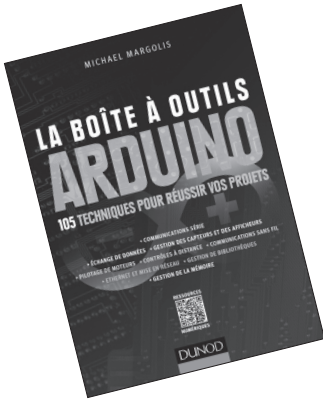
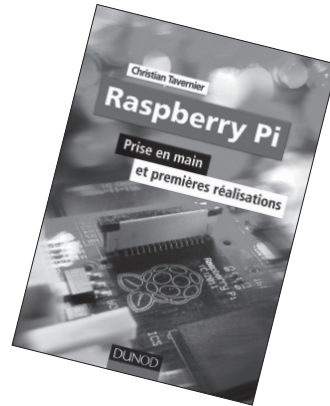


Programmez un Raspberry Pi™

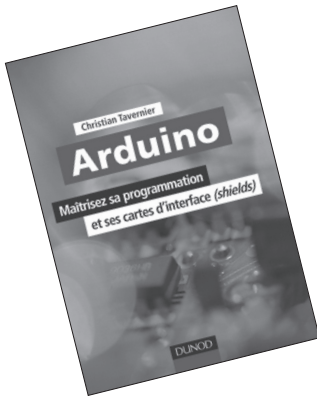
Retrouvez aussi :



La Boîte à outils Arduino
105 techniques
pour réussir vos projets
Michael Margolis
416 pages
Dunod, 2013



Raspberry Pi
Prise en main
et premières réalisations
Christian Tavernier
224 pages
Dunod, 2013



Arduino
Maîtrisez sa programmation
et ses cartes d'interface
Christian Tavernier
232 pages
Dunod, 2011



Arduino
Applications avancées
Christian Tavernier
224 pages
Dunod, 2012

SIMON MONK

Programmez un Raspberry Pi™

Initiation avec Python

**Traduit de l'américain
par Dominique Maniez**

DUNOD

L'édition originale de cet ouvrage a été publiée en anglais par McGraw-Hill Global Education Holdings, LLC, sous le titre *Programming the Raspberry Pi™, Getting Started with Python*, ISBN : 978-0-07-180783-7.

Copyright © 2013 by The McGraw Hill Companies. All rights reserved.

Toutes les marques citées dans cet ouvrage sont des marques déposées par leurs propriétaires respectifs.

<p>Le pictogramme qui figure ci-contre mérite une explication. Son objet est d'alerter le lecteur sur la menace que représente pour l'avenir de l'écrit, particulièrement dans le domaine de l'édition technique et universitaire, le développement massif du photocopillage.</p> <p>Le Code de la propriété intellectuelle du 1^{er} juillet 1992 interdit en effet expressément la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Or, cette pratique s'est généralisée dans les établissements</p>	<p>d'enseignement supérieur, provoquant une baisse brutale des achats de livres et de revues, au point que la possibilité même pour les auteurs de créer des œuvres nouvelles et de les faire éditer correctement est aujourd'hui menacée.</p> <p>Nous rappelons donc que toute reproduction, partielle ou totale, de la présente publication est interdite sans autorisation de l'auteur, de son éditeur ou du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC, 20, rue des Grands-Augustins, 75006 Paris).</p>
--	--

DANGER



**LE PHOTOCOPIAGE
TUE LE LIVRE**

© Dunod, Paris, 2014 pour la traduction française
ISBN 978-2-10-070659-4

Le Code de la propriété intellectuelle n'autorisant, aux termes de l'article L. 122-5, 2° et 3° a), d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite » (art. L. 122-4).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles L. 335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle.

TABLE DES MATIÈRES

CHAPITRE		PAGE
	Avant-propos	1
	Remerciements	2
1	Introduction	3
	1.1 Qu'est-ce que le Raspberry Pi ?	4
	1.2 Que peut-on faire avec un Raspberry Pi ?	5
	1.3 Tour d'horizon du Raspberry Pi	5
	1.4 Installation du Raspberry Pi	7
	1.5 Démarrer le système	14
	1.6 Résumé	15
2	Prise en main	17
	2.1 Linux	18
	2.2 Le bureau	18
	2.3 Internet	20
	2.4 Ligne de commande	21
	2.5 Applications	23
	2.6 Ressources Internet	25
	2.7 Résumé	25
3	Bases de Python	27
	3.1 IDLE	28
	3.2 Nombres	32
	3.3 Variables	32
	3.4 Boucles for	34
	3.5 Simulation de lancers de dés	35
	3.6 IF	37
	3.7 While	41
	3.8 Résumé	42
4	Chaînes, listes et dictionnaires	43
	4.1 Théorie des chaînes	44
	4.2 Listes	46
	4.3 Fonctions	49

	4.4	Jeu du pendu	51
	4.5	Dictionnaires	58
	4.6	Tuples	59
	4.7	Exceptions	61
	4.8	Résumé de fonctions	62
	4.9	Résumé	68
5		Modules, classes et méthodes	69
	5.1	Modules	70
	5.2	Orientation objet	74
	5.3	Définition des classes	74
	5.4	Héritage	76
	5.5	Résumé	79
6		Fichiers et Internet	81
	6.1	Fichiers	82
	6.2	Pickling	87
	6.3	Internet	88
	6.4	Résumé	90
7		Interfaces utilisateur graphiques	91
	7.1	Tkinter	92
	7.2	Hello World	92
	7.3	Convertisseur de température	93
	7.4	Autres contrôles d'interface utilisateur	97
	7.5	Boîtes de dialogue	104
	7.6	Menus	106
	7.7	Le Canvas	107
	7.8	Résumé	108
8		Programmation de jeux	109
	8.1	Pygame	110
	8.2	Hello Pygame	110
	8.3	Un jeu avec des framboises	112
	8.4	Résumé	121
9		Interfaçage du matériel	123
	9.1	Connexions des broches GPIO	124
	9.2	Connexion directe aux broches GPIO	125
	9.3	Cartes extension	126
	9.3	Cartes de prototypage	130
	9.4	Arduino et le Pi	132
	9.5	Résumé	135

10	Projet de prototypage d'une horloge	137
	10.1 Matériel nécessaire	138
	10.2 Assemblage du matériel	139
	10.3 Logiciel	141
	10.4 Phase 2	143
	10.5 Résumé	146
11	Le RaspiRobot	147
	11.1 Matériel nécessaire	148
	11.2 Phase 1 : création d'un robot basique	149
	11.3 Phase 2 : ajout d'un télémètre et d'un écran	155
	11.4 Résumé	160
12	Pour aller plus loin	161
	12.1 Ressources Linux	162
	12.2 Ressources Python	162
	12.3 Ressources Raspberry Pi	163
	12.4 Autres langages de programmation	164
	12.5 Applications et projets	166
	12.6 Résumé	166
	Annexe : Liste des principales fonctions de Pygame	167
	Index	177

AVANT-PROPOS

À mes frères, Andrew et Tim Monk, pour leur amour et leur sagesse.

Le Raspberry Pi est vite devenu un phénomène mondial. Les gens commencent à découvrir le potentiel d'un ordinateur polyvalent à 30 euros qui peut servir de station de travail, de *media center*, ou bien encore de contrôleur d'un système domotique.

Cet ouvrage explique en termes simples, à la fois aux non-programmeurs et aux programmeurs qui découvrent le Raspberry Pi, comment écrire des programmes pour le Pi à l'aide du langage populaire Python. En outre, il vous apprend à créer une interface utilisateur graphique et des jeux simples avec le module Pygame.

Les programmes de ce livre sont principalement écrits en Python 3, mais Python 2 est parfois utilisé quand cela est nécessaire pour la disponibilité des modules. Dans cet ouvrage, nous utilisons la distribution Raspbian Wheezy qui est recommandée par la Fondation Raspberry Pi.

Ce livre débute par une introduction au Raspberry Pi qui couvre l'achat des accessoires et l'installation du matériel et du logiciel. Vient ensuite une introduction à la programmation qui permet au fil des chapitres de progresser graduellement. Les concepts sont illustrés par des exemples d'applications qui vous permettent de commencer à programmer votre Raspberry Pi. Trois chapitres sont consacrés à la programmation et à l'utilisation du connecteur GPIO du Raspberry Pi, qui permet à l'appareil d'être relié à des périphériques électroniques externes. Ces chapitres comprennent deux projets : la réalisation d'une horloge à LED et la construction d'un robot complet avec un télémètre à ultrasons. Enfin, l'annexe présente la liste des principales fonctions de Pygame.

Voici une liste des principaux sujets qui sont traités dans cet ouvrage :

- Nombres, variables et concepts de base du langage Python
- Chaînes, listes, dictionnaires et structures de données en Python

- Modules et orientation objet
- Fichiers et Internet
- Interface utilisateur graphique avec Tkinter
- Programmation des jeux avec Pygame
- Interfaçage avec le matériel *via* le connecteur GPIO
- Exemples de projets impliquant du matériel

L'intégralité des listings de code de cet ouvrage est disponible sur <http://www.dunod.com/contenus-complementaires/9782100706594>.

REMERCIEMENTS

Comme toujours, je remercie Linda pour sa patience et son soutien.

Je souhaite aussi remercier Andrew Robinson et mon fils, Matthew Monk, pour leur relecture technique d'une grande partie de l'ouvrage. Surveillez la sortie du livre d'Andrew sur le Raspberry Pi car je suis certain qu'il sera excellent.

1 INTRODUCTION

1	Introduction	3
	1.1 Qu'est-ce que le Raspberry Pi ?	4
	1.2 Que peut-on faire avec un Raspberry Pi ?	5
	1.3 Tour d'horizon du Raspberry Pi	5
	1.4 Installation du Raspberry Pi	7
	1.5 Démarrer le système	14
	1.6 Résumé	15
2	Prise en main	17
3	Bases de Python	27
4	Chaînes, listes et dictionnaires	43
5	Modules, classes et méthodes	69
6	Fichiers et Internet	81
7	Interfaces utilisateur graphiques	91
8	Programmation de jeux	109
9	Interfaçage du matériel	123
10	Projet de prototypage d'une horloge	137
11	Le RaspiRobot	147
12	Pour aller plus loin	161

Le Raspberry Pi a débuté sa commercialisation à la fin du mois de février 2012 et les sites web des différents fournisseurs où l'on pouvait passer commande ont été immédiatement pris d'assaut. Qu'est-ce que ce petit appareil a de si spécial et pourquoi donc suscite-t-il autant d'intérêt ?

1.1 QU'EST-CE QUE LE RASPBERRY PI ?

Le Raspberry Pi, illustré à la figure 1.1, est un ordinateur qui s'exécute sous le système d'exploitation Linux. Il possède deux ports USB auxquels vous pouvez raccorder un clavier et une souris, et une sortie vidéo HDMI (*High-Definition Multimedia Interface*) à laquelle vous pouvez connecter un téléviseur ou un moniteur. De nombreux moniteurs ne possèdent qu'un connecteur VGA et le Raspberry Pi ne fonctionnera pas avec ce type de sortie. En revanche, si votre moniteur a un connecteur DVI, il existe des adaptateurs HDMI-DVI bon marché.

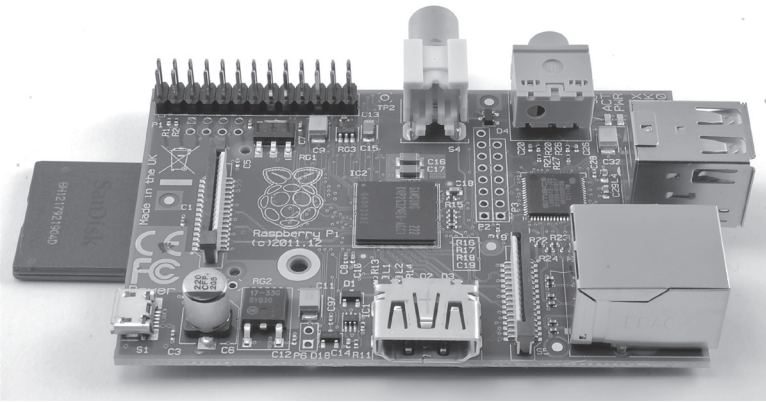


Figure 1.1
Raspberry Pi.

Quand le Raspberry Pi démarre, on obtient le bureau Linux qui est illustré à la figure 1.2. Il s'agit vraiment d'un ordinateur complet, avec une suite bureautique, des fonctionnalités de lecture vidéo, des jeux, etc. Mais il ne s'exécute pas sous Microsoft Windows ; à la place, on a le concurrent open source de Windows, Linux (une distribution Debian), et un environnement de fenêtrage qui s'appelle LXDE.

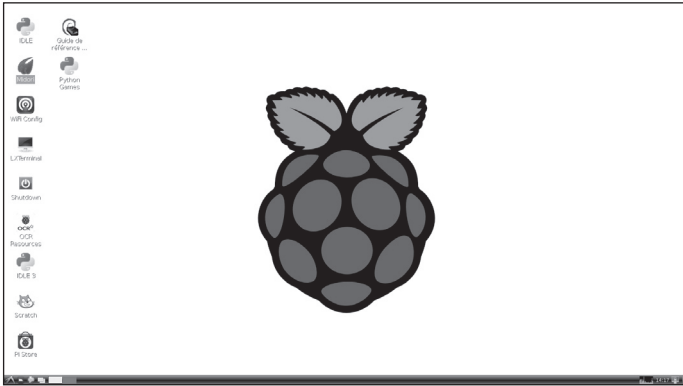


Figure 1.2
Bureau du Raspberry Pi.

Le Raspberry Pi est petit (de la taille d'une carte de crédit) et d'un prix parfaitement abordable (le prix de départ est à moins de 30 euros). Son prix modique s'explique par le fait que certains composants ne sont pas inclus avec la carte ou bien sont optionnels (par exemple, la carte est livrée nue, sans boîtier de protection). Il n'est pas non plus livré avec une alimentation et vous devez donc trouver un chargeur micro-USB de 5 volts (comme celui de votre téléphone, mais sans doute avec une alimentation plus puissante). Une alimentation USB et un câble micro-USB sont souvent utilisés pour cela.

1.2 QUE PEUT-ON FAIRE AVEC UN RASPBERRY PI ?

On peut pratiquement faire avec un Raspberry Pi tout ce que l'on peut faire avec un ordinateur de bureau sous Linux, à quelques exceptions près. Le Raspberry Pi utilise une carte SD à la place d'un disque dur, bien que l'on puisse le brancher à un disque dur USB. On peut modifier des documents bureautiques, surfer sur Internet, et jouer à des jeux (même à des jeux qui ont des graphismes évolués, comme *Quake*). Le prix bas du Raspberry Pi le destine particulièrement à être utilisé comme *media center*. Il peut lire des vidéos et on peut l'alimenter à partir du port USB que l'on trouve sur de nombreux téléviseurs.

1.3 TOUR D'HORIZON DU RASPBERRY PI

La figure 1.3 inventorie les différentes parties d'un Raspberry Pi. La figure illustre un Raspberry Pi modèle B, qui se différencie du modèle A par la présence d'un connecteur RJ-45, ce qui lui permet de se connecter à un réseau.

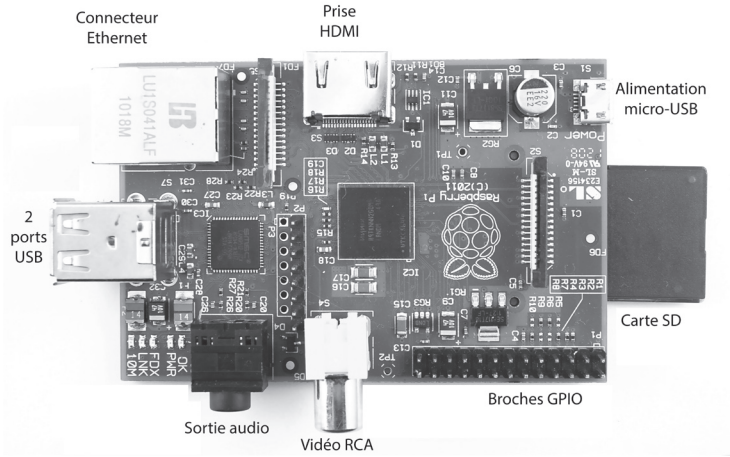


Figure 1.3
Anatomie d'un
Raspberry Pi.

Le connecteur Ethernet RJ-45 est illustré dans le coin supérieur gauche de la figure. Si vous disposez d'un hub à la maison, vous pouvez brancher directement le Raspberry Pi sur votre réseau local. À ce sujet, il faut noter que le Raspberry Pi n'a pas le Wi-Fi intégré. Pour disposer d'un réseau sans fil, vous devez brancher un adaptateur USB sans fil qui peut nécessiter l'installation de pilotes supplémentaires.

Sous la prise Ethernet, vous trouverez deux ports USB, l'un au-dessus de l'autre. Vous pouvez brancher un clavier, une souris, ou des disques durs externes, mais vous allez vite être à court de prises. C'est la raison pour laquelle de nombreuses personnes utilisent un hub USB.

Dans le coin inférieur gauche de la figure, vous trouverez un port audio qui fournit un signal analogique stéréo pour un casque ou des haut-parleurs amplifiés. Le connecteur HDMI permet aussi de transférer le son.

À côté de la prise audio se trouve un connecteur vidéo RCA. Vous ne vous servirez probablement pas de ce connecteur, à moins que vous n'utilisiez votre Raspberry Pi avec un vieux téléviseur. Vous emploieriez plutôt le connecteur HDMI qui est à l'opposé (au sommet de la figure). La prise HDMI est de meilleure qualité, transporte le son, et peut être connectée à un écran avec une prise DVI à l'aide d'un adaptateur bon marché.

À la droite de la fiche jaune RCA, il y a deux rangées de broches que l'on nomme broches GPIO (*General Purpose Input/Output*, soit entrées/sorties à usage général) et qui permettent au Raspberry Pi

de se connecter à des composants électroniques. Les utilisateurs d'Arduino et des autres microcontrôleurs ne seront pas dépayés par l'idée de broches GPIO. Au chapitre 11, nous utiliserons ces broches pour transformer le Raspberry Pi en « cerveau » d'un petit robot itinérant pour contrôler ses moteurs. Au chapitre 10, nous utiliserons le Raspberry Pi pour fabriquer une horloge à LED.

Le Raspberry Pi a un emplacement pour carte SD sous le circuit. Cette carte SD doit avoir une taille minimum de 2 Go. Elle contient le système d'exploitation de l'ordinateur ainsi que le système de fichiers qui permet de stocker les documents que l'on crée. La carte SD est une option quand on achète un Raspberry Pi. La préparation de sa propre carte SD s'avère un peu complexe à réaliser et des fournisseurs comme SK Pang, Farnell et RS Components vendent tous des cartes SD prêtes à l'emploi. Comme il n'y a aucun disque intégré au Raspberry Pi, cette carte SD constitue votre véritable ordinateur et vous pouvez donc la retirer et l'insérer dans un autre Raspberry Pi pour retrouver tout votre environnement de travail.

Au-dessus de la carte SD, il y a un port micro-USB qui n'est utilisé que pour fournir l'alimentation du Raspberry Pi. Cela signifie que vous aurez besoin d'une alimentation avec un connecteur micro-USB à son extrémité. Il s'agit du même type de connecteur que celui qui est utilisé par de nombreux téléphones mobiles, notamment la plupart des téléphones Android. Il faut cependant vérifier que votre alimentation peut fournir au moins un courant de 700 mA, sinon votre Raspberry Pi pourra se comporter de façon erratique.

Pour ceux que les spécifications techniques intéressent, la grosse puce carrée au centre de la carte est l'emplacement du cœur du système : il s'agit d'un SOC (*System On a Chip*, ou système sur une puce) de chez Broadcom qui comprend 256 Mo de mémoire ainsi que différents processeurs (graphique et à usage général) qui pilotent le Raspberry Pi.

Vous aurez aussi peut-être remarqué des connecteurs avec un câble plat à côté de la carte SD et entre les prises Ethernet et HDMI. On les utilise respectivement pour un afficheur LCD et une caméra. Il existe déjà un module pour une caméra et on devrait trouver dans un avenir proche un module pour afficheur LCD.

1.4 INSTALLATION DU RASPBERRY PI

Vous vous faciliterez la vie en achetant une carte SD prête à l'emploi et une alimentation quand vous ferez l'acquisition de votre Raspberry Pi, et par la même occasion également un clavier

et une souris USB (à moins que vous n'en ayez chez vous qui traînent). Commençons le processus d'installation en examinant ce dont nous aurons besoin et où se le procurer.

Acquisition du matériel nécessaire

Le tableau 1.1 liste ce qu'il vous faut pour obtenir un système Raspberry Pi totalement fonctionnel.

Tableau 1.1
Kit Raspberry Pi.

Article	Distributeur et n° d'article	Informations complémentaires
Raspberry Pi, Modèle A ou B	Farnell (www.farnell.com) Newark (www.newark.com) RS Components (www.rs-components.com)	La différence entre les deux modèles est que le modèle B a une connexion réseau.
Chargeur USB	Farnell : 1734526	Chargeur USB 5 V USB. Doit pouvoir fournir une alimentation de 700 mA (3 W), mais 1 A (5 W) est préférable.
Câble micro-USB	RadioShack : 55048949 Farnell : 2115733 Adafruit : PID 592	
Clavier et souris	Magasin d'informatique	Tout clavier USB fera l'affaire. Les claviers et les souris sans fil qui sont fournis avec leur propre adaptateur USB fonctionnent également.
Télé/moniteur avec prise HDMI	Magasin d'informatique ou d'électronique	
Câble HDMI	Magasin d'informatique ou d'électronique	
Carte SD (préparée)	SK Pang : RSP-2GBSD Newark : 96T7436 Farnell : 2113756	
Adaptateur Wi-Fi*	http://elinux.org/RPi_VerifiedPeripherals#USB_WiFi_Adapters	Elinux.org fournit une liste à jour des adaptateurs Wi-Fi.
Hub USB*	Magasin d'informatique	
Adaptateur HDMI vers DVI*	Newark : 74M6204 Maplins : N24CJ Farnell : 1428271	
Câble Ethernet*	Magasin d'informatique	
Boîtier*	Adafruit, SK Pang, ou Alliedelec.com	

* Ces articles sont optionnels.

Bloc d'alimentation

La figure 1.4 illustre un bloc d'alimentation USB classique avec un câble USB-A vers micro-USB.



Figure 1.4
Bloc d'alimentation
USB.

Vous pouvez utiliser une alimentation d'un ancien lecteur MP3 ou quelque chose de similaire, tant qu'elle a une tension de 5 volts et peut fournir suffisamment de courant. Il est important de ne pas surcharger l'alimentation car elle pourrait chauffer et tomber en panne (voire provoquer un incendie). Par conséquent, l'alimentation doit être capable de fournir au moins 700 mA, mais 1 A donne au Raspberry Pi un peu de marge qui sera utilisée par les périphériques connectés à ses ports USB. Si vous regardez attentivement les spécifications de l'alimentation, vous devriez être capable de déterminer sa capacité. Il arrive que la capacité soit exprimée en watts (W); si tel est le cas, elle doit être au moins de 3 W. Si elle indique 5 W, cela correspond à 1 A.

Clavier et souris

Le Raspberry Pi fonctionne avec pratiquement n'importe quels claviers et souris USB. Vous pouvez aussi utiliser la plupart des claviers et des souris sans fil (ceux qui marchent avec un dongle que l'on branche sur un port USB). C'est plutôt une bonne idée, particulièrement si le clavier et la souris fonctionnent sur le même dongle, ce qui permet de n'utiliser qu'un seul port USB. Cela se révélera aussi assez pratique au chapitre 10 quand on utilisera un clavier sans fil pour contrôler un robot piloté par un Raspberry Pi.

Affichage

La présence d'une sortie vidéo RCA sur le Raspberry Pi est, pour être honnête, un peu surprenante car la plupart des utilisateurs vont privilégier le connecteur HDMI qui est plus moderne. Un téléviseur LCD de 22 pouces bon marché fera parfaitement l'affaire pour afficher le contenu du Pi. En fait, vous pouvez vous contenter d'utiliser le téléviseur familial en connectant le Pi à la télé quand vous en avez