
>>> devine_ce_nombre = 61
>>> propositions = [12, 15, 70, 45]
>>> if max(propositions) >= devine_ce_nombre:
        print('Boum ! Tout le monde perd !')
else:
        print('Tu gagnes')
Boum ! Tout le monde perd !
```

Dans cet exemple, nous stockons le nombre à deviner dans la variable `devine_ce_nombre`. Les membres de l'équipe proposent des valeurs qui viennent se ranger dans la liste `propositions`. L'instruction `if` compare la proposition maximale au nombre à deviner et, si au moins un joueur dépasse ce nombre, nous affichons le message `Boum ! Tout le monde perd !`.

La fonction range

Ainsi que nous l'avons vu auparavant, la fonction `range`, qui signifie plage (de valeurs), sert surtout dans des boucles, pour répéter un certain nombre de fois une portion de code. Les deux premiers para-

mètres demandés par `range` sont appelés le « début » et l'« arrêt ». Cette fonction a été mise en œuvre dans l'exemple précédent qui employait `len` au sein d'une boucle.

Les nombres que `range` génère commencent avec la valeur donnée en premier paramètre et se terminent avec le nombre inférieur d'une unité par rapport au second paramètre. L'exemple suivant montre ce qu'il advient quand nous affichons les nombres créés par `range` entre `0` et `5` (non compris) :

```
>>> for x in range(0, 5):
print(x)
0
1
2
3
4
```

La fonction `range` renvoie en réalité un objet spécial, appelé « itérateur », qui répète une action un certain nombre de fois. Dans ce cas-ci, elle renvoie le numéro plus grand suivant à chaque appel.

Il est possible de convertir l'itérateur en une liste, grâce à la fonction `list`. Si nous affichons la valeur renvoyée lors de l'appel de `range`, nous pouvons voir également les nombres qu'elle contient :

```
>>> print(list(range(0, 5)))
[0, 1, 2, 3, 4]
```

La fonction `range` accepte aussi un troisième paramètre, appelé « pas ». Si la valeur du pas n'est pas indiquée, le nombre `1` est considéré par défaut. Si nous choisissions la valeur `2` pour le pas, nous aurions le résultat suivant :

```
>>> comptage_par_deux = list(range(0, 30, 2))
>>> print(comptage_par_deux)
[0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28]
```

Chaque nombre de la liste augmente de deux par rapport au nombre précédent et la liste se termine au nombre `28`, qui correspond au nombre inférieur de `2` par rapport à `30`. Les pas négatifs sont aussi possibles :

```
>>> decompte_par_deux = list(range(40, 10, -2))
>>> print(décompte_par_deux)
[40, 38, 36, 34, 32, 30, 28, 26, 24, 22, 20, 18, 16, 14, 12]
```

La fonction sum

La fonction `sum` additionne les éléments d'une liste et en renvoie le total. Voici un exemple :

```
>>> ma_liste_de_nombres = list(range(0, 500, 50))
>>> print(ma_liste_de_nombres)
[0, 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450]
>>> print(sum(ma_liste_de_nombres))
2250
```

La première ligne crée une liste de nombres compris entre `0` et `500` par pas de `50`, à l'aide de `range` et de `list`. La ligne suivante affiche la liste pour en voir le contenu. Enfin, le passage de `ma_liste_de_nombres` à la fonction `sum` additionne tous les éléments de cette liste, pour donner le total de `2250`.

Manipuler des fichiers

En Python, les fichiers sont semblables aux autres fichiers de l'ordinateur, comme les documents, les images, la musique, les jeux et ainsi de suite. En pratique, tout est enregistré dans l'ordinateur sous cette forme.

Nous allons voir comment ouvrir et manipuler des fichiers en Python à l'aide de la fonction intégrée `open`, mais au préalable, nous devons créer un fichier pour pouvoir jouer avec lui.

Créer un fichier de test

Livrons-nous à quelques expériences à partir d'un fichier que nous allons nommer `test.txt`. Suis les étapes qui correspondent à ton système d'exploitation.

Créer un fichier sous Windows

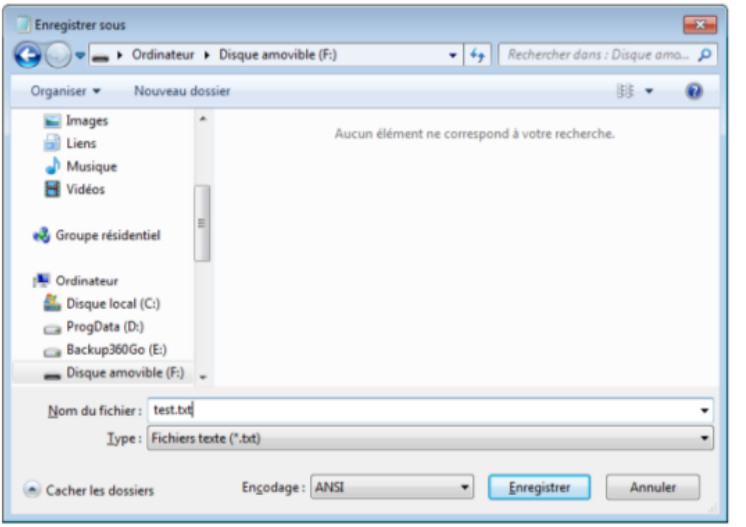
Si tu utilises Windows, suis ces étapes pour créer le fichier `test.txt`.

1. Ouvre le menu `Démarrer>Tous les programmes>Accessoires>Bloc-notes`.
2. Tape quelques lignes dans le fichier vide.
3. Clique sur `Ficher>Enregistrer`.
4. Quand la boîte de dialogue `Enregistrer sous` s'affiche, sélectionne le dossier qui contiendra le fichier. Choisis de préférence un disque amovible (clé mémoire USB) où tu peux enregistrer ce fichier.

Clique sur Ordinateur dans la liste de gauche, puis double-clique sur Disque amovible (F:), par exemple.

5. Entre test.txt dans la zone Nom du fichier au bas de la boîte de dialogue.
6. Clique sur le bouton Enregistrer.

NOTE *Le plus facile consiste à utiliser une clé mémoire USB car celle-ci apparaît dans la boîte de dialogue Enregistrer sous, sous la rubrique Ordinateur. Tu verras parmi ces pages F: mais chez toi, ce peut-être D: ou une autre lettre.*

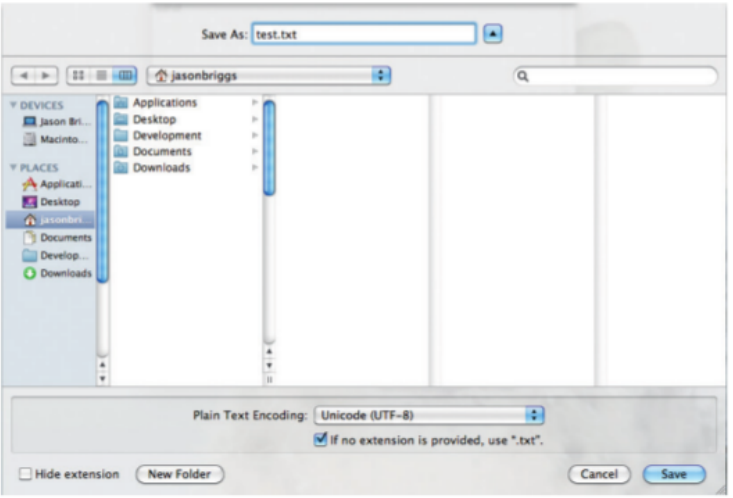


Créer un fichier sous OS X

Si tu utilises un Mac, suis ces étapes pour créer test.txt.

1. Clique sur l'icône Spotlight dans la barre de menus du haut de l'écran.
2. Tape TextEdit dans la zone de recherche qui apparaît.
3. TextEdit apparaît dans la section Applications. Clique dessus pour ouvrir l'éditeur. TextEdit est aussi accessible dans le dossier Applications du Finder.

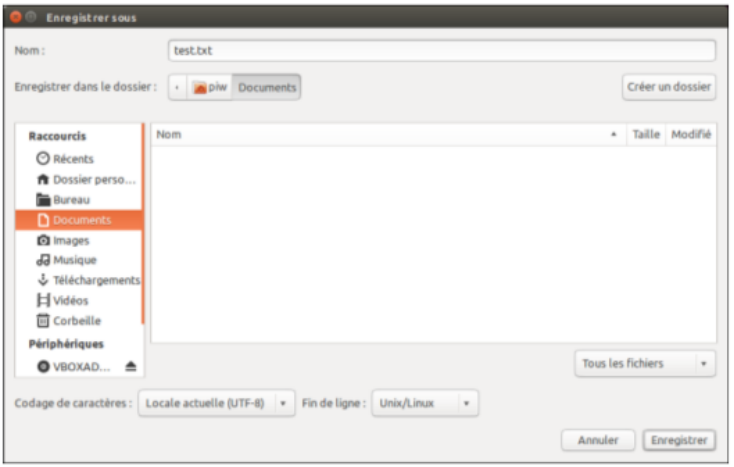
4. Entre quelques lignes de texte dans le fichier vide.
5. Clique sur `Format>Make Plain Text`.
6. Clique sur `Fichier>Enregistrer`.
7. Dans la boîte de dialogue `Enregistrer sous`, entre `test.txt`.
8. Dans la liste des emplacements, clique sur ton nom d'utilisateur, le nom sous lequel tu t'es connecté ou le nom du propriétaire de l'ordinateur.
9. Enfin, clique sur `Enregistrer`.



Créer un fichier sous Linux et Ubuntu

Si tu utilises Linux, notamment Ubuntu, suis ces étapes pour créer le fichier `test.txt`.

1. Ouvre ton Éditeur de texte (ou gedit), accessible, soit dans le menu `Applications`, soit dans le tableau de bord.
2. Tape quelques lignes de texte dans l'éditeur de texte.
3. Clique sur `Fichier>Enregistrer`.
4. Dans la zone de texte `Nom`, entre `test.txt` comme nom de fichier. Ton dossier personnel est peut-être déjà sélectionné dans la zone nommée `Enregistrer dans le dossier`. Sinon, clique dessus dans la liste des emplacements, puis sur le dossier `Documents`.
5. Clique sur le bouton `Enregistrer`.



Ouvrir un fichier en Python

La fonction intégrée `open` ouvre un fichier dans le shell de Python et affiche son contenu. La manière d'indiquer à la fonction le fichier à ouvrir dépend du système d'exploitation. Examine l'exemple pour un fichier Windows, puis consulte la section spécifique à OS X ou à Linux si tu utilises un de ces systèmes.

Ouvrir un fichier sous Windows

Si tu utilises Windows, entre le code suivant pour ouvrir `test.txt` :

```
>>> fichier_test = open('f:\\test.txt')
>>> texte = fichier_test.read()
>>> print(texte)
Il était une fois un garçon nommé Marcelo
Qui rêvait qu'il mangeait une guimauve
Il se réveilla en sursaut
Comme son lit s'est effondré
Il s'est découvert bien enrobé
```

À la première ligne, la fonction `open` renvoie un objet fichier doté de fonctions pour l'exploiter. Le paramètre de la fonction `open` est une chaîne qui indique à Python où trouver le fichier. Si tu utilises Windows, tu as enregistré le fichier selon nos conseils dans un lecteur amovible de type clé mémoire USB et la lettre de lecteur dépend

de l'emplacement sous Windows, soit `F:` ici. Le chemin complet du fichier est indiqué sous la forme `f:\\test.txt`.

Les deux barres obliques inverses (`\\`) dans le nom de fichier sous Windows indiquent à Python que la deuxième barre oblique inverse est le caractère \ et non une commande. Au chapitre 3, nous avons vu que les barres obliques inverses seules ont une signification spéciale en Python, en particulier dans les chaînes. Nous affectons l'objet fichier à la variable `fichier_test`.

À la deuxième ligne, la fonction `read` fournie par l'objet fichier lit le contenu du fichier et le stocke dans la variable `texte`. La troisième ligne affiche le contenu du fichier.

Ouvrir un fichier sous OS X

Sous l'OS X du Mac, l'emplacement du fichier à ouvrir diffère de celui indiqué à la première ligne du code de l'exemple sous Windows. Indique le nom d'utilisateur sur lequel tu as cliqué pour enregistrer le fichier texte dans la chaîne. Si ton nom d'utilisateur est `pierre`, par exemple, le paramètre d'`open` ressemble à ceci :

```
>>> fichier_test = open('/Users/pierre/test.txt')
```

Ouvrir un fichier sous Linux (Ubuntu)

Sous Ubuntu et plus généralement sous Linux, l'emplacement du fichier est différent de celui de la première ligne de l'exemple de code pour Windows. Indique le nom d'utilisateur sur lequel tu as cliqué pour enregistrer le fichier de test. Si ton nom d'utilisateur est `pierre`, par exemple, le paramètre d'`open` ressemble à ceci :

```
>>> fichier_test = open('/home/pierre/test.txt')
```

Écrire dans des fichiers

L'objet fichier renvoyé par `open` possède d'autres fonctions que `read`. Nous pouvons créer un fichier vide à l'aide du deuxième paramètre :

```
>>> fichier_test = open('f:\\monfichier.txt', 'w')
```

Le paramètre `'w'` *(write)* dit à Python que nous voulons ouvrir l'objet fichier en mode écriture et non plus en mode lecture *(read)*. Ensuite seulement, nous ajoutons des informations dans ce nouveau fichier, à l'aide de la fonction `write` :

```
>>> fichier_test = open('f:\\monfichier.txt', 'w')
>>> fichier_test.write('Ceci est mon fichier de test')
```

Enfin, lorsque nous avons fini d'écrire, nous devons l'indiquer à Python à l'aide de la fonction `close`, qui ferme le fichier :

```
>>> fichier_test = open('f:\\monfichier.txt', 'w')
>>> fichier_test.write('Comment fait-on aboyer un chat ?')
>>> fichier_test.write(' On lui donne une soucoupe de lait')
>>> fichier_test.write(' et il la boit !')
>>> fichier_test.close()
```

À présent, si tu ouvres le fichier avec l'éditeur de texte, tu peux voir le texte de la blague. Tu peux aussi demander à Python de le relire :

```
>>> fichier_test = open('f:\\monfichier.txt')
>>> print(fichier_test.read())
Comment fait-on aboyer un chat ? On lui donne une soucoupe de lait et
il la boit !
```

Ce que tu as appris

Dans ce chapitre, tu as découvert quelques fonctions intégrées de Python, telles que `float` et `int`, qui convertissent des nombres à virgule flottante en nombres entiers et vice versa. Tu as vu aussi l'intérêt d'utiliser la fonction `len` dans des boucles. Tu as enfin appris à ouvrir des fichiers pour les lire ou pour y écrire.

Puzzles de programmation

Essaie les exemples suivants pour t'entraîner à utiliser quelques fonctions intégrées de Python. Les réponses sont disponibles sur le site d'accompagnement du livre.

1. Code mystère

Quel est le résultat de l'exécution du code suivant ? Essaie de le deviner, puis seulement, exécute le code pour vérifier si tu as raison.

```
>>> a = abs(10) + abs(-10)
>>> print(a)
>>> b = abs(-10) + -10
>>> print(b)
```

2. Message caché

Cherche dans la documentation fournie par les fonctions `dir` et `help` des informations sur la manière de découper une chaîne en mots, puis crée un petit programme qui affiche un mot sur deux de la chaîne suivante, en commençant par le premier mot (`ceci`) :

```
"ceci si n'est tu pas peux une lire très ceci bonne alors manière c'est
de que cacher tu un t'es message trompé"
```

CONSEIL *Un bon dictionnaire en ligne ou sur papier est indispensable pour programmer en Python mais tu verras que tu assimileras très rapidement l'anglais technique, parce que les mêmes mots reviennent régulièrement et, à force de rechercher dans la documentation, tu trouveras vite des points de repère. Pour l'heure, en anglais, découper se dit split.*

3. Copier un fichier

Crée un petit programme en Python pour copier un fichier. Pour tester ton programme, ajoute les lignes nécessaires pour afficher à l'écran le contenu de la copie du fichier.

CONSEIL *Ouvre le fichier à copier, lis-en le contenu, puis crée un nouveau fichier et écris-y le contenu du précédent. N'oublie pas de fermer les deux fichiers après lecture et écriture.*

10

MODULES UTILES DE PYTHON

Au chapitre 7, nous avons vu qu'un **module** Python contient un ensemble de **fonctions**. Au chapitre 8, nous avons découvert que le module `turtle` comporte une classe importante, `Pen` ; un module peut donc aussi comprendre des **classes**. En fait, un module Python contient tout cela, ainsi que des variables, qu'il regroupe par type d'utilisation. Le module `turtle`, par exemple, que nous avons déjà utilisé dans deux chapitres, rassemble des fonctions et des classes afin de concevoir un **canevas** pour que la tortue dessine à l'écran.

Dès que tu as importé un module dans un programme, tout son contenu devient utilisable. Avec l'importation du module `turtle` au chapitre 4, nous avons eu accès à la classe `Pen`, exploitée pour créer un objet représentant le canevas de dessin de la tortue :

```
>>> import turtle
>>> t = turtle.Pen()
```

Python possède la panoplie complète de modules pour accomplir toutes sortes de tâches différentes et, dans ce chapitre, nous allons examiner les plus utiles, pour essayer quelques-unes de leurs fonctions.

Créer des copies avec le module copy

Le module `copy` contient des fonctions pour réaliser des copies d'objets. Lors de l'écriture de programme, il est habituel de réaliser des objets. Sache qu'il s'avère parfois utile, en particulier lorsque le processus de création exige plusieurs étapes, de réaliser une copie de cet objet, puis de s'en servir pour en créer un nouveau.

Prenons l'exemple d'une classe `Animal` avec une fonction `__init__` qui demande les paramètres `espece`, `nombre_de_pattes` et `couleur`.

```
>>> class Animal:
        def __init__(self, espece, nombre_de_pattes, couleur):
            self.espece = espece
            self.nombre_de_pattes = nombre_de_pattes
            self.couleur = couleur
```

Créons un nouvel objet de la classe `Animal`, de l'espèce hippogriffe, avec six pattes, de couleur rose et nommé `hector` :

```
>>> hector = Animal('hippogriffe', 6, 'rose')
```

Imaginons que nous voulions une horde d'hippogriffes roses à six pattes. Nous pourrions répéter le code précédent encore et encore, ou faire appel à la fonction `copy()`, qui se situe dans le module `copy` :

```
>>> import copy
>>> hector = Animal('hippogriffe', 6, 'rose')
>>> henriette = copy.copy(hector)
>>> print(hector.espece)
hippogriffe
>>> print(henriette.espece)
hippogriffe
```

Dans cet exemple, nous créons un objet et l'étiquetons avec la variable `hector`, puis nous en faisons une copie que nous étiquetons `henriette`. Ce sont deux objets complètement différents, même s'ils sont de la même espèce. Certes, ici, le temps de saisie gagné est faible mais, lorsque les objets sont bien plus compliqués, cette possibilité de les copier devient pratique.

Maintenant, créons et copions une liste d'objets `Animal` :

```
>>> hector = Animal('hippogriffe', 6, 'rose')
>>> claude = Animal('chimère', 4, 'pois verts')
>>> bernard = Animal('gobelin', 0, 'motif cachemire')
>>> mes_animaux = [hector, claude, bernard]
>>> autres_animaux = copy.copy(mes_animaux)
>>> print(autres_animaux[0].espece)
hippogriffe
>>> print(autres_animaux[1].espece)
chimère
```

Les trois premières lignes génèrent trois objets `Animal` et les stockent dans les variables `hector`, `claude` et `bernard`. La quatrième ajoute ces objets à la liste `mes_animaux`. Puis nous utilisons `copy()` pour réaliser une nouvelle liste `autres_animaux`. Enfin, nous affichons les espèces des deux premiers objets (`[0]` et `[1]`) de cette dernière pour constater qu'ils sont identiques à ceux de la liste originale : `hippogriffe` et `chimère`. Nous avons donc copié la liste sans devoir refaire les objets de toutes pièces.

Maintenant, voyons ce qui se passe quand nous changeons l'espèce de l'un de nos objets `Animal` dans la liste initiale `mes_animaux`, d'hippogriffe en vampire. Python modifie l'espèce également dans la liste `autres_animaux`.

```
>>> mes_animaux[0].espece = 'vampire'
>>> print(mes_animaux[0].espece)
vampire
>>> print(autres_animaux[0].espece)
vampire
```

C'est très curieux ! Nous n'avons pourtant changé l'espèce du premier objet que dans la première liste. Pourquoi alors a-t-elle été aussi modifiée dans la seconde ?

Les espèces ont changé parce que la fonction `copy()` effectue en réalité une copie superficielle, ce qui signifie qu'elle ne copie pas les objets à l'intérieur de ceux dupliqués. Ici, elle a copié l'objet liste principal, mais pas les objets individuels qui s'y trouvent. On a donc une nouvelle liste qui n'a pas ses propres nouveaux objets – la liste `autres_animaux` possède les trois mêmes objets à l'intérieur.

En revanche, si nous ajoutons un nouvel animal à la première liste, `mes_animaux`, il n'apparaît pas dans la seconde, `autres_animaux`. Pour le prouver, il suffit, après l'ajout, d'afficher la longueur des deux listes pour constater qu'elles sont différentes :

```
>>> sophie = Animal('sphinx', 4, 'sable')
>>> mes_animaux.append(sophie)
>>> print(len(mes_animaux))
4
>>> print(len(autres_animaux))
3
```

Ainsi, lorsqu'un animal est ajouté à la première liste, il ne l'est pas automatiquement à la seconde. L'affichage des longueurs des deux listes montre que la première compte quatre éléments alors que la seconde n'en comporte que trois.

Une autre fonction du module, `deepcopy` (qui signifie « copie en profondeur »), sert précisément à réaliser des copies de tous les objets à l'intérieur de celui dupliqué. Appliquée à `mes_animaux`, `deepcopy` génère une nouvelle liste complète avec des copies de tous ses objets. Par conséquent, une modification de l'un des objets `Animal` de la liste initiale n'affecte plus ceux de la nouvelle liste. En voici la preuve :

```
>>> autres_animaux = copy.deepcopy(mes_animaux)
>>> mes_animaux[0].espece = 'dragon'
>>> print(mes_animaux[0].espece)
dragon
>>> print(autres_animaux[0].espece)
vampire
```

Lorsque nous modifions l'espèce du premier objet dans la liste originale (de vampire en dragon), la liste copiée ne change pas, comme le confirme l'affichage de l'espèce du premier objet de chaque liste.

Suivre les mots-clés avec le module keyword

En Python, un mot-clé *(keyword)* est un terme qui fait partie du langage Python lui-même, comme `if`, `else` et `for`. Le module `keyword` contient une fonction `iskeyword` et une variable `kwlist`. La première retourne vrai (`True`) si la chaîne qui lui est transmise fait partie des mots-clés de Python, tandis que la seconde renvoie une liste de tous les mots-clés du langage.

Le code suivant montre que la fonction `iskeyword` renvoie `True` pour la chaîne `if`, mais `False` pour la chaîne `oscar`. Le code retourne ensuite la liste de tous les mots-clés lorsque nous affichons le contenu de la variable, ce qui peut être utile parce que ceux-ci ne demeurent pas toujours identiques, notamment pour d'anciennes ou de nouvelles versions du langage Python.

```
>>> import keyword
>>> print(keyword.iskeyword('if'))
True
>>> print(keyword.iskeyword('oscar'))
False
>>> print(keyword.kwlist)
['False', 'None', 'True', 'and', 'as', 'assert', 'break', 'class',
'continue', 'def', 'del', 'elif', 'else', 'except', 'finally',
'for', 'from', 'global', 'if', 'import', 'in', 'is', 'lambda',
'nonlocal', 'not', 'or', 'pass', 'raise', 'return', 'try', 'while',
'with', 'yield']
```

L'annexe (voir page 299) donne une description de chacun de ces mots-clés.

Nombres aléatoires avec le module random

Le module `random` contient un certain nombre de fonctions utiles pour générer des nombres aléatoires, ce qui revient à demander à l'ordinateur de prendre un nombre au hasard. Les fonctions les plus utiles du module `random` sont `randint`, `choice` et `shuffle`.

Obtenir un nombre au hasard avec randint

La fonction `randint` prend une valeur entière au hasard dans une plage de nombres, par exemple entre 1 et 100, mais celle-ci peut également être précisée entre 100 et 1 000 ou entre 1 000 et 5 000 :

```
>>> import random
>>> print(random.randint(1, 100))
```

```
58
>>> print(random.randint(100, 1000))
861
>>> print(random.randint(1000, 5000))
3795
```

Les applications sont multiples, comme pour créer un jeu très simple de devinette de nombre, avec une boucle `while` comme ceci :

```
>>> import random
>>> num = random.randint(1, 100)
❶ >>> while True:
❷         print('Devine un nombre compris entre 1 et 100')
❸         devine = input()
❹         i = int(devine)
❺         if i == num:
                print('Tu as trouvé')
❻             break
❼         elif i < num:
                print('Essaie plus haut')
❽         elif i > num:
                print('Essaie plus bas')
```

D'abord, nous importons le module `random` et nous définissons la variable `num` avec un nombre aléatoire compris entre `1` et `100`. Nous créons ensuite une boucle `while` infinie (❶), du moins tant que le joueur n'a pas trouvé le nombre correct.

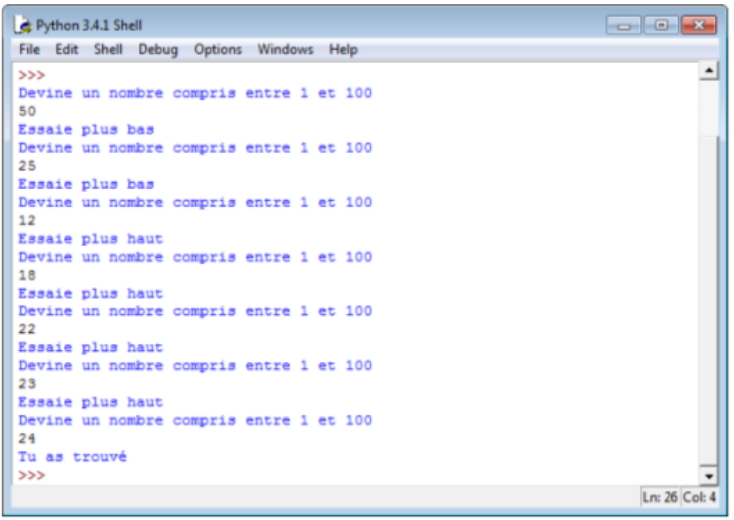
Nous affichons un message d'invite (❷), puis nous utilisons `input` pour capturer l'entrée de l'utilisateur que nous stockons dans la variable `devine` (❸). La ligne suivante (❹) convertit l'entrée en un entier et la mémorise dans la variable `i`.

En ❺, nous comparons cette variable au nombre choisi au hasard. Si l'entrée et le nombre aléatoire sont égaux, nous affichons le message `Tu as trouvé` et nous sortons de la boucle (❻). Sinon, si le nombre entré par le joueur est plus petit (❼) ou plus grand (❽) que le nombre aléatoire, nous affichons le message correspondant.

Comme ce code est un peu long, tu peux le saisir dans une fenêtre du shell ou créer un fichier texte, l'enregistrer avec l'extension de fichier `.py` sur ta clé USB ou dans ton dossier personnel, puis l'exécuter dans IDLE. Voici un rappel de la manière d'ouvrir et d'exécuter un programme enregistré.

1. Démarre IDLE et clique sur `File>Open`.
2. Rends-toi dans le dossier où se situe le fichier et sélectionne-le.
3. Clique sur `Ouvrir`.
4. Lorsque la fenêtre est ouverte, clique sur `Run>Run Module`.

Voici ce que tu obtiens lorsque tu exécutes le programme et saisis des nombres :



Sélectionner un élément au hasard dans une liste avec choice

Pour choisir aléatoirement un élément d'une liste au lieu d'un nombre au hasard dans une plage donnée, utilise `choice` (« choix » en français). Dans une liste de desserts, par exemple, Python peut en sélectionner un au hasard pour toi :

```
>>> import random
>>> desserts = ['glace', 'crêpe', 'gâteau', 'galette', 'sucre d\'orge']
>>> print(random.choice(desserts))
gâteau
```

Il semble que tu obtiens un gâteau : excellent choix.

Mélanger les éléments d'une liste avec shuffle

La fonction `shuffle`, qui signifie « battre » (dans le cas de cartes à jouer), mélange les éléments d'une liste passée en paramètre. Si tu as déjà ouvert une fenêtre d'IDLE avec l'exemple du choix des desserts précédent, tu peux passer directement aux deux dernières lignes de code suivantes, à ajouter à la fin du programme :

```
>>> import random
>>> desserts = ['glace', 'crêpe', 'gâteau', 'galette', ↵
'sucre d\'orge']
>>> random.shuffle(desserts)
>>> print(desserts)
['glace', 'galette', 'crêpe', "sucre d'orge", 'gâteau']
```

Le résultat de `shuffle` devient visible lors de l'affichage du contenu de la liste : l'ordre des éléments est différent. Si tu décides d'écrire un programme de jeu de cartes, cette fonction sert à battre les cartes représentées par les éléments d'une liste les contenant toutes.

Contrôler le shell avec le module sys

Le module `sys` contient des fonctions système utilisables pour contrôler le shell Python. Nous voyons ici l'utilisation de la fonction `exit`, des objets `stdin` et `stdout`, ainsi que de la variable `version`.

Quitter le shell Python avec la fonction exit

La fonction `exit` arrête le programme en cours, le shell Python ou la console de commandes. Entre le code suivant ; une boîte de dialogue te demande de confirmer que tu veux quitter. Clique sur `Oui` et le shell se ferme.

Ceci ne fonctionne que dans le cas de la version modifiée du shell Python dans IDLE, telle que nous l'avons définie au chapitre 1. Dans certaines versions 3 de Python, tu peux recevoir le message d'erreur suivant, ou la fonction peut ne rien faire du tout, sans même afficher d'erreur :

```
>>> import sys
>>> sys.exit()
Traceback (most recent call last):
  File "<pyshell#1>", line 1, in <module>
    sys.exit()
SystemExit
```

Lire avec l'objet stdin

L'objet `stdin` du module `sys` désigne l'entrée standard (ou *standard input*). Il invite l'utilisateur à entrer des informations que le shell lit et que le programme peut utiliser. Le chapitre 7 a montré que cet objet possède une fonction `readline` pour lire une ligne de texte saisie au clavier, jusqu'à ce que l'utilisateur appuie sur la touche `Entrée`. La fonction `readline` agit comme la fonction `input` (voir plus haut dans ce chapitre). Entre le code suivant :

```
>>> import sys
>>> v = sys.stdin.readline()
Qui rit le dernier pense le plus lentement
```

Python stocke la chaîne `Qui rit le dernier pense le plus lentement` dans la variable `v`. Pour le confirmer, affiche le contenu de `v` :

```
>>> print(v)
Qui rit le dernier pense le plus lentement
```

L'une des différences entre les fonctions `input` et `readline` se situe dans le fait qu'il est possible d'indiquer en paramètre à `readline` le nombre de caractères à lire au clavier. Par exemple :

```
>>> v = sys.stdin.readline(18)
Qui rit le dernier pense le plus lentement
>>> print(v)
Qui rit le dernier
```

Écrire dans l'objet stdout

Si `stdin` est l'objet d'entrée standard et permet de lire du texte entré au clavier, `stdout` est, à l'inverse, l'objet de sortie standard *(standard output)*, c'est-à-dire celui qui sert à écrire des messages dans le shell (ou la console d'invite de commande). D'une certaine manière, il fait la même chose que `print`, mais `stdout` est un objet fichier ; il possède donc les mêmes fonctions que celles que nous avons employées au chapitre 9, comme `write`. Voici un exemple :

```
>>> import sys
>>> sys.stdout.write("Que dit une sardine quand elle voit un ↵
sous-marin ? Tiens, des hommes en boîte !")
Que dit une sardine quand elle voit un sous-marin ? ↵
Tiens, des hommes en boîte !80
```

Note au passage que, lorsque `write` se termine, elle renvoie le nombre de caractères qu'elle vient d'écrire. C'est ce qui explique le `80` à la fin de la phrase affichée. Nous pourrions mémoriser cette valeur dans une variable pour suivre au cours du temps le nombre de caractères affichés à l'écran.

Connaître la version de Python utilisée

La variable `version` du module `sys` sert à afficher la version de Python employée actuellement. Cette information peut s'avérer utile pour vérifier qu'elle est bien à jour. Certains programmeurs aiment afficher des informations au démarrage de leurs programmes. Il est également possible de placer la version de Python en cours dans une fenêtre `À propos de…` dans les programmes. Pour obtenir la version de Python, entre :

```
>>> import sys
>>> print(sys.version)
3.4.1 (v3.4.1:c0e311e010fc, May 18 2014, 10:45:13) [MSC v.1600 64 bit
(AMD64)]
```

Se jouer du temps avec le module time

Le module `time` de Python contient des fonctions pour afficher le temps, c'est-à-dire la date et l'heure, mais pas nécessairement sous une forme attendue. Essaie ceci :

```
>>> import time
>>> print(time.time())
1410948443.277478
```

Le nombre renvoyé par l'appel à `time()` est en fait le nombre de secondes écoulées depuis le 1er janvier 1970, à 00:00:00 (00 heure, 00 minute 00 seconde). Même si, en soi, cette référence inhabituelle n'apparaît pas très utile, elle peut cependant servir. Ainsi, pour connaître le temps nécessaire aux longues portions de programme pour s'exécuter, tu peux mémoriser le temps au début et à la fin du programme afin de comparer ensuite les valeurs. Par exemple, mesurons le temps nécessaire pour afficher les nombres de 0 à 999.

Crée d'abord cette fonction :

```
>>> def plein_de_nombres(maximum):
        for x in range(0, maximum):
            print(x)
```

Ensuite, appelle la fonction avec la valeur de `maximum` réglée à `1000` :

```
>>> plein_de_nombres(1000)
```

Puis détermine la durée d'exécution de la fonction en modifiant le programme pour y importer le module `time` et ajouter la fonction `time()`.

```
>>> import time
>>> def plein_de_nombres(maximum):
❶       t1 = time.time()
❷       for x in range(0, maximum):
            print(x)
❸       t2 = time.time()
❹       print('Il a fallu %s secondes' %
(t2-t1))
```

Un nouvel appel à la fonction donne les résultats suivants qui, bien entendu, dépendent de la vitesse de ton ordinateur :

```
>>> plein_de_nombres(1000)
0
1
2
3
...


997
998
999
Il a fallu 50.159196853637695 secondes
```

La première fois que nous appelons la fonction `time()`(❶), nous affectons la valeur retournée à la variable `t1`. Puis, la boucle commence (❷) et affiche tous les nombres. Quand elle se termine, nous appelons de nouveau `time()` pour affecter la valeur renvoyée à la variable `t2` (❸). Comme la boucle a mis un certain temps à s'exécuter, la valeur de `t2` est plus grande que celle de `t1` (plus de secondes se sont écoulées depuis le 1er janvier 1970). Il suffit de soustraire `t1`

de t2 pour connaître le nombre de secondes qu'il a fallu pour afficher ces nombres (❾).

Convertir une date avec asctime

La fonction asctime demande une date sous forme d'un tuple et la convertit en quelque chose d'un peu plus lisible (mais en anglais !). Rappelle-toi qu'un tuple ressemble à une liste, dont les éléments ne peuvent plus être modifiés. Le chapitre 7 a montré que l'appel à asctime sans paramètre affiche la date et l'heure actuelles sous une forme lisible.

```
>>> import time
>>> print(time.asctime())
Wed Sep 17 12:46:31 2014
```

Pour appeler asctime avec un paramètre, il nous faut d'abord créer un tuple avec les valeurs de date et d'heure. Dans l'exemple suivant, nous affectons le tuple à la variable t :

```
>>> t = (2007, 5, 27, 10, 30, 48, 6, 0, 0)
```

Les valeurs de la séquence sont l'année, le mois, le jour, les heures, les minutes, les secondes, le jour de la semaine (0 pour lundi, 1 pour mardi et ainsi de suite), le jour de l'année (0 est un caractère d'espace réservé) et enfin un indicateur de prise en compte de l'heure d'été (1 si oui, 0 si non). L'appel d'asctime avec un tuple semblable donne :

```
>>> import time
>>> t = (2020, 2, 23, 10, 30, 48, 6, 0, 0)
>>> print(time.asctime(t))
Sun Feb 23 10:30:48 2020
```

Obtenir la date et l'heure selon le fuseau horaire

Au contraire d'asctime, la fonction localtime renvoie la date et l'heure actuelles sous forme d'un objet, dont les valeurs sont à peu près dans le même ordre que le paramètre d'asctime. Lorsque tu affiches l'objet, tu vois le nom de la classe, suivi de chacune des valeurs étiquetées sous les noms tm_year (l'année), tm_mon (le mois), tm_mday (le jour du mois), tm_hour (l'heure) et ainsi de suite.

```
>>> import time
>>> print(time.localtime())
time.struct_time(tm_year=2014, tm_mon=9, tm_mday=17, tm_hour=13, tm_
min=2, tm_sec=48, tm_wday=2, tm_yday=260, tm_isdst=1)
```

Pour afficher l'année et le mois actuels, utilise leur indice de position (comme dans le tuple que nous avons donné à `asctime`). L'exemple indique que l'année est le premier élément (indice 0) et le mois, le second élément (indice 1). Par conséquent, nous écrivons `année = t[0]` et `mois = t[1]`, comme suit :

```
>>> t = time.localtime()
>>> année = t[0]
>>> mois = t[1]
>>> print(année)
2014
>>> print(mois)
9
```

Cela montre que ces lignes ont été exécutées le neuvième mois de 2014.

Hiberner quelque temps avec sleep

La fonction `sleep` (ou « dormir ») est assez utile lorsqu'il s'agit de retarder ou de ralentir un programme. Par exemple, la boucle suivante affiche chaque seconde entre `1` et `61` (non comprise) :

```
>>> for x in range(1, 61):
        print(x)
```

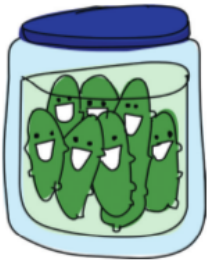
Ce code affiche trop rapidement tous les nombres de 1 à 60. Pour ralentir le programme, nous pouvons indiquer à Python de se mettre en sommeil pendant une seconde entre chaque affichage :

```
>>> for x in range(1, 61):
        print(x)
        time.sleep(1)
```

Cela ajoute un délai entre les affichages des différents nombres. Au chapitre 12, nous utiliserons la fonction `sleep` pour rendre une animation plus réaliste.

Enregistrer des informations avec le module pickle

Le module `pickle` (« cornichon ») sert à convertir des objets Python en quelque chose qui s'écrit dans un fichier et qui peut être facilement relu et restauré ensuite. Il sera particulièrement intéressant si tu crées un jeu, pour enregistrer les informations à propos de la progression d'un joueur. Voici, par exemple, comment ajouter une possibilité d'enregistrement à un jeu :



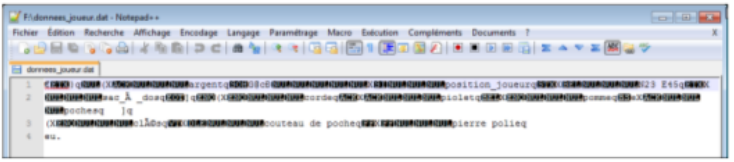
```
>>> donnees_de_jeu = {
        'position_joueur' : 'N23 E45',
        'poches' : ['clés', 'couteau de poche',
'pierre polie'],
        'sac_à_dos' : ['corde', 'piolet',
'pomme'],
        'argent' : 158.50
}
```

Ici, nous créons un dictionnaire Python qui contient l'emplacement actuel du joueur dans notre jeu imaginaire, une liste d'éléments dans ses poches et son sac à dos, ainsi que la somme d'argent qu'il possède. Pour enregistrer ce dictionnaire, nous ouvrons un fichier en écriture, puis nous appelons la fonction `dump` (vider dans un fichier) de `pickle` :

```
❶ >>> import pickle
❷ >>> donnees_de_jeu = {
          'position_joueur' : 'N23 E45',
          'poches' : ['clés', 'couteau de poche', 'pierre polie'],
          'sac_à_dos' : ['corde', 'piolet', 'pomme'],
          'argent' : 158.50
      }
❸ >>> fichier_donnees = open('donnees_joueur.dat', 'wb')
❹ >>> pickle.dump(donnees_de_jeu, fichier_donnees)
❺ >>> fichier_donnees.close()
```

Nous importons d'abord le module `pickle` (❶) et créons le dictionnaire des données de jeu (❷). Ensuite (❸), nous ouvrons le fichier `donnees_joueur.dat` avec le paramètre `wb` pour indiquer à Python d'écrire dans le fichier en mode binaire. Enregistre ce fichier soit sur ta clé USB (dans `d:\\` ou `f:\\`), soit dans `/Users/pierre/`, soit dans `/home/pierre`, comme nous l'avons fait au chapitre 9. La fonction `dump` reçoit le dictionnaire et la variable du fichier en paramètres (❹). Enfin, nous fermons le fichier (❺), puisque nous en avons terminé avec lui.

NOTE *Les fichiers en texte brut contiennent des caractères lisibles par les humains. En revanche, les images, musiques, films et objets Python vidés par* `pickle.dump` *possèdent des informations qui ne le sont pas toujours. C'est la raison pour laquelle on les appelle des « fichiers binaires ». Lorsque tu ouvres le fichier* `donnees_joueur.dat`*, tu constates que son contenu ne ressemble pas à un fichier texte mais plutôt à un mélange de texte normal et de caractères spéciaux.*



Nous pouvons ensuite relire les objets vidés avec `pickle` dans le fichier à l'aide de la fonction `load` (c'est-à-dire charger) de `pickle`. Lorsque nous récupérons ainsi quelque chose, nous inversons donc le processus. Nous prenons les informations écrites dans le fichier et nous les convertissons en valeurs utilisables par le programme. Le procédé est comparable à celui utilisé pour `dump` :

```
>>> fichier_donnees = open('donnees_joueur.dat', 'rb')
>>> donnees_jeu_chargees = pickle.load(fichier_donnees)
>>> fichier_donnees.close()
```

D'abord, nous ouvrons le fichier avec comme second paramètre `rb`, qui signifie lecture binaire. Nous passons ensuite l'objet fichier à `load` et affectons la valeur renvoyée à la variable `donnees_jeu_chargees`. Enfin, nous fermons le fichier.

Pour confirmer que nous avons chargé correctement les données déposées dans le fichier, nous affichons la variable :

```
>>> print(donnees_jeu_chargees)
{'position_joueur': 'N23 E45', 'argent': 158.5, 'poches': ['clés',
'couteau de poche', 'pierre polie'], 'sac_à_dos': ['corde', 'piolet',
'pomme']}
```

Ce que tu as appris

Dans ce chapitre, tu as appris la manière dont les modules de Python regroupent des fonctions, des classes et des variables. Puis

tu as vu comment utiliser ces fonctions, grâce à l'importation des modules. Tu sais maintenant copier des objets, générer des nombres aléatoires, mélanger au hasard des listes d'objets et manipuler le temps avec `time`. Enfin, tu as appris à enregistrer et à charger des informations dans un fichier à l'aide de `pickle`.

Puzzles de programmation

Entraîne-toi avec les exercices suivants sur les modules de Python. Les réponses sont disponibles sur le site web d'accompagnement du livre.

1. Copier des voitures

Qu'affiche le code suivant ?

```
>>> import copy
>>> class Voiture:
        pass
>>> voiture1 = Voiture()
>>> voiture1.roues = 4
>>> voiture2 = voiture1
>>> voiture2.roues = 3
>>> print(voiture1.roues)

>>> voiture3 = copy.copy(voiture1)
>>> voiture3.roues = 6
>>> print(voiture1.roues)
```

Qu'est-ce qui s'affiche ici ?

Qu'est-ce qui s'affiche ici ?

2. Objets favoris avec pickle

Crée une liste de tes objets favoris, puis utilise `pickle` pour l'enregistrer dans un fichier nommé `favoris.dat`. Ferme le shell Python, puis rouvre-le pour afficher ta liste d'objets favoris à partir du chargement du fichier.

11

AUTRES GRAPHISMES AVEC LA TORTUE

Nous allons examiner un peu plus en profondeur le module `turtle` abordé au chapitre 4. Nous verrons qu'en Python, les tortues peuvent dessiner bien plus que quelques lignes noires. Nous pouvons notamment dessiner des formes géométriques évoluées, de couleurs variées et même remplir ces formes de couleurs.

Dessiner un carré, pour commencer

Nous avons déjà abordé le dessin de formes simples. Pour rappel, avant d'utiliser la tortue, nous devons importer le module `turtle` et créer l'objet `Pen` :

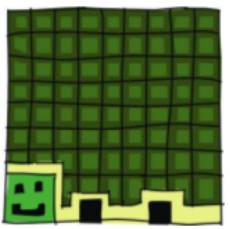
```
>>> import turtle
>>> t = turtle.Pen()
```

Au chapitre 4, nous avons utilisé le code suivant pour dessiner un carré :

```
>>> t.forward(50)
>>> t.left(90)
>>> t.forward(50)
>>> t.left(90)
>>> t.forward(50)
>>> t.left(90)
>>> t.forward(50)
```

Comme nous avons étudié au chapitre 6 l'utilisation de boucles `for`, nous pouvons réduire ce code fastidieux avec une boucle comme celle-ci :

```
>>> t.reset()
>>> for x in range(1, 5):
        t.forward(50)
        t.left(90)
```

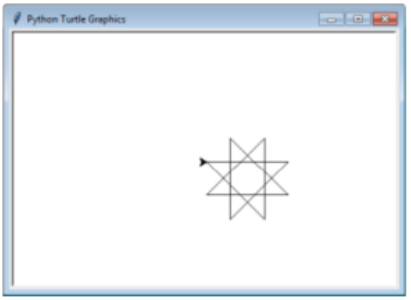


La première ligne réinitialise l'objet `Pen`. La deuxième ligne débute une boucle `for` qui compte de 1 (inclus) jusqu'à 5 (exclu) avec `range(1,5)`. Les deux lignes suivantes sont exécutées à chaque passage dans la boucle : l'une avance de 50 pixels et l'autre « tourne » à gauche de 90 degrés. Utiliser une boucle `for` donne un code un peu plus court que celui de la version précédente. Le `reset` mis à part, nous sommes passés de six lignes à trois seulement.

Avec quelques modifications simples à cette boucle `for`, nous pouvons dessiner quelque chose de plus rigolo. Tape le code suivant :

```
>>> t.reset()
>>> for x in range(1, 9):
        t.forward(100)
        t.left(225)
```

Ce code génère une étoile à huit branches :



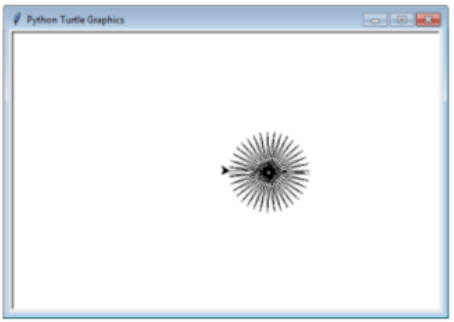
Le code ressemble fort à celui utilisé pour dessiner un carré. Voici les différences :

- au lieu de boucler quatre fois, nous bouclons huit fois, avec `range(1,9)` ;
- au lieu d'avancer de 50 pixels, nous avançons de 100 pixels ;
- au lieu de tourner de 90 degrés, nous tournons de 225 degrés à gauche.

Voyons ce que cela donne si nous allons un peu plus loin. Avec un angle de 175 degrés et une boucle de 37 fois, nous obtenons une étoile ayant bien plus de branches :

```
>>> t.reset()
>>> for x in range(1, 38):
        t.forward(100)
        t.left(175)
```

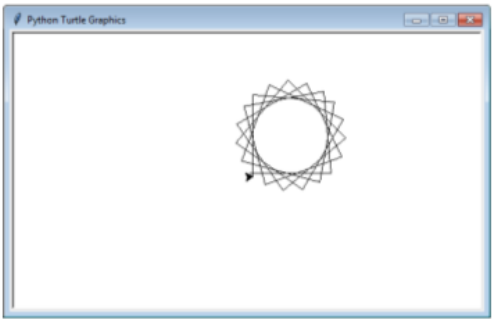
Ce code produit la forme suivante :



Et pendant que nous jouons avec les étoiles, voici le code pour créer une étoile en spirale :

```
>>> t.reset()
>>> for x in range(1, 20):
        t.forward(100)
        t.left(95)
```

En modifiant seulement les nombres de degrés du changement de direction (ou de « rotation ») et de boucles, la tortue dessine un type d'étoile très différent :



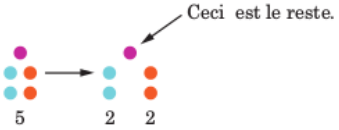
Ainsi, un code de ce genre permet de créer toute une variété de formes, du simple carré à l'étoile en spirale. Les boucles `for` simplifient donc réellement l'écriture de code et le dessin de telles formes car, sans ces boucles, le code serait fastidieux à entrer au clavier.

Examinons à présent une variante d'étoile, avec l'utilisation d'une instruction `if` pour contrôler la rotation de la tortue. Dans l'exemple qui suit, nous voulons que la tortue tourne d'un certain angle la première fois, puis d'un autre angle la fois suivante.

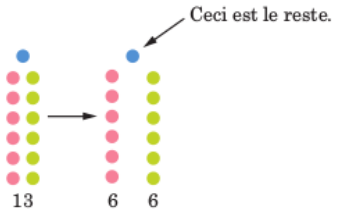
```
>>> t.reset()
>>> for x in range(1, 19):
        t.forward(100)
        if x % 2 == 0:
            t.left(175)
        else:
            t.left(225)
```

La boucle effectue cette fois 18 passages (`range(1,19)`) et indique à la tortue d'avancer de 100 pixels (`t.forward(100)`). Les nouveautés se situent dans l'instruction `if`. Cette dernière vérifie si la variable `x` contient un nombre pair à l'aide de l'opérateur modulo (d'autres langages utilisent *mod*, en abrégé), le `%` dans l'expression `x % 2 == 0`, qui revient à dire « x modulo 2 » est-il égal à 0 ?

L'expression `x % 2` signifie exactement : « Quel est le reste de la division entière du nombre dans la variable `x` en deux parties égales ? » Pour bien comprendre de quoi il s'agit, prenons l'exemple de cinq billes à diviser en deux tas. Nous aurions deux tas de deux billes, pour un total de quatre. Le reste de la division entière (autrement dit, du modulo) serait la bille supplémentaire, en sachant que nous ne pouvons pas la couper en deux :



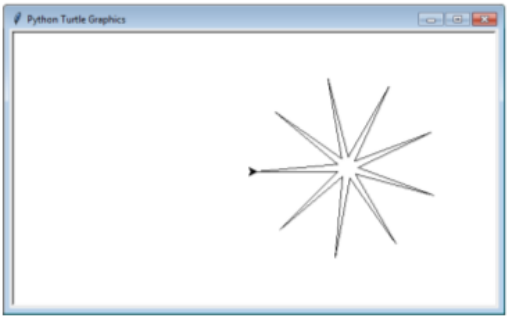
De même, si nous divisons par exemple 13 billes en deux tas, nous aurions deux tas de 6 billes et une bille qui reste :



Autrement dit, lorsque nous vérifions si le reste est égal à zéro lors de la division de `x` par 2, nous vérifions si `x` est pair, puisque la division de nombres pairs en deux « tas » ne donne aucun reste.

La cinquième ligne indique à la tortue de tourner de 175 degrés à gauche (`t.left(175)`), si le nombre dans `x` est pair. Dans le cas contraire (`else:`), à la ligne finale, nous lui indiquons de tourner de 225 degrés à gauche (`t.left(225)`).

Le résultat est le suivant :



Dessiner une voiture

Une tortue peut dessiner bien d'autres choses que des formes géométriques simples. Nos exemples suivants vont tracer une voiture, plutôt simpliste, mais une voiture tout de même. Commençons par dessiner le corps de l'auto. Dans IDLE, clique sur le menu `File>New File`, puis entre le code suivant dans cette nouvelle fenêtre :

```
t.reset()
t.color(1,0,0)
t.begin_fill()
t.forward(100)
t.left(90)
t.forward(20)
t.left(90)
t.forward(20)
t.right(90)
t.forward(20)
t.left(90)
t.forward(60)
t.left(90)
t.forward(20)
t.right(90)
t.forward(20)
t.left(90)
t.forward(20)
t.end_fill()
```

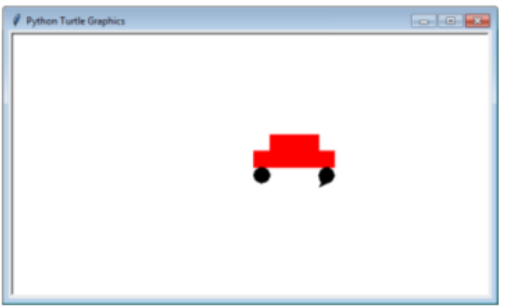
Ensuite, dessinons la première roue :

```
t.color(0,0,0)
t.up()
t.forward(10)
t.down()
t.begin_fill()
t.circle(10)
t.end_fill()
```

Et enfin, dessinons la seconde roue :

```
t.setheading(0)
t.up()
t.forward(90)
t.right(90)
t.forward(10)
t.setheading(0)
t.begin_fill()
t.down()
t.circle(10)
t.end_fill()
```

Clique sur le menu **File>Save As**, entre le nom de fichier `voiture.py` et appuie sur **Entrée**. Clique ensuite sur le menu **Run>Run Module** pour exécuter ce code. Et voici la voiture :



Tu as sans doute remarqué que ce code contient quelques nouvelles fonctions de la tortue :

- la fonction `color` change la couleur du stylo ;
- les fonctions `begin_fill` (début remplissage) et `end_fill` (fin remplissage) servent à remplir une zone fermée du canevas avec une couleur ;

- la fonction `circle` dessine un cercle d'une taille donnée ;
- la commande `setheading` fait tourner la tortue pour qu'elle se dirige dans une direction donnée.

Voyons comment utiliser ces fonctions pour ajouter des couleurs à nos dessins.

Voir la vie en couleurs

La fonction `color` accepte trois paramètres. Le premier indique la quantité de rouge, le deuxième la quantité de vert et le troisième la quantité de bleu. Pour obtenir la couleur rouge vif de l'auto, nous avons écrit `color(1,0,0)`, ce qui signifie que la tortue doit utiliser un stylo avec 100 % de rouge, mais 0 % de vert et de bleu.

La recette de la combinaison de couleurs rouge, vert, bleu pour obtenir une couleur spécifique s'appelle RVB (*RGB* en anglais). C'est la manière dont l'ordinateur représente les couleurs à l'écran. Le mélange relatif de ces couleurs primaires permet de générer bien d'autres couleurs, comme lorsque tu fais de la peinture et que tu mélanges du rouge et du jaune pour obtenir de l'orange, ou du rouge et du bleu pour obtenir du violet. Les couleurs rouge, vert, bleu sont appelées « couleurs primaires », parce qu'il n'est pas possible de mélanger deux de ces couleurs pour obtenir la troisième.

Même si nous utilisons de la lumière, ici, et si les combinaisons des teintes ne sont pas les mêmes qu'en peinture, nous allons comparer cette recette du RVB à celle des pots de peinture : un rouge, un vert et un bleu. Chacun des pots est plein et, dans ce cas-là, nous attribuons la valeur `1` (ce qui correspond à 100 %) à chaque couleur. Quand nous mélangeons tout le pot de peinture rouge avec tout le pot de peinture verte dans un pot plus grand, c'est-à-dire 1 de rouge, 1 de vert, ou 100 % de ces deux couleurs, nous obtenons de la peinture jaune.

Revenons à l'univers de la programmation. Pour dessiner un cercle jaune avec la tortue, nous devons utiliser 100 % de rouge et de vert, mais 0 % de bleu, comme ceci :

```
>>> t.color(1,1,0)
>>> t.begin_fill()
>>> t.circle(50)
>>> t.end_fill()
```

Donc le `(1,1,0)` de la première ligne représente 100 % de rouge, 100 % de vert et 0 % de bleu. La ligne suivante indique à la tortue de remplir avec cette couleur RVB (`t.begin_fill`) les prochaines formes qu'elle dessine. La troisième ligne dit à la tortue de dessiner un cercle (`t.circle`), tandis qu'à la dernière ligne, `end_fill` ordonne à la tortue de terminer *(end)* le remplissage *(fill)* du cercle avec la couleur RVB choisie.

Une fonction pour dessiner un cercle plein

Pour simplifier nos prochaines expériences avec des couleurs différentes, créons une fonction à partir du code que nous venons d'utiliser, pour tracer un cercle plein.

```
>>> def moncercle(rouge, vert, bleu):
        t.color(rouge, vert, bleu)
        t.begin_fill()
        t.circle(50)
        t.end_fill()
```

Pour dessiner un cercle vert brillant, il suffit alors d'appeler la fonction `moncercle` avec 100 % de vert et 0 % des autres couleurs :

```
>>> moncercle(0, 1, 0)
```

Pour un vert un peu plus foncé, la moitié (0.5) de vert suffit :

```
>>> moncercle(0, 0.5, 0)
```

Pour essayer quelques couleurs RVB à l'écran, essaie de dessiner des cercles, d'abord avec le rouge complet, puis la moitié de rouge, puis le bleu complet et enfin la moitié de bleu, comme ceci :

```
>>> moncercle(1, 0, 0)
>>> moncercle(0.5, 0, 0)
>>> moncercle(0, 0, 1)
>>> moncercle(0, 0, 0.5)
```

NOTE *Si le canevas commence à être saturé sous un peu trop de formes de toutes sortes, tape la commande `t.reset()` pour le nettoyer de tes précédents dessins. Pour rappel aussi, tu peux déplacer la souris sans dessiner à l'aide de `t.up()`, juste avant des déplacements, puis `t.down()` pour recommencer à dessiner.*

Des combinaisons diverses de rouge, vert et bleu produisent une grande variété de couleurs, par exemple la couleur or :

```
>>> moncercle(0.9, 0.75, 0)
```

Ou du rose clair :

```
>>> moncercle(1, 0.7, 0.75)
```

Ou encore deux variantes d'orange :

```
>>> moncercle(1, 0.5, 0)
>>> moncercle(0.9, 0.5, 0.15)
```

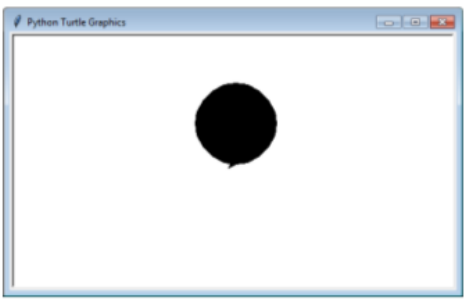
N'hésite pas à essayer d'autres combinaisons.

Dessiner en noir et blanc

Mais alors, que se passe-t-il si tu éteins toutes les lumières ? C'est simple : tout devient noir. L'ordinateur réagit exactement de la même manière : pas de lumière signifie aucune couleur. Donc un cercle dessiné avec `0` pour les trois couleurs donne un cercle noir :

```
>>> moncercle(0, 0, 0)
```

Voici le résultat :



À l'inverse, si tu donnes 100 % aux trois couleurs, tu allumes tout et tu obtiens du blanc. La ligne suivante efface complètement le cercle noir mais également la tortue :

```
>>> moncercle(1, 1, 1)
```

Fonction de dessin de carré

À ce stade, nous savons que, pour remplir des formes, nous devons d'abord choisir une couleur avec `color`, indiquer à la tortue de commencer à remplir, avec `begin_fill`, puis forcer le remplissage après tous les tracés, avec `end_fill`. Livrons-nous à quelques expériences de formes et de remplissages, en créant une fonction de dessin de carré, comme celle du début de ce chapitre, mais dont la taille du carré est transmise en paramètre.

```
>>> def moncarre(taille):
        for x in range(1, 5):
            t.forward(taille)
            t.left(90)
```

Pour essayer la fonction, appelle-la avec une taille de `50`, comme ceci :

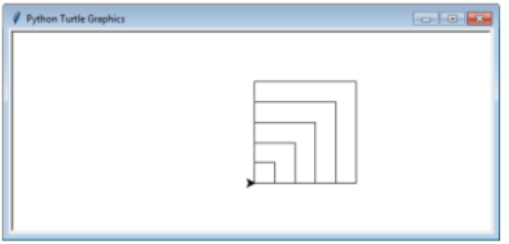
```
>>> moncarre(50)
```

La tortue dessine un petit carré :

Essayons à présent avec des tailles différentes. Le code suivant dessine cinq carrés successifs de tailles `25`, `50`, `75`, `100` et `125` :

```
>>> t.reset()
>>> moncarre(25)
>>> moncarre(50)
>>> moncarre(75)
>>> moncarre(100)
>>> moncarre(125)
```

Voici comment apparaissent les carrés :



Dessiner des carrés pleins

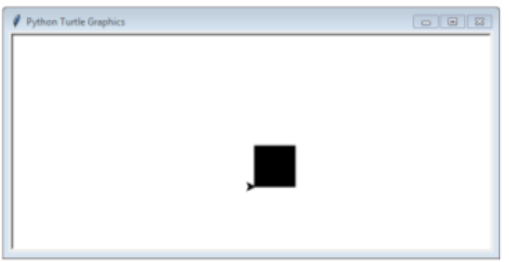
Pour ensuite dessiner des carrés pleins, nous réinitialisons d'abord le canevas (`reset`), démarrons le remplissage (`begin_fill`), puis appelons la fonction de dessin de carré, comme suit :

```
>>> t.reset()
>>> t.begin_fill()
>>> moncarre(50)
```

Le carré apparaît vide, jusqu'au moment du `end_fill` :

```
>>> t.end_fill()
```

Là, le carré s'affiche rempli de noir.



Modifions la fonction pour qu'elle affiche un carré, non seulement de taille donnée, mais également soit plein, soit vide. Pour cela, nous ajoutons un second paramètre et compliquons légèrement le code.

```
>>> def moncarre(taille, plein):
        if plein == True:
            t.begin_fill()
        for x in range(1, 5):
            t.forward(taille)
            t.left(90)
        if plein == True:
            t.end_fill()
```

La première ligne change la définition de la fonction pour prendre deux paramètres : `taille` et `plein`. Ensuite, nous testons la valeur de `plein` avec un `if` : si c'est `True`, nous appelons `begin_fill` pour indiquer à la tortue de remplir la forme que nous allons dessiner. Quatre passages par la boucle `for` dessinent les quatre côtés du carré avec des déplacements en avant, puis des rotations à gauche. Nous testons encore une fois `plein` avec un nouveau `if` et, si c'est `True`, un `t.end_fill` remplit le carré de couleur.

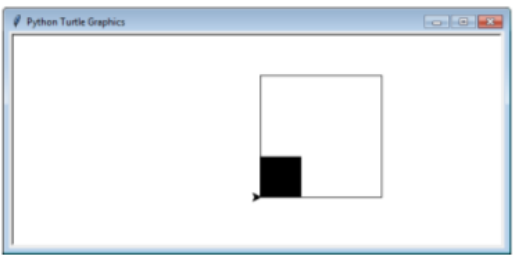
Il nous suffit ensuite de demander le dessin d'un carré plein avec cette ligne :

```
>>> moncarre(50, True)
```

Pour afficher un carré vide, l'appel devient :

```
>>> moncarre(150, False)
```

Après ces deux appels à la fonction `moncarre`, nous obtenons l'image suivante :



Tout cela est bien joli et, finalement, il n'y a pas de raison de s'arrêter là. Il est possible de dessiner toutes sortes de formes et de les remplir de couleurs. Voyons cela.

Dessiner des étoiles pleines

Pour notre dernier exemple, reprenons une des étoiles que nous avons dessinées plus haut et apportons-lui un peu de couleur. Le code initial de l'étoile à 18 branches était celui-ci :

```
>>> for x in range(1, 19):
        t.forward(100)
        if x % 2 == 0:
            t.left(175)
        else:
            t.left(225)
```

À partir de ce code, nous définissons une fonction `monetoile`, nous reprenons les instructions `if` de la fonction `moncarre` et nous ajoutons les paramètres `taille` et `plein`.

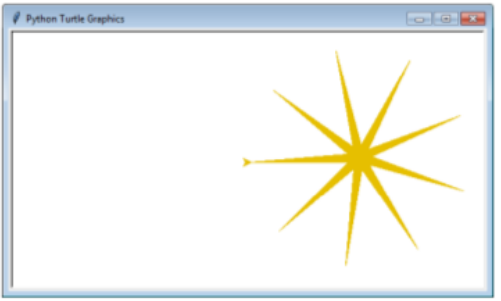
```
>>> def monetoile(taille, plein):
        if plein == True:
            t.begin_fill()
        for x in range(1, 19):
            t.forward(taille)
            if x % 2 == 0:
                t.left(175)
            else:
                t.left(225)
        if plein == True:
            t.end_fill()
```

Aux deux premières lignes du corps de la fonction, nous vérifions si `plein` est vrai et, s'il l'est, nous démarrons le remplissage. De même, aux deux dernières lignes, nous vérifions si `plein` est vrai, auquel cas, nous achevons le remplissage. Comme dans la fonction `moncarre`, nous utilisons le paramètre `taille` pour le passer à `t.forward` et imposer la taille de l'étoile.

Voyons ce que cela donne mais, auparavant, nous imposons la couleur or (90 % de rouge, 75 % de vert et 0 % de bleu). Il reste à appeler la fonction, par exemple avec la taille 120 et le remplissage :

```
>>> t.color(0.9, 0.75, 0)
>>> monetoile(120, True)
```

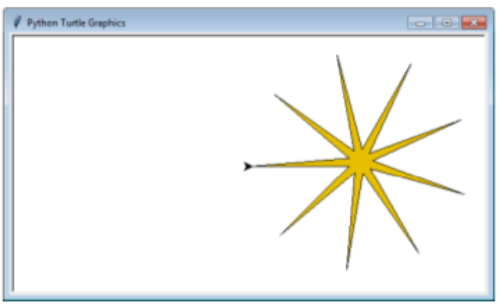
La tortue dessine une étoile remplie de couleur or :



Pour ajouter les traits noirs qui délimitent l'étoile, nous changeons la couleur en noir et nous redessinons l'étoile mais cette fois sans remplissage :

```
>>> t.color(0, 0, 0)
>>> monetoile(120, False)
```

L'étoile achevée a des traits noirs et un remplissage or :



Ce que tu as appris

Dans ce chapitre, tu as appris à utiliser le module `turtle` pour dessiner des formes géométriques de base à l'aide de boucles `for` et d'instructions `if`, qui permettent de contrôler les actions de la tortue à l'écran. Tu as changé la couleur du stylo de la tortue et rempli

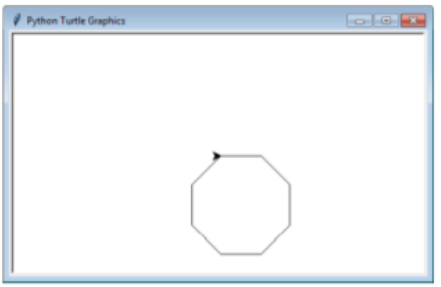
de couleur les formes qu'elle dessine. Tu as aussi réutilisé le code d'autres fonctions pour faciliter le dessin de formes avec des couleurs et des tailles différentes, le tout en un simple appel à une fonction.

Puzzles de programmation

Voici des exercices pour te livrer à quelques expériences sur le dessin de formes particulières avec la tortue. Les réponses sont disponibles sur le site web d'accompagnement du livre.

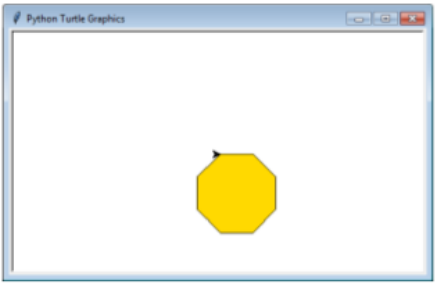
1. Dessiner un octogone

Tu as dessiné des étoiles, des carrés et des cercles dans ce chapitre, mais que penserais-tu de créer une fonction qui dessine une forme à huit côtés, c'est-à-dire un octogone ? Conseil : fais tourner la tortue de 45 degrés.



2. Dessiner un octogone plein

À présent que ta fonction dessine un octogone vide, modifie-la pour qu'elle puisse aussi dessiner un octogone plein. Inspire-toi de notre dernier exemple d'étoile remplie et avec des traits noirs pour dessiner un équivalent à ceci :



3. Autre fonction de dessin d'étoile

Plus fort encore, crée une fonction pour dessiner une étoile qui attend deux paramètres : la taille et le nombre de branches. La ligne de définition de la fonction sera du genre :

```
def dessine_etoile(taille, branches):
```

12

DE MEILLEURS GRAPHISMES AVEC TKINTER

Le problème de la tortue pour dessiner, c'est qu'elle est, comment dire, très… lente ! Même lorsqu'elle est réglée à sa vitesse maximale, elle n'avance décidément pas vite. Pour une tortue, ce n'est pas grave mais, lorsqu'il s'agit de réaliser des graphismes informatiques, la lenteur devient vraiment un problème.

Les graphismes informatiques, en particulier dans les jeux, demandent de la vitesse. Si tu as une console ou si tu joues à des jeux sur ordinateur, pense aux graphismes que tu vois à l'écran. Ceux en deux dimensions (2D) sont à plat : les personnages se déplacent généralement seulement vers le haut, le bas, la gauche ou la droite. C'est ainsi dans la plupart des jeux pour Nintendo DS, les consoles PSP *(PlayStation Portable)* et les téléphones mobiles.

Dans les jeux en pseudo-trois dimensions (3D), c'est-à-dire presque en trois dimensions, les images ont l'air un peu plus vraies mais les personnages se déplacent généralement en relation avec un sol plat. C'est ce que l'on appelle les « graphismes isométriques ». Enfin, dans les jeux en trois dimensions, les images dessinées à l'écran tentent d'imiter la réalité. Que des jeux utilisent des graphismes en 2D, en pseudo-3D ou en 3D, tous ont une chose en commun : la nécessité de dessiner très vite à l'écran de l'ordinateur ou de la console.

Si tu n'as jamais créé d'animation, essaie ce petit projet pratique.

1. Prends un bloc de papier et, dans le coin inférieur droit de la première page, dessine quelque chose, par exemple un personnage en fil de fer (« filiforme »).
2. Dans le même coin de la feuille suivante, dessine le même personnage mais avec une jambe légèrement déplacée par rapport à l'image précédente.
3. À la page suivante, reproduis le même dessin mais avec la jambe légèrement encore plus déplacée.
4. Progressivement, de page en page, dessine le personnage filiforme avec des mouvements successifs.

Lorsque tu as terminé, fais défiler très vite les pages. Tu peux voir ton personnage littéralement bouger. C'est là le procédé à la base de toute animation, qu'il s'agisse de dessins animés (c'est exactement cela : des dessins animés) à la télé ou de jeux sur console et sur ordinateur. Le dessin d'une image, puis d'une suivante avec une légère modification, puis d'une suivante et ainsi de suite, donne l'illusion du mouvement. Pour qu'un dessin donne l'impression de bouger, il faut afficher chaque **image** *(frame)*, c'est-à-dire chaque élément d'animation d'une manière très rapide.

Python propose plusieurs manières de créer des graphismes. En plus du module `turtle`, il est possible d'utiliser des modules externes, à installer à part, mais également le module `tkinter`, en principe déjà installé en même temps que Python. Ce module permet de créer des applications complètes, comme un traitement de texte simple, ainsi que des dessins relativement simples. Dans ce chapitre, nous étudions la création de graphismes avec `tkinter`.

Créer un bouton à cliquer

En guise de premier exemple, utilisons `tkinter` pour créer une application très simple, avec un bouton. Entre ce code dans le shell de Python :

```
>>> from tkinter import *
>>> tk = Tk()
>>> btn = Button(tk, text="Clique sur moi")
>>> btn.pack()
```

La première ligne importe le contenu du module `tkinter`. La formule `from nom-module import *` permet d'utiliser tout le contenu d'un module `nom-module` sans utiliser son nom dans le code, au contraire de ce que nous faisions jusqu'ici, car `import turtle`, par exemple, nous obligeait à préciser le nom du module pour accéder à son contenu :

```
import turtle
t = turtle.Pen()
```

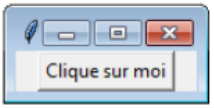
Grâce à `import *`, il n'est plus nécessaire de préciser `turtle.Pen`, comme aux chapitres 4 et 11. Dans le cas du module `turtle`, ce n'est pas vraiment indispensable mais, lorsque tu importes des modules avec de nombreuses classes et fonctions, cela permet de réduire les frappes au clavier.

```
from turtle import *
t = Pen()
```

La deuxième ligne de l'exemple avec le bouton, `tk=Tk()`, crée une variable pour contenir un objet de la classe `Tk`, de la même manière que dans le cas de la création d'un objet de la classe `Pen` pour la tortue. L'objet `tk` crée une fenêtre simple dans laquelle nous pouvons ensuite ajouter d'autres choses, comme des boutons, des zones d'entrée de texte et des canevas pour y dessiner. Il s'agit de la principale classe fournie par le module `tkinter` et, sans la création d'un objet de la classe `Tk`, il n'est pas possible de réaliser le moindre dessin ou la moindre animation.

À la troisième ligne, nous créons un bouton avec `btn = Button`. Nous lui passons en paramètres la variable `tk` et le texte qu'il doit afficher, à l'aide de `(tk, text="Clique sur moi")`. Si nous avons bien ajouté un bouton à la fenêtre, c'est la ligne `btn.pack()` qui lui indique de s'afficher. Cette fonction aligne aussi tout correctement à l'écran,

dans le cas où d'autres boutons et d'autres objets doivent s'afficher. Le résultat prend l'allure suivante :



Le bouton `Clique sur moi` ne fait pas grand-chose. Tu peux cliquer dessus pendant un an, il ne ferait toujours rien. Nous devons modifier le code pour qu'il réagisse. Assure-toi de fermer cette fenêtre avant d'aller plus loin.

D'abord, créons une fonction qui affiche du texte :

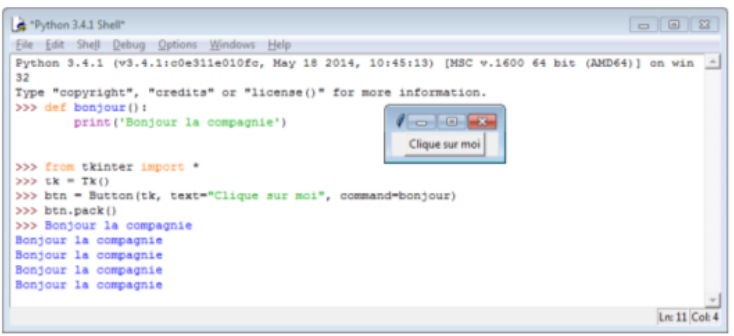
```
>>> def bonjour():
        print('Bonjour la compagnie')
```

Ensuite, modifions l'exemple pour qu'il utilise cette fonction :

```
>>> from tkinter import *
>>> tk = Tk()
>>> btn = Button(tk, text="Clique sur moi", command=bonjour)
>>> btn.pack()
```

Note la petite modification apportée à la précédente version de ce code : nous avons ajouté le paramètre `command` à `Button`, qui indique à Python d'utiliser la fonction `bonjour` lors d'un clic sur le bouton.

À présent, tu vois s'afficher `Bonjour la compagnie` dans le shell à chaque clic sur le bouton. Dans la figure suivante, nous avons cliqué cinq fois de suite.



Parmi tous nos exemples de code écrits jusqu'ici, c'est la première fois que nous utilisons des paramètres nommés. Arrêtons-nous un instant sur ceux-ci avant d'aller plus loin dans les dessins.

Utiliser des paramètres nommés

Jusque-là, quand nous transmettions des valeurs à une fonction, cette dernière associait la première valeur au premier paramètre et ainsi de suite, dans l'ordre de ce qu'elle trouvait entre les parenthèses. Les paramètres nommés sont des paramètres normaux mais nous utilisons explicitement leur nom auquel nous donnons la valeur. Ainsi, nous pouvons fournir les valeurs dans n'importe quel ordre.

Parfois, les fonctions possèdent un grand nombre de paramètres et il n'est pas toujours possible de donner à tous une valeur. Les paramètres nommés permettent de fournir des valeurs aux seuls paramètres qui le nécessitent.

Pour prendre un exemple, supposons que nous ayons une fonction nommée `personne` qui attend deux paramètres : une `largeur` et une `hauteur`.

```
>>> def personne(largeur, hauteur):
        print('Je mesure %s cm de large et %s cm de haut.' ↵
% (largeur, hauteur))
```

Habituellement, nous appelons cette fonction comme suit :

```
>>> personne(50, 160)
Je mesure 50 cm de large et 160 cm de haut.
```

En nommant les paramètres, nous pouvons modifier leur ordre dans l'appel de la fonction et donner à chacun d'eux la valeur correspondante :

```
>>> personne(hauteur=160, largeur=50)
Je mesure 50 cm de large et 160 cm de haut.
```

Les paramètres nommés deviendront de plus en plus importants à mesure que nous avancerons dans l'utilisation du module `tkinter`.

Créer le canevas de dessin

Les boutons sont bien jolis, mais ils ne s'avèrent pas très utiles pour dessiner à l'écran. Lorsqu'il s'agit de réellement représenter quelque chose, nous devons faire appel à une zone de dessin (ou « canevas ») : un objet `canvas`. Un tel objet appartient à la classe `Canvas`, fournie par le module `tkinter`.

Lors de la création d'une zone de dessin, nous passons la largeur (`width`) et la hauteur (`height`) en pixels du canevas à Python. À part cela, le code ressemble à celui du bouton :

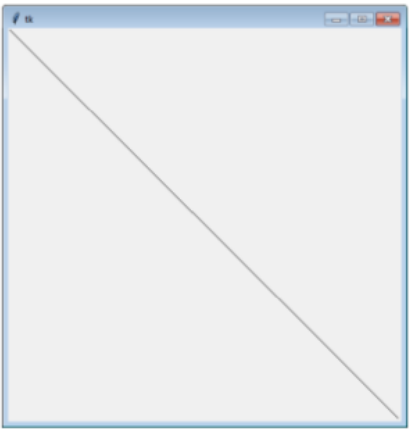
```
>>> from tkinter import *
>>> tk = Tk()
>>> canvas = Canvas(tk, width=500, height=500)
>>> canvas.pack()
```

Comme dans l'exemple du bouton, une fenêtre apparaît lors de l'entrée de `tk = Tk()`. La dernière ligne compacte le canevas par `canvas.pack()`, ce qui en modifie la taille à une largeur de 500 pixels et une hauteur de 500 pixels, comme indiqué à la troisième ligne de code. Comme pour le bouton également, la fonction `pack` indique au canevas de s'afficher à l'emplacement correct dans la fenêtre. Si nous n'appelons pas cette fonction, rien ne s'affiche comme il faut.

Dessiner des lignes

Pour tracer une ligne sur le canevas, nous utilisons des **coordonnées** en pixels. Les coordonnées déterminent une position en pixels sur une surface. Sur un canevas de `tkinter`, les coordonnées décrivent à combien de pixels en largeur (du bord gauche vers la droite) et à combien de pixels en hauteur (du bord haut vers le bas), le pixel voulu doit venir se placer.

Ainsi, comme notre canevas fait 500 pixels de large sur 500 pixels de haut, les coordonnées du coin inférieur droit de la zone de dessin sont (`500`, `500`). Pour dessiner le trait de l'image suivante, nous commençons aux coordonnées (`0`, `0`) du coin supérieur gauche et terminons aux coordonnées (`500`, `500`).



Pour indiquer les coordonnées, nous utilisons la fonction `create_line` comme suit :

```
>>> from tkinter import *
>>> tk = Tk()
>>> canvas = Canvas(tk, width=500, height=500)
>>> canvas.pack()
>>> canvas.create_line(0, 0, 500, 500)
1
```

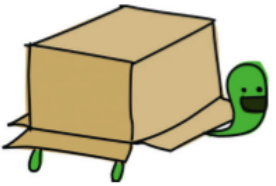
La fonction `create_line` renvoie `1`, qui représente un identifiant. Nous reviendrons sur ce sujet plus loin. Si nous avions essayé de faire la même chose avec le module `turtle`, nous aurions dû entrer le code suivant :

```
>>> import turtle
>>> turtle.setup(width=500, height=500)
>>> t = turtle.Pen()
>>> t.up()
>>> t.goto(-250, 250)
>>> t.down()
>>> t.goto(500, -500)
```

Donc, le code `tkinter` représente une véritable amélioration, puisqu'il est un peu plus court et plus simple.

Voyons ensuite quelques fonctions disponibles dans l'objet `canvas`, que nous pourrions utiliser pour des dessins plus intéressants.

Dessiner des rectangles et des carrés

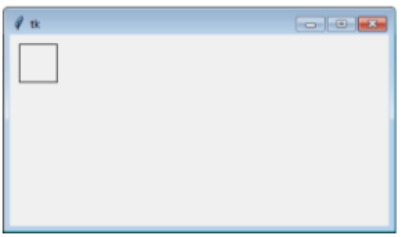


Pour dessiner un rectangle avec le module `turtle`, nous avons dû avancer, tourner, avancer, tourner et ainsi de suite. Finalement, nous avons pu dessiner un carré de taille variable en changeant la longueur du déplacement.

Le module `tkinter` facilite fortement le dessin d'un carré ou d'un rectangle car, tout ce qu'il faut connaître, ce sont les coordonnées des coins. Voici un exemple (ferme les autres fenêtres, à présent) :

```
>>> from tkinter import *
>>> tk = Tk()
>>> canvas = Canvas(tk, width=400, height=200)
>>> canvas.pack()
>>> canvas.create_rectangle(10, 10, 50, 50)
```

Avec ce code, nous créons un canevas de 400 pixels de large et de 200 pixels de haut, puis nous dessinons un carré dans son coin supérieur gauche :



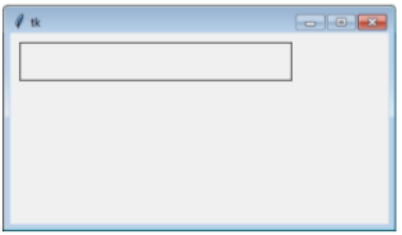
Les paramètres passés à `canvas.create_rectangle` à la dernière ligne de code sont les coordonnées des coins supérieur gauche et inférieur droit du carré. Ces coordonnées sont comptées comme les distances au côté gauche et au côté haut du canevas. Les deux premières coordonnées (du coin supérieur gauche du carré) sont donc à 10 pixels du bord gauche et à 10 pixels du bord haut du canevas ; elles sont données par les deux nombres `10`. Les deux dernières coordonnées (du coin inférieur droit du carré) sont à 50 pixels du bord gauche et 50 pixels du bord haut du canevas ; elles sont données par les deux `50`.

Nous appellerons ces deux jeux de coordonnées *(x1,y1)* et *(x2,y2)*. Pour dessiner un rectangle, nous augmentons la distance du deu-

xième coin au bord du canevas, ce qui revient à augmenter la valeur du paramètre *x2*, comme ceci :

```
>>> from tkinter import *
>>> tk = Tk()
>>> canvas = Canvas(tk, width=400, height=200)
>>> canvas.pack()
>>> canvas.create_rectangle(10, 10, 300, 50)
```

Dans cet exemple, les coordonnées de la position du coin supérieur gauche du rectangle sont (10, 10), tandis que celles du coin inférieur droit sont (300, 50). Le résultat donne un rectangle de même hauteur que le carré initial mais beaucoup large.



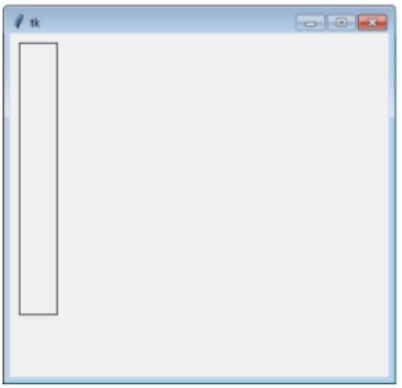
Nous pouvons aussi dessiner un rectangle en augmentant la distance du second coin au bord haut du canevas, ce qui revient à augmenter la valeur du paramètre *y2*. Auparavant, nous portons la hauteur du canevas à 400 pixels, pour accepter le rectangle de 300 pixels de haut :

```
>>> from tkinter import *
>>> tk = Tk()
>>> canvas = Canvas(tk, width=400, height=400)
>>> canvas.pack()
>>> canvas.create_rectangle(10, 10, 50, 300)
```

Dans cet appel de la fonction `create_rectangle`, nous disons dans l'ordre :

- aller à 10 pixels à droite, du bord gauche du canevas ;
- aller à 10 pixels vers le bas, du bord haut du canevas. C'est là le coin de départ du rectangle ;
- dessiner le rectangle à 50 pixels vers la droite ;
- dessiner le rectangle à 300 pixels vers le bas.

Le résultat final donne à peu près ceci :



Dessiner de nombreux rectangles

Tiens ! Et si nous remplissions le canevas avec des rectangles de tailles différentes ? Nous pouvons importer le module `random` et créer une fonction qui utilise un nombre aléatoire pour les coordonnées des coins supérieur gauche et inférieur droit d'un rectangle.

Nous allons utiliser une fonction fournie par le module `random`, nommée `randrange`. Lorsque nous donnons un nombre à cette fonction, elle renvoie un entier compris entre 0 et le nombre donné (exclu). Par exemple, `randrange(10)` retourne un entier compris entre 0 et 9, tandis que `randrange(100)` retourne un nombre compris entre 0 et 99, et ainsi de suite.

Crée une nouvelle fenêtre d'IDLE avec `File>New File`, puis entre le code suivant :

```
from tkinter import *
import random
tk = Tk()
canvas = Canvas(tk, width=400, height=400)
canvas.pack()

def rectangle_aleatoire(largeur, hauteur): ❶
    x1 = random.randrange(largeur) ❷
    y1 = random.randrange(hauteur) ❷
    x2 = x1 + random.randrange(largeur) ❸
    y2 = y1 + random.randrange(hauteur) ❸
    canvas.create_rectangle(x1, y1, x2, y2) ❹
```

Nous définissons d'abord notre fonction `rectangle_aleatoire` ❶ qui prend deux paramètres `largeur` et `hauteur`. Ensuite, nous créons les coordonnées du coin supérieur gauche du rectangle ❷ à l'aide de la fonction `randrange` à laquelle nous passons d'abord la largeur, puis la hauteur en paramètre, avec `x1 = random.randrange(largeur)` et `y1 = random.randrange(hauteur)`, respectivement. En pratique, dans la deuxième ligne de cette fonction, nous disons « crée une variable nommée `x1` et règle sa valeur à un nombre aléatoire compris entre 0 et la valeur du paramètre `largeur` ».

Les deux lignes suivantes créent des variables pour le coin inférieur droit du rectangle ❸, en tenant compte des coordonnées du coin supérieur gauche (`x1` ou `y1`) et en ajoutant un nombre aléatoire à ces valeurs. La troisième ligne de la fonction dit en pratique « crée la variable `x2` avec comme valeur la somme d'un nombre aléatoire et de la valeur déjà calculée pour `x1` ».

Enfin, avec `canvas.create_rectangle`, nous utilisons les variables `x1`, `x2`, `y1` et `y2` pour dessiner le rectangle sur le canevas ❹.

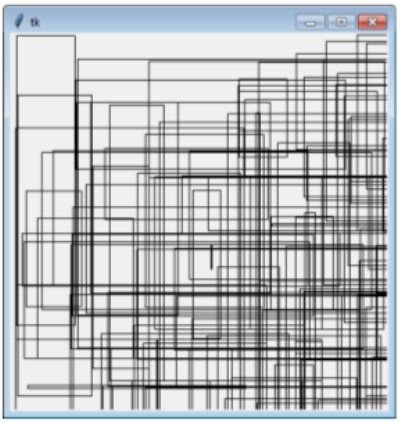
Pour essayer la fonction `rectangle_aleatoire`, nous devons lui transmettre la largeur et la hauteur du canevas. Ajoute la ligne de code suivante sous la fonction déjà présente :

```
rectangle_aleatoire(400, 400)
```

Enregistre le code de ce programme (menu `File>Save As`) sous le nom `rectangles_aleatoires.py` dans ton dossier personnel ou sur ta clé mémoire USB, puis clique sur le menu `Run>Run Module` pour exécuter le programme. Dès que cette partie du code fonctionne et affiche un rectangle à l'écran, nous passons à l'étape suivante, qui consiste à remplir l'écran de rectangles aléatoires. Pour cela, nous ajoutons une boucle qui appelle `rectangles_aleatoires` un certain nombre de fois. Essayons avec une boucle `for` de 100 rectangles au hasard. Ajoute le code suivant à la fin du programme, enregistre le fichier, puis exécute-le à nouveau :

```
for x in range(0, 100):
    rectangle_aleatoire(400, 400)
```

Le résultat est un peu confus, mais il s'agit presque d'une peinture d'art moderne.



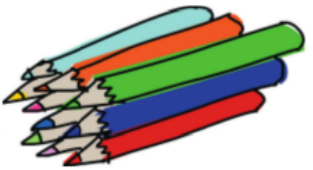
Définir la couleur

Bien entendu, nous devons ajouter un peu de couleur à nos graphismes. Modifions la fonction `rectangle_aleatoire` pour lui passer en paramètre supplémentaire une couleur à appliquer au rectangle (`coul_rempl`). Entre ce code dans un nouveau fichier et enregistre-le sous le nom `rectangles_en_couleurs.py`.

```
from tkinter import *
import random
tk = Tk()
canvas = Canvas(tk, width=400, height=400)
canvas.pack()

def rectangle_aleatoire(largeur, hauteur, coul_rempl):
    x1 = random.randrange(largeur)
    y1 = random.randrange(hauteur)
    x2 = x1 + random.randrange(largeur)
    y2 = y1 + random.randrange(hauteur)
    canvas.create_rectangle(x1, y1, x2, y2, fill=coul_rempl)
```

La fonction `create_rectangle` attend à présent le paramètre `fill`, auquel nous passons la valeur du paramètre `coul_rempl`, qui indique la couleur à utiliser pour dessiner le rectangle. Le paramètre `fill` de `create_rectangle` accepte des couleurs nommées (en anglais), comme le montre la suite du code, ce qui permet de créer facilement une série de rectangles de couleurs différentes.

Pour entrer les lignes du code suivant, n'hésite pas à utiliser le copier-coller (comme expliqué en détail au chapitre 2). Entre ce code dans le fichier `rectangles_en_couleurs.py`, après la fonction :



```
rectangle_aleatoire(400, 400, 'green')    # vert
rectangle_aleatoire(400, 400, 'red')      # rouge
rectangle_aleatoire(400, 400, 'blue')     # bleu
rectangle_aleatoire(400, 400, 'orange')
rectangle_aleatoire(400, 400, 'yellow')   # jaune
rectangle_aleatoire(400, 400, 'pink')     # rose
rectangle_aleatoire(400, 400, 'purple')   # pourpre
rectangle_aleatoire(400, 400, 'violet')
rectangle_aleatoire(400, 400, 'magenta')
rectangle_aleatoire(400, 400, 'cyan')     # bleu turquoise
rectangle_aleatoire(400, 400, '#ffd800')  # or
```

Comme ces noms de couleurs sont en anglais, nous avons mis les traductions françaises, en commentaires, c'est-à-dire précédés du symbole dièse (`#`). Les commentaires contiennent du texte ignoré par Python, placé là pour faciliter la lecture du code. IDLE les colore en rouge.

Ces couleurs nommées affichent généralement les couleurs attendues, mais certaines autres peuvent provoquer des messages d'erreur (selon que tu utilises Windows, OS X ou Linux).

Que faire si tu cherches une teinte qui ne correspond pas exactement à une couleur nommée ? Si tu te le rappelles, au chapitre 11, nous avons défini la couleur du stylo de la tortue à l'aide de pourcentages des couleurs rouge, vert et bleu. Le réglage de la quantité de chacune de ces couleurs primaires pour obtenir une combinaison est légèrement plus compliqué sous `tkinter`, mais tu vas rapidement comprendre comment il fonctionne.

Par exemple, pour obtenir la couleur or avec le module `turtle`, nous avons mélangé 90 % de rouge, 75 % de vert et 0 % de bleu. Avec `tkinter`, nous obtenons exactement la même couleur à l'aide de la ligne suivante :

```
random_rectangle(400, 400, '#ffd800')
```

Le symbole dièse (`#`) avant la valeur `ffd800` indique à Python que nous fournissons un nombre **hexadécimal**. Le système hexadécimal est une manière très habituelle de représenter des nombres dans le

monde de la programmation. Il utilise une base 16 (avec les chiffres 0 à 9 et les lettres A à F) au lieu de la base 10 (chiffres de 0 à 9) du système décimal. Si tu n'as jamais vu la notion de bases en mathématiques, sache juste que tu peux convertir un nombre décimal en hexadécimal à l'aide de l'espace réservé de format `%x` dans une chaîne (voir la section « Insérer des valeurs dans des chaînes » du chapitre 3). Ainsi, pour convertir le nombre décimal 15 en hexadécimal, écris :

```
>>> print('%x' % 15)
f
```

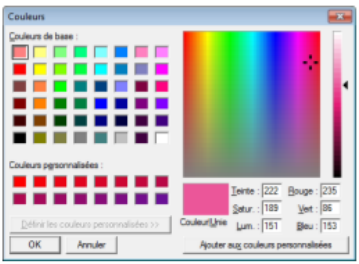
Pour imposer au moins deux chiffres au nombre hexadécimal généré, nous pouvons modifier légèrement l'espace réservé de format, comme ceci :

```
>>> print('%02x' % 15)
0f
```

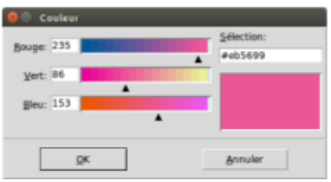
Le module `tkinter` offre un moyen bien pratique d'obtenir une valeur hexadécimale de couleur, sous la forme d'une fonction de sélection de couleur, `colorchooser`. Dans le shell de Python, entre les lignes suivantes :

```
>>> from tkinter import *
>>> colorchooser.askcolor()
```

Ceci fait apparaître le sélecteur de couleur (dont la présentation dépend de Windows, OS X ou Linux) :



Sélecteur de couleur, sous Windows 7



Sélecteur de couleur, sous Ubuntu

Lorsque tu sélectionnes une couleur et cliques sur `OK`, un tuple apparaît dans le shell, qui contient un autre tuple avec trois nombres et une chaîne :

```
>>> colorchooser.askcolor()
((235.91796875, 86.3359375, 153.59765625), '#eb5699')
```

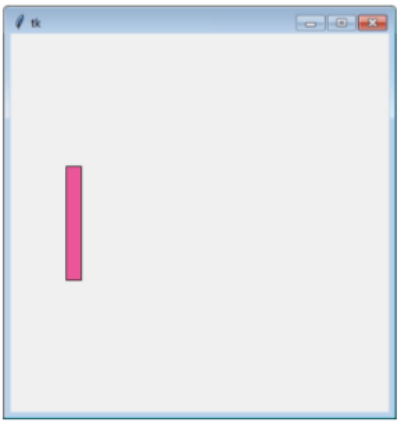
Les trois nombres représentent les quantités de rouge, de vert et de bleu. Dans `tkinter`, la quantité de chaque couleur primaire dans une combinaison est représentée par un nombre entre 0 et 255 (ce qui diffère du pourcentage utilisé dans le module `turtle`). La chaîne du tuple contient la version en hexadécimal de ces trois nombres.

Tu peux ensuite copier et coller la chaîne pour l'utiliser directement ou attribuer la totalité du tuple à une variable, puis utiliser l'indice de position de la valeur hexadécimale.

Reprends le contenu du fichier `rectangles_en_couleurs.py` et enregistre-le (menu `File>Save As`) sous le nom `rectangle_colorchooser.py` (tu peux éventuellement supprimer les autres appels à la fonction `rectangle_aleatoire`), puis ajoute ces lignes de code à la fin :

```
c = colorchooser.askcolor()
rectangle_aleatoire(400, 400, c[1])
```

Enregistre le programme et exécute-le. Tu obtiens quelque chose du genre :



Dessiner des arcs

Un arc est un segment (une portion) de la circonférence d'un cercle ou d'un autre type de courbe. Pour en dessiner un avec `tkinter`, il est

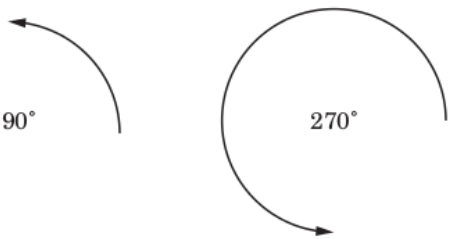
nécessaire de le faire à l'intérieur d'un rectangle, avec la fonction `create_arc`, dans une ligne du genre :

```
canvas.create_arc(10, 10, 200, 100, extent=180, style=ARC)
```

Si tu as fermé toutes les fenêtres de `tkinter` ou redémarré IDLE, assure-toi de réimporter d'abord `tkinter`, puis de recréer le canevas, avec tout le code suivant :

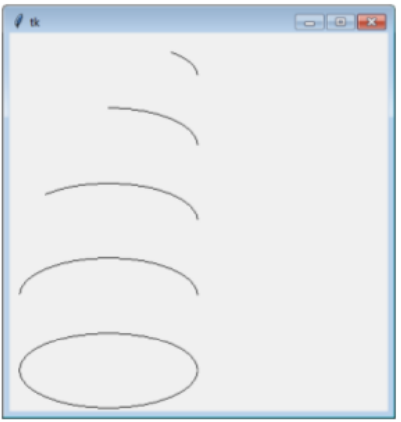
```
>>> from tkinter import *
>>> tk = Tk()
>>> canvas = Canvas(tk, width=400, height=400)
>>> canvas.pack()
>>> canvas.create_arc(10, 10, 200, 100, extent=180, style=ARC)
```

La dernière ligne place le coin supérieur gauche du rectangle aux coordonnées (10, 10) – à 10 pixels du bord gauche et à 10 pixels du bord supérieur du canevas–, et son coin inférieur droit aux coordonnées (200, 100) – soit à 200 pixels du bord gauche et 100 pixels du bord supérieur du canevas. Le paramètre suivant, `extent`, sert à indiquer le nombre de degrés d'angle de l'arc. Au chapitre 4, nous avons vu que les degrés mesurent la distance à parcourir autour d'un cercle. Voici deux exemples d'arcs, où nous voyageons respectivement sur 45 degrés et 270 degrés autour d'un cercle :



L'exemple suivant dessine plusieurs arcs de haut en bas de la fenêtre, pour que tu puisses voir ce qui se produit avec plusieurs valeurs différentes en degrés pour la fonction `create_arc` :

```
>>> from tkinter import *
>>> tk = Tk()
>>> canvas = Canvas(tk, width=400, height=400)
>>> canvas.pack()
>>> canvas.create_arc(10, 10, 200, 80, extent=45, style=ARC)
>>> canvas.create_arc(10, 80, 200, 160, extent=90, style=ARC)
>>> canvas.create_arc(10, 160, 200, 240, extent=135, style=ARC)
>>> canvas.create_arc(10, 240, 200, 320, extent=180, style=ARC)
>>> canvas.create_arc(10, 320, 200, 400, extent=359, style=ARC)
```



NOTE *La raison d'utiliser 359 degrés pour le « cercle » final, au lieu de 360, vient de ce que `tkinter` considère que 360 degrés sont identiques à 0 degré, ce qui signifie qu'il ne dessinerait rien du tout. Nous sommes donc obligés de tricher un peu dans ce cas-là.*

Dessiner des polygones

Par définition, un polygone est une forme qui possède plusieurs angles, donc plusieurs côtés. Tu connais les polygones réguliers que sont les triangles, les rectangles, les carrés, les pentagones, les hexagones, et ainsi de suite, mais il en existe d'autres aux côtés inégaux, avec un nombre plus important de côtés, aux formes bizarres.

Lorsque nous dessinons un polygone avec tkinter, nous devons fournir les coordonnées de chaque point (angle) de la forme. Voici par exemple comment tracer un triangle :

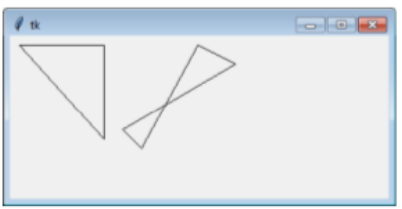
```
from tkinter import *
tk = Tk()
canvas = Canvas(tk, width=400, height=400)
canvas.pack()
canvas.create_polygon(10, 10, 100, 10, 100, 110, fill="", ↵
outline="black")
```

Cet exemple dessine un triangle aux traits noirs (`outline="black"`), d'abord avec les coordonnées x et y (`10, 10`), puis il va jusqu'en (`100, 10`), puis en (`100, 110`) et il referme la forme jusqu'au point de départ. Voici le résultat :

Nous pouvons ajouter un polygone irrégulier, une forme aux angles et côtés irréguliers, avec le code suivant :

```
canvas.create_polygon(200, 10, 240, 30, 120, 100, 140, 120, fill="", ↵
outline="black")
```

Cette ligne de code débute le tracé aux coordonnées (`200, 10`), va en (`240, 30`), puis en (`120, 100`) et finalement en (`140, 120`). tkinter rejoint le point de départ et referme automatiquement la forme. Le résultat des deux tracés est le suivant :



Afficher du texte

S'il est possible de dessiner des formes, la fonction `create_text` permet aussi d'écrire du texte dans le canevas. Cette fonction accepte deux coordonnées, les positions en *x* et *y* du texte, ainsi qu'un paramètre nommé pour le texte à afficher. Dans le code suivant, nous créons un canevas, puis nous affichons une phrase placée aux coordonnées (`150, 100`). Enregistre ce code sous le nom de fichier `dessiner_texte.py`.

```
from tkinter import *
tk = Tk()
canvas = Canvas(tk, width=500, height=400)
canvas.pack()
canvas.create_text(150, 100, text='"Soyez plutôt maçon')
```

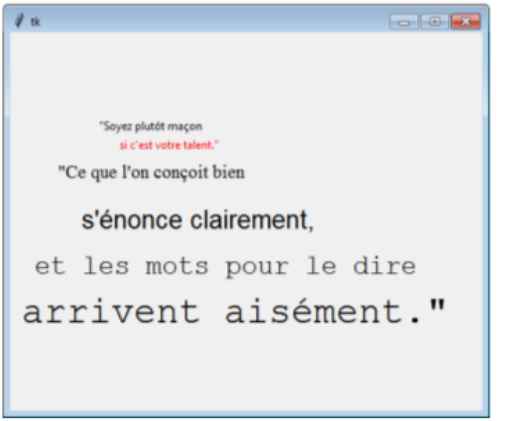
La fonction `create_text` accepte d'autres paramètres intéressants, comme la couleur de remplissage du texte. La ligne suivante appelle la fonction `create_text` avec les coordonnées (`170, 120`), le texte à afficher, puis la couleur de remplissage rouge (`fill='red'`) :

```
canvas.create_text(170, 120, text='si c\'est votre talent."', ⏎
fill='red')
```

Tu peux également indiquer la police (le type de forme de caractère, *font* en anglais) du texte affiché sous forme d'un tuple contenant le nom de la police et la taille du texte. Par exemple, pour la police Times et la taille `20`, le tuple devient `('Times', 20)`. Les exemples de code suivants montrent du texte en police Times et taille `15`, en police Helvetica de taille `20` et en Courier de tailles `22`, puis `30`.

```
canvas.create_text(150, 150, text='"Ce que l\'on conçoit bien', ⏎
font=('Times', 15))
canvas.create_text(200, 200, text='s\'énonce clairement,', ⏎
 font=('Helvetica', 20))
canvas.create_text(230, 250, text='et les mots pour le dire', ⏎
font=('Courier', 22))
canvas.create_text(240, 300, text='arrivent aisément."', ⏎
font=('Courier', 30))
```

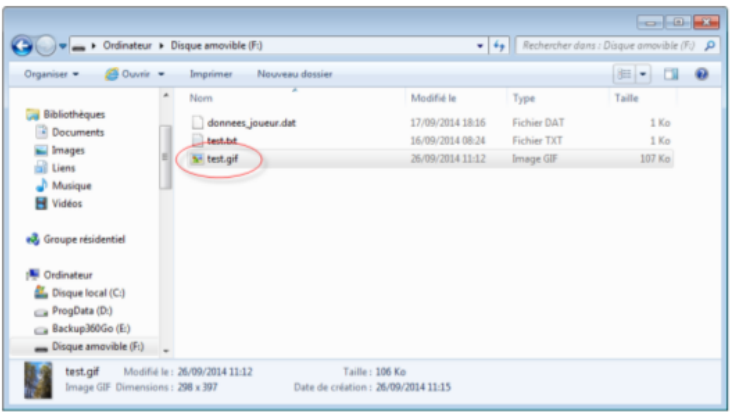
Et voici le résultat (citation de Nicolas Boileau) :



Afficher des images

Pour afficher une image sur un canevas avec `tkinter`, charge-la d'abord, puis utilise la fonction `create_image` sur l'objet canevas.

Toute image que tu charges doit se situer dans un dossier accessible à Python. Dans l'exemple qui suit, sous Windows, nous avons placé notre image `test.gif` dans le dossier `F:\`, qui correspond au dossier racine d'une clé mémoire USB, mais tu peux la placer où tu veux, sauf en `C:\`, pour des raisons de sécurité.



Sur un Mac ou sous Linux, place l'image dans ton dossier utilisateur.

NOTE *Avec* `tkinter`*, il n'est possible de charger que des images GIF, c'est-à-dire des images dont le fichier porte l'extension .gif. Pour afficher d'autres types d'images, comme des images PNG (.png) ou JPEG (.jpg), il est nécessaire d'utiliser un autre module, par exemple Python imaging library, ou PIL (*http://www.pythonware.com/products/pil/*).*

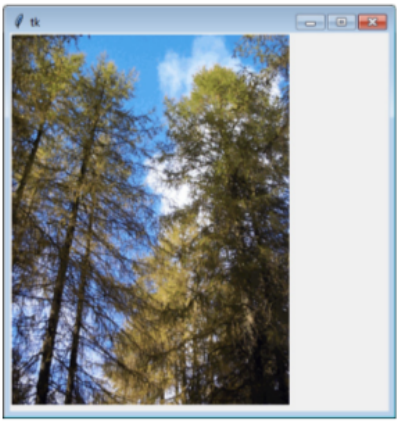
Pour afficher l'image `test.gif`, nous écrivons :

```
from tkinter import *
tk = Tk()
canvas = Canvas(tk, width=400, height=400)
canvas.pack()
mon_image = PhotoImage(file='f:\\test.gif')
canvas.create_image(0, 0, anchor=NW, image=mon_image)
```

Les quatre premières lignes préparent le canevas comme dans les exemples précédents. La cinquième charge l'image dans la variable `mon_image`. La sixième crée un objet `PhotoImage` à partir du fichier `test.gif`, situé dans `f:\`. Si tu as enregistré l'image sur ton bureau, tu devras plutôt pointer le `PhotoImage` vers celui-ci, comme ceci :

```
mon_image = ↵
PhotoImage(file='c:\\Users\\nom_utilisateur\\Desktop\\test.gif')
```

Lorsque l'image est chargée dans la variable, la dernière ligne l'affiche à l'aide de la fonction `create_image`. Le paramètre `anchor=NW` indique à la fonction d'utiliser le coin supérieur gauche (`NW` signifie *northwest*, ou nord-ouest) de l'image comme point de départ de l'affichage et les coordonnées `(0, 0)` précisent où doit être placé ce point. Si `anchor` n'est pas précisé, la fonction prend par défaut le centre de l'image comme point de départ de l'affichage. Le dernier paramètre, `image`, pointe vers la variable de l'image chargée. Voici le résultat :



(© image : www.freeimages.co.uk)

Créer une animation de base

Jusqu'ici, nous n'avons parlé que de création de dessins statiques, c'est-à-dire d'images qui ne bougent pas. Voyons comment créer une animation.

L'animation n'est pas vraiment la spécialité du module `tkinter`, mais il en gère les bases. Par exemple, nous pouvons créer un triangle plein et le déplacer en travers de l'écran. Enregistre le code suivant sous le nom de fichier `animation_base1.py` :

```
import time
from tkinter import *
tk = Tk()
canvas = Canvas(tk, width=400, height=200)
canvas.pack()
canvas.create_polygon(10, 10, 10, 60, 50, 35)
for x in range(0, 60):
   canvas.move(1, 5, 0)
   tk.update()
   time.sleep(0.05)
```

À l'exécution, le triangle part de la gauche et traverse l'écran de proche en proche, jusqu'à la fin de son chemin :

Voyons comment cela fonctionne. Déjà, nous retrouvons les quatre lignes qui importent `tkinter`, définissent le canevas et l'affichent. Le triangle est créé avec la fonction suivante :

```
canvas.create_polygon(10, 10, 10, 60, 50, 35)
```

NOTE *Quand tu entres cette ligne directement dans le shell de Python, un nombre s'affiche dans celui-ci. Il s'agit de l'identifiant du polygone. Il nous permettra par la suite d'y faire référence, comme dans l'exemple qui suit.*

Ensuite, nous créons une boucle `for` pour compter de 0 à 59 : `for x in range(0, 60):`. Le bloc de code à l'intérieur de la boucle déplace le triangle horizontalement à l'écran. La fonction `canvas.move` permet en effet de déplacer n'importe quel objet dessiné dans le canevas par l'ajout de valeurs à ses coordonnées *x* et(ou) *y*. Dans l'exemple, `canvas.move(1, 5, 0)` déplace l'objet d'identifiant 1 (celui du triangle) de 5 pixels vers la droite et de 0 pixel vers le bas. Pour reculer au contraire, c'est simple, nous devrions utiliser la fonction `canvas.move(1, -5, 0)`.

La fonction `tk.update` oblige `tkinter` à mettre l'écran à jour, c'est-à-dire à tout redessiner. Si nous ne l'avions pas utilisée, `tkinter` aurait attendu que la boucle se termine avant de déplacer le triangle, ce qui aurait eu pour effet de ne l'afficher qu'à son emplacement final et il aurait donné l'impression de sauter à celui-ci, au lieu de se déplacer lentement sur le canevas. La dernière ligne de la boucle, `time(0.05)` indique à Python de se mettre en veille pendant un vingtième de seconde (0,05 seconde), avant de poursuivre. C'est la raison pour laquelle la toute première ligne de code importe le module `time`.

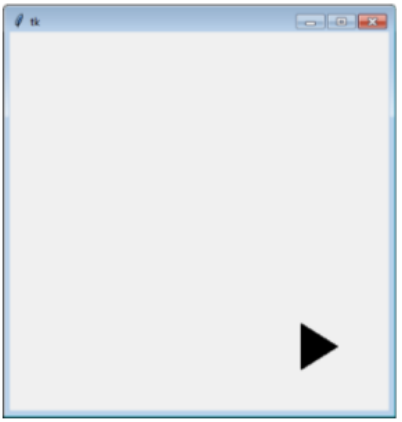
Pour que le triangle se déplace en diagonale à l'écran, il suffit de modifier l'appel à `move` avec les paramètres `(1, 5, 5)`. Pour essayer, ouvre une nouvelle fenêtre d'IDLE (menu `File>New File`) et enregistre-la sous le nom de fichier `animation_base2.py`, puis entre le code suivant :

```
import time
from tkinter import *
tk = Tk()
canvas = Canvas(tk, width=400, height=400)
canvas.pack()
canvas.create_polygon(10, 10, 10, 60, 50, 35)
for x in range(0, 60):
    canvas.move(1, 5, 5)
    tk.update()
    time.sleep(0.05)
```

Ce code diffère de l'original de deux manières :

- il porte la hauteur du canevas à 400 au lieu de 200 ;
- il ajoute 5 à la coordonnée *y* dans `canvas.move(1, 5, 5)`.

Une fois ce code enregistré et exécuté, la position finale du triangle devient la suivante :



Pour ramener le triangle en diagonale à son emplacement de départ, il suffit ensuite d'ajouter la boucle suivante à la fin du fichier :

```
for x in range(0, 60):
    canvas.move(1, -5, -5)
    tk.update()
    time.sleep(0.05)
```

Réagir à un événement

Nous pouvons faire réagir le triangle au fait que l'utilisateur appuie sur une touche, grâce à la liaison d'une action à un événement. Les **événements** (objet `event`) sont des choses qui se produisent pendant l'exécution d'un programme, comme l'utilisateur qui déplace la souris, presse une touche ou ferme une fenêtre. Il est possible d'indiquer à `tkinter` de surveiller ces événements et d'agir ensuite en réponse.

Pour gérer les événements, c'est-à-dire faire en sorte que Python fasse quelque chose quand un événement se produit, il nous faut d'abord créer une fonction. La partie liaison apparaît quand nous indiquons à `tkinter` quelle fonction spécifique il faut lier (ou associer) à un événement déterminé. Autrement dit, elle sera automatiquement appelée par `tkinter` pour gérer cet événement.

Par exemple, pour faire bouger le triangle quand l'utilisateur presse la touche `Entrée`, nous pouvons définir la fonction suivante :

```
def bouger_triangle(evenement):
    canvas.move(1, 5, 0)
```

Cette fonction ne prend qu'un seul paramètre, `evenement` *(event)*, que `tkinter` utilise pour envoyer à la fonction des informations à propos de l'événement qui s'est produit. Nous devons ensuite dire à `tkinter` d'utiliser cette fonction pour un événement particulier, avec la fonction `bind_all` du canevas. Le code complet devient :

```
from tkinter import *
tk = Tk()
canvas = Canvas(tk, width=400, height=400)
canvas.pack()
canvas.create_polygon(10, 10, 10, 60, 50, 35)
def bouger_triangle(evenement):
    canvas.move(1, 5, 0)
canvas.bind_all('<KeyPress-Return>', bouger_triangle)
```

À la dernière ligne, le premier paramètre de cette fonction décrit l'événement que `tkinter` doit surveiller. Ici, il s'agit d'une pression sur la touche `Entrée` ou `Retour` du clavier normal ou du pavé numérique,

qui correspond à <KeyPress-Return>. Nous indiquons donc à tkinter d'appeler la fonction bouger_triangle, chaque fois que cet événement de pression de touche se produit. Exécute ce programme, clique de la souris dans le canevas, puis appuie plusieurs fois sur la touche Entrée du clavier, pour voir le triangle avancer.

Nous pouvons aussi changer la direction de déplacement du triangle selon des pressions de touches différentes, par exemple les touches des flèches du curseur. Il suffit de modifier la fonction bouger_triangle comme suit :

```
def bouger_triangle(evenement):
    if evenement.keysym == 'Up':
        canvas.move(1, 0, -3)
    elif evenement.keysym == 'Down':
        canvas.move(1, 0, 3)
    elif evenement.keysym == 'Left':
        canvas.move(1, -3, 0)
    else:
        canvas.move(1, 3, 0)
```

Il est préférable d'entrer ce code dans une nouvelle fenêtre d'IDLE et de l'enregistrer lorsqu'il est complet, sous le nom de fichier evenements2.py.

L'objet événement passé à bouger_triangle contient plusieurs variables, dont une, nommée keysym (qui signifie « symbole de touche »), est une chaîne contenant la valeur de la touche qui vient d'être pressée. La ligne if evenement.keysym == 'Up': dit simplement que, si la variable keysym de l'événement contient la chaîne 'Up' (qui correspond à la touche de flèche Haut), alors il faut déplacer l'objet avec les paramètres (1, 0, -3), comme l'indique la ligne suivante. Si la chaîne de keysym contient 'Down', qui correspond à la touche de flèche Bas, nous appelons canvas.move avec les paramètres (1, 0, 3), et ainsi de suite.

Pour rappel, le premier paramètre de move est l'identifiant de la forme dessinée sur le canevas, le deuxième, la valeur à ajouter à la coordonnée en *x* (horizontale) et le troisième, la valeur à ajouter à la coordonnée en *y* (verticale).

Il nous reste à indiquer à tkinter qu'il doit appeler la fonction bouger_triangle pour gérer les événements de nos quatre touches différentes (Haut, Bas, Gauche, Droite). Le code suivant reprend le programme complet, tel qu'il apparaît à ce stade.

```
from tkinter import *
tk = Tk()

canvas = Canvas(tk, width=400, height=400)
canvas.pack()
canvas.create_polygon(10, 10, 10, 60, 50, 35)

def bouger_triangle(evenement):
❶    if evenement.keysym == 'Up':
❷        canvas.move(1, 0, -3)
❸    elif evenement.keysym == 'Down':
❹        canvas.move(1, 0, 3)
❺    elif o.keysym == 'Left':
❻        canvas.move(1, -3, 0)
❼    else:
❽        canvas.move(1, 3, 0)

canvas.bind_all('<KeyPress-Up>', bouger_triangle)
canvas.bind_all('<KeyPress-Down>', bouger_triangle)
canvas.bind_all('<KeyPress-Left>', bouger_triangle)
canvas.bind_all('<KeyPress-Right>', bouger_triangle)
```

La première ligne du corps de la fonction `bouger_triangle` vérifie si la variable `keysym` contient `'Up'`, en ❶. Si c'est le cas, en ❷, nous déplaçons le triangle vers le haut à l'aide de la fonction `move`, à laquelle nous passons les paramètres `(1, 0, -3)`. Le premier paramètre est l'identifiant du triangle, le deuxième la quantité de déplacement horizontal, or, comme nous ne déplaçons pas le triangle horizontalement, ce paramètre a la valeur `0`. Le troisième paramètre correspond à la valeur du déplacement vertical, or, comme nous montons, il faut une valeur négative, de `-3` pixels.

La ligne en ❸ vérifie que `keysym` contient `'Down'`, qui correspond à la flèche `Bas`, et si c'est le cas, nous déplaçons, en ❹, le triangle de 3 pixels vers le bas (donc `+3`). La dernière vérification a lieu en ❺, pour la valeur de `keysym 'Left'` (flèche `Gauche`), et si c'est le cas, nous déplaçons le triangle de `-3` pixels ❻, donc vers la gauche. Si `keysym` ne correspond à aucune des valeurs précédentes, alors le `else` final en ❼ déplace le triangle vers la droite en ❽.

Autres façons d'utiliser l'identifiant

Chaque fois que nous utilisons une fonction de la série `create_` du canevas, comme `create_polygon` ou `create_rectangle`, elle renvoie un identifiant. Nous pouvons utiliser ce numéro d'identifiant avec

d'autres fonctions du canevas, comme nous l'avons fait avec la fonction `move` :

```
>>> from tkinter import *
>>> tk = Tk()
>>> canvas = Canvas(tk, width=400, height=400)
>>> canvas.pack()
>>> canvas.create_polygon(10, 10, 10, 60, 50, 35)
1
>>> canvas.move(1, 5, 0)
```

Le problème de cet exemple réside dans le fait que `create_polygon` ne renvoie pas toujours 1. Si nous créons d'autres formes dans le même canevas, le nombre renvoyé devient alors 2, 3 ou même 100 s'il y a lieu, selon le nombre de formes que nous avons dessinées. Si nous modifions légèrement le code pour stocker ce nombre dans une variable, au lieu d'écrire simplement 1 pour l'identifiant dans les fonctions de déplacement, alors le code peut fonctionner, quel que soit l'identifiant renvoyé :

```
>>> mon_triangle = canvas.create_polygon(10, 10, 10, 60, 50, 35)
>>> canvas.move(mon_triangle, 5, 0)
```

La fonction `move` déplace des objets différents à l'écran en utilisant leur identifiant. Toutefois, d'autres fonctions de canevas existent qui modifient aussi les objets dessinés. Ainsi, la fonction `itemconfig` du canevas sert à changer certains paramètres d'une forme, comme ses couleurs de remplissage et de trait.

Supposons que nous créions un triangle rouge :

```
>>> from tkinter import *
>>> tk = Tk()
>>> canvas = Canvas(tk, width=400, height=400)
>>> canvas.pack()
>>> mon_triangle = canvas.create_polygon(10, 10, 10, 60, 50, 35, ↵
fill='red')
```

Nous pouvons ensuite changer la couleur du remplissage (`fill`) du triangle avec `itemconfig`, en lui passant l'identifiant du triangle en premier paramètre. Le code suivant dit « changer en bleu (`blue`) la couleur de remplissage de l'objet identifié par le nombre présent dans la variable `mon_triangle` » :

```
>>> canvas.itemconfig(mon_triangle, fill='blue')
```

Nous pouvons aussi changer de couleur de trait (`outline`), en utilisant de nouveau l'identifiant du triangle en premier paramètre :

```
>>> canvas.itemconfig(mon_triangle, outline='red')
```

Plus loin, nous découvrirons encore d'autres modifications applicables à un dessin, comme la possibilité de le masquer et de le rendre à nouveau visible. Ces modifications de dessins s'avéreront utiles lorsque nous commencerons à écrire des jeux au chapitre suivant.

Ce que tu as appris

Dans ce chapitre, tu as utilisé le module `tkinter` pour dessiner des formes géométriques simples sur un canevas, pour afficher une image et effectuer des animations de base. Tu as appris à lier des événements pour qu'un dessin réagisse aux pressions de touches d'un utilisateur, ce qui sera bien utile lorsque nous entamerons la programmation d'un jeu. Tu as découvert que les fonctions `create` de `tkinter` renvoient un numéro d'identification, qui peut servir ensuite à modifier les formes après leur création, mais aussi à les déplacer à l'écran ou à changer leurs couleurs.

Puzzles de programmation

Essaie de réaliser les exercices suivants, qui jouent avec le module `tkinter` et les animations simples. Les réponses sont disponibles dans le site web d'accompagnement du livre.

1. Remplir l'écran de triangles

Crée un programme à partir de `tkinter` pour remplir l'écran de triangles. Modifie ensuite le code pour remplir l'écran de triangles de tailles et de couleurs de remplissage différentes.

2. Le triangle mobile

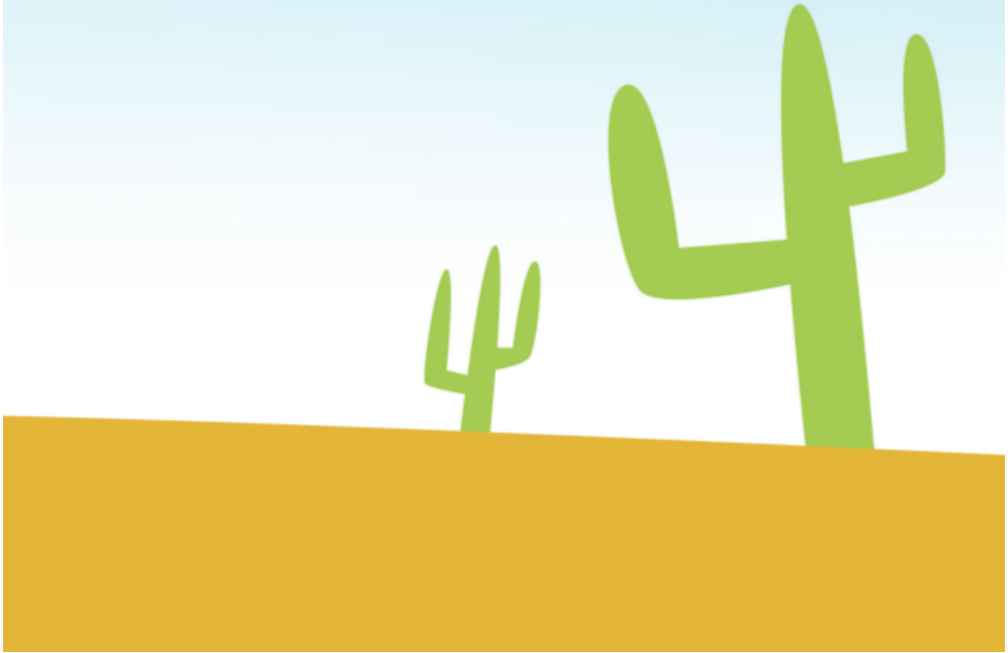
Modifie le code du triangle mobile (voir section « Créer une animation de base » de ce chapitre) pour qu'il se déplace à l'écran vers la droite, puis vers le bas, puis vers la gauche, puis vers le haut jusqu'à la position de départ.

3. La photo mobile

Essaie d'afficher une photo de toi-même sur un canevas à l'aide de `tkinter`. Assure-toi que c'est bien une image GIF ! Peux-tu la faire se déplacer de gauche à droite à l'écran ?

PARTIE 2

REBONDIR !



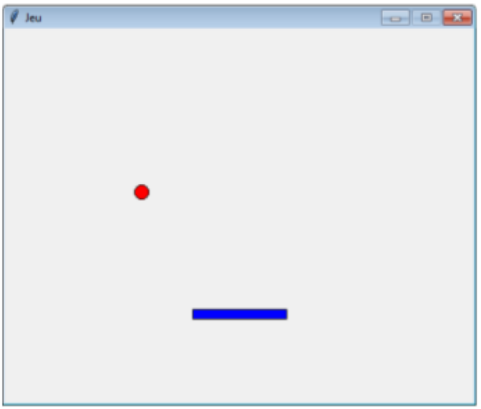
13

DÉBUTER TON PREMIER JEU : REBONDIR !

Jusqu'ici, nous avons vu les bases de la programmation. Tu as appris à utiliser des variables pour stocker des informations, les instructions `if` pour établir des conditions et les boucles `for` pour répéter du code. Tu sais désormais comment créer des fonctions pour réutiliser du code et exploiter des classes et des objets pour découper ton code en de petits extraits plus faciles à comprendre. Tu as appris aussi à dessiner des graphismes à l'écran avec les modules `turtle` et `tkinter`. Il est temps, à présent, de tirer parti de toutes ces connaissances pour créer ton premier jeu.

Frapper la balle magique

Nous allons développer un jeu avec une balle magique et une raquette. La balle vole à l'écran et le joueur doit la faire rebondir sur la raquette. Si, en retombant, la balle dépasse la raquette et touche le bas de l'écran, la partie est terminée. Voici un aperçu du jeu achevé :



Ce jeu peut paraître un peu simple, mais le code renferme quelques astuces et se distingue de tout ce que nous avons réalisé jusqu'ici ; il y a en effet de nombreuses choses à gérer. Ainsi, il faut animer la raquette et la balle, puis détecter si celle-ci touche les murs ou la raquette.

Dans ce chapitre, nous entamons la création du jeu, avec la génération du **canevas** et de la balle magique. Au chapitre suivant, nous le terminerons en lui ajoutant la raquette.

Créer le canevas du jeu

Pour créer ce jeu, commence par ouvrir une nouvelle fenêtre IDLE au départ du shell Python (menu `File>New File`). Dans cette fenêtre, importe `tkinter` et crée un **canevas** sur lequel tu pourras dessiner :

```
from tkinter import *
import random
import time
tk = Tk()
```

```
tk.title("Jeu")
tk.resizable(0, 0)
tk.wm_attributes("-topmost", 1)
canvas = Canvas(tk, width=500, height=400, bd=0, highlightthickness=0)
canvas.pack()
tk.update()
```

Ceci diffère quelque peu des exemples précédents. Nous importons tout d'abord les modules `random` et `time` pour pouvoir les utiliser par la suite dans le code.

La ligne `tk.title("Jeu")` se sert de la fonction `title` de l'objet `tk` créé avec `tk = Tk()` pour donner un titre à la fenêtre du canevas. La ligne suivante fait appel à la fonction `resizable` pour imposer une taille fixe à la fenêtre : les paramètres `0, 0` indiquent que la taille de la fenêtre ne peut être modifiée ni horizontalement, ni verticalement. Ensuite, nous appelons `wm_attributes` pour préciser à `tkinter` de placer la fenêtre du canevas au-dessus de toutes les autres fenêtres, c'est-à-dire à l'avant-plan (`"-topmost"`).

Note que, lors de la création de l'objet canevas avec `canvas =`, nous utilisons des paramètres supplémentaires par rapport aux exemples précédents. Ainsi, `bd=0` et `highlightthickness=0` garantissent qu'il n'y aura aucune bordure autour du canevas, ce qui donne à notre fenêtre un aspect plus adapté à notre écran de jeu.

La ligne `canvas.pack()` oblige le canevas à se redimensionner en fonction des paramètres de largeur et de hauteur fournis à la ligne précédente. Enfin, `tk.update()` indique à `tkinter` de s'initialiser lui-même en vue de l'animation du jeu. Sans cette dernière ligne, rien ne fonctionnerait comme prévu.

Enregistre le code à mesure que tu avances, avec un nom de fichier explicite, par exemple `rebondir.py`.

Créer la classe de la balle

Passons à la création de la classe de la balle. Pour débuter le code, il faut que celle-ci se dessine d'elle-même sur le canevas. Voici les étapes à suivre.

1. Crée une classe appelée `Balle`, qui prend des paramètres pour le canevas et la couleur de la balle à dessiner.

2. Enregistre le canevas dans une variable d'objet, parce que nous devons dessiner la balle dessus.
3. Trace un cercle plein sur le canevas à l'aide de la valeur du paramètre de couleur en tant que couleur de remplissage.
4. Mémorise l'identifiant que renvoie `tkinter` lorsqu'il dessine le cercle (un ovale, en fait), parce que nous en avons besoin pour déplacer la balle à l'écran.
5. Déplace l'ovale au milieu du canevas.

Ce code vient s'ajouter directement après les trois premières lignes du fichier (juste après `import time`).

```
from tkinter import *
import random
import time

❶ class Balle:
❷     def __init__(self, canvas, couleur):
❸         self.canvas = canvas
❹         self.id = canvas.create_oval(10, 10, 25, 25, fill=couleur)
❺         self.canvas.move(self.id, 245, 100)

❻     def dessiner(self):
          pass
```

Nous nommons notre classe `Balle` (❶) et créons ensuite (❷) la fonction d'initialisation (comme expliqué au chapitre 8), qui prend les paramètres `canvas` et `couleur`. Puis nous définissons la variable d'objet `canvas` avec la valeur du paramètre `canvas` (❸). Nous appelons la fonction `create_oval` avec cinq paramètres (❹) : les coordonnées *x* et *y* du coin supérieur gauche (`10, 10`), les coordonnées *x* et *y* du coin inférieur droit (`25, 25`) et, enfin, la couleur de remplissage de l'ovale.

La fonction `create_oval` renvoie un identifiant de la forme dessinée, que nous mémorisons dans la variable d'objet `id`. Ensuite, nous déplaçons (❺) l'ovale vers le milieu du canevas (`245, 100`). Ce dernier sait quel objet déplacer, parce que nous lui indiquons l'identifiant de la forme (la variable d'objet `id`).

Les deux dernières lignes de la classe `Balle` créent une fonction `dessiner(self)` (❻), dont le corps ne contient encore que le mot-clé `pass`. Pour l'instant, cette fonction ne fait encore rien, mais nous allons bientôt la compléter.

À ce stade, la classe `Balle` est définie et nous devons en créer une instance, un objet. Pour rappel, une classe décrit ce qu'elle est capable de réaliser, mais c'est l'objet qui le fait réellement. Ajoute le code suivant au bas du programme pour créer l'objet `balle` rouge :

```
balle = Balle(canvas, 'red')
```

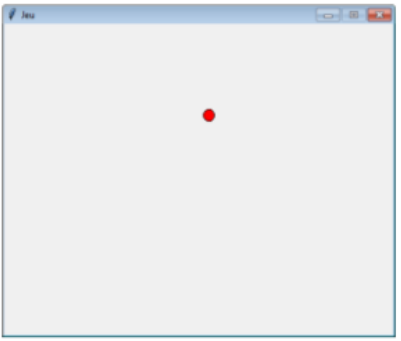
La chaîne `'red'` force la couleur de remplissage rouge (*red* en anglais). Si tu exécutes ce programme dans certaines versions antérieures de Python, le canevas apparaît pendant une fraction de seconde, puis disparaît. Pour empêcher la fenêtre de se fermer immédiatement, il faut ajouter une boucle d'animation appelée « boucle principale » de notre jeu. Même si la fenêtre ne se ferme pas de suite, nous avons besoin de cette boucle pour la suite des opérations.

La boucle principale constitue la partie centrale d'un programme et elle contrôle généralement l'essentiel de ce qu'il fait. Pour l'instant, elle s'exécute à l'infini (tant que tu ne fermes pas la fenêtre) en indiquant en permanence à `tkinter` de redessiner l'écran, puis en disant au programme de se mettre en sommeil pendant un centième de seconde.

Ajoute le code suivant à la fin du programme :

```
balle = Balle(canvas, 'red')

while 1:
    tk.update_idletasks()
    tk.update()
    time.sleep(0.01)
```

Maintenant, quand tu exécutes le programme, la balle apparaît près du centre de l'écran. Remarque que la barre de titre contient `Jeu` et non plus `tk` :



Ajouter de l'action

À ce stade, la classe `Balle` est définie et nous avons un objet `balle`. Il nous reste à animer cette dernière, en la faisant avancer, rebondir et changer de direction.

Déplacer la balle

Pour déplacer la balle, il faut agir dans la fonction `dessiner`, comme suit :

```
class Balle:
    def __init__(self, canvas, couleur):
        self.canvas = canvas
        self.id = canvas.create_oval(10, 10, 25, 25, fill=couleur)
        self.canvas.move(self.id, 245, 100)

    def dessiner(self):
        self.canvas.move(self.id, 0, -1)
```

Comme `__init__` a mémorisé le paramètre `canvas` dans la variable d'objet du même nom, nous pouvons faire référence à cette variable sous la forme `self.canvas` et appeler la fonction `move` indirectement.

Nous passons trois paramètres à `move` : l'`id` de l'ovale ainsi que les nombres `0` et `-1`. Le `0` indique de ne pas bouger horizontalement, tandis que le `-1` qu'il faut se déplacer verticalement d'un pixel vers le haut de l'écran.

Cette petite modification est intéressante, car elle nous permet d'essayer des choses au fur et à mesure. Si nous devions écrire le code complet du jeu en une seule fois, que se passerait-il si quelque chose ne devait pas fonctionner comme prévu ? Il nous serait beaucoup plus difficile de trouver d'où vient le problème. En avançant comme ceci, petit à petit, il nous sera beaucoup plus facile ensuite de découvrir ce qui provoque des soucis et pourquoi.

L'autre modification vient se placer dans la boucle principale du bas du programme. Dans le bloc de la boucle `while` de notre boucle principale, nous ajoutons un appel à la fonction `dessiner` de l'objet `balle` :

```
while 1:
    balle.dessiner()
    tk.update_idletasks()
    tk.update()
    time.sleep(0.01)
```

Maintenant, quand tu exécutes le programme, la balle avance vers le haut de l'écran pour disparaître, parce que le code oblige `tkinter` à redessiner l'écran très rapidement : les fonctions `update_idletasks` et `update` forcent `tkinter` à se dépêcher pour redessiner le contenu du canevas.

La fonction `sleep` (à savoir, « dormir ») du module `time` demande à Python de placer le programme en sommeil pendant un centième de seconde (`0.01`). Si tu ne mets pas une telle ligne, Python et `tkinter` vont tellement vite que tu n'as pas le temps de voir la balle qu'elle a déjà disparu de l'écran !

Fondamentalement donc, la boucle dit « déplacer la balle d'un peu, redessiner l'écran avec le nouvel emplacement, hiberner un instant, puis recommencer ».

NOTE *Lorsque le programme s'exécute et que tu fermes la fenêtre, le shell Python affiche un message d'erreur. Ceci est dû au fait que, quand tu fermes la fenêtre, le code est interrompu alors qu'il est dans la boucle principale et Python s'en plaint.*

Jusque-là, le code a l'allure suivante :

```
from tkinter import *
import random
import time

class Balle:
    def __init__(self, canvas, couleur):
        self.canvas = canvas
        self.id = canvas.create_oval(10, 10, 25, 25, fill=couleur)
        self.canvas.move(self.id, 245, 100)

    def dessiner(self):
        self.canvas.move(self.id, 0, -1)

tk = Tk()
tk.title("Jeu")
tk.resizable(0, 0)
tk.wm_attributes("-topmost", 1)
canvas = Canvas(tk, width=500, height=400, bd=0, highlightthickness=0)
canvas.pack()
tk.update()

balle = Balle(canvas, 'red')

while 1:
    balle.dessiner()
```

```
    tk.update_idletasks()
    tk.update()
    time.sleep(0.01)
```

Faire rebondir la balle

Une balle qui disparaît en haut de l'écran ne présente pas vraiment d'intérêt pour un jeu ; ce serait mieux si elle rebondissait sur le mur. Pour cela, nous ajoutons quelques variables d'objet à la fonction d'initialisation de la classe `Balle`, comme suit :

```
class Balle:
    def __init__(self, canvas, couleur):
        self.canvas = canvas
        self.id = canvas.create_oval(10, 10, 25, 25, fill=couleur)
        self.canvas.move(self.id, 245, 100)
        self.x = 0
        self.y = -1
        self.hauteur_canevas = self.canvas.winfo_height()
```

Nous avons ajouté trois lignes supplémentaires au programme. Avec `self.x = 0`, nous définissons une variable d'objet `x` avec la valeur `0`, puis, avec `self.y = -1`, nous définissons la variable d'objet `y` avec la valeur initiale `-1`. Enfin, nous définissons la variable d'objet `hauteur_canevas` avec, comme valeur, le résultat de l'appel de la fonction `winfo_height` (qui renvoie la hauteur actuelle du canevas).

Ensuite, nous modifions de nouveau la fonction `dessiner` :

```
    def dessiner(self):
❶       self.canvas.move(self.id, self.x, self.y)
❷       pos = self.canvas.coords(self.id)
❸       if pos[1] <= 0:
            self.y = 1
❹       if pos[3] >= self.hauteur_canevas:
            self.y = -1
```

En ❶, nous modifions l'appel à la fonction `move` pour lui passer les variables d'objet `x` et `y` au lieu de valeurs numériques brutes. Ensuite, nous créons une variable `pos` (position) avec comme valeur le résultat de l'appel de la fonction `coords` du canevas (❷). Cette fonction renvoie les coordonnées *x* et *y* de tout objet dessiné à l'écran, du moment que nous en connaissons le numéro d'identifiant. Ici, nous passons à `coords` la variable d'objet `id`, qui contient l'identifiant de l'ovale.

La fonction `coords` renvoie les coordonnées sous la forme d'une liste de quatre nombres. Si nous affichons les résultats de l'appel de cette fonction, nous voyons quelque chose du type :

```
print(self.canvas.coords(self.id))
[255.0, 29.0, 270.0, 44.0]
```

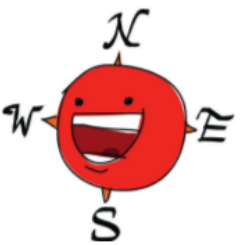
Les deux premiers nombres de la liste, `255.0` et `29.0`, correspondent aux coordonnées du « coin » supérieur de l'ovale (*x1* et *y1*), tandis que les deux derniers, `270.0` et `44.0`, sont celles du coin inférieur droit (*x2* et *y2*). Nous exploitons ces valeurs dans les lignes suivantes du programme.

En ❸, nous vérifions que la coordonnée *y1* (qui correspond au sommet de la balle) est inférieure ou égale à 0 (le bord haut de l'écran). Si c'est le cas, nous forçons la variable d'objet `y` à `1`. En pratique, cela signifie que, si la balle touche le haut de l'écran, nous cessons de soustraire 1 à la position verticale, donc nous arrêtons d'aller vers le haut.

De la même manière, nous vérifions que la coordonnée *y2*, c'est-à-dire le bas de la balle, est supérieure ou égale à la variable `hauteur_canevas` (❹). Si elle l'est, alors nous ramenons la variable d'objet `y` à `-1`.

Exécute le programme à nouveau pour constater que la balle rebondit en haut et en bas, jusqu'à ce que tu fermes la fenêtre.

Changer la direction de départ de la balle



Nous avons obtenu une balle qui rebondit doucement de haut en bas, mais cela ne suffit toujours pas pour faire un jeu. Nous allons donc améliorer un peu les choses et modifier la direction de départ de la balle, c'est-à-dire l'angle de déplacement de celle-ci au départ du jeu. Dans la fonction `__init__` de la classe `Balle`, modifie ces lignes :

```
    self.x = 0
    self.y = -1
```

Remplace-les par les suivantes (vérifie que tu as bien laissé les nombres d'espaces corrects, il doit y en avoir huit, au début de chaque ligne) :

```
❶       departs = [-3, -2, -1, 1, 2, 3]
❷       random.shuffle(departs)
❸       self.x = departs[0]
❹       self.y = -3
```

Nous créons d'abord (❶) la variable `departs` avec une liste de six nombres, que nous mélangeons par l'appel à `random.shuffle` (❷). Nous donnons à `x` la valeur du premier élément de la liste (❸), de sorte que celui-ci peut prendre n'importe quelle valeur au hasard dans cette liste, de `-3` à `3`.

Si nous modifions la valeur de `y` en `-3` pour accélérer la balle (❹), nous devons aussi apporter quelques ajouts pour nous assurer que la balle ne disparaît pas par les côtés de l'écran. Ajoute les lignes suivantes à la fin de la fonction `__init__` pour mémoriser la largeur du canevas dans une nouvelle variable d'objet, `largeur_canevas` :

```
        self.largeur_canevas = self.canvas.winfo_width()
```

Nous utilisons cette nouvelle variable d'objet dans la fonction `dessiner` pour vérifier si la balle touche le côté gauche ou droit du canevas :

```
        if pos[0] <= 0:
            self.x = 3
        if pos[2] >= self.largeur_canevas:
            self.x = -3
```

Comme nous réglons `x` à `3` et `-3`, nous faisons de même avec `y`, pour que la balle se déplace à la même vitesse dans toutes les directions. La fonction `dessiner` devient la suivante :

```
    def dessiner(self):
        self.canvas.move(self.id, self.x, self.y)
        pos = self.canvas.coords(self.id)
        if pos[1] <= 0:
            self.y = 3
        if pos[3] >= self.hauteur_canevas:
            self.y = -3
        if pos[0] <= 0:
            self.x = 3
        if pos[2] >= self.largeur_canevas:
            self.x = -3
```

Enregistre et exécute le programme. La balle doit désormais rebondir dans tout l'écran sans disparaître. Le programme complet, à ce stade, est celui-ci :

```
from tkinter import *
import random
import time

class Balle:
    def __init__(self, canvas, couleur):
        self.canvas = canvas
        self.id = canvas.create_oval(10, 10, 25, 25, fill=couleur)
        self.canvas.move(self.id, 245, 100)
        departs = [-3, -2, -1, 1, 2, 3]
        random.shuffle(departs)
        self.x = departs[0]
        self.y = -3
        self.hauteur_canevas = self.canvas.winfo_height()
        self.largeur_canevas = self.canvas.winfo_width()

    def dessiner(self):
        self.canvas.move(self.id, self.x, self.y)
        pos = self.canvas.coords(self.id)
        if pos[1] <= 0:
            self.y = 3
        if pos[3] >= self.hauteur_canevas:
            self.y = -3
        if pos[0] <= 0:
            self.x = 3
        if pos[2] >= self.largeur_canevas:
            self.x = -3

tk = Tk()
tk.title("Jeu")
tk.resizable(0, 0)
tk.wm_attributes("-topmost", 1)
canvas = Canvas(tk, width=500, height=400, bd=0, highlightthickness=0)
canvas.pack()
tk.update()


balle = Balle(canvas, 'red')

while 1:
    balle.dessiner()
    tk.update_idletasks()
    tk.update()
    time.sleep(0.01)
```

Ce que tu as appris

Dans ce chapitre, nous avons débuté notre premier jeu à l'aide du module `tkinter`. Nous avons créé une classe pour la balle et l'avons animée pour qu'elle se déplace sur tout l'écran. Grâce aux coordonnées, nous avons vérifié que la balle touche bien les bords du canevas, puis nous avons fait en sorte qu'elle rebondisse. Nous avons également tiré parti de la fonction `shuffle` du module `random` pour que notre balle ne parte pas toujours exactement dans la même direction. Au chapitre suivant, nous ajoutons la raquette pour compléter ce jeu.

14

ACHEVER TON PREMIER JEU : REBONDIR !

Au chapitre précédent, nous avons débuté la création d'un tout premier jeu, Rebondir ! Nous avons créé le canevas et lui avons ajouté une balle magique, mais cette balle rebondit à l'infini à l'écran, tant que tu ne fermes pas la fenêtre. Ceci n'a pas vraiment d'intérêt. Alors, dans ce chapitre, nous allons ajouter une raquette pour qu'un utilisateur puisse renvoyer la balle. Nous allons aussi ajouter un élément de chance, pour épicer un peu le jeu et apporter plus d'amusement.

Ajouter la raquette

Comme il n'y a pas vraiment d'amusement à voir rebondir une balle à l'infini, nous allons impliquer l'utilisateur en lui offrant une raquette.

Commence par ajouter le code qui suit pour créer la classe `Raquette`. Entre ces instructions deux lignes après la fonction `dessiner` de la classe `Balle`.

```
    def dessiner(self):
        self.canvas.move(self.id, self.x, self.y)
        pos = self.canvas.coords(self.id)
        if pos[1] <= 0:
            self.y = 3
        if pos[3] >= self.hauteur_canevas:
            self.y = -3
        if pos[0] <= 0:
            self.x = 3
        if pos[2] >= self.largeur_canevas:
            self.x = -3

class Raquette:
    def __init__(self, canvas, couleur):
        self.canvas = canvas
        self.id = canvas.create_rectangle(0, 0, 100, 10, fill=couleur)
        self.canvas.move(self.id, 200, 300)

    def dessiner(self):
        pass
```

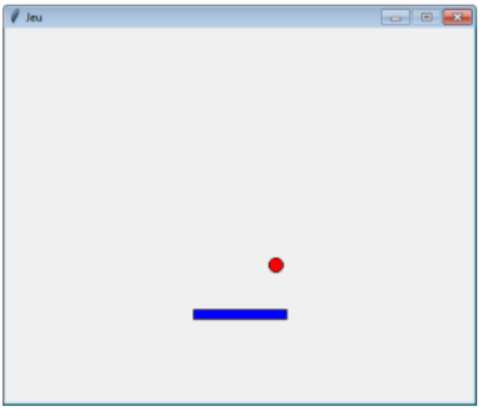
Le code ajouté ressemble fort à celui du début de la classe `Balle`, sauf qu'ici, nous appelons `create_rectangle` au lieu de `create_oval` et que nous plaçons le rectangle à 200 pixels du bord intérieur gauche du canevas et à 300 pixels du bord supérieur.

Quasiment à la fin du programme, juste avant la création de l'objet `balle`, crée ensuite un objet de la classe `Raquette` (de couleur bleue), puis ajoute dans la boucle principale un appel à la fonction `dessiner` de la `raquette`, comme suit :

```
raquette = Raquette(canvas, 'blue')
balle = Balle(canvas, 'red')

while 1:
    balle.dessiner()
    raquette.dessiner()
```

```
tk.update_idletasks()
tk.update()
time.sleep(0.01)
```

À partir de là, lorsque tu exécutes le programme, tu vois une balle qui rebondit sur les côtés et un rectangle stationnaire (qui ne bouge pas).



Déplacer la raquette

Pour que la raquette se déplace, nous utilisons la liaison d'événement pour associer les touches de flèches `Gauche` et `Droite` à de nouvelles fonctions de la classe `Raquette`. Quand l'utilisateur appuie sur la flèche gauche, la variable `x` est réglée à `-2` (donc pour déplacer la raquette vers la gauche). Une pression sur la touche de la flèche droite règle la variable `x` à `2` (vers la droite).

La première étape consiste à ajouter la variable d'objet `x` à la fonction `__init__` de la classe `Raquette`, ainsi qu'une variable pour la largeur du canevas, comme celle que nous avions définie dans la classe `Balle` :

```
def __init__(self, canvas, couleur):
    self.canvas = canvas
    self.id = canvas.create_rectangle(0, 0, 100, 10, fill=couleur)
    self.canvas.move(self.id, 200, 300)
```

```
        self.x = 0
        self.largeur_canevas = self.canvas.winfo_width()
```

Comme nous devons changer la direction vers la gauche (`vers_gauche`) et vers la droite (`vers_droite`) à l'aide de fonctions, nous les ajoutons juste avant la fonction `dessiner` :

```
    def vers_gauche(self, evt):
        self.x = -2

    def vers_droite(self, evt):
        self.x = 2
```

Nous pouvons ensuite associer ces fonctions aux touches adéquates dans la fonction `__init__` de la classe en deux lignes. Nous avons déjà utilisé la liaison d'un événement à une action (voir la section « Réagir à un événement » du chapitre 12, où Python appelle une fonction lors de la pression d'une touche du clavier). Dans ce cas-ci, nous lions la fonction `vers_gauche` de la classe `Raquette` à la pression sur la touche flèche `Gauche` à l'aide du nom d'événement `'<KeyPress-Left>'`. De même, nous associons la fonction `vers_droite` à la touche `Droite` à l'aide de l'événement `'<KeyPress-Right>'`. Dès lors, notre fonction `__init__` devient :

```
    def __init__(self, canvas, couleur):
        self.canvas = canvas
        self.id = canvas.create_rectangle(0, 0, 100, 10, fill=couleur)
        self.canvas.move(self.id, 200, 300)
        self.x = 0
        self.largeur_canevas = self.canvas.winfo_width()
        self.canvas.bind_all('<KeyPress-Left>', self.vers_gauche)
        self.canvas.bind_all('<KeyPress-Right>', self.vers_droite)
```

Quant à la fonction `dessiner` de la classe `Raquette`, elle s'inspire fortement de celle de la classe `Balle` :

```
    def dessiner(self):
❶       self.canvas.move(self.id, self.x, 0)
❷       pos = self.canvas.coords(self.id)
❸       if pos[0] <= 0:
            self.x = 0
❹       elif pos[2] >= self.largeur_canevas:
            self.x = 0
```

La fonction `move` ❶ du canevas permet de déplacer la raquette dans la direction donnée par la variable `x`. Le zéro en troisième para-

mètre signifie qu'il n'y a pas de déplacement vertical. Nous lisons ensuite les coordonnées d'emplacement de la raquette ❷ pour vérifier si elle a touché le côté gauche d'abord, droit ensuite, de l'écran, grâce à la valeur contenue dans `pos`.

Au lieu de rebondir comme la balle, la raquette doit simplement s'arrêter de bouger. Donc, quand la coordonnée *x* de gauche (`pos[0]`) est inférieure ou égale à 0 (`<= 0`), nous réglons la variable `x` à `0` ❸. De mêm, quand la coordonnée *x* de droite (`pos[2]`) est supérieure ou égale à la largeur du canevas, c'est-à-dire `>= self.largeur_canevas`, nous réglons aussi la variable `x` à `0` ❹.

NOTE *Si tu exécutes le programme maintenant, tu dois cliquer dans le canevas avant que le jeu ne reconnaisse les actions sur les touches* `Gauche` *et* `Droite`. *Quand tu cliques dans le canevas, tu donnes le focus au canevas, ce qui signifie qu'il sait alors qu'il doit prendre en charge les pressions de l'utilisateur sur les touches du clavier.*

Détecter quand la balle touche la raquette

À ce point de la programmation, la balle ne heurte pas la raquette, mais elle la traverse, tout simplement. Or, la balle doit savoir quand elle a touché la raquette, au même titre qu'elle sait qu'elle a touché un des murs.

Nous pourrions résoudre ce problème en ajoutant du code à la fonction `dessiner` (là où le code détecte les murs), mais une meilleure idée consiste à déplacer ce genre de code dans de nouvelles fonctions, pour découper les tâches dans de plus petits extraits. Si nous plaçons trop de code au même endroit (dans une seule fonction, par exemple), le programme devient plus difficile à comprendre. Apportons les modifications nécessaires.

D'abord, modifions la fonction `__init__` de la balle pour que nous puissions lui passer l'objet `raquette` en paramètre :

```
    classe Balle:
❶     def __init__(self, canvas, raquette, couleur):
            self.canvas = canvas
❷         self.raquette = raquette
            self.id = canvas.create_oval(10, 10, 25, 25, fill=couleur)
            self.canvas.move(self.id, 245, 100)
            departs = [-3, -2, -1, 1, 2, 3]
            random.shuffle(departs)
```

```
        self.x = departs[0]
        self.y = -3
        self.hauteur_canevas = self.canvas.winfo_height()
        self.largeur_canevas = self.canvas.winfo_width()
```

En ❶, nous modifions les paramètres de la fonction `__init__` pour y inclure la raquette. En ❷, nous affectons le paramètre `raquette` à la variable d'objet `raquette`.

L'objet `raquette` mémorisé, nous devons modifier le code où nous avons créé l'objet `balle`, puisqu'un nouveau paramètre y apparaît. La modification a lieu vers la fin du programme, avant la boucle principale :

```
raquette = Raquette(canvas, 'blue')
balle = Balle(canvas, raquette, 'red')

while 1:
    balle.dessiner()
    raquette.dessiner()
    tk.update_idletasks()
    tk.update()
    time.sleep(0.01)
```

Le code nécessaire pour vérifier si la balle a heurté la raquette est un peu plus compliqué que celui qui détecte les murs. Nous nommons cette fonction `heurter_raquette` et l'ajoutons à la fonction `dessiner` de la classe `Balle`, là où nous vérifions si la balle touche le bas de l'écran :

```
    def dessiner(self):
        self.canvas.move(self.id, self.x, self.y)
        pos = self.canvas.coords(self.id)
        if pos[1] <= 0:
            self.y = 3
        if pos[3] >= self.hauteur_canevas:
            self.y = -3
        if self.heurter_raquette(pos) == True:
            self.y = -3
        if pos[0] <= 0:
            self.x = 3
        if pos[2] >= self.largeur_canevas:
            self.x = -3
```

Ainsi, si `heurter_raquette` retourne vrai, alors nous changeons la direction verticale, c'est-à-dire la variable d'objet `y` à `-3`. N'essaie pas

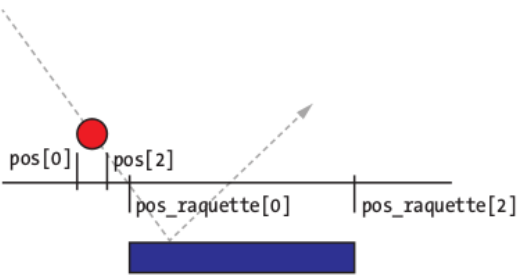
d'exécuter le programme à ce stade car la fonction `heurter_raquette` n'existe pas encore. Créons-la maintenant.

Ajoute la fonction `heurter_raquette` juste avant la fonction `dessiner`.

```
❶   def heurter_raquette(self, pos):
❷       pos_raquette = self.canvas.coords(self.raquette.id)
❸       if pos[2] >= pos_raquette[0] and pos[0] <= pos_raquette[2]:
❹           if pos[3] >= pos_raquette[1] and pos[3] <= pos_raquette[3]:
                return True
        return False
```

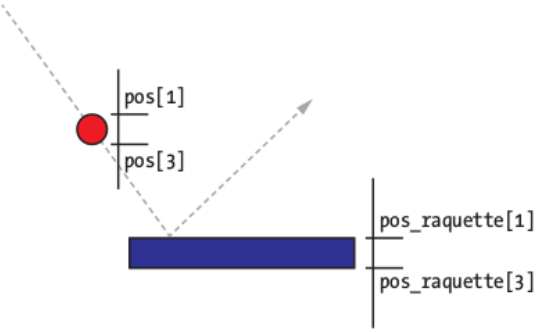
Nous définissons d'abord la fonction avec le paramètre `pos` (position) ❶. Cette ligne contient les coordonnées actuelles de la balle. Puis, nous prenons les coordonnées de la raquette et nous les mémorisons dans la variable `pos_raquette` ❷.

En ❸, nous avons la première partie de notre instruction `if` et nous disons « si le côté droit de la balle est plus grand que le côté gauche de la raquette et si le côté gauche de la balle est plus petit que le côté droit de la raquette, alors… ». Dans cette ligne, `pos[2]` contient la coordonnée *x* du côté droit de la balle et `pos[0]` contient celle de son côté gauche. En revanche, `pos_raquette[0]` contient la coordonnée *x* du côté gauche de la raquette et `pos_raquette[2]` contient celle de son côté droit. Le diagramme suivant montre mieux comment ces coordonnées se présentent quand la balle est sur le point de toucher la raquette.



La balle tombe sur la raquette et, à cet instant précis, tu vois clairement que le côté droit de la balle (`pos[2]`) n'a pas encore dépassé le côté gauche de la raquette (donc `pos_raquette[0]`).

Nous vérifions ensuite ❹ si le bas de la balle (`pos[3]`) se trouve entre le haut de la raquette (`pos_raquette[1]`) et son bas (`pos_raquette[3]`). Le diagramme suivant montre que le bas de la balle (`pos[3]`) doit encore atteindre le haut de la raquette (`pos_raquette[1]`).



Ainsi, selon cet emplacement actuel de la balle, la fonction `heurter_raquette` renvoie faux.

NOTE *Pourquoi faut-il vérifier si le dessous de la balle est entre le haut et le bas de la raquette ? Pourquoi ne pas simplement regarder si le bas de la balle a heurté le haut de la raquette ? Ceci est dû au fait que, chaque fois que nous déplaçons la balle dans le canevas, nous nous déplaçons par sauts de trois pixels à la fois. Si nous ne vérifions que le fait que la balle a atteint le haut de la raquette (`pos[1]`), il se peut que nous ayons déjà sauté au-delà de cet emplacement. Dans ce cas, la balle poursuivrait son voyage et elle traverserait la raquette sans s'arrêter.*

Ajouter un facteur chance

Pour que ce programme devienne un véritable jeu et ne se limite pas à une raquette et une balle rebondissante, il doit apporter un facteur chance, c'est-à-dire une possibilité pour l'utilisateur de perdre. Dans le jeu tel qu'il est actuellement, la balle rebondit à l'infini donc il n'y a rien à perdre.

Pour achever notre jeu, nous allons ajouter du code pour que la partie se termine quand la balle touche le bas du canevas, autrement dit quand la balle touche le sol.

En premier lieu, nous ajoutons la variable d'objet `touche_bas` à la fin de la fonction `__init__` de la classe `Balle` :

```
        self.hauteur_canevas = self.canvas.winfo_height()
        self.largeur_canevas = self.canvas.winfo_width()
        self.touche_bas = False
```

Ensuite, nous devons modifier un peu la boucle principale, au bas du programme, comme ceci :

```
while 1:
    if balle.touche_bas == False:
        balle.dessiner()
        raquette.dessiner()
    tk.update_idletasks()
    tk.update()
    time.sleep(0.01)
```

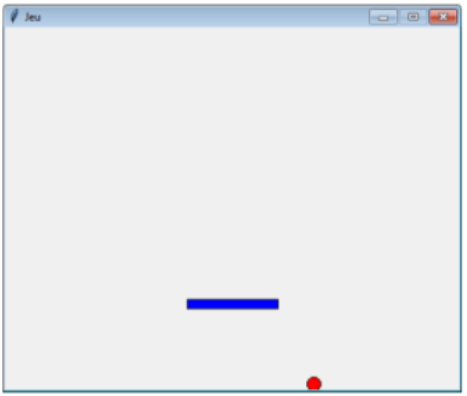
À partir de maintenant, la boucle vérifie à chaque passage la valeur de `touche_bas`, pour savoir si la balle a touché le bas de l'écran. Le code continue de déplacer la balle et la raquette seulement si la balle n'a pas touché le bas, comme l'indique l'instruction `if`. La partie se termine quand la balle et la raquette cessent de se déplacer car nous ne les animons plus.

La modification finale concerne la fonction `dessiner` de la classe `Balle` :

```
    def dessiner(self):
        self.canvas.move(self.id, self.x, self.y)
        pos = self.canvas.coords(self.id)
        if pos[1] <= 0:
            self.y = 3
        if pos[3] >= self.hauteur_canevas:
            self.touche_bas = True
        if self.heurter_raquette(pos) == True:
            self.y = -3
        if pos[0] <= 0:
            self.x = 3
        if pos[2] >= self.largeur_canevas:
            self.x = -3
```

Nous avons corrigé l'instruction `if` qui teste si la balle a touché le bas de l'écran, c'est-à-dire si sa position en *y2* est supérieure ou égale à la `hauteur_canevas`. Si c'est le cas, à la ligne suivante, nous réglons `touche_bas` à vrai, au lieu de changer la valeur de la variable `y`, parce qu'il n'est plus nécessaire de la faire rebondir dès qu'elle a touché le bas de l'écran.

À présent, quand tu exécutes le programme de jeu et rate la balle avec la raquette, tous les mouvements de l'écran s'arrêtent et la partie se termine quand la balle touche le bas du canevas :



Le programme complet a désormais l'allure suivante. S'il ne fonctionne pas comme prévu, compare ton code à celui-ci pour trouver les éventuelles erreurs.

```
from tkinter import *
import random
import time

class Balle:
    def __init__(self, canvas, raquette, couleur):
        self.canvas = canvas
        self.raquette = raquette
        self.id = canvas.create_oval(10, 10, 25, 25, fill=couleur)
        self.canvas.move(self.id, 245, 100)
        departs = [-3, -2, -1, 1, 2, 3]
        random.shuffle(departs)
        self.x = departs[0]
        self.y = -3
        self.hauteur_canevas = self.canvas.winfo_height()
        self.largeur_canevas = self.canvas.winfo_width()
        self.touche_bas = False

    def heurter_raquette(self, pos):
        pos_raquette = self.canvas.coords(self.raquette.id)
        if pos[2] >= pos_raquette[0] and pos[0] <= pos_raquette[2]:
            if pos[3] >= pos_raquette[1] and pos[3] <= pos_raquette[3]:
                return True
        return False
```

```
    def dessiner(self):
        self.canvas.move(self.id, self.x, self.y)
        pos = self.canvas.coords(self.id)
        if pos[1] <= 0:
            self.y = 3
        if pos[3] >= self.hauteur_canevas:
            self.touche_bas = True
        if self.heurter_raquette(pos) == True:
            self.y = -3
        if pos[0] <= 0:
            self.x = 3
        if pos[2] >= self.largeur_canevas:
            self.x = -3

class Raquette:
    def __init__(self, canvas, couleur):
        self.canvas = canvas
        self.id = canvas.create_rectangle(0, 0, 100, 10, fill=couleur)
        self.canvas.move(self.id, 200, 300)
        self.x = 0
        self.largeur_canevas = self.canvas.winfo_width()
        self.canvas.bind_all('<KeyPress-Left>', self.vers_gauche)
        self.canvas.bind_all('<KeyPress-Right>', self.vers_droite)

    def vers_gauche(self, evt):
        self.x = -2

    def vers_droite(self, evt):
        self.x = 2

    def dessiner(self):
        self.canvas.move(self.id, self.x, 0)
        pos = self.canvas.coords(self.id)
        if pos[0] <= 0:
            self.x = 0
        elif pos[2] >= self.largeur_canevas:
            self.x = 0

tk = Tk()
tk.title("Jeu")
tk.resizable(0, 0)
tk.wm_attributes("-topmost", 1)
canvas = Canvas(tk, width=500, height=400, bd=0, highlightthickness=0)
canvas.pack()
tk.update()

raquette = Raquette(canvas, 'blue')
balle = Balle(canvas, raquette, 'red')
```

```
while 1:
    if balle.touche_bas == False:
        balle.dessiner()
        raquette.dessiner()
    tk.update_idletasks()
    tk.update()
    time.sleep(0.01)
```

Ce que tu as appris

Avec ce chapitre, nous avons terminé la réalisation de notre premier jeu à l'aide du module `tkinter`. Nous avons créé la classe de la raquette et exploité les coordonnées pour vérifier si la balle heurte la raquette ou les murs du canevas du jeu. Grâce à la liaison d'événement à des actions, nous avons associé les touches de flèches `Gauche` et `Droite` pour contrôler les mouvements de la raquette. La boucle principale appelle les fonctions `dessiner` des deux objets pour les animer. Enfin, nous avons modifié le code pour ajouter un petit facteur de chance au jeu : quand le joueur rate la balle, la partie se termine au moment où elle touche le bord inférieur du canevas.

Puzzles de programmation

Pour l'instant, notre jeu demeure un peu simple. Il n'y a pas grand-chose à changer pour créer un programme professionnel de jeu. Essaie d'améliorer le code selon les suggestions suivantes pour le rendre plus intéressant. Compare ensuite tes réalisations à celles du site d'accompagnement du livre.

1. Retarder le début du jeu

Le jeu démarre un peu rapidement et il faut cliquer sur le canevas pour qu'il commence à reconnaître les touches du clavier. Peux-tu ajouter un délai au démarrage de la partie, pour donner au joueur suffisamment de temps pour cliquer sur le canevas ? Mieux, peux-tu ajouter une liaison d'événement à un clic de la souris pour ne lancer la partie qu'au moment du clic ?

Conseil 1 : tu as déjà ajouté des liaisons d'événements à la classe `raquette`, donc c'est un bon endroit pour commencer tes recherches.

Conseil 2 : l'événement à détecter pour le bouton gauche de la souris est la chaîne `'<Button-1>'`.

2. Un véritable « Partie terminée »

Pour l'instant, le canevas se fige quand la partie se termine, ce qui n'est pas très convivial. Essaie d'ajouter le texte « Partie terminée » quand la balle touche le bord inférieur de l'écran. Tu peux utiliser la fonction `create_text`, mais tu peux trouver aussi une piste du côté du paramètre nommé `state` (état), qui prend des valeurs comme `normal` et `hidden` (caché). Cherche du côté d'`itemconfig` (voir la section « Autres façons d'utiliser l'identifiant » du chapitre 12). En guise de défi supplémentaire, ajoute un délai pour que le texte n'apparaisse pas immédiatement.

3. Accélérer la balle

Si tu as déjà joué au tennis, tu sais que quand la balle touche ta raquette, elle part parfois plus vite qu'elle n'est arrivée, selon la force de ton mouvement. La balle de notre jeu évolue actuellement à sa propre vitesse, que la raquette bouge ou pas. Essaie d'améliorer le programme pour que la vitesse de déplacement de la raquette soit communiquée à celle de la balle.

4. Enregistrer le score du joueur

Et si on parlait des scores ? Il est facile de compter au fur et à mesure le nombre de fois que la balle touche la raquette. Essaie d'afficher le score dans le coin supérieur droit du canevas. Cherche également du côté d'`itemconfig` (toujours au chapitre 12) pour une piste vers la solution.

PARTIE 3

M. FILIFORME COURT VERS LA DROITE

15

CRÉER LES GRAPHISMES DU JEU M. FILIFORME

Lorsqu'il s'agit de créer un jeu, ou n'importe quel autre programme d'ailleurs, le mieux est d'écrire un plan, avec une description de ce qu'il est supposé faire, ainsi que de ses principaux éléments et personnages. Lorsque la programmation débute, ce plan t'aidera à te concentrer sur ce que tu essaies de développer. Note qu'au fur et à mesure de son élaboration, de son encodage, le jeu peut s'écarter un peu de la description initiale, ce qui est tout à fait normal.

Dans ce chapitre, nous entamons le développement d'un jeu amusant, appelé M. Filiforme court vers la sortie.

Plan du jeu de M. Filiforme

Voici la description de notre nouveau jeu.

- L'agent secret M. Filiforme est piégé dans l'antre du satanique Dr Inoffensif et tu dois l'aider à s'échapper par la sortie située à l'étage du haut.
- Le jeu utilise un personnage en fil de fer qui peut aller à gauche ou à droite et sauter. À chaque étage se situent des plates-formes sur lesquelles il doit sauter.
- Le but du jeu est d'atteindre la porte de sortie, avant qu'il ne soit trop tard et que le jeu ne se termine.

Selon cette description, nous savons qu'il nous faudra plusieurs images différentes : celles de M. Filiforme, de la porte et des plates-formes, entre autres. Nous allons bien entendu devoir programmer un peu pour faire fonctionner tout cela mais, avant toute chose, nous allons créer quelques graphismes destinés au jeu, base qui nous sera utile au chapitre suivant.

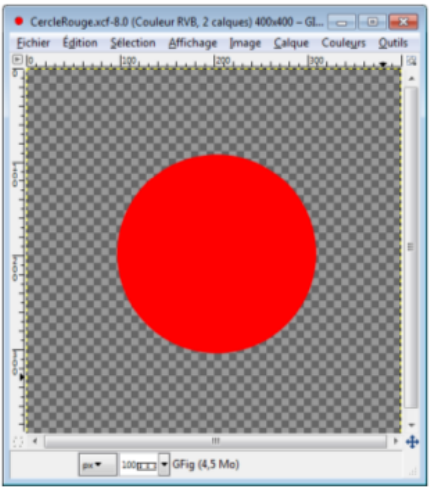
Comment allons-nous dessiner les éléments du jeu ? Nous pourrions utiliser les mêmes graphismes que ceux exploités pour la balle et la raquette des chapitres précédents, mais ils sont beaucoup trop simples pour ce jeu. Nous préférons donc créer des **lutins**.

Les lutins, ou *sprites*, sont les choses qui interviennent visuellement dans un jeu, généralement les personnages. Ils ont la particularité d'être dessinés à l'avance avant l'exécution même du programme ; ils ne sont donc pas créés par le programme au moyen de polygones, comme dans Rebondir !. Ainsi, M. Filiforme sera un lutin, de même que les plates-formes. Pour fabriquer des images de ce type, il faut un programme de création graphique.

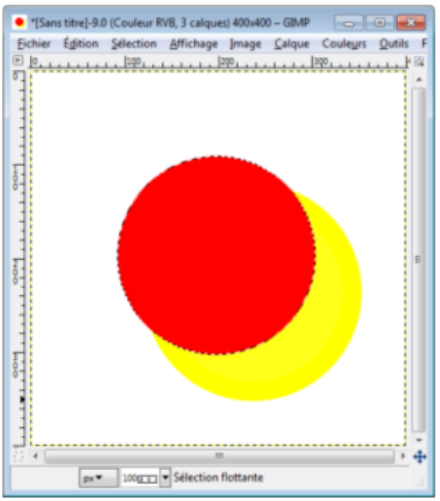
Obtenir Gimp

Bien des programmes de création graphique existent mais, pour ce jeu, il nous en faut un qui gère la **transparence**, ce que l'on appelle souvent le « canal alpha » : il attribue aux images des portions où aucune couleur n'apparaît à l'écran. Pourquoi avons-nous besoin d'images avec des parties transparentes ? Quand des dessins passent au-dessus ou à côté d'un autre pendant leur mouvement à l'écran, nous ne souhaitons pas qu'ils masquent l'arrière-plan de

l'image ou d'un autre graphisme. Sur la figure suivante, le motif en damier de l'arrière-plan représente une zone transparente :



Par exemple, si nous prenons la totalité de cette image (la boule rouge) et si nous la plaçons sur une autre (le fond blanc et la boule jaune), l'arrière-plan de la première ne cache rien de l'autre :



Gimp (*GNU Image Manipulation Program* ou « programme GNU de manipulation d'images » – http://www.gimp.org) est un programme de création graphique libre (c'est-à-dire gratuit) pour Linux, OS X et Windows ; il gère la transparence des images. Pour le télécharger et l'installer, suis les indications ci-après.

- Sous Windows : tu trouveras des installeurs sur la page du projet Gimp à l'adresse http://download.gimp.org/pub/gimp/stable/windows/. Au moment de l'écriture de ces lignes, la dernière version de l'installeur était la `gimp-2.8.14-setup-1.exe`. Note que même si l'installeur est en anglais *(english)*, le programme est bel et bien en français à la fin de l'installation.
- Sous Linux, notamment Ubuntu : vérifie que Gimp n'est pas déjà installé par défaut. Sinon, ouvre la Logithèque, entre `gimp` dans la zone de recherche, puis clique sur le bouton `Installer` quand l'éditeur d'images Gimp apparaît dans la liste des résultats.
- Sous OS X : télécharge la suite logicielle complète à partir de l'adresse http://gimp.lisanet.de/Website/Download.html.

Pour ton jeu qui contiendra de nombreux fichiers, crée un dossier spécial. Sous Windows, préfère utiliser une clé USB pour les stocker : `Ordinateur>Lecteur amovible` (`F:\` par exemple), puis `Nouveau dossier`. Sous Linux (Ubuntu), crée-le avec le gestionnaire de fichiers, puis clique droit dans `Documents` et sélectionne `Nouveau dossier`. Sous OS X, fais de même, avec l'option `Nouveau dossier`. Dans la boîte de dialogue `Nouveau dossier`, saisis `Filiforme` comme nom de dossier.

Créer les éléments de jeu

Dès que le programme de création graphique est installé, tu es prêt à dessiner. Nous allons réaliser les images suivantes qui constitueront les éléments de notre jeu :

- pour le personnage en fil de fer, qui peut courir à gauche ou à droite et sauter ;
- pour les plates-formes, en trois tailles différentes ;
- pour la porte, soit une ouverte et une fermée ;
- pour l'arrière-plan du jeu, afin d'éviter que le fond soit tout blanc ou tout gris (ce qui risque de fatiguer rapidement l'utilisateur).

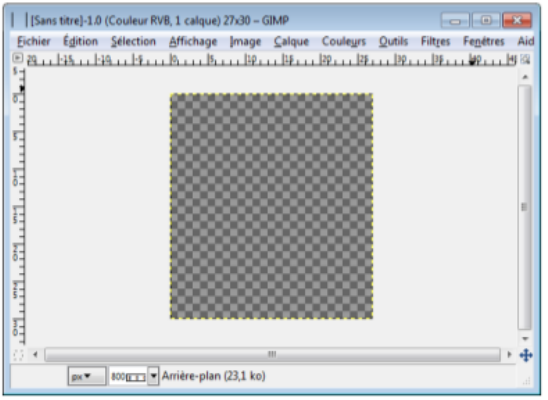
Avant de commencer à dessiner, nous devons préparer les images pour qu'elles aient un fond transparent.

Préparer une image à fond transparent

Afin de paramétrer une image pour la transparence, donc avec un canal alpha, démarre Gimp, puis suis ces étapes.

1. Clique sur `Fichier>Nouvelle image`.
2. Dans la boîte de dialogue, saisis 27 pixels en largeur d'image et 30 pixels en hauteur.
3. Clique sur le `+` ou le triangle devant `Options avancées` puis, dans la liste `Remplir avec`, sélectionne `Transparence`.
4. Clique sur `Valider`.

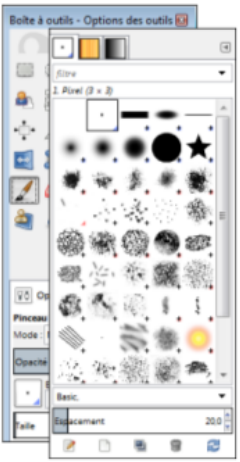
En résultat, tu obtiens une image remplie d'un damier de carrés gris et gris clair, comme ceci (le zoom au bas de la fenêtre permet d'agrandir l'image) :



À partir de là, nous pouvons créer notre agent secret : M. Filiforme.

Dessiner M. Filiforme

Pour dessiner notre première image de personnage en fil de fer, clique sur l'outil `Pinceau` dans la boîte à outils de Gimp, puis sur la brosse qui ressemble à un petit point (généralement la deuxième brosse dans la liste, voir page suivante).



Nous avons besoin de trois images *(frames)* différentes pour que le personnage en fil de fer donne l'impression de courir et de sauter vers la droite. Nous utiliserons ces images successives pour animer M. Filiforme, comme nous l'avons fait au chapitre 12.

Lorsque tu zoomes sur ces images, elles ressemblent à ceci :

Il n'est pas nécessaire que tes images soient identiques à celles-ci. L'essentiel est qu'elles montrent le personnage en fil de fer dans trois positions de mouvement différentes et qui s'enchaînent. Rappelle-toi de fixer pour chacun de tes dessins une largeur de 27 pixels et une hauteur de 30 pixels.

M. Filiforme court vers la droite

Nous allons tout d'abord dessiner la séquence d'images de M. Filiforme qui court vers la droite. Crée-la comme suit.

1. Dessine la première image (la plus à gauche de l'illustration précédente).

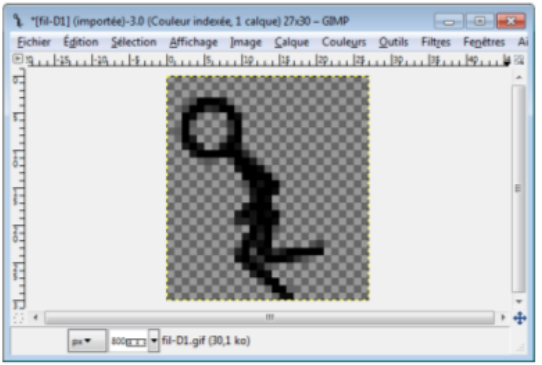
2. Clique sur le menu `Fichier>Exporter vers`. Note que Gimp n'est pas toujours complètement traduit en français : tu peux donc trouver aussi `Export As.`
3. Dans la boîte de dialogue `Exporter l'image`, entre `fil-D1.gif` comme nom de fichier, puis clique sur le `+` ou le triangle devant l'option `Sélectionner le type de fichier`.
4. Sélectionne `Image GIF` dans la liste qui apparaît.
5. Enregistre l'image dans le dossier `Filiforme` que tu as créé précédemment : clique sur l'un des lecteurs de disques dans la colonne `Raccourcis` de gauche, puis va jusqu'au dossier désiré.

Suis les mêmes étapes pour créer une nouvelle image de 27 pixels de large et 30 pixels de haut, et dessine M. Filiforme en mouvement. Exporte l'image sous le nom de fichier `fil-D2.gif`. Répète enfin la procédure pour le dessin final, `fil-D3.gif`.

M. Filiforme court vers la gauche

Au lieu de recréer chacun des dessins pour le personnage en fil de fer qui court vers la gauche, nous allons réutiliser les trois précédents pour leur appliquer un effet miroir.

Dans Gimp, ouvre la première image, puis clique sur le menu `Outils>Outils de transformation>Retourner`. Par défaut, le « retournement » s'effectue horizontalement. Il te suffit ensuite de cliquer sur l'image pour la voir en miroir. Exporte-la sous le nom de `fil-G1.gif`. Procède de la même façon pour les suivantes et enregistre-les sous les noms `fil-G2.gif` et `fil-G3.gif`.



À présent, nous disposons de six dessins de M. Filiforme. Il nous faut encore les images pour les plates-formes et la porte de sortie.

Dessiner les plates-formes

Nous allons créer trois plates-formes de même hauteur de 10 pixels, mais de largeurs différentes : 100, 60 et 30 pixels. Tu peux leur donner les formes et les couleurs de ton choix, mais veille à ce que leur arrière-plan soit transparent, comme pour les images de M. Filiforme.

Agrandies, voici à quoi peuvent ressembler les plates-formes :

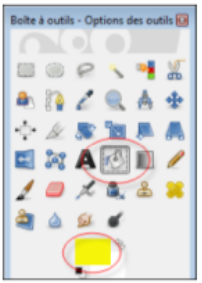
Comme pour les images précédentes, exporte-les dans le dossier `Filiforme`. Nomme l'image la plus courte `plate-forme1.gif`, la moyenne `plate-forme2.gif` et la plus longue `plate-forme3.gif`.

Dessiner la porte

La taille de la porte doit être proportionnelle à celle de M. Filiforme, soit 27 × 30 pixels. Nous avons besoin de deux images de la porte : fermée et ouverte, par exemple :

Pour les créer, suis les étapes ci-après.

1. Réalise une nouvelle image de la taille indiquée et de fond transparent.
2. Clique sur le rectangle de la `Couleur de premier plan` dans la `Boîte à outils` de Gimp pour afficher le sélecteur de couleur. Choisis celle qui te plaît pour la porte. Sur la figure ci-après, un exemple de jaune a été sélectionné.
3. Clique sur l'`Outil de remplissage` (entouré en rouge dans la `Boîte à outils`) et remplis l'espace de la couleur sélectionnée.
4. Modifie la couleur d'avant-plan en noir.



5. Clique ensuite sur l'outil `Crayon` ou `Pinceau`. Dessine le cadre noir autour de la porte, puis le bouton de porte.
6. Exporte ces deux dessins dans le dossier `Filiforme` et nomme leurs fichiers respectivement `porte1.gif` et `porte2.gif`.

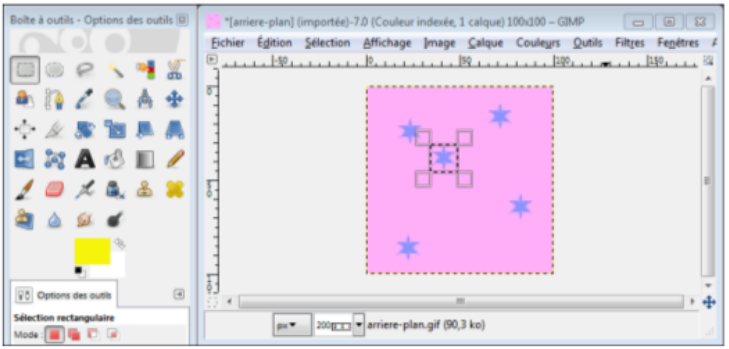
Dessiner l'arrière-plan

La dernière image dont nous ayons besoin est celle de l'arrière-plan de l'écran du jeu. Pour cela, il faut réaliser une image de 100 × 100 pixels mais, cette fois, il n'est pas nécessaire qu'elle soit transparente : elle sera remplie avec une seule couleur qui servira de « papier peint » derrière tous les autres éléments graphiques du jeu.

Pour créer l'arrière-plan, clique sur le menu `Fichier>Nouvelle image`. Précise une largeur et une hauteur de 100 pixels. Choisis une couleur « d'enfer » pour le fond d'écran de l'antre du méchant Dr Inoffensif, par exemple un rose sombre. Agrémente ton papier peint avec des fleurs, des traits, des étoiles, etc., bref tout ce qui te semble approprié pour le jeu. Voici comment procéder pour ajouter, par exemple des étoiles.

1. Choisis une autre couleur. Clique sur l'outil `Crayon` et dessine ta première étoile.
2. Clique sur l'outil de `Sélection rectangulaire` pour décrire un rectangle autour de la première étoile.
3. Copie-colle l'image sélectionnée via `Édition>Copier`, puis menu `Édition>Coller`. Rappelle-toi qu'au chapitre 2, nous avons vu des raccourcis clavier pour ces opérations, qui restent valables ici.
4. Tu peux ensuite glisser l'image ainsi collée pour la placer plus loin dans le dessin de fond.

Voici un exemple avec quelques étoiles et l'outil **Sélection rectangulaire** activé dans la Boîte à outils :



Dès que tu es content de ton dessin, exporte l'image sous le nom de fichier `arriere-plan.gif` dans le même dossier `Filiforme`.

Gérer la transparence

Maintenant que tous nos graphismes sont créés, tu comprends certainement mieux pourquoi ces images (sauf l'arrière-plan) ont besoin de transparence. Si nous placions un M. Filiforme sans cette transparence sur le papier peint, nous obtiendrions le dessin suivant – ce n'est pas très beau :

Dans ce cas, l'arrière-plan blanc de l'image de M. Filiforme masque une portion du papier peint. À l'inverse, quand la transparence est appliquée aux images des lutins, voici le résultat :

Tu constates que l'arrière-plan n'est pas masqué par l'image du premier plan. Seul le personnage se détache du papier peint. Avoue que l'effet est plus professionnel !

Ce que tu as appris

Dans ce chapitre, tu as appris à définir un plan pour un jeu (M. Filiforme court vers la sortie). Comme il faut un certain nombre d'éléments graphiques avant de se lancer réellement dans la programmation d'un jeu, nous avons vu comment utiliser un programme de création graphique pour réaliser les graphismes de base, essentiels pour la suite du travail. Tu sais maintenant rendre transparents les arrière-plans de ces dessins pour qu'ils ne masquent pas les autres images de l'écran.

Au chapitre suivant, nous allons créer quelques-unes des classes indispensables pour le jeu.

16

DÉVELOPPER LE JEU DE M. FILIFORME

Nous avons créé les images nécessaires à notre jeu « M. Filiforme court vers la sortie » et nous pouvons à présent entamer l'écriture du programme. La description du jeu du chapitre précédent donne une idée de ce dont nous avons besoin : un personnage en fil de fer qui court et saute, ainsi que des plates-formes sur lesquelles il doit sauter.

Nous avons besoin de code pour afficher le personnage et le déplacer à l'écran, ainsi que pour dessiner les plates-formes. Avant de nous lancer dans ce code, nous devons créer le canevas et y afficher notre image de fond.

Créer la classe Jeu

En premier lieu, nous créons une classe nommée `Jeu`, qui formera le contrôleur principal du programme. C'est dans la fonction `__init__` de cette classe que nous allons initialiser le jeu et une fonction `boucle_principale` se chargera de l'animation.

Définir le titre de la fenêtre et créer le canevas

Dans la première partie de la fonction `__init__`, nous réglons le titre de la fenêtre et nous créons le canevas. En fait, cette portion du code ressemble fort à celle que nous avons écrite au chapitre 13 pour le jeu Rebondir ! Ouvre l'éditeur et entre le code suivant, puis enregistre-le sous le nom de fichier `jeufiliforme.py` dans le dossier `Filiforme` que tu as créé au chapitre précédent.

```
from tkinter import *
import random
import time

class Jeu:
    def __init__(self):
        self.tk = Tk()
        self.tk.title("M. Filiforme court vers la sortie")
        self.tk.resizable(0, 0)
        self.tk.wm_attributes("-topmost", 1)
        self.canvas = Canvas(self.tk, width=500, height=500, \
                highlightthickness=0)
        self.canvas.pack()
        self.tk.update()
        self.hauteur_canevas = 500
        self.largeur_canevas = 500
```

La première partie de ce programme (depuis `from tkinter` jusqu'à `self.tk.wm_attributes`) crée l'objet `tk`, puis définit le titre de la fenêtre, avec `self.tk.title("M. Filiforme court vers la sortie")`. Nous rendons la fenêtre immuable, pour éviter que le joueur la redimensionne, à l'aide de la fonction `resizable`, puis nous plaçons la fenêtre à l'avant de toutes les autres, grâce à la fonction `wm_attributes`.

Ensuite, nous créons le canevas avec la ligne `self.canvas = Canvas`, puis nous appelons les fonctions `pack` et `update` de l'objet `tk`. Enfin, nous créons deux variables dans la classe `Jeu`, `hauteur_canevas` et `largeur_canevas` pour mémoriser la hauteur et la largeur du canevas.

NOTE *La barre oblique inverse (\) située à la fin de la première ligne de* `self.canvas = Canvas` *sert seulement à scinder, découper, la longue ligne de code, pour la répartir sur plusieurs lignes. Elle n'est pas obligatoire, mais elle permet d'améliorer la lecture du code, puisque la totalité de la ligne ne tiendrait pas dans la largeur de la page. Si nous avions utilisé jusqu'ici le caractère ↵ pour indiquer que la ligne se poursuit à la ligne suivante, ce caractère ne ferait pas partie du code et tout le code serait supposé se situer sur la même ligne de programme. La barre oblique inverse, en revanche, fait partie du langage Python.*

Terminer la fonction __init__

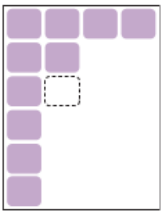
Entre à présent le reste de la fonction `__init__` à la suite du fichier `jeufiliforme.py`. Ce code charge l'image d'arrière-plan et l'affiche sur le canevas :

```
        self.tk.update()
        self.hauteur_canevas = 500
        self.largeur_canevas = 500
❶       self.ap = PhotoImage(file="arriere-plan.gif")
❷       larg = self.ap.width()
        haut = self.ap.height()
❸       for x in range(0, 5):
❹          for y in range(0, 5):
❺              self.canvas.create_image(x * larg, y * haut, \
                       image=self.ap, anchor='nw')
❻       self.lutins = []
        self.enfonction = True
```

Nous créons une variable `ap` ❶, pour « arrière-plan », qui contient un objet `PhotoImage` avec le fichier image de fond `arriere-plan.gif` que nous avons créé au chapitre 15. Ensuite ❷, nous mémorisons la largeur et la hauteur de l'image dans les variables `larg` et `haut`. Les fonctions `width` et `height` de la classe `PhotoImage` retournent la taille de l'image, dès qu'elle est chargée.

Ensuite apparaissent deux boucles dans cette fonction. Pour comprendre ce qu'elles font, imagine que tu aies un petit timbre en caoutchouc, un tampon encreur et une grande feuille de papier. Le but est de remplir la feuille de papier avec les dessins (des rectangles de couleur de l'encre utilisée) du timbre en caoutchouc en les imprimant côte à côte sur la feuille. Comment vas-tu faire pour remplir la feuille ? Une possibilité serait de marquer la feuille au hasard, jusqu'à ce qu'elle soit pleine. Le résultat serait un vrai fouillis, pas

très joli, où les rectangles se superposeraient n'importe comment. Une autre possibilité consiste à marquer la feuille en commençant dans le coin en haut à gauche et à descendre en colonne jusqu'au bas de la feuille, puis de recommencer en haut en une deuxième colonne et ainsi de suite (voir figure).



Dans notre cas, le timbre en caoutchouc est l'image d'arrière-plan que nous avons dessinée au chapitre précédent. Nous savons que le canevas a 500 pixels de large sur 500 pixels de haut, tandis que l'image d'arrière-plan a 100 × 100 pixels. Ceci indique que nous aurons cinq colonnes de cinq rangées de notre image de fond à placer dans le canevas pour le couvrir complètement. La boucle sur `x` calcule le nombre de colonnes ❸, tandis que la boucle sur `y` calcule le nombre de rangées ❹.

Nous multiplions la variable `x` de la première boucle par la largeur de l'image de fond (`x*larg`) pour déterminer à quelle distance du bord gauche du canevas il faut placer le dessin ❺ (le « timbre »), puis nous multiplions la variable `y` de la seconde boucle par la hauteur de l'image (`y*haut`) pour savoir à quelle distance du haut du canevas il faut poser l'image. La fonction `create_image` de l'objet `canvas` (`self.canvas.create_image`) place l'image à l'écran, aux coordonnées que nous venons de calculer.

Enfin ❻, nous créons la variable `lutins`, une liste qui ne comprend encore aucun lutin, puis la variable `enfonction` qui contient la valeur booléenne `True`. Ces variables nous serviront dans la suite du programme.

Créer la fonction boucle_principale

Nous créons la fonction `boucle_principale` dans la classe `Jeu` pour animer le jeu. Elle ressemble beaucoup à la boucle principale, ou boucle d'animation, que nous avons réalisée dans Rebondir ! au chapitre 13. La voici :

```
            for x in range(0, 5):
                for y in range(0, 5):
                    self.canvas.create_image(x * larg, \
                        y * haut, image=self.ap, anchor='nw')
            self.lutins = []
            self.enfonction = True

        def boucle_principale(self):
❶           while 1:
❷               if self.enfonction == True:
❸                   for lutin in self.lutins:
❹                       lutin.deplacer()
❺                   self.tk.update_idletasks()
                    self.tk.update()
                    time.sleep(0.01)
```

Nous créons une boucle `while` infinie ❶, qui ne s'arrête que lorsque la fenêtre du jeu est fermée par l'utilisateur. Nous vérifions que la variable `enfonction` est vraie ❷. Si elle l'est, nous bouclons parmi tous les lutins de la liste `self.lutins` ❸ et nous appelons ❹ la fonction `deplacer` pour chacun d'eux. Bien entendu, comme nous n'avons défini aucun lutin, ce programme ne fait encore rien du tout si tu l'exécutes, mais cette fonction `deplacer`, par exemple, nous sera bien utile par la suite.

Les trois dernières lignes ❺ obligent l'objet `tk` à redessiner l'écran et à s'endormir pendant un centième de seconde.

Pour pouvoir exécuter ce code, ajoute enfin les deux lignes suivantes, puis enregistre le fichier du programme. Comme ce sont des lignes du programme principal, aucun retrait n'est à appliquer :

```
jeu = Jeu()
jeu.boucle_principale()
```

NOTE *Ces deux lignes viennent tout à la fin du programme du jeu. Vérifie aussi que toutes les images sont dans le même dossier* `Filiforme` *que le fichier du programme en Python.*

La première ligne crée un objet de la classe `Jeu` et le mémorise dans la variable `jeu`, appelant de ce fait la fonction `__init__` de la classe. La dernière ligne appelle la fonction `boucle_principale` du nouvel objet pour dessiner l'écran.

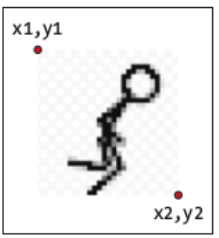
Dès que tu as enregistré le programme, exécute-le dans IDLE (menu `Run>Run Module`). Une fenêtre apparaît, dont le canevas est rempli de l'image `arriere-plan.gif` :

À ce stade, nous avons ajouté un joli papier peint à notre jeu et créé la boucle d'animation qui redessinera les lutins à notre place, du moins quand nous les aurons créés.

Créer la classe Coords

Maintenant, nous créons une classe qui nous servira plus tard à spécifier l'emplacement d'un objet à l'écran. Cette classe mémorise les coordonnées du coin supérieur gauche (*x1*,*y1*) et du coin inférieur droit (*x2*,*y2*) de tout composant du jeu.

Ainsi, tu peux mémoriser l'emplacement de l'image du personnage en fil de fer à partir de ces coordonnées :



Nous nommons cette classe `Coords` et elle ne contient qu'une fonction `__init__`, à laquelle nous passons les quatre paramètres `x1`, `y1`, `x2` et `y2`, pour les mémoriser en interne dans l'objet de la classe. Ajoute ce code dans le fichier `jeufiliforme.py`, après la classe `Jeu` :

```
class Coords:
    def __init__(self, x1=0, y1=0, x2=0, y2=0):
        self.x1 = x1
        self.y1 = y1
        self.x2 = x2
        self.y2 = y2
```

Il s'agit ici de copier chaque paramètre dans une variable d'objet de même nom (`x1`, `y1`, `x2` et `y2`). Les objets de cette classe nous seront bientôt utiles.

NOTE

La classe `Coords`, avec un grand C, donne naissance à des objets `co1`, `co2` et `coordonnees`. Ne perds jamais de vue qu'un nom avec une première majuscule désigne une classe, tandis qu'une variable avec une première minuscule désigne un objet de cette classe. Il s'agit d'une convention. Cette convention vaut pour les fonctions et les fonctions de classe (`coords` aussi), qui s'écrivent avec une première minuscule. En revanche, quand nous parlons de coordonnées, comme cela, avec un accent, il s'agit de coordonnées au sens général.

Vérifier les collisions

Lorsque nous savons comment stocker l'emplacement des lutins du jeu, il nous faut un moyen de dire si un lutin entre en collision avec un autre, puisque M. Filiforme se promène un peu partout et saute à l'écran, donc il touchera tôt ou tard un autre objet, notamment une plate-forme. Pour faciliter la résolution de cette question, nous pouvons la découper en plusieurs problèmes élémentaires : vérifier si des lutins entrent en collision verticalement et vérifier s'ils entrent en collision horizontalement. Ensuite, nous pourrons combiner les deux solutions élémentaires pour détecter facilement si des lutins se percutent dans n'importe quelle direction !

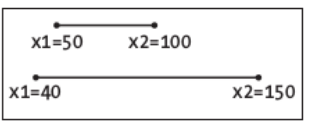
Les lutins entrent en collision horizontalement

Nous allons d'abord créer la fonction `dans_x` pour déterminer si un ensemble de coordonnées en *x* (variables `x1` et `x2`, donc) passent au-dessus d'un autre ensemble de coordonnées en *x* (variables `x1` et `x2`, également). Il y a plusieurs moyens de résoudre cette question, mais voici une approche simple que tu peux ajouter *après* (mais pas *dans*) la définition de la classe `Coords` :

```
class Coords:
    def __init__(self, x1=0, y1=0, x2=0, y2=0):
        self.x1 = x1
        self.y1 = y1
        self.x2 = x2
        self.y2 = y2

def dans_x(co1, co2):
❶   if (co1.x1 > co2.x1 and co1.x1 < co2.x2):
❷       return True
❸   elif (co1.x2 > co2.x1 and co1.x2 < co2.x2):
❹       return True
❺   elif (co2.x1 > co1.x1 and co2.x1 < co1.x2):
        return True
❻   elif (co2.x2 > co1.x1 and co2.x2 < co1.x1):
        return True
❼   else:
❽       return False
```

La fonction `dans_x` prend les paramètres `co1` et `co2`, tous deux des objets de classe `Coords`. La ligne ❶ vérifie que la position la plus à gauche du premier objet, `co1.x1`, est comprise entre la position la plus à gauche de la deuxième coordonnée, `co2.x1`, et la position la plus à droite de la deuxième coordonnée, `co2.x2`. Si c'est le cas, la ligne ❷ retourne vrai.

Pour bien comprendre comment cela se passe, prenons le cas de deux traits qui se superposent. Chaque trait commence en `x1` et se termine en `x2`.



Le premier trait de ce diagramme (co1) débute (x1) à l'emplacement 50 en pixels et se termine en 100 (x2). Le second trait (co2) débute à 40 (x1) et se termine en 150 (x2). Dans ce cas-ci, comme la position x1 du premier trait est entre les positions x1 et x2 du second trait, la première instruction if de la fonction serait vraie pour ces deux ensembles de coordonnées.

Si ce n'est pas le cas, le elif ❸ vérifie que la position la plus à droite du premier trait (co1.x2) se situe entre la position la plus à gauche (co2.x1) et la position la plus à droite (co2.x2) du second trait. Si c'est le cas, la ligne ❹ renvoie vrai. Les deux instructions elif des lignes ❺ et ❻ font quasiment de même, mais à l'inverse : elles vérifient les positions les plus à gauche et plus à droite de la seconde ligne (co2) par rapport à celles de la première (co1).

Si aucune des conditions if et elif n'est vraie, nous atteignons le else ❼ et renvoyons faux ❽. Ceci revient à dire que les objets de coordonnées ne se chevauchent pas du tout, les uns, les autres, sur le plan horizontal.

Pour voir cette fonction à l'œuvre, il suffit de l'appeler avec les coordonnées des deux traits du diagramme présenté plus haut et d'afficher le résultat. Les coordonnées x1 et x2 du premier objet valent 50 et 100, tandis que celles du second objet valent 40 et 150. Les coordonnées en *y* n'ont pas d'importance dans ce cas-ci. Voici ce qui se passe quand nous appelons directement la fonction dans_x :

```
>>> c1 = Coords(50, 40, 100, 40)
>>> c2 = Coords(40, 50, 150, 50)
>>> print(dans_x(c1, c2))
True
```

La fonction renvoie effectivement True. C'est là la première étape qui permet de déterminer si un des lutins entre en collision avec un autre. Ainsi, lorsque nous créerons la classe de M. Filiforme et celle des plates-formes, nous pourrons déterminer si leurs coordonnées en *x* se chevauchent.

Arrêtons-nous là un instant car ce n'est pas une bonne pratique de programmation que de faire se succéder autant d'instructions if-elif qui renvoient toutes la même valeur. Pour résoudre le même problème, il suffirait d'entourer de parenthèses chacune des conditions, puis de séparer les conditions par des mots-clés or, au lieu des elif. Pour aboutir à une fonction plus propre, avec moins de lignes de code, n'hésite pas à modifier la fonction pour qu'elle prenne l'allure suivante :

```
def dans_x(co1, co2):
    if (co1.x1 > co2.x1 and co1.x1 < co2.x2) \
            or (co1.x2 > co2.x1 and co1.x2 < co2.x2) \
            or (co2.x1 > co1.x1 and co2.x1 < co1.x2) \
            or (co2.x2 > co1.x1 and co2.x2 < co1.x1):
        return True
    else:
        return False
```

Pour une meilleure lisibilité de la condition, n'oublie pas d'étendre l'instruction `if` sur plusieurs lignes, avec la barre oblique inverse (\).

Les lutins entrent en collision verticalement

Nous devons aussi savoir si les lutins entrent en collision verticalement. La fonction `dans_y` ressemble fort à `dans_x`, puisque c'est le même principe qui l'anime. Pour la créer, nous vérifions que la position `y1` de la première coordonnée se situe entre les positions `y1` et `y2` de la seconde coordonnée, puis vice versa. Voici le code de la fonction à ajouter, à la suite de `dans_x`, directement simplifiée pour éviter la succession des `if-elif` :

```
def dans_y(co1, co2):
    if (co1.y1 > co2.y1 and co1.y1 < co2.y2) \
            or (co1.y2 > co2.y1 and co1.y2 < co2.y2) \
            or (co2.y1 > co1.y1 and co2.y1 < co1.y2) \
            or (co2.y2 > co1.y1 and co2.y2 < co1.y1):
        return True
    else:
        return False
```

Assembler le tout - Code final de détection de collision

Nous disposons désormais de deux fonctions qui déterminent si les coordonnées horizontales d'une part, verticales d'autre part, de deux objets se chevauchent. Nous pouvons maintenant écrire des fonctions pour savoir si un lutin vient d'en percuter un autre et, si oui, de quel côté. Elles porteront les noms respectifs de `collision_gauche`, `collision_droite`, `collision_haut` et `collision_bas`.

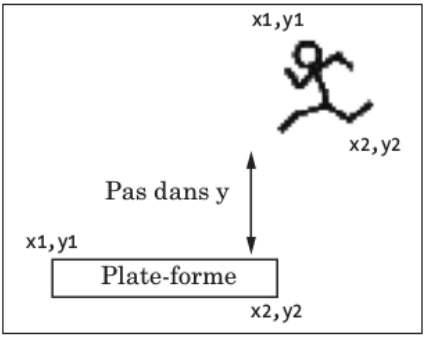
La fonction collision_gauche

Voici le code de la fonction `collision_gauche`, à ajouter à la suite de la fonction `dans_y` :

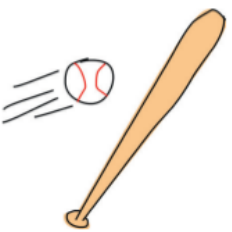
```
❶ def collision_gauche(co1, co2):
❷     if dans_y(co1, co2):
❸         if co1.x1 <= co2.x2 and co1.x1 >= co2.x1:
❹             return True
❺     return False
```

Cette fonction nous indique si le côté gauche (la valeur de `x1`) du premier objet de coordonnées a touché l'autre objet de coordonnées.

La fonction attend deux paramètres ❶ : `co1` (le premier objet) et `co2` (le second objet). Nous vérifions d'abord si les deux objets se sont superposés verticalement, à l'aide de la fonction `dans_y` ❷. Globalement, il n'est pas nécessaire de vérifier si M. Filiforme a touché une plate-forme quand il flotte au-dessus, comme ceci :



Nous vérifions ensuite que la valeur de la position gauche du premier objet (`co1.x1`) a touché la position `x2` du second (`co2.x2`), c'est-à-dire si elle est inférieure ou égale à la position `x2` ❸. Nous contrôlons aussi qu'elle n'a pas dépassé la position `x1`. Si elle a touché le côté ❹, nous renvoyons vrai. Si aucune des conditions `if` n'est vraie, nous retournons faux ❺.



La fonction collision_droite

La fonction de vérification de collision à droite ressemble fort à `collision_gauche` :

```
    def collision_droite(co1, co2):
❶       if dans_y(co1, co2):
❷           if co1.x2 >= co2.x1 and co1.x2 <= co2.x2:
❸               return True
❹       return False
```

Comme dans `collision_gauche`, nous vérifions si les coordonnées en *y* se chevauchent, à l'aide de la fonction `dans_y` ❶. Nous vérifions ensuite si la valeur de `x2` est comprise entre les coordonnées `x1` et `x2` du second objet ❷ et nous renvoyons vrai ❸ si c'est le cas. Sinon, nous renvoyons faux ❹.

La fonction collision_haut

La fonction ressemble également aux deux précédentes :

```
    def collision_haut(co1, co2):
❶       if dans_x(co1, co2):
❷           if co1.y1 <= co2.y2 and co1.y1 >= co2.y1:
                return True
        return False
```

La différence se situe dans le fait que nous vérifions cette fois si les objets se chevauchent horizontalement ❶, à l'aide de la fonction `dans_x`. Nous vérifions ensuite ❷ si la position supérieure du premier objet (`co1.y1`) a dépassé la position `y2` du second, mais pas sa position `y1`. Si c'est le cas, nous renvoyons vrai (ce qui signifie que le haut du premier objet a touché le second).

La fonction collision_bas

Pour la quatrième fonction de la série, il y a une subtile différence. La fonction `collision_bas` prend un paramètre de plus :

```
    def collision_bas(y, co1, co2):
❶       if dans_x(co1, co2):
❷           y_calc = co1.y2 + y
❸           if y_calc >= co2.y1 and y_calc <= co2.y2:
❹               return True
❺       return False
```

Cette fonction accepte un paramètre supplémentaire, `y`, une valeur qu'on ajoute à la position *y* du premier objet `co1` de la classe `Coords`. Nous vérifions d'abord si les objets se chevauchent horizontalement ❶, comme dans `collision_haut`. Ensuite, nous ajoutons la valeur du paramètre `y` à la position `y2` du premier objet, `co1`, et nous stockons le résultat dans la variable `y_calc` ❷. Si cette nouvelle valeur est comprise entre les valeurs `y1` et `y2` du second objet ❸, nous renvoyons vrai ❹ parce que le bas de l'objet `co1` a touché le haut de l'objet `co2`. Cependant, si aucune des conditions des instructions `if` n'est vraie, alors nous retournons faux ❺.

Le nouveau paramètre `y` est nécessaire ici, parce que M. Filiforme peut tomber d'une plate-forme. À l'inverse des autres fonctions de détection de collision, nous devons être en mesure de tester s'il *pourrait* heurter le bas d'une plate-forme au lieu de tester s'il l'a *déjà* touché. Si le personnage avançait, quittait une plate-forme et flottait dans l'air, le jeu manquerait de réalisme. Donc, pendant qu'il marche, nous vérifions s'il entre en collision avec quelque chose à gauche et à droite. En revanche, lorsque nous vérifions ce qui se passe en dessous de lui, nous regardons s'il devrait toucher la plate-forme. Sinon, il doit tomber au sol.

Créer la classe Lutin

La classe parente de tous les lutins du jeu porte le nom `Lutin`. Elle contient deux fonctions : `déplacer` pour bouger le lutin et `coords` pour renvoyer sa position actuelle à l'écran. Voici le code de la classe `Lutin` :

```
  class Lutin:
❶     def __init__(self, jeu):
❷         self.jeu = jeu
❸         self.finjeu = False
❹         self.coordonnees = None
❺     def deplacer(self):
❻         pass
❼     def coords(self):
❽         return self.coordonnees
```

La fonction `__init__` de la classe `Lutin` prend un unique paramètre ❶, qui sera l'objet `jeu` défini globalement au niveau du programme. Nous en avons besoin pour que chaque lutin créé soit capable d'accéder à la liste des autres lutins du jeu. Nous mémorisons le paramètre `jeu` dans une variable d'objet ❷.

Nous déclarons ensuite ❸ la variable d'objet `finjeu`, qui servira à indiquer que la partie est terminée. Pour l'instant, elle est réglée à faux. La dernière variable d'objet, `coordonnees`, est déclarée sans aucune valeur pour l'instant, puisque sa valeur est définie à `None` ❹.

NOTE *La variable `coordonnees` de la classe `Lutin` sert ici à mémoriser les coordonnées du lutin. Ce sera un objet de la classe `Coords`. La fonction de classe, `coords`, permet de renvoyer cet objet qui représente des coordonnées. Pour l'instant, la variable `coordonnees` de la classe `Lutin` est définie à `None`.*

La fonction `deplacer` ❺ ne fait encore rien dans sa classe parente, donc nous utilisons le mot-clé `pass` ❻ dans son corps. Enfin, la fonction `coords` ❼ renvoie simplement la variable d'objet `coordonnees` ❽.

Ainsi donc, nous voici avec une classe `Lutin` dotée d'une fonction `deplacer` qui ne fait rien et d'une fonction `coords` qui ne renvoie aucune coordonnée. En revanche, nous savons que toute classe qui possède `Lutin` en tant que parent disposera toujours des fonctions `deplacer` et `coords`. Au moins, dans la boucle principale du programme, quand nous bouclerons parmi la liste des lutins, nous pourrons appeler leur fonction `deplacer` sans risquer de recevoir d'erreur. Pourquoi ? Parce que tout lutin possède (ou hérite de) cette fonction.

NOTE *Les classes avec des fonctions qui ne font pas grand-chose sont assez courantes en programmation. D'une certaine manière, elles forment une sorte de « contrat » qui garantit que tous les enfants de ces classes offrent les mêmes genres de fonctionnalités, même si, dans certains cas, les fonctions ne font rien dans les classes filles.*

Ajouter les plates-formes

Il est temps d'ajouter les plates-formes. La classe portera le nom `LutinPlateForme` et sera une classe fille de `Lutin`. Sa fonction `__init__` prendra en paramètre `jeu` (comme la classe parente), plus une image, les positions *x* et *y*, ainsi que les largeur et hauteur d'image. Voici le code de la classe `LutinPlateForme` :

```
❶ class LutinPlateForme(Lutin):
❷     def __init__(self, jeu, image_photo, x, y, largeur, hauteur):
❸         Lutin.__init__(self, jeu)
❹         self.image_photo = image_photo
❺         self.image = jeu.canvas.create_image(x, y,\
                  image=self.image_photo, anchor='nw')
❻         self.coordonnees = Coords(x, y, x + largeur, y + hauteur)
```

Quand nous déclarons la classe `LutinPlateForme` ❶, nous ne lui fournissons qu'un seul paramètre, `Lutin`, le nom de la classe parente. En revanche, la fonction `__init__` ❷ reçoit sept paramètres : `self`, `jeu`, `image_photo`, `x`, `y`, `largeur` et `hauteur`.

La troisième ligne appelle la fonction `__init__` de la classe parente ❸, avec les valeurs de paramètres `self` et `jeu`, parce qu'à part le mot-clé `self`, la fonction `__init__` de la classe `Lutin` prend un seul paramètre : `jeu`.

Si nous devions créer un objet de la classe `LutinPlateForme` à ce stade, il hériterait de toutes les variables d'objet de sa classe parente (`jeu`, `finjeu` et `coordonnees`), simplement parce que nous avons appelé la fonction `__init__` de `Lutin`.

Nous mémorisons ensuite le paramètre `image_photo` ❹ dans une variable d'objet et nous utilisons la variable `canvas` de l'objet `jeu` (passé en paramètre) pour dessiner l'image à l'écran, à l'aide de `create_image` ❺.

Enfin, nous créons un objet `coordonnees` de la classe `Coords` avec les paramètres `x` et `y` en premiers arguments. Nous ajoutons ensuite les paramètres `largeur` et `hauteur` à ces paramètres pour les seconds arguments de coordonnées ❻.

Même si la variable `coordonnees` est mise à `None` dans la classe parente `Lutin`, nous la modifions donc dans sa classe fille `LutinPlateForme`, en fonction de l'objet de classe `Coords` réel, contenant l'emplacement réel de l'image de plate-forme à l'écran.

Ajouter un objet plate-forme

Ajoutons un objet plate-forme au jeu pour voir à quoi il ressemble. Modifie comme suit les deux dernières lignes du fichier du programme `jeufiliforme.py` :

```
❶ jeu = Jeu()
❷ plateforme1 = LutinPlateForme(jeu, PhotoImage( \
      file="plate-forme1.gif"), 0, 480, 100, 10)
```

```
❸ jeu.lutins.append(plateforme1)
❹ jeu.boucle_principale()
```

Si les lignes ❶ et ❹ n'ont pas changé, la ligne ❷ crée un objet de la classe `LutinPlateForme` et lui passe la variable `jeu`, un objet `PhotoImage` (avec le premier fichier image de plate-forme, `plate-forme1.gif`). Nous lui passons l'emplacement où nous voulons dessiner cette plate-forme (0 pixel du bord gauche et 480 pixels vers le bas), ainsi que la largeur et la hauteur de la plate-forme. Ce lutin vient s'ajouter à la liste de ceux de l'objet `jeu` ❸.

Si tu exécutes le jeu dès maintenant, tu dois voir une plate-forme apparaître dans le coin inférieur gauche de la fenêtre :

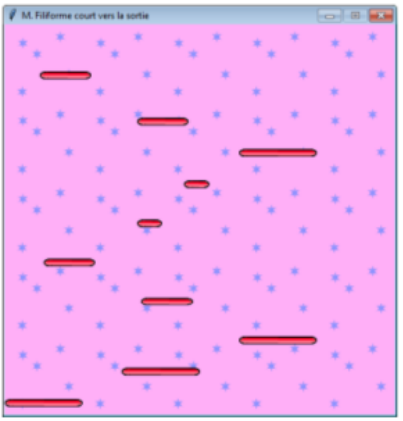
Ajouter d'autres plates-formes

Ajoutons une série de plates-formes. Chacune d'elles a des emplacements *x* et *y* différents, pour les disséminer dans tout l'écran. Voici le code nécessaire :

```
jeu = Jeu()
plateforme1 = LutinPlateForme(jeu, PhotoImage(file="plate-forme1.gif"), \
    0, 480, 100, 10)
plateforme2 = LutinPlateForme(jeu, PhotoImage(file="plate-forme1.gif"), \
    150, 440, 100, 10)
plateforme3 = LutinPlateForme(jeu, PhotoImage(file="plate-forme1.gif"), \
    300, 400, 100, 10)
plateforme4 = LutinPlateForme(jeu, PhotoImage(file="plate-forme1.gif"), \
    300, 160, 100, 10)
```

```
plateforme5 = LutinPlateForme(jeu, PhotoImage(file="plate-forme2.gif"), \
    175, 350, 66, 10)
plateforme6 = LutinPlateForme(jeu, PhotoImage(file="plate-forme2.gif"), \
    50, 300, 66, 10)
plateforme7 = LutinPlateForme(jeu, PhotoImage(file="plate-forme2.gif"), \
    170, 120, 66, 10)
plateforme8 = LutinPlateForme(jeu, PhotoImage(file="plate-forme2.gif"), \
    45, 60, 66, 10)
plateforme9 = LutinPlateForme(jeu, PhotoImage(file="plate-forme3.gif"), \
    170, 250, 32, 10)
plateforme10 = LutinPlateForme(jeu, PhotoImage(file="plate-forme3.gif"),\
    230, 200, 32, 10)
jeu.lutins.append(plateforme1)
jeu.lutins.append(plateforme2)
jeu.lutins.append(plateforme3)
jeu.lutins.append(plateforme4)
jeu.lutins.append(plateforme5)
jeu.lutins.append(plateforme6)
jeu.lutins.append(plateforme7)
jeu.lutins.append(plateforme8)
jeu.lutins.append(plateforme9)
jeu.lutins.append(plateforme10)
jeu.boucle_principale()
```

Nous avons créé ainsi une dizaine d'objets `LutinPlateForme`, pour les mémoriser dans les variables `plateforme1` à `plateforme10`. Nous avons ensuite ajouté ces plates-formes à la liste `lutins`, créée dans la classe `Jeu`. Si tu exécutes le programme à ce stade, tu dois obtenir à peu près ceci :



Les bases du jeu sont à présent établies. Nous allons pouvoir ajouter notre personnage principal, M. Filiforme. Ce sera pour le prochain chapitre.

Ce que tu as appris

Dans ce chapitre, tu as créé la classe `Jeu` et dessiné l'image d'arrière-plan sur la fenêtre, comme une sorte de papier peint. Tu as appris à déterminer comment une position horizontale ou verticale se situe dans les limites d'autres positions horizontales ou verticales à l'aide des fonctions `dans_x` et `dans_y`. Puis tu as exploité ces fonctions pour en créer d'autres qui déterminent si les coordonnées d'un objet entrent en collision avec celles d'un autre objet. Ces fonctions serviront dans le chapitre suivant, lorsque nous animerons M. Filiforme et que nous devrons déterminer s'il est entré en collision avec une plate-forme en se déplaçant dans le canevas.

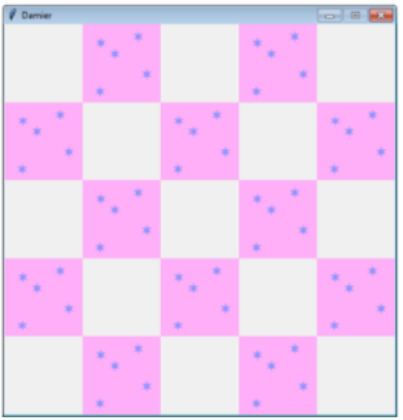
Nous avons également créé la classe parente `Lutin` et sa première classe fille, `LutinPlateForme`, qui nous a servi à dessiner des plates-formes dans le canevas.

Puzzles de programmation

Les exercices de programmation suivants te proposent de t'entraîner à la création d'images de fond. Les réponses sont disponibles sur le site d'accompagnement du livre.

1. Damier

Essaie de modifier la classe `Jeu` pour que l'image de fond apparaisse comme dans un damier :



2. Damier à deux images alternées

Dès que tu as compris comment créer l'effet de damier, essaie à nouveau mais avec deux images différentes. Crée une seconde image d'arrière-plan à l'aide du programme de création graphique, puis modifie la classe `Jeu` pour qu'elle affiche un damier avec deux images alternées au lieu d'une sur un fond blanc.

3. Étagère et lampe

Pour donner un peu plus de piquant à des jeux comme celui-ci, tu peux créer des images d'arrière-plan différentes. Copie l'image d'arrière-plan sous un nouveau nom de fichier, puis dessine une étagère sur la copie. Tu pourrais aussi dessiner une table avec une lampe ou encore une fenêtre. Répartis ces images autour de l'écran en modifiant la classe `Jeu`, pour qu'elle charge ces images et affiche trois ou quatre images de fond différentes.

17

CRÉER M. FILIFORME

Ce chapitre nous amène à créer le personnage principal du jeu M. Filiforme court vers la sortie. Il va exiger la programmation la plus complexe que nous ayons dû réaliser jusqu'ici, parce que M. Filiforme doit se déplacer à gauche, à droite, s'arrêter quand il heurte une plate-forme et tomber quand il en dépasse le bord. Nous allons bien entendu exploiter les liaisons d'événements de touches `Gauche` et `Droite` pour déplacer le personnage et nous devrons lui ajouter la possibilité de sauter d'une plate-forme à la suivante quand l'utilisateur presse la barre d'espace.

Initialiser le personnage en fil de fer

La fonction `__init__` de la classe du personnage en fil de fer (`LutinPersonnage`, qui hérite de la classe parente `Lutin`) reprend l'aspect de celle des autres classes de notre jeu :

```
class LutinPersonnage(Lutin):
    def __init__(self, jeu):
        Lutin.__init__(self, jeu)
```

Ce code ressemble à celui que nous avions écrit pour la classe `LutinPlateForme` au chapitre 16, sauf qu'ici, aucun paramètre supplémentaire n'est nécessaire à part `self` et `jeu`. En effet, au contraire de la classe `LutinPlateForme`, il n'y aura qu'un seul objet `LutinPersonnage` dans le jeu.

Charger les images du personnage

Comme nous avions un grand nombre d'objets à l'écran, qui utilisaient chacun des images de tailles différentes, nous avons passé l'image de la plate-forme en tant que paramètre de la fonction `__init__` de `LutinPlateForme`, ce qui revenait à dire au lutin d'une plate-forme de prendre telle ou telle image lors du dessin à l'écran. Pour le personnage en revanche, comme il n'y a qu'une seule instance, cela n'a pas de sens de charger son image en dehors du lutin et de la lui passer en paramètre. La classe `LutinPersonnage` chargera elle-même ses propres images.

Les quelques lignes suivantes de la fonction `__init__` s'occupent exactement de cette tâche : charger chacune des six images qui serviront à l'animation du personnage pendant qu'il court à gauche ou à droite. Nous devons charger ces images à ce stade et non pas (ce qui prendrait du temps et ralentirait beaucoup le jeu) lors de chaque affichage du personnage à l'écran.

```
class LutinPersonnage(Lutin):
    def __init__(self, jeu):
        Lutin.__init__(self, jeu)
❶       self.images_gauche = [
            PhotoImage(file="fil-G1.gif"),
            PhotoImage(file="fil-G2.gif"),
            PhotoImage(file="fil-G3.gif")
        ]
❷       self.images_droite = [
            PhotoImage(file="fil-D1.gif"),
```

```
            PhotoImage(file="fil-D2.gif"),
            PhotoImage(file="fil-D3.gif")
        ]
❸       self.image = jeu.canvas.create_image(200, 470, \
                image=self.images_gauche[0], anchor='nw')
```

Nous créons les variables d'objet `images_gauche` ❶ et `images_droite` ❷. Chacune contient une liste d'objets `PhotoImage` à partir des images créées au chapitre 15, avec le personnage en pleine course vers la gauche ou la droite.

Nous dessinons la toute première image ❸, à partir d'`images_gauche[0]`, à l'aide de la fonction `create_image` du canevas et à l'emplacement (`200, 470`), ce qui place le personnage au milieu de l'écran du jeu, au bas du canevas. Nous mémorisons son identifiant dans la variable d'objet `image`, pour un usage ultérieur (par la suite).

Définir les variables

La partie suivante de la fonction `__init__` définit d'autres variables qui nous serviront dans le code.

```
        self.images_droite = [
            PhotoImage(file="fil-D1.gif"),
            PhotoImage(file="fil-D2.gif"),
            PhotoImage(file="fil-D3.gif")
        ]
        self.image = jeu.canvas.create_image(200, 470, \
                image=self.images_gauche[0], anchor='nw')
❶       self.x = -2
❷       self.y = 0
❸       self.image_courante = 0
❹       self.ajout_image_courante = 1
❺       self.compte_sauts = 0
❻       self.derniere_heure = time.time()
❼       self.coordonnees = Coords()
```

Les variables `x` ❶ et `y` ❷ mémorisent les nombres à ajouter aux coordonnées horizontales (`x1` et `x2`) et verticales (`y1` et `y2`) lorsque le personnage se déplace à l'écran.

Au chapitre 13, nous avons vu que, pour animer quelque chose à l'aide du module `tkinter`, nous devons ajouter des valeurs aux positions *x* et *y* de l'objet pour le déplacer dans le canevas. La définition de `x` à `-2` et de `y` à `0` nous permet, plus loin dans le programme, de soustraire 2 à la position horizontale et rien du tout à la position verticale, pour faire avancer le personnage vers la gauche.

NOTE *Pour rappel, un nombre négatif en x signifie qu'on se déplace vers la gauche dans le canevas, tandis qu'un nombre positif signifie un déplacement vers la droite. Un nombre négatif en y signifie qu'on se rapproche du bord haut du canevas, donc qu'on monte, tandis qu'un nombre positif signifie qu'on descend.*

Nous créons ensuite la variable d'objet `image_courante` ❸ pour mémoriser l'indice de position de l'image en cours d'affichage à l'écran. Notre liste d'images, `images_gauche`, contient `fil-G1.gif`, `fil-G2.gif` et `fil-G3.gif`, qui se situent aux indices respectifs `0`, `1` et `2`.

La variable `ajout_image_courante` ❹ contient le nombre que nous devons ajouter à cet indice de position pour connaître celui de la prochaine image de la liste. Ainsi, si l'image à l'indice `0` est affichée, nous devons ajouter `1` pour obtenir l'image à l'indice `1`, puis ajouter encore `1` pour avoir l'image finale de la liste, à l'indice `2`. Nous verrons comment exploiter cette variable dans l'animation au chapitre suivant.

La variable `compte_sauts` ❺ est un compteur destiné à la gestion des sauts du personnage. La variable `derniere_heure` mémorise la dernière fois que nous avons changé l'image pendant l'animation du personnage. L'heure actuelle est obtenue ❻ à l'aide de la fonction `time` du module `time`.

Enfin, nous définissons une variable d'objet `coordonnees` ❼ à partir d'un objet de la classe `Coords`, sans aucune initialisation de paramètres (`x1`, `y1`, `x2` et `y2` valent tous `0`). Au contraire des plates-formes, les coordonnées du personnage devront changer, donc nous établirons ces valeurs par la suite.

Lier les touches aux actions

Dans la partie finale de la fonction `__init__`, les liaisons d'événements associent des touches à une portion de code à exécuter lors de la pression sur ces touches.

```
        self.compte_sauts = 0
        self.derniere_heure = time.time()
        self.coordonnees = Coords()
        jeu.canvas.bind_all('<KeyPress-Left>', self.tourner_a_gauche)
        jeu.canvas.bind_all('<KeyPress-Right>', self.tourner_a_droite)
        jeu.canvas.bind_all('<space>', self.sauter)
```

Nous associons la touche `<KeyPress-Left>` (`Gauche`) à la fonction `tourner_a_gauche`, la touche `<KeyPress-Right>` (`Droite`) à la fonction `tourner_a_`

droite et <Space> (Espace) à la fonction sauter. Nous devons ensuite créer ces fonctions pour permettre réellement au personnage de se déplacer.

Tourner le personnage vers la gauche ou la droite

Les fonctions tourner_a_gauche et tourner_a_droite vérifient que le personnage ne saute pas, puis définissent la valeur de la variable d'objet x pour qu'il puisse se déplacer dans un sens ou dans l'autre. Si le personnage saute, le jeu empêche de changer sa direction pendant qu'il est dans l'air.

```
        jeu.canvas.bind_all('<KeyPress-Left>',
self.tourner_a_gauche)
        jeu.canvas.bind_all('<KeyPress-Right>', self.tourner_a_droite)
        jeu.canvas.bind_all('<space>', self.sauter)

❶     def tourner_a_gauche(self, evt):
❷         if self.y == 0:
❸             self.x = -2

❹     def tourner_a_droite(self, evt):
❺         if self.y == 0:
❻             self.x = 2
```

Python appelle la fonction tourner_a_gauche (resp. tourner_a_droite) quand le joueur appuie sur la touche de flèche Gauche (resp. droite) et passe en paramètre un objet avec des informations sur ce que le joueur a provoqué. Il s'agit d'un **objet événement**, auquel nous donnons le nom de paramètre evt ❶ et ❹.

NOTE *L'objet événement n'a pas d'importance particulière dans notre cas mais nous devons l'inclure en paramètre de nos fonctions (❶ et ❹), sinon nous provoquerions une erreur, parce que Python s'attend à ce qu'il soit là. L'objet événement contient des informations comme les emplacements x et y de la souris (dans le cas d'un événement de souris), un code qui identifie une touche particulière (un événement de clavier), ainsi que d'autres informations.*

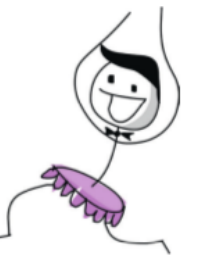
Pour savoir si le personnage est en train de sauter, nous examinons la valeur de la variable objet y ❷ et ❺. Si elle est différente de 0, alors le personnage saute (ou tombe) ; nous réglons alors x à -2 pour courir vers la gauche ❸ ou +2 pour courir vers la droite ❻, notamment

parce que les valeurs -1 et +1 ne permettraient pas au personnage de courir suffisamment vite. Dès que l'animation fonctionnera, tu feras varier cette valeur pour voir la différence que cela engendre.

Faire sauter le personnage

La fonction `sauter` ressemble aux deux précédentes :

```
    def tourner_a_droite(self, evt):
        if self.y == 0:
            self.x = 2

    def sauter(self, evt):
❶       if self.y == 0:
❷           self.y = -4
❸           self.compte_sauts = 0
```



Cette fonction prend l'objet événement `evt` en paramètre, que nous pouvons ignorer puisque nous n'avons besoin d'aucune information à propos de l'événement. En effet, nous savons déjà que si cette fonction a été appelée, c'est parce que la barre d'espace a été pressée.

Comme nous voulons que notre personnage saute seulement s'il n'est pas déjà en train de sauter, nous vérifions tout d'abord si `y` est bien égal à `0` ❶. Si c'est le cas (M. Filiforme ne saute pas déjà), nous réglons `y` à `-4` ❷, pour déplacer verticalement le personnage à l'écran, et `compte_sauts` à `0` ❸. Nous avons besoin de cette dernière variable pour nous assurer que le personnage ne se met pas à sauter à l'infini. Nous devons en effet lui permettre de monter pendant un nombre donné de « sauts », puis le faire redescendre, comme si la gravité l'attirait vers le bas. Nous ajouterons cette portion de code au chapitre suivant.

Ce que nous avons jusqu'ici

Révisons les définitions des classes et des fonctions dont nous disposons jusqu'ici dans le jeu. Voici comment elles doivent se situer dans le fichier.

Au sommet du programme, tu dois avoir les instructions `import`, suivies des définitions des classes `Jeu` et `Coords`. La classe `Jeu` permet de créer un objet qui sert de contrôleur principal du jeu et les objets de la classe `Coords` servent à conserver les emplacements des objets présents dans le jeu, comme les plates-formes et le personnage de M. Filiforme :

```
from tkinter import *
import random
import time

class Jeu:
    ...
class Coords:
    ...
```

Ensuite doivent apparaître les fonctions `dans` (qui indiquent si les coordonnées d'un lutin sont « dans » la même zone qu'un autre), la classe `Lutin` (qui constitue la classe parente de tous les lutins du jeu), la classe `LutinPlateForme`, (qui sert à créer les objets des plates-formes sur lesquelles le personnage devra sauter), ainsi que le début de la classe `LutinPersonnage` (pour représenter M. Filiforme) :

```
def dans_x(co1, co2):
    ...
def dans_y(co1, co2):
    ...
class Lutin:
    ...
class LutinPlateForme(Lutin):
    ...
class LutinPersonnage(Lutin):
    ...
```

Enfin, tout à la fin du programme, vient le code qui crée tous les objets du jeu définis jusqu'ici : l'objet `jeu` lui-même et les plates-formes. La ligne finale appelle la fonction `boucle_principale`.

```
jeu = Jeu()
plateforme1 = LutinPlateForme(jeu, PhotoImage(file="plate-forme1.gif"), \
        0, 480, 100, 10)
    ...
jeu.lutins.append(plateforme1)
    ...
jeu.boucle_principale()
```

Si ton code diffère un peu de ceci, ou si tu éprouves des difficultés à le faire fonctionner, tu peux toujours sauter à la fin du chapitre 18, où figure la liste complète des lignes de code du jeu.

Ce que tu as appris

Dans ce chapitre, nous avons commencé à travailler sur la classe du personnage. Pour le moment, si nous créions un objet de cette classe, il ne ferait pas grand-chose, à part charger les images nécessaires pour animer M. Filiforme et définir un certain nombre de variables à utiliser plus tard dans le code. Cette classe contient des fonctions pour changer les valeurs des variables d'objet en fonction des événements de clavier (quand l'utilisateur presse les touches `Gauche`, `Droite` ou `Espace`).

Au chapitre suivant, nous terminerons le jeu. Nous écrirons les fonctions nécessaires à la classe `LutinPersonnage` pour afficher, animer M. Filiforme et le déplacer dans tout l'écran. Nous ajouterons aussi la porte de sortie qu'il doit tenter d'attendre.

18

ACHEVER LE JEU DE M. FILIFORME

Aux trois chapitres précédents, nous avons développé une grande partie de notre jeu M. Filiforme court vers la sortie. Nous en avons créé les graphismes, puis rédigé le code pour ajouter les images du fond, des plates-formes et du personnage en fil de fer. Dans ce chapitre, nous allons compléter l'ensemble avec les pièces manquantes pour animer le personnage et ajouter la porte.

La fin du chapitre reprend la totalité du code du jeu. Si tu te sens un peu perdu dans le programme pendant la rédaction d'une partie de ce code, compare ce que tu as rédigé avec la liste complète pour repérer les différences et la source du problème.

Animer le personnage

Jusqu'ici, nous avons créé une classe de base représentant le personnage, pour charger les images et associer des touches du clavier à certaines fonctions. Cependant, le code ne fait encore rien de particulièrement intéressant lorsque tu exécutes le programme à ce stade.

Nous allons à présent ajouter les fonctions restantes à la classe `LutinPersonnage` que nous avons créée au chapitre 17 : `animer`, `deplacer` et `coords`. La fonction `animer` devra dessiner les différentes images du personnage, `deplacer` devra déterminer où M. Filiforme doit se déplacer et `coords` renverra sa position actuelle. Au contraire de ce que nous avons écrit pour les lutins des plates-formes, nous devons recalculer l'emplacement du personnage à mesure qu'il se déplace à l'écran.

Créer la fonction animer

Ajoutons d'abord la fonction `animer`, pour vérifier la présence d'un mouvement et changer l'image en fonction de celui-ci.

Vérifier la présence d'un mouvement

Nous ne devons pas changer trop vite l'image du personnage dans l'animation, sinon cette dernière paraîtra irréaliste. Rappelle-toi l'animation dessinée sur les coins du carnet de papier : si tu fais tourner les pages trop rapidement, tu ne vois plus correctement l'effet de ce que tu as dessiné.

La première partie de la fonction `animer` vérifie si le personnage court à gauche ou à droite, puis utilise la variable d'objet `derniere_heure` pour décider s'il faut changer l'image en cours. Cette variable nous servira à contrôler la vitesse de l'animation. La fonction `animer` vient à la suite de la fonction `sauter`, que nous avons ajoutée à la classe `LutinPersonnage` au chapitre 17.

```
    def sauter(self, evt):
     if self.y == 0:
         self.y = -4
         self.compte_sauts = 0

    def animer(self):
```

```
❶          if self.x != 0 and self.y == 0:
❷              if time.time() - self.derniere_heure > 0.1:
❸                  self.derniere_heure = time.time()
❹                  self.image_courante += self.ajout_image_courante
❺                  if self.image_courante >= 2:
❻                      self.ajout_image_courante = -1
❼                  if self.image_courante <= 0:
❽                      self.ajout_image_courante = 1
```

La première instruction `if` ❶ vérifie que `x` ne vaut pas `0`, pour déterminer si le personnage se déplace (que ce soit à gauche ou à droite), et vérifie ensuite si `y` est bien égal à `0`, ce qui signifie qu'il ne saute pas. Si ces deux conditions sont vraies, il faut animer le personnage, sinon, il reste tel quel, donc il n'est pas nécessaire d'aller plus loin dans le dessin. Si le personnage ne se déplace pas horizontalement, alors nous laissons de côté le reste de cette suite d'instructions.

La ligne suivante calcule le temps écoulé entre la valeur de la variable `derniere_heure` et l'heure actuelle `time.time()` ❷. Ce calcul permet de savoir s'il faut afficher l'image suivante dans la séquence, ce que nous faisons en pratique si le temps écoulé est supérieur à un dixième de seconde (`0.1`). Là, nous mémorisons dans `derniere_heure` le temps actuel ❸, ce qui réinitialise le chronomètre pour surveiller le prochain changement d'image.

Nous ajoutons la valeur de la variable d'objet `ajout_image_courante` à la variable `image_courante` ❹, qui stocke l'indice de l'image affichée actuellement. Rappelle-toi que nous avions défini la variable `ajout_image_courante` dans la fonction `__init__` de la classe au chapitre 17 et donc que, quand la fonction `animer` est appelée pour la première fois, la valeur de cette variable est de `1`.

Nous vérifions si la valeur de l'indice de position dans `image_courante` est supérieure ou égale à `2` ❺, auquel cas nous modifions la valeur d'`ajout_image_courante` en `-1` ❻. De même, dès que nous atteignons `0` ❼, nous recommençons à compter vers le haut ❽.

NOTE *Si tu peines à te représenter le retrait à appliquer à ce code, voici un conseil : il y a 8 espaces au début de la ligne ❶ et 20 espaces au début de la ligne ❽.*

Pour t'aider à comprendre ce qui se passe dans la fonction jusqu'ici, imagine que tu aies une suite de blocs colorés en ligne sur le plancher. Tu déplaces ton doigt d'un bloc au suivant et chaque bloc que pointe ton doigt (1, 2, 3, 4 et ainsi de suite) porte un numéro,

celui que contient la variable `image_courante`. Le nombre de blocs dont ton index se déplace pour pointer le suivant (il ne vise qu'un bloc à un moment donné) est le nombre mémorisé dans la variable `ajout_image_courante`. Quand ton doigt se déplace d'une rangée vers le haut (les numéros de plus en plus élevés) parmi la ligne de blocs, tu ajoutes 1 à chaque fois et quand il touche la fin de la ligne et redescend (vers les numéros les plus petits), tu soustrais 1, donc tu ajoutes -1.

Le code que nous avons ajouté à la fonction `animer` traite ce processus mais, au lieu de blocs colorés, nous avons les trois images du personnage pour chaque direction, mémorisées dans une liste. Les indices de ces images sont `0`, `1` et `2`. Comme nous animons le personnage, dès que nous atteignons la dernière image, nous commençons à décompter et, dès que nous atteignons la première image, nous devons recommencer à compter vers le haut. En résultat, nous obtenons l'effet du personnage qui court.

Voici une représentation du phénomène à travers la liste des images, avec les indices de position calculés par la fonction `animer`.

Position 0	Position 1	Position 2	Position 1	Position 0	Position 1
Comptage haut	Comptage haut	Comptage haut	Comptage bas	Comptage bas	Comptage haut

Changer d'image

Dans la seconde partie de la fonction `animer`, nous changeons l'image en cours d'affichage, à l'aide de l'indice de position calculé.

```
    def animer(self):
        if self.x != 0 and self.y == 0:
            if time.time() - self.derniere_heure > 0.1:
                self.derniere_heure = time.time()
                self.image_courante += self.ajout_image_courante
                if self.image_courante >= 2:
                    self.ajout_image_courante = -1
                if self.image_courante <= 0:
                    self.ajout_image_courante = 1
❶       if self.x < 0:
❷           if self.y != 0:
❸               self.jeu.canvas.itemconfig(self.image, \
```

```
                    image=self.images_gauche[2])
❹               else:
❺                   self.jeu.canvas.itemconfig(self.image, \
                        image=self.images_gauche[self.image_courante])
❻           elif self.x > 0:
❼               if self.y != 0:
❽                   self.jeu.canvas.itemconfig(self.image, \
                        image=self.images_droite[2])
❾               else:
❿                  self.jeu.canvas.itemconfig(self.image, \
                        image=self.images_droite[self.image_courante])
```

Si `x` est plus petit que `0` ❶, alors le personnage se déplace vers la gauche et Python va dans le bloc de code compris entre les lignes ❷ et ❺. Si `y` est différent de `0` (le personnage monte ou descend, donc saute), la fonction `itemconfig` du canevas change l'image affichée ❸ : comme le personnage saute, nous affichons l'image de lui en pleine extension (`images_gauche[2]`), pour donner plus de réalisme à l'animation :

Si le personnage ne saute pas, c'est-à-dire si `y` est égal à `0`, l'instruction `else` ❹ utilise `itemconfig` pour changer l'image affichée en celle de l'indice donné par la variable `image_courante` ❺.

Ensuite, nous vérifions si le personnage court vers la droite (`x` est plus grand que `0` ❻) et, si c'est le cas, Python passe dans le bloc compris entre les lignes ❼ et ❿. Ce code ressemble fort à celui du bloc précédent, puisqu'il vérifie de nouveau si le personnage saute, pour afficher dans les deux cas l'image correcte mais à partir de la liste `images_droite`, cette fois.

Connaître l'emplacement du personnage

Comme le personnage est supposé se déplacer à l'écran, nous devons connaître en permanence son emplacement. La fonction `coords` de la classe `LutinPersonnage` utilise la fonction éponyme (`coords`) du canevas pour déterminer où se trouve le personnage, puis exploite ces valeurs pour régler les valeurs `x1`, `y1`, `x2` et `y2` de la variable `coordonnees`, que nous avons déclarée dans la fonction `__init__` au chapitre 17. Voici le code qui vient s'ajouter à la suite de la fonction `animer` :

```
            if self.x < 0:
                if self.y != 0:
                    self.jeu.canvas.itemconfig(self.image, \
                        image=self.images_gauche[2])
                else:
                    self.jeu.canvas.itemconfig(self.image, \
                        image=self.images_gauche[self.image_courante])
            elif self.x > 0:
                if self.y != 0:
                    self.jeu.canvas.itemconfig(self.image, \
                        image=self.images_droite[2])
                else:
                    self.jeu.canvas.itemconfig(self.image, \
                        image=self.images_droite[self.image_courante])

        def coords(self):
❶           xy = self.jeu.canvas.coords(self.image)
❷           self.coordonnees.x1 = xy[0]
❸           self.coordonnees.y1 = xy[1]
❹           self.coordonnees.x2 = xy[0] + 27
❺           self.coordonnees.y2 = xy[1] + 30
            return self.coordonnees
```

Lorsque nous avons défini la classe `Jeu` au chapitre 16, nous y avons créé la variable d'objet `canvas`. La fonction `coords` de la variable d'objet `canvas` est appelée ❶, pour obtenir les positions *x* et *y* de l'image en cours (`self.image`). Cette fonction exploite le numéro mémorisé dans la variable d'objet `image` pour connaître l'identifiant de l'image du personnage affichée à l'écran.

Nous stockons la liste résultante dans la variable `xy`, qui contient donc deux valeurs : la position en *x* du coin supérieur gauche, enregistrée dans la variable `x1` de `coordonnees` ❷, et la position en *y* de ce même coin supérieur gauche, enregistrée dans la variable `y1` de `coordonnees` ❸.

Comme toutes les images du personnage ont 27 pixels de large sur 30 pixels de haut, nous pouvons déterminer ce qu'il faut ajouter en largeur ❹ et en hauteur ❺, respectivement aux coordonnées *x* et *y* pour connaître les valeurs des variables `x2` et `y2` de `coordonnees`.

Enfin, la dernière ligne de la fonction renvoie la variable d'objet `coordonnees`.

Déplacer le personnage

La dernière fonction de la classe `LutinPersonnage`, `deplacer`, prend en charge l'animation réelle du personnage, pendant qu'il se déplace à

l'écran. Elle doit aussi nous indiquer si le personnage heurte quelque chose en se déplaçant.

Début de la fonction deplacer

Voici la première partie du code de la fonction `deplacer`, qui se situe à la suite de `coords` :

```
    def coords(self):
        # xy = list(self.jeu.canvas.coords(self.image))
        xy = self.jeu.canvas.coords(self.image)
        self.coordonnees.x1 = xy[0]
        self.coordonnees.y1 = xy[1]
        self.coordonnees.x2 = xy[0] + 27
        self.coordonnees.y2 = xy[1] + 30
        return self.coordonnees

    def deplacer(self):
❶       self.animer()
❷       if self.y < 0:
❸           self.compte_sauts += 1
❹           if self.compte_sauts > 20:
❺               self.y = 4
❻       if self.y > 0:
❼           self.compte_sauts -= 1
```

La ligne ❶ appelle la fonction `animer` que nous avons écrite précédemment, pour changer l'image affichée si nécessaire. La ligne ❷ vérifie si la valeur de `y` est plus petite que `0`. Si c'est le cas, nous savons que le personnage saute, parce qu'une valeur négative de `y` fait monter le lutin dans le canevas. Rappelle-toi que le `0` se situe au bord supérieur du canevas et que le bas du canevas se trouve en `y` = 500 pixels.

Nous ajoutons `1` à `compte_sauts` ❸. Si la valeur de cette variable atteint `20` ❹, nous devons modifier `y` ❺ pour indiquer que le personnage commence à retomber.

Ensuite, nous vérifions si la valeur de `y` est plus grande que `0` ❻ (ce qui signifie que le personnage retombe) et, si c'est le cas, nous soustrayons `1` de `compte_sauts` ❼. En effet, dès que nous avons compté jusqu'à `20`, nous devons recommencer à décompter. Avec ta main, monte progressivement en comptant jusqu'à 20, puis décompte de 20 à 0 en redescendant tout doucement : ainsi, tu as une idée de la manière de calculer le saut du personnage et sa façon de retomber.

Aux lignes suivantes de la fonction `deplacer`, nous appelons la fonction `coords`, qui nous indique où se situe le personnage à l'écran, et nous mémorisons son résultat dans la variable `co`. Nous créons ensuite les variables `gauche`, `droite`, `haut`, `bas` et `tombe`, que nous utiliserons dans la suite de la fonction.

```
        if self.y > 0:
            self.compte_sauts -= 1
        co = self.coords()
        gauche = True
        droite = True
        haut = True
        bas = True
        tombe = True
```

Note que chacune de ces variables a été définie avec une valeur booléenne, `True`. Elles nous serviront d'indicateurs pour vérifier si le personnage a heurté quelque chose à l'écran ou s'il tombe.

Le personnage a-t-il touché le bas ou le haut du canevas ?

La section suivante de la fonction `deplacer` vérifie si le personnage touche le haut ou le bas du canevas. Voici le code :

```
        bas = True
        tombe = True
❶       if self.y > 0 and co.y2 >= self.jeu.hauteur_canevas:
❷           self.y = 0
❸           bas = False
❹       elif self.y < 0 and co.y1 <= 0:
❺           self.y = 0
❻           haut = False
```

Si le personnage tombe, `y` est plus grand que `0` et nous devons vérifier qu'il n'a pas touché le bas du canevas (ou sinon, il disparaîtrait en bas de l'écran), c'est-à-dire que sa position `y2` (qui marque le bas du personnage) est supérieure ou égale à la variable `hauteur_canevas` de l'objet `jeu` ❶. Si c'est le cas, alors nous ramenons la valeur de `y` à `0` ❷, pour arrêter le personnage dans sa chute, puis nous donnons à la variable `bas` la valeur `False` ❸ pour indiquer au reste du code de la fonction qu'il n'est plus nécessaire de vérifier si le personnage a touché le bas.

La procédure est similaire pour déterminer si le personnage a touché le haut de l'écran. Nous vérifions d'abord si M. Filiforme saute (`y` plus petit que `0`), puis si le haut du personnage (`y1`) a touché

le bord haut (<=0) ❹. Si ces deux conditions sont vraies, alors nous réglons `y` à `0` ❺, pour arrêter le mouvement. Ensuite, nous réglons à `False` la variable `haut` ❻, pour indiquer au reste du code qu'il n'est plus nécessaire de vérifier si le personnage a touché le haut.

Le personnage a-t-il touché un côté du canevas ?

Le procédé pour vérifier si le personnage touche un des bords gauche ou droit du canevas, pour corriger le mouvement si nécessaire, s'inspire fort du code précédent :

```
        elif self.y < 0 and co.y1 <= 0:
            self.y = 0
            haut = False
❶       if self.x > 0 and co.x2 >= self.jeu.largeur_canevas:
❷           self.x = 0
❸           droite = False
❹       elif self.x < 0 and co.x1 <= 0:
❺           self.x = 0
❻           gauche = False
```

Nous savons que `x` est plus grand que `0` si le personnage se déplace vers la droite. Nous savons aussi que, s'il touche le côté droit du canevas, alors sa position `x2` (`co.x2`) est plus grande que la largeur du canevas, mémorisée dans `jeu.largeur_canevas`. Si les deux conditions sont vraies ❶, alors nous ramenons le déplacement en `x` à `0` ❷, pour arrêter le personnage dans sa course, puis nous réglons la variable `droite` à `False` ❸. Les lignes ❹ à ❻ font de même pour le côté gauche.

Collision avec d'autres lutins

Dès que nous avons déterminé si le personnage touche les quatre bords de l'écran, nous pouvons vérifier ensuite s'il heurte autre chose à l'écran. Le code suivant boucle parmi la liste des objets `lutins` stockés dans l'objet `jeu`, pour vérifier si le personnage en touche un.

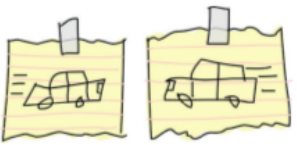
```
        elif self.x < 0 and co.x1 <= 0:
            self.x = 0
            gauche = False
❶       for lutin in self.jeu.lutins:
❷           if lutin == self:
❸               continue
❹           co_lutin = lutin.coords()
❺           if haut and self.y < 0 and collision_haut(co, co_lutin):
❻               self.y = -self.y
❼               haut = False
```

La ligne ❶ débute une boucle parmi la liste des `lutins` et affecte chacun d'eux, tour à tour, à la variable `lutin`. Si ce lutin est égal à `self` ❷ (ce qui revient à dire « si ce lutin est égal à moi-même »), alors il n'y a rien à faire puisque le lutin ne peut entrer en collision avec lui-même : le mot-clé `continue` ❸ sert à ignorer la suite du bloc de code de la boucle et à passer directement au lutin suivant de la liste.

Ensuite, nous mémorisons les coordonnées du nouveau lutin par un appel à sa fonction `coords`, dans la variable `co_lutin` ❹.

La ligne suivante ❺ vérifie ceci :

- le personnage n'a pas touché le haut du canevas (la variable `haut` doit encore valoir `True`) ;
- le personnage saute (la valeur de `y` est inférieure à `0`) ;
- le haut du personnage est entré en collision avec le lutin de la liste (à l'aide de la fonction `collision_haut` créée au chapitre 16).



Si toutes ces conditions sont vraies, alors le personnage doit redescendre, donc nous renversons la valeur de `y` à l'aide d'un moins (`-`) ❻. Nous mettons la variable `haut` à `False` ❼, parce que, dès que le personnage a touché le haut, il n'est plus nécessaire, à ce moment-là, de vérifier la présence d'une collision.

Collision en bas

La partie suivante de la boucle vérifie si le bas du personnage a touché quelque chose :

```
            if haut and self.y < 0 and collision_haut(co, co_lutin):
                self.y = -self.y
                haut = False
❶           if bas and self.y > 0 and \
                    collision_bas(self.y, co, co_lutin):
❷               self.y = co_lutin.y1 - co.y2
❸               if self.y < 0:
❹                   self.y = 0
❺               bas = False
❻               haut = False
```

Nous vérifions si la variable `bas` est encore vraie, si le personnage tombe (`y` est plus grand que `0`) et si le bas du personnage touche le lutin ❶. Si ces trois conditions sont vraies, alors nous soustrayons la valeur `y` du bas du personnage (`y2`) de la valeur `y` du haut du

lutin (y1) ❷. Ceci peut sembler étrange donc voyons pourquoi il faut le faire.

Supposons que le personnage du jeu tombe d'une plate-forme. Il se déplace vers le bas de 4 pixels à chaque tour de la boucle_principale. Or, supposons que le pied du personnage soit à 3 pixels du haut d'une plate-forme. En pratique, imaginons que le bas du personnage (y2) soit en position 57 et que le haut de la plate-forme (y1) soit en position 60. Dans ce cas-ci, la fonction collision_bas renverrait vrai, parce que son code ajouterait la valeur de y (qui vaudrait 4) à la variable y2 du personnage, ce qui donnerait 61.

Cependant, nous ne voulons pas que M. Filiforme s'arrête de tomber dès qu'il semble qu'il va bientôt toucher une plate-forme ou le bas de l'écran, parce que cela reviendrait à le voir tomber brutalement et s'arrêter en l'air, à distance du sol ou de la plate-forme. Ce serait peut-être rigolo mais cela donnerait au jeu un genre bizarre. Au lieu de cela, nous soustrayons la valeur du y2 du personnage (57) de la valeur du y1 de la plate-forme (60) pour obtenir 3 ; c'est de cette valeur que le personnage doit tomber pour atterrir proprement sur le sol ou la plate-forme.

Nous vérifions que ce calcul ne donne pas une valeur négative et, si c'est le cas ❸, nous forçons la valeur de y à 0 ❹. Si nous laissions cette valeur négative, le personnage rebondirait et s'envolerait, ce que nous ne souhaitons pas vraiment voir dans notre jeu.

Enfin, nous mettons les drapeaux indicateurs haut ❺ et bas ❻ à False, pour ne plus perdre de temps à vérifier si le personnage a touché le haut, le bas de l'écran ou un autre lutin.

Nous devons encore effectuer une vérification sur le bas, pour détecter si le personnage a avancé au-delà du bord d'une plate-forme, avec le code suivant :

```
            if self.y < 0:
                self.y = 0
            bas = False
            haut = False
        if bas and tombe and self.y == 0 \
                and co.y2 < self.jeu.hauteur_canevas \
                and collision_bas(1, co, co_lutin):
            tombe = False
```

Cinq vérifications sont nécessaires pour mettre la variable tombe à False :

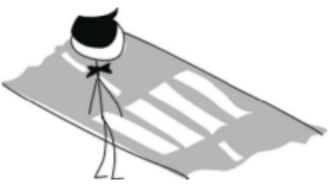
- le drapeau `bas` doit être à `True` ;
- nous devons vérifier si le personnage peut tomber, donc si le drapeau `tombe` est encore à `True` ;
- il faut aussi que le personnage ne tombe pas déjà (`y` vaut `0`) ;
- le bas du personnage ne doit pas avoir atteint le bas de l'écran (donc il est inférieur à la hauteur du canevas) ;
- il faut enfin que le personnage touche une plate-forme (donc que `collision_bas` renvoie vrai).

Alors seulement, nous réglons la variable `tombe` à `False`.

Vérifier la gauche et la droite

À ce stade, nous avons vérifié si le personnage a touché un lutin en haut ou en bas. Nous devons ensuite vérifier s'il touche le côté gauche ou droit, avec le code suivant :

```
            if bas and tombe and self.y == 0 \
                    and co.y2 < self.jeu.hauteur_canevas \
                    and collision_bas(1, co, co_lutin):
                tombe = False
❶           if gauche and self.x < 0 and collision_gauche(co, co_lutin):
❷               self.x = 0
❸               gauche = False
❹           if droite and self.x > 0 and collision_droite(co, co_lutin):
❺               self.x = 0
❻               droite = False
```



Nous vérifions si nous devons toujours chercher la présence de collisions à gauche (`gauche` est encore vrai), si le personnage se déplace vers la gauche (`x` vaut moins de `0`) et s'il entre en collision avec un lutin, à l'aide la fonction `collision_gauche`. Si ces trois conditions sont vraies ❶, nous mettons `x` à `0` ❷, pour arrêter le personnage dans sa course, et réglons `gauche` à `False` ❸, pour ne plus devoir vérifier de collision à gauche.

Pour la détection des collisions à droite ❹, le code suit le même principe. Nous réglons également `x` à `0` ❺ et `droite` à `False` ❻, pour cesser de vérifier par la suite des collisions à droite.

Avec les vérifications de collisions dans les quatre directions, la boucle `for` devient à présent :

```
        elif self.x < 0 and co.x1 <= 0:
            self.x = 0
            gauche = False
        for lutin in self.jeu.lutins:
            if lutin == self:
                continue
            co_lutin = lutin.coords()
            if haut and self.y < 0 and collision_haut(co, co_lutin):
                self.y = -self.y
                haut = False
            if bas and self.y > 0 and collision_bas(self.y, co, \
                    co_lutin):
                self.y = co_lutin.y1 - co.y2
                if self.y < 0:
                    self.y = 0
                bas = False
                haut = False
            if bas and tombe and self.y == 0 \
                    and co.y2 < self.jeu.hauteur_canevas \
                    and collision_bas(1, co, co_lutin):
                tombe = False
            if gauche and self.x < 0 \
                    and collision_gauche(co, co_lutin):
                self.x = 0
                gauche = False
            if droite and self.x > 0 \
                    and collision_droite(co, co_lutin):
                self.x = 0
                droite = False
```

Il nous reste à ajouter encore les quelques lignes suivantes à la fonction `deplacer` :

```
            if droite and self.x > 0 \
                    and collision_droite(co, co_lutin):
                self.x = 0
                droite = False
❶       if tombe and bas and self.y == 0 \
                and co.y2 < self.jeu.hauteur_canevas:
❷           self.y = 4
❸       self.jeu.canvas.move(self.image, self.x, self.y)
```

Si les deux variables `tombe` et `bas` sont toujours vraies ❶, alors nous avons bouclé parmi tous les lutins des plates-formes de la liste sans avoir détecté de collision en bas.

Le dernier test de la ligne détermine si le bas du personnage est situé à moins de la hauteur du canevas, c'est-à-dire au-dessus du sol (ou du bas du canevas). Si le personnage n'a rien heurté et s'il

est au-dessus du sol, alors il se retrouve suspendu dans l'air (autrement dit, il a dépassé le bord d'une plate-forme pour se retrouver en l'air), donc il doit commencer à tomber. Pour obtenir cet effet, nous réglons `y` à `4` ❷.

Nous pouvons maintenant déplacer l'image à l'écran ❸, selon les valeurs établies dans les variables `x` et `y`. Comme nous avons bouclé parmi tous les lutins pour détecter des collisions, il peut se produire que les deux variables se retrouvent égales à `0`, parce que le personnage a touché le bord gauche et qu'il est en contact avec le sol ou une plate-forme. Dans ce cas, l'appel à la fonction `move` ne fait rien, autrement dit, le personnage ne bouge plus.

Dans le cas où M. Filiforme marche au-delà d'une plate-forme, auquel cas `y` est égal à `4`, notre agent spécial tombe.

Ouf, c'était là une bien longue fonction !

Tester le lutin du personnage

La classe `LutinPersonnage` achevée, il nous faut l'essayer en situation. Ajoute les deux lignes de code suivantes, juste avant l'appel à la fonction `boucle_principale` :

```
❶ personnage = LutinPersonnage(jeu)
❷ jeu.lutins.append(personnage)
  jeu.boucle_principale()
```

Nous créons un objet `LutinPersonnage` que nous mémorisons dans la variable `personnage` ❶. Comme nous l'avions fait avec les plates-formes, nous ajoutons cette variable à la liste des lutins stockée dans l'objet `jeu` ❷.

Exécute le programme. M. Filiforme peut désormais courir, sauter de plate-forme en plate-forme, et tomber !

La porte !

Le seul élément qui manque à notre jeu, c'est la porte de sortie. Nous allons donc terminer par l'ajout d'un lutin pour la porte, l'ajout des lignes nécessaires pour détecter cette dernière et la fourniture au programme d'un objet `porte`.

Créer la classe LutinPorte

Tu l'auras deviné, nous devons créer une nouvelle classe, `LutinPorte`, dont voici le code de début :

```
class LutinPorte(Lutin):
❶    def __init__(self, jeu, image_photo, x, y, largeur, hauteur):
❷        Lutin.__init__(self, jeu)
❸        self.image_photo = image_photo
❹        self.image = jeu.canvas.create_image(x, y, \
                 image=self.image_photo, anchor='nw')
❺        self.coordonnees = Coords(x, y, x + (largeur / 2), y + hauteur)
❻        self.finjeu = True
```

La fonction `__init__` ❶ attend des paramètres pour `self`, un objet `jeu`, un objet `image_photo`, les coordonnées `x` et `y`, ainsi que la `largeur` et la `hauteur` de l'image. La ligne ❷ appelle la fonction `__init__` de la classe parente, `Lutin`, comme dans les autres classes filles de celle-ci.

Le paramètre `image_photo` est mémorisé dans une variable d'objet de même nom ❸, comme nous l'avions fait dans `LutinPlateForme`. Nous créons une image affichée à l'aide de la fonction `create_image` et mémorisons le numéro d'identifiant renvoyé par cette fonction dans la variable d'objet `image` ❹.

Nous définissons les coordonnées du `LutinPorte` avec les paramètres `x` et `y` (qui deviennent les positions `x1` et `y1` de la porte), puis nous calculons les positions `x2` et `y2` ❺. Pour obtenir la coordonnée `x2`, nous ajoutons la moitié de la largeur de l'image au paramètre `x`. Ainsi, si `x` vaut `10` (la coordonnée `x1` aussi vaut 10) et si la largeur de l'image vaut `40`, la coordonnée `x2` devient `30` (10 plus la moitié de 40).

Pourquoi un tel calcul nébuleux ? En fait, alors que nous voulons que M. Filiforme s'arrête de courir dès qu'il entre en collision avec *le bord* d'une plate-forme, il faut au contraire qu'il s'arrête de courir dès qu'il se situe *en face* de la porte. Ce ne serait pas de très bon goût si le personnage s'arrêtait alors qu'il est à côté de cette porte. Tu verras ceci en œuvre lorsque tu joueras une partie et que tu l'approcheras de la porte.

Si la position `x2` est un peu compliquée à calculer, la coordonnée `y2` est très simple à obtenir. Nous ajoutons juste la valeur de la variable `hauteur` au paramètre `y`, c'est tout.

Enfin, nous définissons la variable `finjeu` à `True` ❻. Ceci signifie que, quand le personnage atteint la porte, la partie est terminée.

Détecter la porte

Nous devons ensuite modifier la fonction `deplacer` de la classe `LutinPersonnage` qui détecte quand le personnage rencontre un lutin à gauche ou à droite. Voici une première modification :

```
        if gauche and self.x < 0 and collision_gauche(co, co_lutin):
            self.x = 0
            gauche = False
            if lutin.finjeu:
                self.jeu.enfonction = False
```

Nous vérifions ici si le lutin que le personnage touche possède une variable `finjeu` mise à vrai. Si c'est le cas, nous réglons la variable `enfonction` à faux et tout s'arrête : nous avons atteint la fin de la partie.

Nous ajoutons les deux mêmes lignes au code qui vérifient s'il y a collision à droite :

```
        if droite and self.x > 0 and collision_droite(co, co_lutin):
            self.x = 0
            droite = False
            if lutin.finjeu:
                self.jeu.enfonction = False
```

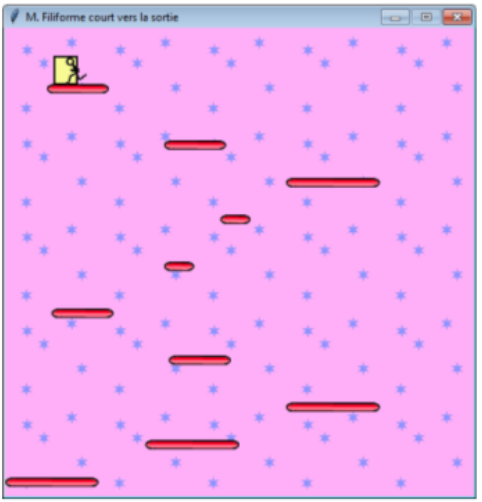
Ajouter l'objet porte

Notre dernier ajout au programme du jeu est celui d'un objet pour la porte. Nous le plaçons avant l'appel à la boucle principale mais aussi juste avant la création de l'objet `personnage` :

```
jeu.lutins.append(plateforme7)
jeu.lutins.append(plateforme8)
jeu.lutins.append(plateforme9)
jeu.lutins.append(plateforme10)
porte = LutinPorte(jeu, PhotoImage(file="porte1.gif"), 45, 30, 40, 35)
jeu.lutins.append(porte)
personnage = LutinPersonnage(jeu)
jeu.lutins.append(personnage)
jeu.boucle_principale()
```

Nous créons un objet `porte` à partir de l'objet `jeu`, suivi du `PhotoImage` (l'image de porte créée au chapitre 15). Nous réglons les paramètres `x` et `y` à `45` et `30` pour placer la porte sur une des plates-formes, près du sommet de l'écran, puis nous réglons la `largeur` et la `hauteur` à `40` et `35`. Nous ajoutons ensuite l'objet `porte` à la liste, aux côtés des autres lutins du jeu.

L'image suivante montre le résultat quand M. Filiforme atteint la porte. Il cesse de courir lorsqu'il est devant la porte, et non à côté d'elle, comme ceci :



Le jeu final

Le programme complet de notre jeu occupe un peu moins de 300 lignes de code et est proposé ici en détail. Si tu fais face à des soucis pour faire fonctionner ton jeu, compare chaque fonction et chaque classe à cette liste pour découvrir ce qui ne va pas comme prévu.

```
from tkinter import *
import random
import time

class Jeu:
    def __init__(self):
        self.tk = Tk()
```

```
            self.tk.title("M. Filiforme court vers la sortie")
            self.tk.resizable(0, 0)
            self.tk.wm_attributes("-topmost", 1)
            self.canvas = Canvas(self.tk, width=500, height=500, \
                    highlightthickness=0)
            self.canvas.pack()
            self.tk.update()
            self.hauteur_canevas = 500
            self.largeur_canevas = 500
            self.ap = PhotoImage(file="arriere-plan.gif")
            larg = self.ap.width()
            haut = self.ap.height()
            for x in range(0, 5):
                for y in range(0, 5):
                    self.canvas.create_image(x * larg, y * haut, \
                            image=self.ap, anchor='nw')
            self.lutins = []
            self.enfonction = True

        def boucle_principale(self):
            while 1:
                if self.enfonction == True:
                    for lutin in self.lutins:
                        lutin.deplacer()
                    self.tk.update_idletasks()
                    self.tk.update()
                    time.sleep(0.01)

    class Coords:
        def __init__(self, x1=0, y1=0, x2=0, y2=0):
            self.x1 = x1
            self.y1 = y1
            self.x2 = x2
            self.y2 = y2

    def dans_x(co1, co2):
        if (co1.x1 > co2.x1 and co1.x1 < co2.x2) \
                or (co1.x2 > co2.x1 and co1.x2 < co2.x2) \
                or (co2.x1 > co1.x1 and co2.x1 < co1.x2) \
                or (co2.x2 > co1.x1 and co2.x2 < co1.x1):
            return True
        else:
            return False

    def dans_y(co1, co2):
        if (co1.y1 > co2.y1 and co1.y1 < co2.y2) \
                or (co1.y2 > co2.y1 and co1.y2 < co2.y2) \
                or (co2.y1 > co1.y1 and co2.y1 < co1.y2) \
                or (co2.y2 > co1.y1 and co2.y2 < co1.y1):
```

```
            return True
        else:
            return False

    def collision_gauche(co1, co2):
        if dans_y(co1, co2):
            if co1.x1 <= co2.x2 and co1.x1 >= co2.x1:
                return True
        return False

    def collision_droite(co1, co2):
        if dans_y(co1, co2):
            if co1.x2 >= co2.x1 and co1.x2 <= co2.x2:
                return True
        return False

    def collision_haut(co1, co2):
        if dans_x(co1, co2):
            if co1.y1 <= co2.y2 and co1.y1 >= co2.y1:
                return True
        return False

    def collision_bas(y, co1, co2):
        if dans_x(co1, co2):
            y_calc = co1.y2 + y
            if y_calc >= co2.y1 and y_calc <= co2.y2:
                return True
        return False

    class Lutin:
        def __init__(self, jeu):
            self.jeu = jeu
            self.finjeu = False
            self.coordonnees = None
        def deplacer(self):
            pass
        def coords(self):
            return self.coordonnees

    class LutinPlateForme(Lutin):
        def __init__(self, jeu, image_photo, x, y, largeur, hauteur):
            Lutin.__init__(self, jeu)
            self.image_photo = image_photo
            self.image = jeu.canvas.create_image(x, y, \
                    image=self.image_photo, anchor='nw')
            self.coordonnees = Coords(x, y, x + largeur, y + hauteur)

    class LutinPersonnage(Lutin):
        def __init__(self, jeu):
```

```
        Lutin.__init__(self, jeu)
        self.images_gauche = [
            PhotoImage(file="fil-G1.gif"),
            PhotoImage(file="fil-G2.gif"),
            PhotoImage(file="fil-G3.gif")
        ]
        self.images_droite = [
            PhotoImage(file="fil-D1.gif"),
            PhotoImage(file="fil-D2.gif"),
            PhotoImage(file="fil-D3.gif")
        ]
        self.image = jeu.canvas.create_image(200, 470, \
                image=self.images_gauche[0], anchor='nw')
        self.x = -2
        self.y = 0
        self.image_courante = 0
        self.ajout_image_courante = 1
        self.compte_sauts = 0
        self.derniere_heure = time.time()
        self.coordonnees = Coords()
        jeu.canvas.bind_all('<KeyPress-Left>', self.tourner_a_gauche)
        jeu.canvas.bind_all('<KeyPress-Right>', self.tourner_a_droite)
        jeu.canvas.bind_all('<space>', self.sauter)

    def tourner_a_gauche(self, evt):
        if self.y == 0:
            self.x = -2

    def tourner_a_droite(self, evt):
        if self.y == 0:
            self.x = 2

    def sauter(self, evt):
        if self.y == 0:
            self.y = -4
            self.compte_sauts = 0

    def animer(self):
        if self.x != 0 and self.y == 0:
            if time.time() - self.derniere_heure > 0.1:
                self.derniere_heure = time.time()
                self.image_courante += self.ajout_image_courante
                if self.image_courante >= 2:
                    self.ajout_image_courante = -1
                if self.image_courante <= 0:
                    self.ajout_image_courante = 1
        if self.x < 0:
            if self.y != 0:
                self.jeu.canvas.itemconfig(self.image, \
```

```
                image=self.images_gauche[2])
            else:
                self.jeu.canvas.itemconfig(self.image, \
                    image=self.images_gauche[self.image_courante])
        elif self.x > 0:
            if self.y != 0:
                self.jeu.canvas.itemconfig(self.image, \
                    image=self.images_droite[2])
            else:
                self.jeu.canvas.itemconfig(self.image, \
                    image=self.images_droite[self.image_courante])

    def coords(self):
        xy = self.jeu.canvas.coords(self.image)
        self.coordonnees.x1 = xy[0]
        self.coordonnees.y1 = xy[1]
        self.coordonnees.x2 = xy[0] + 27
        self.coordonnees.y2 = xy[1] + 30
        return self.coordonnees

    def deplacer(self):
        self.animer()
        if self.y < 0:
            self.compte_sauts += 1
            if self.compte_sauts > 20:
                self.y = 4
        if self.y > 0:
            self.compte_sauts -= 1
        co = self.coords()
        gauche = True
        droite = True
        haut = True
        bas = True
        tombe = True
        if self.y > 0 and co.y2 >= self.jeu.hauteur_canevas:
            self.y = 0
            bas = False
        elif self.y < 0 and co.y1 <= 0:
            self.y = 0
            haut = False
        if self.x > 0 and co.x2 >= self.jeu.largeur_canevas:
            self.x = 0
            droite = False
        elif self.x < 0 and co.x1 <= 0:
            self.x = 0
            gauche = False
        for lutin in self.jeu.lutins:
            if lutin == self:
                continue
```

```
            co_lutin = lutin.coords()
            if haut and self.y < 0 and collision_haut(co, co_lutin):
                self.y = -self.y
                haut = False
            if bas and self.y > 0 \
                    and collision_bas(self.y, co, co_lutin):
                self.y = co_lutin.y1 - co.y2
                if self.y < 0:
                    self.y = 0
                bas = False
                haut = False
            if bas and tombe and self.y == 0 \
                    and co.y2 < self.jeu.hauteur_canevas \
                    and collision_bas(1, co, co_lutin):
                tombe = False
            if gauche and self.x < 0 and collision_gauche(co, co_lutin):
                self.x = 0
                gauche = False
                if lutin.finjeu:
                    self.jeu.enfonction = False
            if droite and self.x > 0 and collision_droite(co, co_lutin):
                self.x = 0
                droite = False
                if lutin.finjeu:
                    self.jeu.enfonction = False
        if tombe and bas and self.y == 0 \
                and co.y2 < self.jeu.hauteur_canevas:
            self.y = 4
        self.jeu.canvas.move(self.image, self.x, self.y)

class LutinPorte(Lutin):
    def __init__(self, jeu, image_photo, x, y, largeur, hauteur):
        Lutin.__init__(self, jeu)
        self.image_photo = image_photo
        self.image = jeu.canvas.create_image(x, y, \
                image=self.image_photo, anchor='nw')
        self.coordonnees = Coords(x, y, x + (largeur / 2), y + hauteur)
        self.finjeu = True

jeu = Jeu()
plateforme1 = LutinPlateForme(jeu, PhotoImage(file="plate-forme1.gif"), \
    0, 480, 100, 10)
plateforme2 = LutinPlateForme(jeu, PhotoImage(file="plate-forme1.gif"), \
    150, 440, 100, 10)
plateforme3 = LutinPlateForme(jeu, PhotoImage(file="plate-forme1.gif"), \
    300, 400, 100, 10)
plateforme4 = LutinPlateForme(jeu, PhotoImage(file="plate-forme1.gif"), \
    300, 160, 100, 10)
plateforme5 = LutinPlateForme(jeu, PhotoImage(file="plate-forme2.gif"), \
```

```
    175, 350, 66, 10)
plateforme6 = LutinPlateForme(jeu, PhotoImage(file="plate-forme2.gif"), \
    50, 300, 66, 10)
plateforme7 = LutinPlateForme(jeu, PhotoImage(file="plate-forme2.gif"), \
    170, 120, 66, 10)
plateforme8 = LutinPlateForme(jeu, PhotoImage(file="plate-forme2.gif"), \
    45, 60, 66, 10)
plateforme9 = LutinPlateForme(jeu, PhotoImage(file="plate-forme3.gif"), \
    170, 250, 32, 10)
plateforme10 = LutinPlateForme(jeu, PhotoImage(file="plate-forme3.gif"),\
    230, 200, 32, 10)
jeu.lutins.append(plateforme1)
jeu.lutins.append(plateforme2)
jeu.lutins.append(plateforme3)
jeu.lutins.append(plateforme4)
jeu.lutins.append(plateforme5)
jeu.lutins.append(plateforme6)
jeu.lutins.append(plateforme7)
jeu.lutins.append(plateforme8)
jeu.lutins.append(plateforme9)
jeu.lutins.append(plateforme10)
porte = LutinPorte(jeu, PhotoImage(file="porte1.gif"), 45, 30, 40, 35)
jeu.lutins.append(porte)
personnage = LutinPersonnage(jeu)
jeu.lutins.append(personnage)
jeu.boucle_principale()
```

Ce que tu as appris

Dans ce chapitre, nous avons terminé notre jeu, intitulé M. Filiforme court vers la sortie. Nous avons créé une classe pour le personnage animé, rédigé des fonctions pour le déplacer dans tout l'écran et l'animer à mesure qu'il se déplace (le changement successif des images donne une impression de personnage en pleine course). Nous avons exploité la détection de collision de base pour indiquer quand il touche les côtés gauche et droit du canevas, ou quand il touche un autre lutin, comme une plate-forme ou la porte. Nous avons aussi ajouté du code de détection de collision avec le haut ou le bas de l'écran et un autre code pour garantir que, quand le personnage dépasse le bord d'une plate-forme, il tombe correctement. Nous

avons ajouté aussi du code pour dire que, quand M. Filiforme atteint la porte, la partie se termine.

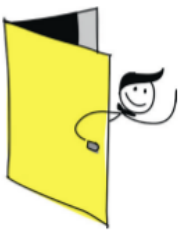
Puzzles de programmation

Il est possible d'apporter toutes sortes d'améliorations au jeu. Pour l'instant, il est assez simple. Donc, pour lui donner un aspect plus professionnel et ajouter un peu de plaisir à le voir fonctionner, tu peux ajouter du code. Essaie de développer les fonctionnalités proposées ci-après, puis compare ton code à celui du site d'accompagnement du livre.

1. Tu as gagné !

De même que dans le jeu Rebondir ! tu as pu ajouter le texte « Partie terminée » au chapitre 14, ajoute le texte « Tu as gagné ! » quand le personnage atteint la porte, pour que le joueur sache qu'il a gagné la partie.

2. Animer la porte



Au chapitre 15, nous avons créé deux images pour la porte : l'une ouverte et l'autre fermée. Quand M. Filiforme atteint la porte, ce serait bien de modifier l'image de celle-ci pour qu'elle apparaisse ouverte, puis faire disparaître le personnage et refermer la porte (revenir à la première image). Ceci donne l'illusion que M. Filiforme sort et referme la porte derrière lui. Pour cela, modifie les classes `LutinPorte` et `LutinPersonnage`.

3. Plates-formes mobiles

Encore plus fort : essaie de créer une nouvelle classe nommée `LutinPlateFormeMobile`. Ce genre de plate-forme doit pouvoir bouger horizontalement, d'un côté à l'autre, pour rendre le jeu plus difficile et compliquer la tâche de M. Filiforme de rejoindre la sortie en haut de l'écran. Bien sûr, M. Filiforme doit suivre le mouvement d'une plate-forme quand il est dessus.

CONCLUSION

ET À PARTIR DE LÀ ?

Tout au long de ce livre, tu as appris quelques concepts de base de la programmation, grâce à ce voyage au cœur de Python. À partir de cela, tu verras qu'il te sera beaucoup plus aisé de travailler avec d'autres langages de programmation. Si Python est impressionnant de puissance et d'universalité, un seul langage ne suffit pas pour toutes les situations, donc n'hésite pas à découvrir d'autres manières de programmer, ainsi que d'autres langages. Ici, nous allons examiner quelques alternatives existantes pour la programmation de jeux et de graphismes, puis pousser ensuite une petite pointe vers les langages de programmation les plus habituellement utilisés.

Programmation graphique et de jeux

Si tu veux poursuivre ta découverte de la programmation graphique et des jeux, tu trouveras de nombreuses possibilités, dont voici un petit aperçu.

- BlitzBasic (http://www.blitzbasic.com/) utilise une version particulière du langage de programmation BASIC, destinée spécialement aux jeux.
- Adobe Flash est un logiciel spécialisé en animation, conçu pour fonctionner dans un navigateur web. Il possède son propre langage de programmation, appelé ActionScript (http://www.adobe.com/devnet.actionscript.html).
- Alice (http://www.alice.org/) est un environnement de programmation en trois dimensions, pour Microsoft Windows et Mac OS X.
- Scratch (http://scratch.mit.edu/) est un outil libre, conçu par le célèbre MIT, pour développer des jeux à partir de blocs de construction. Il est en français et très facile à utiliser.
- Unity3D (http://unity3d.com/) est un autre outil de création de jeux.

Une recherche en ligne te fera découvrir une pléthore de ressources pour t'aider à aborder chacune de ces options.

En outre, si tu souhaites poursuivre ton étude de Python, tu peux aussi utiliser PyGame, le module de Python conçu pour le développement de jeux. Voyons de quoi il s'agit.

PyGame

La version nommée *Python Reloaded* (pgreloaded ou `pygame2`) est conçue pour fonctionner avec Python 3 (les précédentes versions ne fonctionnaient qu'avec Python 2). Des tutoriels sont disponibles en anglais sur http://code.google.com/p/pgreloaded/ mais un cours Openclassrooms est également disponible en français sur http://fr.openclassrooms.com/informatique/cours/interface-graphique-pygame-pour-python.

NOTE *Au moment de l'écriture de ces lignes, il n'existe pas d'installeur automatique de pgreloaded pour OS X ni Linux, donc il n'y a aucune manière immédiate de l'utiliser sur ces systèmes d'exploitation.*

L'écriture d'un jeu sous PyGame est un peu plus compliquée que sous `tkinter`. Au chapitre 12, par exemple, nous avons affiché une image sous `tkinter` à l'aide de ce code :

```
from tkinter import *
tk = Tk()
canvas = Canvas(tk, width=400, height=400)
canvas.pack()
monimage = PhotoImage(file='c:\\test.gif')
canvas.create_image(0, 0, anchor=NW, image=monimage)
```

Le même programme à base de PyGame (avec chargement d'une image `.bmp` au lieu d'un fichier `.gif`) devient :

```
import sys
import time
import pygame2
import pygame2.sdl.constants as constants
import pygame2.sdl.image as image
import pygame2.sdl.video as video
❶ video.init()
❷ img = image.load_bmp("c:\\test.bmp")
❸ ecran = video.set_mode(img.width, img.height)
❹ ecran.fill(pygame2.Color(255, 255, 255))
❺ ecran.blit(img, (0, 0))
❻ ecran.flip()
❼ time.sleep(10)
❽ video.quit()
```

Après l'importation des modules de `pygame2`, nous appelons la fonction `init` du module `video` de PyGame ❶, ce qui équivaut à peu près à la création du canevas et du `pack` de l'exemple sous `tkinter`. Ensuite, nous chargeons une image BMP ❷ à l'aide de la fonction `load_bmp`, puis nous créons un objet `ecran` *(screen)* ❸, à l'aide de la fonction `set_mode`, en lui passant en paramètres la largeur et la hauteur de l'image chargée. La ligne ❹, facultative, vide l'écran et le remplit de blanc. La fonction `blit` de l'objet écran est ensuite appelée ❺ pour y afficher l'image. Les paramètres de cette fonction sont l'objet `img` et un tuple contenant l'emplacement où nous voulons afficher l'image (0 pixel en horizontal et 0 pixel depuis le haut).

PyGame utilise un tampon hors écran (ou *buffer*, que l'on appelle aussi double buffer). Le tampon hors écran est une technique utilisée pour dessiner des graphismes dans une zone de la mémoire de l'ordinateur complètement masquée, pour la copier ensuite vers la partie visible de l'écran, le tout en une seule fois. Le tampon hors-écran réduit l'effet de scintillement de l'écran lorsqu'il s'agit de dessiner un grand nombre d'objets à l'affichage. La copie du tampon hors écran vers l'affichage visible est assurée par la fonction `flip` ❻.

Enfin, nous nous mettons en veille pendant 10 secondes ❼, parce que sans cela, au contraire de ce qui se passe dans le canevas de `tkinter`, l'écran se ferme immédiatement si nous ne l'en empêchons pas. Ensuite, nous nettoyons le tout à l'aide de `video.init` ❽, pour que PyGame se ferme proprement. Il y a beaucoup à dire à propos de PyGame, mais cet exemple te donne un aperçu de son mode de fonctionnement.

Langages de programmation

Si tu es intéressé par d'autres langages de programmation, les plus appréciés actuellement sont notamment Java, C/C++, C#, PHP, Objective-C, Perl, Ruby et JavaScript. Nous allons les présenter succinctement et voir à quoi ressemble le traditionnel programme `Bonjour tout le monde` dans chacun de ces langages. Rappelle-toi que nous avons sacrifié à la tradition en réalisant nos premières lignes de code en Python au chapitre 1. Note qu'aucun de ces langages n'est spécialement conçu à l'intention des débutants en programmation et que la plupart sont très différents de Python.

Java

Java (http://www.oracle.com/technetwork/java/index.html) est un langage de complexité modérée, avec une vaste bibliothèque de modules (appelés paquetages ou *packages*). Le Web offre de nombreux cours et documentations à son propos. Java fonctionne sur la plupart des systèmes d'exploitation et c'est aussi le langage utilisé sur les téléphones mobiles Android.

Voici l'exemple du `Bonjour tout le monde` en Java :

```
public class Bonjour {
    public static final void main(String[] args) {
        System.out.println("Bonjour tout le monde");
    }
}
```

C/C++

C (http://www.cprogramming.com/) et C++ (http://www.stroustrup/C++.html) sont deux langages de programmation très complexes, utilisables sur tous les systèmes d'exploitation. Ils sont même à la base de l'écriture de certains systèmes. Des versions libres (gratuites) et commerciales (payantes) sont disponibles un peu partout. Ces deux

langages (peut-être plus C++ que C) affichent ce que l'on appelle une courbe d'apprentissage ardue. Ainsi, certaines fonctionnalités doivent être écrites en totalité sous ces langages, alors que Python les propose d'emblée, pour un usage immédiat et sans effort. C'est le cas, par exemple, si tu veux indiquer à l'ordinateur que tu veux utiliser une partie de sa mémoire pour stocker un objet. De nombreux jeux commerciaux et consoles de jeu sont programmés sous une forme plus ou moins proche du C ou du C++. Voici un exemple du `Bonjour tout le monde` en C :

```
#include <stdio.h>
int main ()
{
  printf ("Bonjour tout le monde\n");
}
```

L'exemple en C++ ressemblerait plutôt à ceci :

```
#include <iostream>
int main()
{
  std::cout << "Bonjour tout le monde\n";
  return 0;
}
```

C#

Prononcé « C sharp », C# (http://msdn.microsoft.com/fr-fr/vstudio/hh388566/) est un langage de programmation de complexité moyenne, conçu pour Windows et relativement proche de Java. Il est un peu plus aisé à utiliser que C et C++. Un projet d'environnement de développement pour utiliser ce langage existe aussi sous Windows, OS X et Linux, appelé Mono (http://monodevelop.com/).

Voici notre exemple en C# :

```
public class Hello
{
   public static void Main()
   {
      System.Console.WriteLine("Bonjour tout le monde");
   }
}
```

PHP

PHP (http://www.php.net/) est un langage de programmation utilisé essentiellement pour concevoir des sites web. Il faut donc un serveur web (un logiciel qui permet de fournir des pages web à un navigateur) avec PHP installé, mais tout le reste des logiciels requis est librement accessible pour la plupart des systèmes d'exploitation. Pour pouvoir travailler en PHP, tu dois apprendre le HTML (un langage simple de création de pages web). Sur Internet existent de nombreux tutoriels, notamment http://www.lephpfacile.com/cours/ et http://fr.openclassrooms.com/informatique/php/cours, qui t'enseigneront tous les détails de ces langages.

Une page HTML qui affiche `Bonjour tout le monde` ressemble à ceci :

```
<html>
    <body>
        <p>Bonjour tout le monde</p>
    </body>
</html>
```

Une page PHP contiendra le code suivant pour faire la même chose :

```
<?php
echo "Bonjour tout le monde\n";
?>
```

Objective-C

Objective-C (http://fr.openclassrooms.com/informatique/cours/programmez-en-objective-c ou http://fr.tuto.com/objective-c/) ressemble fort au C, dont c'est d'ailleurs une extension. Il est surtout utilisé sur les ordinateurs Apple. C'est le langage de programmation de l'iPhone et de l'iPad.

Voici un exemple de `Bonjour tout le monde` en Objective-C :

```
#import <Foundation/Foundation.h>
int main (int argc, const char * argv[]) {
   NSAutoreleasePool * pool = [[NSAutoreleasePool alloc] init];
   NSLog (@"Bonjour tout le monde");
   [pool drain];
   return 0;
}
```

Perl

Le langage de programmation Perl (http://www.perl.org/) est disponible gratuitement sur les principaux systèmes d'exploitation. Il sert généralement à développer des sites web (comme PHP).

Notre exemple, en Perl cette fois :

```
print("Bonjour tout le monde\n");
```

Ruby

Ruby (http://www.ruby-lang.org/) est un langage de développement disponible gratuitement pour tous les principaux systèmes d'exploitation. Il sert majoritairement à créer des sites web, en particulier dans le cadre de l'environnement de développement Ruby on Rails. Un environnement de développement (ou *framework*) est un ensemble de bibliothèques qui soutiennent le développement de types bien déterminés d'applications.

Voici notre exemple en Ruby :

```
puts "Bonjour tout le monde"
```

JavaScript

JavaScript (https://developer.mozilla.org/fr/docs/Web/JavaScript) est un langage de programmation généralement utilisé au sein de pages web, mais il sert de plus en plus à développer des jeux. Sa syntaxe ressemble fondamentalement à celle de Java, mais il est probablement un peu plus facile de débuter en JavaScript. Il est possible de créer une simple page HTML qui contient un programme en JavaScript et de l'exécuter dans un navigateur, sans devoir passer par un environnement d'exécution *(shell)*, une ligne de commande ou quoi que ce soit d'autre. De nombreux tutoriels sont disponibles en ligne, notamment sur http://fr.openclassrooms.com/informatique/cours/tout-sur-le-javascript.

L'exemple `Bonjour tout le monde` en JavaScript diffère selon qu'il fonctionne dans un navigateur ou dans un shell. Dans le shell, l'exemple ressemble à ceci :

```
print('Bonjour tout le monde');
```

Dans un navigateur, il devient ceci :

```
<html>
    <body>
        <script type="text/javascript">
            alert("Bonjour tout le monde");
        </script>
    </body>
</html>
```

Et pour finir

Que tu t'accroches à Python ou que tu décides de t'essayer à un autre langage de programmation (et il y en a tellement plus que ceux que nous avons évoqués ici), tu verras que les concepts que tu as découverts dans ce livre sont très utiles. Même si tu ne poursuis pas dans la voie de la programmation, le fait de comprendre déjà certaines de ses idées fondamentales t'aidera dans toutes sortes d'activités, que ce soit à l'école ou plus tard, dans ta vie professionnelle.

Bonne chance et, surtout, amuse-toi bien dans l'univers de la programmation !

ANNEXE

MOTS-CLÉS DE PYTHON

Comme tous les langages de programmation, Python utilise des mots-clés, des mots qui possèdent une signification particulière. Ils font partie du langage lui-même et ne peuvent donc être utilisés pour quoi que ce soit d'autre. Ainsi, si tu essaies d'utiliser un mot-clé comme nom de variable ou si tu l'utilises d'une mauvaise manière, tu obtiens des messages d'erreurs, parfois rigolos, parfois très bizarres, de la part de la console de Python.

Cette annexe décrit chacun des mots-clés de Python. Utilise-la comme une référence, lorsque tu rédiges tes programmes.

AND

Le mot-clé `and` (et) sert à joindre deux expressions dans une instruction (`if`, par exemple), pour indiquer que les deux expressions doivent être vraies ensemble. Voici un exemple :

```
if age > 10 and age < 20:
    print('Attention, voilà les ados !!!!')
```

Ce code signifie que la valeur de la variable `age` doit être plus grande que `10` et plus petite que `20` pour que le message s'affiche.

AS

Le mot-clé `as` (comme) sert à renommer un module importé. Par exemple, si tu as un module avec un très long nom, comme `je_suis_un_module_pas_tres_utile`, ce serait assez embêtant de devoir rappeler ce nom kilométrique, chaque fois que tu en appelles une fonction ou une variable :

```
import je_suis_un_module_pas_tres_utile
je_suis_un_module_pas_tres_utile.faire_ceci()
J'ai fait ceci, qui n'est pas très utile.
je_suis_un_module_pas_tres_utile.faire_cela()
J'ai fait aussi cela, qui n'est pas très utile non plus !!
```

Pour alléger ce code, tu peux donner un nom plus concis au module au moment où tu l'importes, puis en utiliser les fonctions avec ce nouveau nom. C'est une sorte de surnom, en fait :

```
import je_suis_un_module_pas_tres_utile as pasutile
pasutile.faire_ceci()
J'ai fait ceci, qui n'est pas très utile.
pasutile.faire_cela()
J'ai fait aussi cela, qui n'est pas très utile non plus !!
```

ASSERT

Le mot-clé `assert` sert à indiquer (littéralement à affirmer) qu'une portion de code doit être vraie. C'est une façon de capturer les erreurs et les problèmes dans un programme, souvent utilisée dans des programmes évolués (ce qui explique que nous ne l'ayons pas utilisé dans le livre). Voici un exemple simple d'instruction `assert` :

```
>>> monnombre = 10
>>> assert monnombre < 5
```

```
Traceback (most recent call last):
  File "<pyshell#1>", line 1, in <module>
    assert a < 5
AssertionError
```

Cet exemple « affirme » que la valeur de la variable `monnombre` doit être plus petite que `5`. Si elle ne l'est pas, Python affiche une erreur, appelée `AssertionError`.

BREAK

Le mot-clé `break` arrête l'exécution d'une portion de code. Il intervient souvent dans des boucles `for` et `while`, pour sortir de ces boucles :

```
age = 10
for x in range(1, 100):
    print('Comptage %s' % x)
    if x == age:
        print('Fin du comptage')
        break
```

Comme la variable `age` est définie avec la valeur `10`, le programme affiche ceci :

```
Comptage 1
Comptage 2
Comptage 3
Comptage 4
Comptage 5
Comptage 6
Comptage 7
Comptage 8
Comptage 9
Comptage 10
Fin du comptage
```

Dès que la valeur de la variable `x` atteint `10`, le code affiche le texte `Fin du comptage` et interrompt la boucle.

CLASS

Le mot-clé `class` sert à définir un *type* d'objet, comme un véhicule, une personne ou un animal. Les classes peuvent posséder une fonction nommée `__init__`, qui sert à réaliser toutes les tâches nécessaires lors de la création d'objets de cette classe. Si nous prenons l'exemple d'un objet de la classe `Voiture`, cette fonction peut par exemple préci-

ser la couleur, lors de la création d'un objet voiture, membre de cette classe :

```
class Voiture:
    def __init__(self, couleur):
        self.couleur = couleur

voiture1 = Voiture('rouge')
voiture2 = Voiture('bleue')
print(voiture1.couleur)
rouge
print(voiture2.couleur)
bleue
```

CONTINUE

Nous avons vu plus haut le mot-clé break, qui interrompt généralement l'exécution d'une boucle. Le mot-clé continue sert à « sauter » à l'élément suivant qui fait l'objet d'une boucle, de sorte que le programme s'interrompt au continue, ignore le reste du bloc de code et passe directement à l'occurrence (ou l'élément) suivante de la boucle. Au contraire de break, qui quitte toute la boucle, continue reste *dans* la boucle pour traiter l'élément suivant. Admettons que nous ayons une liste d'éléments et que nous souhaitions ignorer ceux dont le nom commence par b. Nous pouvons écrire un code du genre de ceci :

```
❶ >>> maliste = ['pomme', 'poire', 'banane', 'blaireau', 'orange', \
      'chameau']
❷ >>> for element in maliste:
❸         if element.startswith('b'):
❹             continue
❺         print(element)
pomme
poire
orange
chameau
```

La ligne ❶ crée une liste d'éléments. La boucle for ❷ parcourt un à un tous les éléments de cette liste, pour exécuter le bloc de code qui suit. Si le mot commence (startswith) par la lettre b ❸, la ligne ❹ s'exécute : le mot-clé continue ignore le reste du bloc et passe à l'élément suivant de la boucle, donc en ligne ❷. Dans le cas contraire, la ligne ❺ est exécutée et affiche l'élément.

DEF

Le mot-clé `def` sert à définir une fonction. Par exemple, pour créer une fonction qui convertit un nombre d'années en le nombre équivalent de minutes, nous pouvons écrire :

```
>>> def minutes(annees):
        return annees * 365 * 24 * 60
>>> minutes(10)
5256000
```

DEL

Le mot-clé `del` sert à supprimer quelque chose. Par exemple, si tu as une liste de cadeaux que tu aimerais recevoir pour ton anniversaire, mais si tu changes d'avis pour en supprimer un, tu peux barrer ce cadeau de ta liste et ajouter autre chose :

```
voiture télécommandée
nouveau vélo
~~jeu pour PC~~
robot dinosaure
```

En Python, la liste initiale serait :

```
ce_que_je_veux = ['voiture télécommandée', 'nouveau vélo', 'jeu PC']
```

Pour supprimer le jeu pour ordinateur de la liste, utilise `del` et l'indice de l'élément. Tu peux ensuite ajouter le nouvel élément à l'aide de la fonction `append` des listes :

```
del ce_que_je_veux[2]
ce_que_je_veux.append('robot dinosaure')
```

Il te reste à afficher la liste :

```
print(ce_que_je_veux)
['voiture télécommandée', 'nouveau vélo', 'robot dinosaure']
```

ELIF

Le mot-clé `elif` (sinon, si) ne s'utilise jamais seul mais toujours associé à une instruction `if`, dont il fait partie. Vois le mot-clé `if` pour un exemple.

ELSE

Le mot-clé `else` (sinon) ne s'utilise jamais seul mais toujours associé à une instruction `if`, dont il fait partie. Vois le mot-clé `if` pour un exemple.

EXCEPT

Le mot-clé `except` (sauf ou excepté) s'associe au mot-clé `try` décrit plus loin et sert à intercepter, capturer des problèmes dans le code. Il intervient généralement dans des programmes plutôt complexes, donc nous ne l'avons pas utilisé dans ce livre.

FINALLY

Le mot-clé `finally` (finalement) s'associe aussi au mot-clé `try` et permet, si une erreur se produit, de garantir qu'une certaine portion de code s'exécute, généralement en solution à une situation inextricable et insoluble, qu'une autre portion du code a générée. Ce mot-clé n'intervient pas dans ce livre, parce qu'il concerne une programmation beaucoup plus évoluée et complexe.

FOR

La boucle que permet de créer le mot-clé `for` (pour chaque) s'exécute un nombre déterminé et prévisible de fois. Voici un exemple :

```
for x in range(0, 5):
    print('x vaut %s' % x)
```

La boucle `for` de l'exemple exécute le bloc de code (l'instruction `print`) cinq fois et affiche les résultats suivants :

```
x vaut 0
x vaut 1
x vaut 2
x vaut 3
x vaut 4
```

FROM

Lors de l'importation d'un module, il est possible de ne charger que la partie indispensable, à l'aide du mot-clé `from` (en provenance de). Ainsi, si le module `turtle` présenté au chapitre 4 possède une classe nommée

Pen, qui permet de créer un objet (le canevas sur lequel la tortue évolue), l'importation complète du module turtle s'écrit comme ceci :

```
import turtle
t = turtle.Pen()
```

En revanche, si nous ne voulons importer que la classe Pen en elle-même, pour l'utiliser directement (sans aucune référence au module turtle ensuite), nous écrirons plutôt :

```
from turtle import Pen
t = Pen()
```

Cette précision permet, lorsque tu relis le programme après quelque temps, de savoir quels sont les modules, les fonctions et les classes que tu utilises, en examinant simplement le début du code. Ceci s'avère particulièrement intéressant dans de très longs programmes qui font appel à de nombreux modules. Cependant, si tu t'engages dans ce choix, tu ne pourras pas utiliser les portions du module que tu n'auras pas importées. Ainsi, comme le module time contient des fonctions nommées localtime et gmtime, si tu n'importes que localtime et essaies d'utiliser gmtime, tu obtiens une erreur :

```
>>> from time import localtime
>>> print(localtime())
(2007, 1, 30, 20, 53, 42, 1, 30, 0)
>>> print(gmtime())
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
NameError: name 'gmtime' is not defined
```

Le message d'erreur name 'gmtime' is not defined signifie que Python ne connaît rien de la fonction gmtime, parce qu'elle n'a pas été importée.

S'il faut faire référence à plusieurs fonctions d'un module déterminé et ne pas les appeler en citant le nom du module (par exemple time.localtime ou time.gmtime), il est possible d'importer tout ce que contient le module en indiquant un astérisque (*), comme suit :

```
>>> from time import *
>>> print(localtime())
time.struct_time(tm_year=2014, tm_mon=10, tm_mday=9, tm_hour=11, ↵
tm_min=10, tm_sec=13, tm_wday=3, tm_yday=282, tm_isdst=1)
>>> print(list(gmtime()))
[2014, 10, 9, 9, 11, 15, 3, 282, 0]
```

Cette forme d'importation récupère tout le contenu du module `time` et il est donc possible ensuite d'appeler n'importe laquelle de ses fonctions.

GLOBAL

Le chapitre 7 présente l'idée de la portée dans les programmes. La portée fait référence à la visibilité d'une variable. Si une variable est définie en dehors d'une fonction, elle est généralement visible dans cette fonction. En revanche, une variable définie dans une fonction n'est visible que dans celle-ci, c'est-à-dire qu'elle est invisible en dehors du corps de la fonction, sauf si elle est déclarée comme globale, avec le mot-clé `global`. La variable devient alors visible de partout. Voici un exemple :

```
>>> def test():
        global a
        a = 1
        b = 2
```

Dans ce cas, à ton avis, que va-t-il se produire si nous essayons d'afficher la valeur de `a`, puis celle de `b` en dehors de la fonction ? En fait, la première sera visible, mais la seconde provoquera un message d'erreur. Pour t'en convaincre, essaie ceci :

```
>>> test()
>>> print(a)
1
>>> print(b)
Traceback (most recent call last):
  File "<pyshell#4>", line 1, in <module>
    print(b)
NameError: name 'b' is not defined
```

Comme la variable `a` a été déclarée comme globale au sein de la fonction, elle est visible en dehors de celle-ci. La variable `b` n'a pas été déclarée comme globale, donc elle n'est visible que dans le corps de la fonction. Note que l'utilisation de `global` sur une variable doit se faire à part et *avant* de donner une valeur à la variable. Si tu écris par exemple `global a = 1`, tu provoques une erreur de syntaxe.

IF

Le mot-clé `if` (si) sert à prendre une décision en fonction d'une condition ou de plusieurs. Il peut s'utiliser avec les mots-clés `else` (sinon)

et elif (sinon, si). L'instruction if revient à dire « si une chose est vraie, alors faire telle action ». Voici un exemple :

```
❶ if prix_jouet > 1000:
❷     print("Ce jouet est beaucoup trop cher")
❸ elif prix_jouet > 100:
❹     print("Ce jouet est cher")
❺ else:
❻     print("Je peux m'offrir ce jouet")
```

Cette instruction if dit que, *si* le prix d'un jouet vaut plus de 1000 ❶, il faut afficher le message qu'il est beaucoup trop cher ❷ ; *sinon, si* son prix est plus grand que 100 ❸, alors il faut afficher le message qu'il est trop cher ❹ ; *sinon* ❺, il faut afficher le message que je peux me l'offrir ❻.

IMPORT

Le mot-clé import indique à Python qu'il doit charger un module pour l'utiliser ensuite. Le code suivant, par exemple, dit à Python de charger le module sys :

```
import sys
```

IN

Le mot-clé in (dans) ne s'utilise jamais seul mais dans des expressions, par exemple dans une instruction if pour voir si un élément est présent dans une collection (ou suite) d'éléments, ou dans une boucle for pour parcourir un à un tous les éléments d'une liste. Par exemple, le nombre 1 se trouve-t-il dans une liste (ou collection) donnée de nombres ?

```
>>> if 1 in [1,2,3,4]:
>>> print('le nombre est dans la liste')
le nombre est dans la liste
```

Voici comment vérifier si la chaîne 'pantalon' est présente dans une liste de vêtements :

```
>>> liste_vetements = ['short', 'slip', 'boxer', 'bermuda', 'pantacourt']
>>> if 'pantalon' in liste_vetements:
        print('pantalon fait partie de la liste')
    else:
        print('pantalon ne fait pas partie de la liste')
pantalon ne fait pas partie de la liste
```

IS

Le mot-clé `is` (est un ou est une) ressemble un peu à l'opérateur de test d'égalité (`==`), qui permet de dire si deux choses sont égales (par exemple `10==10` est vrai mais `10==11` est faux). Une différence fondamentale existe toutefois entre les deux : `==` peut renvoyer vrai et `is` renvoyer faux pour les deux mêmes choses, même si tu penses que ces deux choses sont identiques. Il s'agit d'un concept de programmation avancée. Nous n'avons utilisé que `==` dans ce livre.

LAMBDA

Le mot-clé `lambda` sert à créer des fonctions anonymes (sans nom) ou « en ligne ». Ce mot-clé est utilisé dans des programmes plus complexes. Nous n'en avons pas parlé dans le livre.

NOT

Si une expression est vraie, `not` (pas) renvoie faux. Par exemple, si nous créons une variable `vraifaux`, lui donnons la valeur `True`, alors, quand nous affichons `not vraifaux`, nous obtenons `False` :

```
>>> x = True
>>> print(not x)
False
```

Ceci ne semble pas très utile mais, si tu le combines avec une instruction `if`, par exemple pour vérifier si un élément *n'est pas* présent dans une liste, tu commences à en découvrir toute l'utilité :

```
>>> liste_vetements = ['short', 'slip', 'boxer', 'bermuda', 'pantacourt']
>>> if 'pantalon' not in liste_vetements:
        print('Tu devrais vite t'acheter un pantalon')
Tu devrais vite t'acheter un pantalon
```

OR

Le mot-clé `or` (ou) sert à joindre deux conditions dans une instruction (`if`, par exemple), pour dire qu'au moins une des conditions doit être vraie. Voici un exemple :

```
if dino == 'Tyrannosaure' or dino == 'Allosaure':
    print('Carnivores')
elif dino == 'Ankylosaure' or dino == 'Brontosaure':
    print('Herbivores')
```

Ici, si la variable `dino` contient `Tyrannosaure` ou `Allosaure`, alors le programme affiche `Carnivores`. Sinon, si `dino` contient `Ankylosaure` ou `Brontosaure`, alors il affiche `Herbivores`.

PASS

Il arrive parfois, au cours de l'écriture d'un programme, qu'il faille le tester alors qu'il n'est pas complet. Le problème est qu'il n'est pas possible d'écrire une instruction `if` sans au moins le bloc de code nécessaire lorsque la condition est vraie. Il n'est pas non plus possible d'écrire une boucle `for` sans le bloc de code à répéter. Ainsi, le code suivant fonctionne normalement :

```
>>> age = 15
>>> if age > 10:
        print('plus vieux que 10 ans')
plus vieux que 10 ans
```

En revanche, si tu n'indiques pas le bloc de code, c'est-à-dire le corps de l'instruction `if`, tu obtiens un message d'erreur :

```
>>> age = 15
>>> if age > 10:

File "<stdin>", line 2
    ^
IndentationError: expected an indented block
```

C'est le type de message d'erreur que Python affiche quand il s'attend à trouver un bloc de code après une instruction quelconque et qu'il ne la trouve pas. Sous IDLE, il ne te laissera même pas exécuter le programme. Dans des cas comme celui-là, le mot-clé `pass` (passer) écrit à la place du corps de l'instruction indique à Python de ne pas s'inquiéter et de passer à la suite. Supposons par exemple que tu décides de créer une boucle `for` avec une instruction `if` à l'intérieur, mais que tu ne saches pas encore exactement ce que tu veux mettre dans le `if`. Peut-être que ce sera une fonction `print`, un `break` ou autre chose. Le mot-clé `pass` te permet de laisser cela en suspens et de faire en sorte que le programme fonctionne tout de même, même si tu n'es pas certain de ce qu'il faudra y écrire.

Voici la même instruction, avec `pass`, cette fois :

```
>>> age = 15
>>> if age > 10:
>>>     pass
```

Et voici un autre exemple :

```
>>> for x in range(0, 7):
>>> print('x vaut %s' % x)
>>> if x == 4:
        pass
x vaut 0
x vaut 1
x vaut 2
x vaut 3
x vaut 4
x vaut 5
x vaut 6
```

Python vérifie toujours que la variable `x` contient la valeur `4`, chaque fois qu'il exécute le bloc de code de la boucle, mais il ne fait rien en conséquence, donc il affiche chaque nombre de la plage (`range`) de 0 (inclus) à 7 (exclu).

Par la suite, si tu décides, par exemple, de sortir de la boucle lorsque `x` vaut une certaine valeur, il te suffit de modifier la valeur et de remplacer le `pass` par un `break` :

```
>>> for x in range(0, 7):
>>> print('x vaut %s' % x)
>>> if x == 5:
        break
x vaut 0
x vaut 1
x vaut 2
x vaut 3
x vaut 4
```

Le mot-clé `pass` sert souvent lors de la création d'une fonction dont on ne sait pas encore ce qu'elle va faire, donc dont on n'écrit pas encore le code.

RAISE

Le mot-clé `raise` (lever) peut servir à provoquer volontairement une erreur. Cela peut sembler étrange mais, en programmation avancée, cela s'avère réellement utile. Nous n'avons pas utilisé ce mot-clé dans le livre.

RETURN

Le mot-clé `return` (renvoyer) permet de renvoyer une valeur au départ d'une fonction. Par exemple, si tu crées une fonction pour calculer ton âge en secondes à partir de ton âge en années, tu peux la réutiliser plusieurs fois et, dans la fonction, `return` renvoie la valeur calculée :

```
def age_en_secondes(age_en_annees):
    return age_en_annees * 365 * 24 * 60 * 60
```

Ensuite, quand tu appelles la fonction, la valeur renvoyée peut être affichée ou affectée à une variable :

```
>>> secondes = age_en_secondes(9)
>>> print(secondes)
283824000
>>> print(age_en_secondes(12))
378432000
```

TRY

Le mot-clé `try` (essayer) débute un bloc de code qui se termine par les mots-clés `except` et `finally`. Ensemble, ces blocs `try`/`except`/`finally` servent à gérer les erreurs, pour être certain que le programme affiche par exemple un message utile à l'utilisateur, au lieu de l'erreur peu conviviale de Python. Ces mots-clés ne sont pas utilisés dans le livre.

WHILE

Le mot-clé `while` (tant que) offre à peu près les mêmes fonctions de boucle que `for`, sauf que `while` continue de fonctionner tant qu'une condition reste vraie. Sois prudent lorsque tu utilises une boucle `while`, parce que, si l'expression de sa condition est toujours vraie, le `while` boucle à l'infini. D'ailleurs cela s'appelle une « boucle infinie » : la boucle ne s'arrête jamais. En voici un exemple :

```
>>> x = 1
>>> while x == 1:
        print('bonjour ')
```

Si tu exécutes ce code, il s'exécute à l'infini. Pour forcer l'arrêt du programme, ferme le shell de Python ou appuie sur `Ctrl-C`. En revanche, le code suivant affiche neuf fois `bonjour`, puis s'ar-

rête car chaque passage dans la boucle ajoute 1 à x, jusqu'à ce que x atteigne 10.

```
>>> x = 1
>>> while x < 10:
        print('bonjour ')
        x = x +1
```

WITH

Le mot-clé `with` (avec) s'applique à un objet pour créer un bloc de code d'une manière qui ressemble à celle de `try` et `finally`. Ce mot-clé n'est pas utilisé dans le livre.

YIELD

L'utilisation du mot-clé `yield` ressemble un peu à celle de `return`, sauf que `yield` sert avec une classe bien déterminée d'objet, appelée un « générateur ». Les générateurs créent des valeurs à la volée, c'est-à-dire qu'ils créent ces valeurs à la demande. Sur ce plan, la fonction `range` se comporte comme un générateur. Ce mot-clé n'est pas utilisé dans le livre.

GLOSSAIRE

Parfois, lorsque tu découvres la programmation, tu trébuches sur un nouveau terme qui ne te parle pas vraiment. Aussitôt, tu t'inquiètes et remets tout en question. Ce défaut de compréhension peut te frustrer. Ne panique pas, la solution n'est pas loin. D'abord, respire un bon coup, puis parcours ces quelques pages.

Ce glossaire est destiné à t'aider à comprendre un mot, un terme, alors que tu es en arrêt devant l'inconnu. Ces pages définissent nombre de termes de la programmation, évoqués dans ce livre donc n'hésite pas à y revenir si tu rencontres des mots que tu ne comprends pas.

Animation : processus d'affichage d'une séquence d'images qui va suffisamment vite pour donner l'impression d'un mouvement.

Appeler : l'exécution du code d'une fonction. Appeler une fonction signifie l'exécuter.

Bloc (de code) : est un groupe d'instructions dans un programme.

Boîte de dialogue : une boîte de dialogue est une petite fenêtre qui, dans une application, présente des informations contextuelles, comme un message d'alerte ou d'erreur. Elle peut aussi te demander de répondre à une question. Par exemple, quand tu ouvres un fichier, la boîte de dialogue qui s'affiche s'appelle généralement « Ouvrir… ».

Booléen : un type de variable qui n'a que deux valeurs possibles. En Python, cela s'exprime par des valeurs `True` (vrai) ou `False` (faux). Remarque les lettres capitales T et F. Vrai et faux sont des concepts, tandis que `True` et `False` en sont les écritures formelles du langage.

Boucle : commande ou groupe de commandes qui sont répétées plusieurs fois.

Canevas : il s'agit d'une zone de l'écran où tu peux dessiner. En pratique, ce que nous désignons par `canvas` est un objet d'une classe fournie par le module `turtle` ou `tkinter`.

Chaîne (de caractères) : une suite de caractères alphabétiques et numériques (autrement dit, alphanumériques), faite de lettres, de chiffres, de signes de ponctuation et d'espaces (en anglais, *string*).

Classe : c'est la description d'un type de chose. En termes de programmation, une classe est un ensemble de fonctions et de variables réservées à cette classe. C'est une sorte de modèle, à partir duquel des objets peuvent être créés.

Cliquer : appuyer sur un bouton de la souris pour activer un bouton, une option de menu, marquer un texte à l'écran et ainsi de suite.

Collision : dans le contexte des jeux pour ordinateur, ce terme indique qu'un personnage ou un objet du jeu rencontre un autre objet ou personnage de l'écran.

Condition : une expression dans un programme qui équivaut à une question. Les conditions sont, en définitive, vraies ou fausses.

Coordonnées : l'emplacement d'un point (ou pixel) de l'écran. Pour le décrire, il faut généralement indiquer un nombre *x* de pixels depuis le bord gauche de l'écran et un nombre *y* de pixels, du haut de l'écran vers le bas.

Degrés : une unité de mesure d'angles. Fort utilisée dans le module `turtle`.

Dimensions : dans le contexte de la programmation graphique, les deux dimensions et les trois dimensions font référence à la manière dont les images sont affichées par l'ordinateur. Les graphismes en deux dimensions (2D) sont des images aplaties à l'écran, avec une hauteur et une largeur, comme les dessins animés à la télé. Les graphismes en trois dimensions (3D) sont des images avec une hauteur, une largeur et une profondeur apparente de champ, et correspondent aux genres d'images que tu connais dans des jeux plus réalistes.

Données : généralement au pluriel, ce terme désigne des informations stockées et gérées par un ordinateur.

Dossier : l'emplacement d'un groupe de fichiers sur le disque dur ou un disque amovible (mémoire USB) de l'ordinateur.

Enfant : quand il s'agit de parler de classes, nous décrivons les relations entre classes comme de parent à enfant(s). Une classe enfant, ou plutôt fille, hérite des caractéristiques de ses classes parentes.

Erreur : lorsque quelque chose se passe mal dans un programme, il y a erreur. En programmation Python, toutes sortes de messages peuvent apparaître en réponse à une erreur. Si tu entres incorrectement l'espacement au début d'une ligne, par exemple, tu provoques une erreur de retrait (`IndentationError`).

Événement : un événement se produit pendant l'exécution d'un programme, par exemple quand l'utilisateur déplace sa souris, clique sur un de ses boutons ou appuie sur une touche du clavier.

Exception : type particulier d'erreur qui se produit pendant l'exécution d'un programme.

Exécuter : faire fonctionner du code, par exemple un programme, un petit extrait de code ou une fonction.

Fonction : est une commande dans un langage de programmation, constituée généralement de plusieurs instructions pour réaliser une tâche déterminée.

Hexadécimal : un système de représentation de nombres, très utilisé en programmation. Les nombres hexadécimaux sont en base 16, ce qui signifie que les chiffres hexadécimaux vont de 0 à 9 et ensuite de A à F. Le chiffre F en base 16 équivaut à 15 en base 10, par exemple.

Horizontal : les directions gauche et droite de l'écran, représentées par *x*.

Identifiant (ou identificateur) : nombre qui désigne de manière unique quelque chose dans un programme. Par exemple, dans le module `tkinter` de Python, chaque forme dessinée sur le canevas est reliée à un identifiant.

Image : une parmi une série d'images *(frames)* qui, enchaînées très vite, produisent une animation. Le terme désigne aussi un dessin ou un graphisme dessiné à l'écran.

Importer : en Python, importer signifie mettre un module et son contenu à disposition d'un programme.

Initialiser : désigne la définition du tout premier stade, initial, d'un objet, c'est-à-dire le réglage des valeurs des variables de l'objet lors de sa création.

Intégrer (des valeurs) : remplacer, insérer des valeurs dans une chaîne. Les valeurs remplacées sont aussi appelées « espaces réservés ».

Installation : c'est le processus de copie des fichiers d'une application logicielle sur un ordinateur, pour que cette application puisse y fonctionner.

Instance : une classe est un modèle. Pour pouvoir l'utiliser, il faut créer une instance de cette classe, autrement dit, un objet.

Logiciel : ensemble de programmes informatiques. On parle aussi de « suite logicielle », quand plusieurs programmes sont rassemblés pour offrir des services variés, par exemple de bureautique, comme LibreOffice ou Microsoft Office.

Lutin : un personnage ou un objet graphique d'un jeu (en anglais, *sprite*).

Mémoire : composant de l'ordinateur qui sert à stocker, mémoriser temporairement des informations.

Module : ensemble de classes, de fonctions et de variables.

Mot-clé : mot particulier utilisé dans un langage de programmation. Les mots-clés *(keywords)* sont aussi appelés « mots réservés » du langage, ce qui signifie qu'ils ne peuvent être utilisés pour quoi que ce soit d'autre. Par exemple, il n'est pas permis d'utiliser un mot-clé pour désigner une variable.

Nul : c'est l'absence de valeur. En Python, le mot-clé `None` désigne l'absence de valeur. Attention : 0 est une valeur et non l'absence de valeur.

Objet : instance bien spécifique d'une classe. Lors de la création d'un objet d'une classe, Python réserve une portion de mémoire de l'ordinateur pour stocker les informations de ce membre de la classe.

Opérateur : élément d'un programme utilisé pour un calcul mathématique ou pour comparer des valeurs.

Paramètre : valeur utilisée par une fonction lorsque celle-ci est appelée ou lors de la création d'un objet, par exemple à l'appel de la fonction `__init__` d'une classe par Python. On dit passer une valeur en paramètre ou, aussi, en argument de la fonction.

Parent : lorsqu'il s'agit de parler des classes et des objets, le parent d'une classe est une autre classe dont elle hérite. Le mécanisme de l'héritage permet à une classe d'hériter des fonctions (méthodes) et des variables (caractéristiques) de sa classe parente ou de ses classes parentes. Lorsqu'il ne s'agit pas de programmation, un parent est la personne qui te dit de ranger ta chambre ou de te brosser les dents après les repas…

Pixel : point lumineux de l'écran de l'ordinateur. C'est le plus petit point qu'un ordinateur soit capable de dessiner.

Portée : portion d'un programme dans laquelle une variable est visible, donc utilisable. Une variable définie dans une fonction n'est en principe pas visible (sauf si elle est déclarée comme globale) en dehors de cette fonction. On dit alors que la portée de la variable se limite à la fonction.

Programme : ensemble de commandes et d'instructions qui disent à un ordinateur ce qu'il doit faire.

Shell (de Python) : de l'anglais *shell*, « coquille », ce terme désigne une interface en ligne de commande, c'est-à-dire un environnement d'exécution qui fonctionne ligne par ligne, où tu peux entrer des commandes. Le terminal de Linux est un shell, l'invite de commande et le Powershell de Windows sont des shells. Le « shell de Python » est utilisé dans ce livre pour désigner l'application IDLE.

Syntaxe : disposition obligatoire des mots, dans un ordre bien défini, pour constituer un programme. La syntaxe désigne l'ensemble des règles du langage.

Transparence : en programmation graphique, c'est la partie d'une image qui n'est pas affichée, ce qui signifie qu'elle ne masque pas le fond, c'est-à-dire tout ce qui est présent derrière elle.

Variable : tout ce qui permet de stocker, de mémoriser des valeurs. Une variable se comporte comme une étiquette qui désigne des informations contenues dans la mémoire de l'ordinateur. Les variables ne sont pas associées en permanence à une valeur déterminée mais peuvent évoluer. C'est d'ailleurs pour cela qu'elles s'appellent « variables », donc qui varient.

Vertical : les directions vers le haut et le bas de l'écran, représentées par *y*.

Index

Symboles

2D, graphisme en deux dimensions 167
3D, graphisme en trois dimensions 168
dessiner
    avec le module turtle
        carré plein15
    15 160
{} (accolades), création de dictionnaire 46
+ (addition) 23
\ (barre oblique inverse)
    caractère d'échappement 35
    découper une ligne de code sur plusieur lignes 243
    (deux points)
        dans une condition if 60
        séparateur d'éléments de dictionnaire 35
\\ (caractère d'échappement) 35, 129
''' (chaîne multiligne) 33
[ ] (crochets)
    pour création de liste 39
    pour indice de liste 39
/ (division) 23
__init__, initialiser un objet 110
>>> (invite de commande) 17
* (multiplication) 22, 23
. (opérateur point) 103, 111
( ) (parenthèses)
    avec les classes et objets 100
    dans les fonctions 89
    pour création de tuples 45
+ (signe plus)
    pour regrouper des listes 42
% (signe pourcent)
    comme espace réservé 36
= (simple signe égal) 80
    affectation de valeur 80
%s (insertion de chaîne) 36
_ (soulignement) 26
- (soustraction) 23
(symbole dièse)
    commentaire 179
    nombre hexadécimal 179
% (symbole pourcent) 36
    comme espace réservé 179
    intégration de valeur 36
    opérateur modulo 153

A

absence de valeur (None) 67
abs, fonction 114
action, lier à un événement 191
actions de classe 102
Ada 10
addition (opérateur +) 23
Adobe Flash 294
afficher
    le contenu d'un dictionnaire 47
    le contenu d'une liste 39
    les fonctions disponibles pour une variable ou une valeur 116
aide
    dir, liste des fonctions et variables 116
    help, détails sur une classe, fonction ou variable 118
    kwlist, liste des mots-clés 137
    version, version de Python actuelle 142
ajouter
    des éléments à une liste 41
    un objet à une classe 100
Alice 294
and, mot-clé 66, 302
Android, téléphone mobile 296
animation 168, 188
    ajouter de l'action 204
    avec des lutins 230
    avec tkinter 188
    boucle principale 203
    dans M. Filiforme court vers la sortie 234, 270
    définition 316

deux dimensions (2D) 167
image (frame) 168
définition 318
ralentir l'exécution 205
succession d'images 270
sur papier 168
trois dimensions (3D) 168
appeler une fonction 89
définition 316
application. Voir dictionnaire
argument d'une fonction 319
asctime, fonction. Voir time, module
as, mot-clé 302
AssertionError 303
assert, mot-clé 302
association clé-valeur. Voir dictionnaire

B

barre oblique inverse (\)
dans les chaînes 35, 129
Basic 10
BlitzBasic 294
bloc de code 60, 78
cohérence 62
définition 316
erreur de retrait 62
boîte de dialogue, définition 316
Boolean. Voir booléen
booléen 115
bool 115
définition 316
faux (False) 115
vrai (True) 115
bool, fonction 115
boucle, définition 316
boucle for 73
avec une liste 76
break pour sortir 82
comparée à while 81
comparer le code sans boucle 75
continue 278
dans une boucle 79
erreur de syntaxe 77
fonction range 74
boucle infinie
avec while 83
boucle principale 203
boucle while 81
boucle infinie 83
break pour sortir 82
comparée à for 81
incrémenter 83
break, mot-clé 82, 303

C

calcul 119
avec le shell Python 22
simple 21
canal alpha 230, 233
canevas 172
canvas, objet
fonction coords 206
fonction winfo_height 206
fonction winfo_width 208
créer avec le module tkinter 172
sans bordure 200
créer avec le module turtle 50
définition 316
caractère d'espacement 60
caractéristiques d'une classe 101, 102
chaîne 32
aligner 37
apostrophes (') 33
caractère d'échappement (\) 35
classe string 117
convertir en capitales 118
convertir en nombre
float, fonction 69
int, fonction 68
définition 316
différence avec les nombres 67
erreurs de syntaxe 34
%, insertion de valeur 36
intégrer des valeurs 36
hexadécimal (%x) 179
longueur 121

multiligne (''') 33
multiplier par un nombre 37
nombre de caractères 121
problème courant 33
supprimer espaces et Entrée des entrées de l'utilisateur, rstrip 116
upper 118
C, langage de programmation 296
C#, langage de programmation 297
C++, langage de programmation 296
classe 98
ajouter un objet 100
caractéristiques 102
classe enfant 99
classe parente 99
class, mot-clé 99
définir des fonctions 102
définition 316
description par le module turtle 105
diagramme en arbre 98
fonction appelant d'autres fonctions 108
fonctions de classe 102
générateur 314
hériter des fonctions 107
initialiser un objet 110
instance 100
mot-clé class 99
opérateur point (.) 111
parenthèses ( ) 100
propriétés 110
relations 99
self 102
class, mot-clé 99, 303
clé mémoire USB 128
pour fichiers de travail 125
cliquer, définition 316
collision, définition 316
coloration syntaxique 4
combinaison de couleurs RVB 156
couleurs primaires 156
exemples de couleurs 157
noir et blanc 158
commande 10
commentaire 179
compter des éléments
list et range 88
conditions 59
and, mot-clé 66
combiner 66
définition 317
False (faux) 62
not, mot-clé 116
opérateurs 63
or, mot-clé 66
True (vrai) 60
console 19
en ligne de commande 19
continue, mot-clé 278, 304
convertir
une chaîne en nombre 68
un nombre en chaîne 68
coordonnées 172
définition 317
coords, fonction 206
copier-coller 27
copier des objets
en profondeur 136
superficiellement 136
copier un fichier 131
copy, module 134
copie en profondeur 136
copie superficielle 136
copy, fonction 134
deepcopy, fonction 136
corps d'une fonction 89
couleur
changer avec la fonction itemconfig 194
noms prédéfinis dans tkinter 179
primaire 156
réglage
avec le module tkinter 178
avec le module turtle 155, 162

sélectionner avec tkinter (colorchooser) 180
créer
une liste de nombres 74, 88
calculer la somme 125
une variable 25
un fichier texte sous Linux 127
un fichier texte sous OS X 126
un fichier texte sous Windows 125

D

date et heure 142
référence 0 142
selon le fuseau horaire 144
time.asctime() 144
time.localtime() 144
time.sleep() 145
time.time() 142
date sous forme de tuple 144
def, mot-clé 305
dans les fonctions 89
fonction de classe 102
degrés 53
cercle 54
d'arcs 182
définition 317
dessin d'étoiles 151
del, mot-clé 42, 305
dessiner
avec le module tkinter 168, 195
arc 181
carré 174
damier 258
fonction itemconfig du canevas 194
fonction pack 172
identifiant 173, 189, 193
lier un événement 191
ligne 172
objet tk 169
ovale (cercle) 183, 201
PhotoImage 187
polygone 183
rectangle 174, 176
texte 185
variable keysym 192
avec le module turtle 49, 149
carré 150
carré plein 150
cercle plein 157
étoile à huit branches 151
étoile en spirale 152
étoile pleine 162
ligne 173
voiture 154
effet miroir 235
pour M. Filiforme court vers la sortie 232
arrière-plan 237
personnage en fil de fer 233
plates-formes 236
porte 236
retourner une image avec Gimp 235
dessin statique 188
détection de collision 215
M. Filiforme court vers la sortie (jeu) 276
Rebondir ! (Jeu) 215
deux dimensions, graphisme (2D) 167
diagramme
en arbre 98
en cercle 54
dict. Voir dictionnaire
dictionnaire 45
à partir d'un fichier 147
clé 45
création ({}) 46
dict 45
erreur de type 47
nombre d'éléments 122
remplacer une valeur 47
supprimer une valeur 47
trouver une valeur 46
valeur 45
vers un fichier 146
dimensions, définition 317

dir, fonction 116
division (opérateur /) 23
données, définition 317
dossier, définition 317

E

écrire
    dans un fichier 129
    des messages à l'écran 141
elif, mot-clé 65, 305
else, mot-clé 64, 306
emplacement de fichiers 125
    clé mémoire USB 125
end-of-line. Voir fin de ligne (EOL)
enfant
    de classe 99
    définition 317
entier, nombre 69, 120
entrée au clavier 67
    éliminer les espaces, rstrip 116
    input 116, 119, 141
    sys.stdin.readline() 116, 141
    touches de curseur 67
entrée standard (stdin) 93, 141
environnement
    de développement intégré 4, 11
    d'exécution de Python 17
EOL. Voir fin de ligne (EOL)
erreur, définition 317
erreurs
    AssertionError 303
    erreur de syntaxe 119
    NameError, portée de variable 91
    retrait 62
    SyntaxError, erreur de syntaxe 34, 62, 77
    SystemExit 140
    TypeError, erreur de type 43, 44, 47
    ValueError, erreur de valeur 69, 121
espace 60
    réservé 36, 80
eval, fonction 118
évaluer une expression Python 118, 119
    ordre des opérateurs 24
    parenthèses ( ) 24
événement 191, 265
    clavier 265
    définition 317
    lier à une action 191
    objet 265
        event 191
exception, définition 317
except, mot-clé 306
exec, fonction 119
exécuter un programme 18
    définition 318
expression Python 118, 119

F

False, mot-clé 115
    condition fausse 62
fichier
    créer 125
        sous Linux 127
        sous OS X 126
        sous Windows 125
    lire 128
    objet 128, 141
        copier 131
        écrire (write) 129, 130
        fermer (close) 130
        lire (read) 129
        ouvrir (open) 128
    ouvrir 128
        sous Linux 129
        sous OS X 129
        sous Windows 128
fille, classe. Voir enfant
finally, mot-clé 306
float, fonction 69, 120
fonction 18, 41. Voir aussi fonctions intégrées
    appeler 89
        différentes valeurs 92

corps 89
de classe 101
définition 318
def, mot-clé 89
nom 89
paramètres 89
portée 89
parties d'une fonction 89
portée des variables 90
renvoi de valeur 90
return, mot-clé 90
fonctions intégrées 114
abs 114
bool 115
dir 116
eval 118
exec 119
float 69, 120
help 118
input 116
int 68, 121
len 121
list 88
dans des boucles for 74
max 122
min 123
open 128
print 18
range 88, 123
dans des boucles for 74, 122
itérateur 124
str 68
sum 125
forcer une fenêtre à l'avant-plan (avec tkinter) 201
for, mot-clé 306. Voir boucle for
Fortran 10
from, mot-clé 306

G

générateur 314
mot-clé yield 314
GIF, image 186
exporter avec Gimp 235
Gimp, programme GNU de manipulation d'image 232
effet miroir 235
retourner une image 235
transparence 233
global, mot-clé 308
graphisme
animation 232
avec Gimp 232
deux dimensions (2D) 167
isométrique 167
lutin 230
pseudo-3D 168
transparence 233
trois dimensions (3D) 168
vectoriel 50

H

help, fonction 118
héritage 107
hexadécimal, nombre 179
définition 318
hiberner 145, 205
horizontal, définition 318
HTML 298

I

identifiant 173, 189, 193
définition 318
IDLE 17
copier-coller 27
définition 4
démarrer 17
exécuter le programme 18
installation 11
nouvelle fenêtre 18
if, instruction 59, 64
elif, mot-clé 65, 305
else, mot-clé 64, 306
mot-clé 60, 308
image
afficher avec le module tkinter 186

GIF. Voir GIF, image
image (frame)
animation 168, 234
effet miroir avec Gimp 235
importer des modules
définition 318
import, mot-clé 309
incrémenter 83
initialiser, définition 318
in, mot-clé 309
input, fonction 116
installation, définition 318
instance 100
définition 318
instruction 10
int, fonction 68, 121
integer. Voir entier, nombre
intégrer des valeurs 36, 179
définition 318
interface utilisateur graphique 2
invite de commande (>>>) 17
is, mot-clé 310
isométrique, graphisme 167
itérateur 74, 124
boucle for 74
convertir en liste 124

J

Java, langage de programmation 296
JavaScript, langage de programmation 299
jeu. Voir Rebondir ! – M. Filiforme court vers la sortie

L

lambda, mot-clé 310
langage de programmation 296
Ada 10
Basic 10
définition 10
Fortran 10
graphisme et jeu 294
Logo 2
Pascal 10
pour sites web 298, 299
pour téléphones mobiles 296, 298
Python 2, 10
len, fonction 121
lier une action à un événement
avec le module tkinter 191
Rebondir ! (Jeu) 213
Linux, installer Python 16
lire une entrée au clavier
éliminer les espaces, rstrip 116
input 116, 119, 141
sys.stdin.readline() 93, 141
lire un fichier 129
de données. Voir aussi pickle, module
list, fonction 124
et fonction range 88
liste 39
afficher le contenu 39
ajouter des éléments (append) 41
append, fonction 41
avec boucle for 76
création ([ ]) 39
de listes 41
de nombres, création 88
différence d'un tuple 45
division interdite 43
erreur de type 43
et fonction range 88
indice 39
0 pour le premier élément 40
de liste ([ ]) 39
modifier un élément 40
multiplier par un nombre (*) 43
nombre d'éléments 121
plage d'éléments ([\]) 40
regrouper des listes (+) 42
somme des éléments (sum) 125
soustraction interdite 43
supprimer des éléments (del) 42
TypeError, erreur de type 44
logiciel, définition 9, 318

Logo (langage) 2
lutin 230, 253
avec Gimp 230
définition 319
Voir aussi Rebondir ! (Jeu) ; M. Filiforme court vers la sortie (jeu)

M

Mac OS X
installer Python 13
paramétrer IDLE 14
raccourci clavier d'IDLE 20
map. Voir dictionnaire
max, fonction 122
mémoire, définition 319
message d'erreur. Voir erreurs
M. Filiforme court vers la sortie (jeu) 229
arrière-plan
dessiner 237
classe Lutin 253
classe LutinPersonnage 262
classe LutinPlateForme 254
classe LutinPorte 283
éléments graphiques 232
lutin (sprite), création 253
M. Filiforme 262
animation 270
charger les images 263
classe LutinPersonnage 262
déplacer 264
dessiner 233
liaison des touches du clavier 264
plan 230
plates-formes
ajouter au jeu 255
dessiner 236
porte, dessiner 236
min, fonction 123
module 50, 92
contenu 92, 133
copy 134. Voir copy, module
définition 319
importer 50, 93
pickle. Voir pickle, module
sys 93. Voir sys, module
time 93. Voir time, module
tkinter 2. Voir tkinter, module
turtle 2. Voir turtle, module
modulo, opérateur (%) 153
mots-clés 301
and 66, 302
as 302
assert 302
break 82, 303
class 99, 303
continue 278, 304
def 305
fonction 89
fonction de classe 102
définition 319
del 42, 305
elif 65, 305. Voir aussi if, instruction
else 64, 306. Voir aussi if, instruction
except 306
False 115
finally 306
for 73, 306. Voir aussi boucle for
from 306
global 308
if 308
import 309
in 309
is 310
lambda 310
not 116, 310
or 66, 310
pass 99, 311
raise 312
return 90, 313
True 115
try 313
while 81, 313
with 314
yield 314
multiplication (opérateur *) 23

multiplier une liste par un nombre 43

N

NameError, erreur de portée de variable 91
nombres
  à virgule flottante 120
  convertir
    en chaîne 68
    en entier 121
    une chaîne en ~ 68
  différence avec les chaînes 67
  entier 69, 120
  erreur de valeur 69, 121
  hexadécimal 179
  réel 120
  valeur absolue 114
nom de fichier
  sous Linux (Ubuntu) 129
  sous OS X 129
  sous Windows 128
nom d'une fonction 89
None
  absence de valeur 67
  valeur vide 67
not, mot-clé 116, 310
nul, définition 319
n-uplet. Voir tuple

O

Objective-C, langage de programmation 298
objet 97, 99, 100
  ajouter aux classes 100
  définition 319
  entrée standard (stdin) 93, 141
  événement 265
  fichier 128. Voir aussi fichier, objet
  identifiant 193, 202
  initialiser 110
  instance 100
  opérateur point (.) 111
  sortie standard (stdout) 141
obtenir la date et l'heure
  module time, fonction asctime 93
open, fonction 128
opérateur 23, 24
  addition (+) 23
  de comparaison 63
  de condition 63
  définition 319
  division (/) 23
  modulo (%) 153
  multiplication (*) 22, 23
  ordre 24
    parenthèses 24
  point (.) 103
    classes et objets 111
  soustraction (-) 23
opération 24
ordre des opérateurs 24
organiser les choses en classes 98
or, mot-clé 66, 310
OS X
  intaller Gimp 232
ouvrir un fichier 128

P

papier peint 235, 237
paramètre 89
  définition 319
  d'une fonction 89
  nommé 171
  self 102
parent
  de classe 99
  définition 319
parenthèses ( ) 24
  avec les classes et objets 100
  imbriquer 24
Pascal 10
pas, dans la fonction range 124
pass, mot-clé 99, 311
Perl, langage de programmation 299
PHP, langage de programmation 298

pickle, module 146
dump, fonction 146
lire un dictionnaire d'un fichier 147
load, fonction 147
vidage dans un fichier 146
pixel 53
définition 319
point décimal 22, 120
portée des variables 308
dans les fonctions 90
définition 319
print (fonction) 18
profondeur, copie en 136
programmation informatique
bases 2
pourquoi l'apprendre ? 1
stratégie en cas de problème 3
programme informatique
code 2
commande 10
découper en classes et objets 107
définition 9, 320
enregistrer 20
établir un plan 230
exécuter 18, 20
instruction 10
répartir le travail entre plusieurs programmeurs 107
pseudo-3D, graphisme 168
PyGame2 294
Python
environnement d'exécution 17
fonction 18
installation 11
Mac OS X 13
Ubuntu 16
Windows 11
origine 10
pourquoi ? 2
shell 17
turtle, module 49

R

raccourci clavier 20
raise, mot-clé 312
ralentir
l'exécution d'une animation 205
un programme 205
random, module
créer des rectangles aléatoires 176
shuffle, fonction 207
range, fonction 123
arrêt 123
dans des boucles for 74
début 123
et fonction list 88
fonction intégrée 74
itérateur 124
pas 124
Rebondir ! (Jeu) 199, 218
ajouter un facteur chance 218
balle 201
changer de direction 207
déplacer 204
faire rebondir 206
boucle principale 203
canevas 200
détection de collision 215
heurter la raquette 215
raquette 212
déplacer au clavier 213
regrouper des listes 42
réinitialiser une variable 67
répertoire 116
reste de la division entière 153
retourner une image avec Gimp 235
retrait
cohérence 62
dans IDLE 62, 77
des blocs de code 61
erreur 77
de retrait 62
espaces cohérentes 77
return, mot-clé 90, 313

RGB. Voir combinaison de couleurs RVB
rstrip, supprimer espaces et Entrée des entrées de l'utilisateur 116
Ruby, langage de programmation 299
run. Voir exécuter un programme
RVB. Voir combinaison de couleurs RVB

S

Scratch 294
self, paramètre 102
shell de Python 17
  calcul simple 21
  copier-coller 27
  créer une nouvelle fenêtre 18
  définition 320
  fonctions intégrées 113
  réouvrir 19
sleep, fonction. Voir time, module
somme des éléments d'une liste 125
sortie standard (stout) 141
soustraction (opérateur -) 23
sprite. Voir lutin
stdout, objet. Voir sortie standard
str, fonction 68
string, classe 117. Voir aussi chaîne
  rstrip, supprimer les espaces des entrées de l'utilisateur 116
sum, fonction 125
superficielle, copie 136
supprimer des éléments d'une liste 42
syntaxe 33
  définition 320
  erreur 119
SyntaxError
  dans la fonction eval 119
  erreur de syntaxe 33, 62, 77
    chaînes 34
sys, module 93
  stdin, objet 93, 141
    readline, fonction 93, 141
  stdout, objet 141
    write, fonction 141
SystemExit 140

T

tabulation 60
tant que \
  boucle while 81
time, module 93, 142
  asctime, fonction 93, 144
  localtime, fonction 144
  sleep, fonction 145
    ralentir l'exécution d'une animation 205
  time, fonction 142
tkinter, module 2, 167
  afficher
    image 186
    texte 185
  animation 188
  askcolor, fonction 180
  canvas (canevas) 172
  créer
    bouton 169
    canevas 172
  dessiner
    arc 181
    carré 174
    ligne 172
    ovale (cercle) 183, 201
    polygone 183
    rectangle 174
  et couleurs 178
  fonction pack 172
  identifiant 193
  installer 50
  move, fonction 213
  objet tk 169
  PhotoImage 187
  tk, objet
    définir le titre de la fenêtre 201
    forcer la fenêtre à l'avant-plan 201
    resizable, fonction 201
    title, fonction 201

update, fonction 201, 203
update_idletasks, fonction 203
verrouiller la taille du canevas 201
wm_attributes, fonction 201
variable keysym de l'objet event 192
tortue 49
apparence 49
canevas 50
effacer 55
réinitialiser 55
turtle, module 49
touches de curseur
entrée au clavier 67
transparence dans les images 230, 233, 238
définition 320
trois dimensions, graphisme (3D) 168
True
condition vraie 60
mot-clé 115
try, mot-clé 313
tuple 45
avec le module tkinter
colorchooser.askcolor 180
police, taille 185
création (( )) 45
différence de la liste 45
nombre d'éléments 121
non modifiable 45
turtle, module 49, 149
backward, fonction 55
begin_fill, fonction 157
canevas 50
circle, fonction 155
clear, fonction 55
color, fonction 156
degrés. Voir degrés
dessiner
carré 150
carré plein 160
cercle plein 157
en noir et blanc 158
étoile à huit branches 151
étoile en spirale 152
étoile pleine 162
ligne 173
voiture 154
down, fonction 55
end_fill, fonction 157
forward, fonction 52
importer 50
installer 50
left, fonction 53
lenteur 167
Pen, classe 50, 97
reset, fonction 55
right, fonction 54, 55
setheading, fonction 155
up, fonction 55
utiliser des boucles for 150
type de données
booléen 115
chaîne (string) 32
entier 69, 120
nombre à virgule flottante 120
TypeError, erreur de type 43, 44, 47

U

Ubuntu. Voir Linux
Unity3D 294
utilisateur
entrée 67
input 116
supprimer espaces et Entrée 116
touches de curseur 67

V

valeur absolue d'un nombre 114
ValueError, erreur de valeur 69, 121
variable 21, 25
caractère accentué déconseillé 26
création 25
définition 320
insérer des valeurs 36, 179
nom 26

portée
globale 308
réinitialiser 67
_ (soulignement) 26
vertical, définition 320
vidage dans un fichier. Voir pickle, module
virgule
décimale 120
flottante, nombre 120
visibilité des variables
mot-clé global 308

W

while, mot-clé 81, 313
winfo_height, fonction 206
winfo_width, fonction 208
with, mot-clé 314
write
écrire dans un fichier 130

Y

yield, mot-clé 314