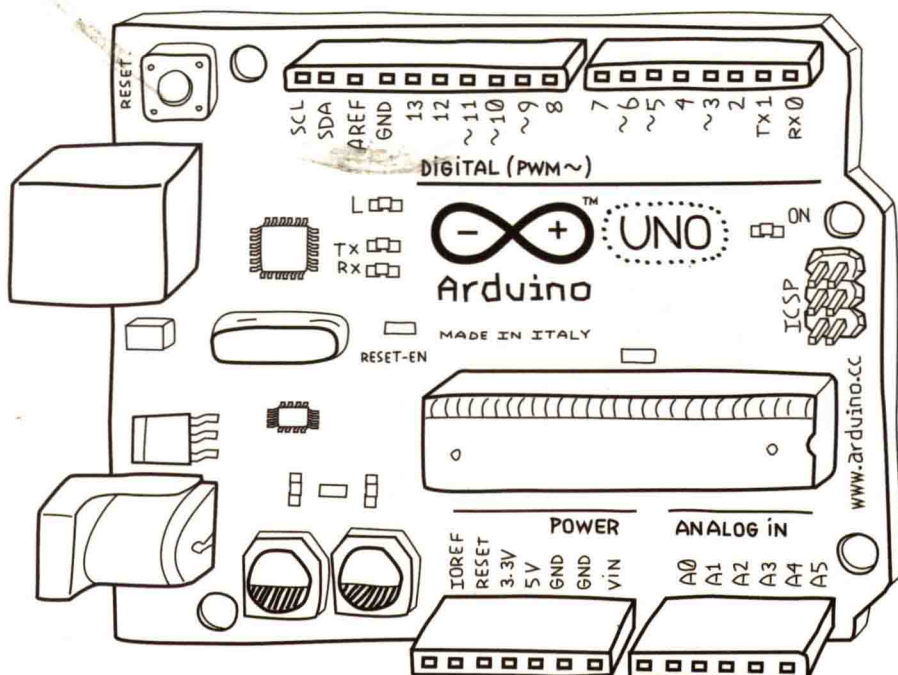


Massimo **Ban**zi, co-inventeur d'Arduino
Michael **Shiloh**

Make:

Démarrez avec Arduino

3^e édition



DUNOD

**Massimo Banzi
et Michael Shiloh**

Démarrez
avec
Arduino

**Principes de base
et premiers montages**

3^e édition

Traduit de l'anglais
par Gérard Samblancat

DUNOD

Cet ouvrage est la traduction en langue française, par Dunod Éditeur, de l'ouvrage
Getting Started with Arduino 3rd edition
de Massimo Banzi et Michael Shiloh

Authorized translation of the English Edition of *Getting Started with Arduino*, 3rd Edition ISBN 9781449363338 © 2015, Massimo Banzi and Michael Shiloh. This translation is published and sold by permission of O'Reilly Media, Inc., the owner of all rights to publish and sell the same.

Couverture: Misteratomic

Illustrations intérieures: Elisa Canducci

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.

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

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. 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).



© Dunod, Paris, 2011, 2013, 2015 pour la traduction française
ISBN 978-2-10-072739-1

Le Code de la propriété intellectuelle n'autorisant, aux termes de l'article L. 122-5, 2^o et 3^o 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.

Démarrez avec **Arduino**

Principes de base
et premiers montages

Tout le catalogue sur
www.dunod.com



Avant-propos de la 3^e édition

La troisième édition de *Démarrez avec Arduino* comporte deux nouveaux chapitres. Le chapitre 7 est assez ambitieux et décrit toutes les étapes de la conception, de la construction et de test, d'un projet déjà assez complexe. Il utilise de nombreux schémas électroniques avec les symboles normalisés décrits dans l'annexe.

Le chapitre 5 est une présentation de la carte Arduino Leonardo. Cette carte différente, de par sa liaison USB, est entièrement implémentée par logiciel et non plus par un circuit séparé. C'est la principale nouveauté de la carte Leonardo. Cela permet de modifier son comportement en tant que composant USB.

En dehors de ces deux chapitres, quelques mises à jour ont été faites.

La troisième édition est écrite pour la version 1.0.5 de l'IDE. En prévision de la venue de la prochaine version 1.5, les différences avec la version actuelle ont été annotées.

De nombreuses suggestions de la part d'étudiants et de lecteurs ont été prises en compte.

Michael Shiloh

Avant-propos de la 2^e édition

C'est un défi passionnant que l'on m'a confié il y a quelques années : enseigner à des concepteurs le strict minimum en électronique, pour qu'ils puissent rendre les maquettes de leurs futures créations plus interactives.

Après avoir commencé à enseigner d'une manière tout à fait scolaire, j'ai réalisé plus tard que cela ne fonctionnait pas aussi bien que je l'avais espéré. J'ai alors essayé de m'imaginer assis en cours, en train d'écouter nombre de théories ennuyeuses et sans applications pratiques immédiates.

En réalité, lorsque j'étais moi-même à l'école, je connaissais déjà assez bien l'électronique avec ma propre expérience pratique et empirique ; mais très peu par ses aspects théoriques.

J'ai alors essayé de reproduire la méthode qui m'avait véritablement permis d'apprendre l'électronique :

- ☐ j'étudiais chaque composant qu'il m'était possible de tenir en main et apprenais progressivement ce qu'il était ;
- ☐ j'essayais parfois de modifier des connexions dans les montages pour voir ce qui se passait. Cela donnait parfois un petit nuage de fumée... ;
- ☐ je construisais des kits vendus dans les magazines et les modifiais à loisir en leur ajoutant de vieux composants, pour obtenir de nouvelles choses.

Comme un enfant, j'étais toujours fasciné de découvrir le fonctionnement des choses.

Cette passion a grandi au point que je démontais tous les vieux appareils de la maison, et ceux que l'on m'amenait. Les objets les plus intéressants furent, entre autres, une machine à laver, un très vieil ordinateur venant

d'une compagnie d'assurances accompagné d'une énorme imprimante, de nombreux modules et d'un lecteur de cartes magnétiques...

Après tout cela, je savais ce qu'étaient les composants électroniques, et à peu près à quoi ils servaient. Je disposais en plus de nombreux magazines d'électronique que mon père avait achetés au début des années 1970. Je passais des heures à les lire, et à regarder les schémas, sans y comprendre grand-chose.

Le fait de relire continuellement ces articles, ainsi que la connaissance que j'avais acquise avec tous mes démontages, ont commencé à me mettre sur la voie.

Mais je franchis encore un grand pas quand mon père m'offrit à Noël une boîte de construction électronique. Chaque composant y était présenté sous la forme d'un cube en matière plastique aimanté, et pouvait s'assembler aux autres composants, en faisant autant de connexions. Je ne savais pas alors que ce jeu était de conception allemande et avait été conçu par Dieter Rams dans les années 1960.

Avec ce nouvel outil, je pouvais très rapidement assembler les composants, et voir ce qui se passait. Je construisais des radios, des amplificateurs, des montages qui faisaient toutes sortes de sons, des détecteurs de pluie, des petits robots...

J'ai longtemps cherché le mot qui résume le mieux cette façon de travailler : sans véritable schéma, en partant d'une idée, et en arrivant au final à un résultat inattendu. C'est probablement ce que l'on pourrait appeler du « bricolage ».

La meilleure définition que je connaisse de ce bricolage vient d'une exposition à l'Exploratorium de San Francisco :

Le bricolage est ce qui arrive quand on essaie de fabriquer quelque chose que l'on ne connaît pas suffisamment, guidé par le caprice, l'imagination et la curiosité. Quand on bricole, il n'y a pas d'instructions, mais il n'y a pas non plus d'erreurs, pas de bonne ou mauvaise méthode de faire les choses. Il faut comprendre comment les choses fonctionnent et pouvoir les réassembler.

Bidules, machines, objets mal assortis mais fonctionnant parfaitement, voilà ce qu'est le « bricolage ». C'est un processus qui mélange le jeu et l'investigation. (cf. www.exploratorium.edu/tinkering)

De mes débuts, je savais combien il fallait de connaissances pour être capable de concevoir ses propres montages à partir de composants de base.

Un autre déclic m'est venu à l'été 1982 quand, en voyage à Londres avec mes parents, j'ai visité le Musée des sciences. Une section consacrée aux ordinateurs venait juste d'ouvrir. J'y ai découvert les bases du langage binaire, ainsi que la programmation.

J'ai alors réalisé que, pour de nombreuses applications, les ingénieurs n'avaient plus à utiliser les composants électroniques de base, mais pouvaient se contenter de rendre leurs montages intelligents en utilisant des microprocesseurs. Un logiciel pouvait remplacer des heures de conception électronique et rendre la mise au point bien plus rapide.

À mon retour, j'ai tout de suite commencé à économiser pour pouvoir m'acheter un ordinateur et apprendre à le programmer.

Après ça, mon premier et plus intéressant projet a été d'utiliser mon tout nouvel ordinateur ZX81 pour contrôler un robot à souder. Cela n'a peut-être pas l'air très excitant, mais c'était alors un grand défi, parce que j'en avais besoin, et que je venais juste d'apprendre à programmer. Mais il était déjà clair que l'écriture du programme prendrait moins de temps que la mise au point d'un circuit électronique complexe.

Une vingtaine d'années plus tard, je crois que ce sont toutes ces expériences qui m'ont permis d'enseigner à des gens dépourvus de connaissances mathématiques, et de leur transmettre le même enthousiasme et la capacité à « bricoler » que j'avais étant jeune et que j'ai toujours gardée.

Massimo Banzi

Remerciements de Massimo Banzi

Je dédie cet ouvrage à Ombretta.

Remerciements de Michael Shiloh

Je dédie cet ouvrage à mon frère et à mes parents.

Je remercie tout d'abord Massimo pour m'avoir invité à travailler sur cette troisième édition, et pour m'avoir permis de rejoindre l'équipe Arduino. Cela a été un vrai privilège et une grande joie de travailler à ce projet.

Merci à Brian Jepson pour ses conseils, ses encouragements et son aide. À Frank Teng de m'avoir guidé. À Kim Cofer et Nicole Shelby qui ont fait un superbe travail d'édition.

À ma fille Yasmine pour ses encouragements incessants et sa haute opinion de moi. Je n'aurais rien fait sans son soutien.

Un dernier merci, mais pas le moindre à ma partenaire Judy Aime Castro, qui a passé des heures interminables à transformer mes croquis en superbes illustrations. Pour ses avis sur le livre et sa patience. Je n'aurais pas non plus fait cela sans elle.

Utilisation des programmes d'exemples

Ce livre est destiné à vous aider à réaliser vos projets. Vous pouvez réutiliser les programmes fournis dans le livre dans vos propres applications et documentations. Vous n'avez donc pas besoin de nous contacter pour une quelconque autorisation, à moins de reprendre une partie importante de code. Par exemple : écrire un programme qui utilise plusieurs lignes venant de ce livre ne demande pas d'autorisations. Vendre ou distribuer un CD-ROM d'exemples de ce livre nécessite une autorisation.

Répondre à une question en citant ce livre et un programme d'exemple ne demande pas d'autorisation. Incorporer une grosse partie d'un programme issu de ce livre dans vos produits ou publications nécessite une autorisation.

Toute référence à cet ouvrage sera appréciée, mais n'est pas obligatoire. Une référence comprend le titre, le nom des auteurs, de l'éditeur et le numéro ISBN de cet ouvrage.

En complément de cet ouvrage, téléchargez le code source des exemples, à l'adresse : www.dunod.com/contenus-complémentaires/9782100727391

Table des matières

AVANT-PROPOS DE LA 3^e ÉDITION	XI
AVANT-PROPOS DE LA 2^e ÉDITION	XIII
Remerciements de Massimo Banzi	XV
Remerciements de Michael Shiloh	XV
Utilisation des programmes d'exemples	XVI
INTRODUCTION	1
Public concerné	2
Qu'est-ce que l'Interaction Design ?	2
Qu'est-ce que le Physical Computing ?	3
CHAPITRE 1 • LA MÉTHODE ARDUINO	5
La fabrication de prototypes	5
Le bricolage	6
Le réassemblage	6
Le court-circuitage d'appareils	7
Le bricolage de claviers d'ordinateur	9
On aime la récupération	10
Transformer les jouets pour enfants	10
L'entraide	11
CHAPITRE 2 • LE SYSTÈME ARDUINO	13
La carte Arduino	13

Le logiciel IDE	14
Installer la plate-forme Arduino sur votre ordinateur	15
Installation de l'IDE (Macintosh)	16
Installation des pilotes (Macintosh)	16
Identification du port série (Macintosh)	16
Installation de l'IDE (Windows)	17
Installation des pilotes USB (Windows)	18
Identification du port (Windows)	18
 CHAPITRE 3 • VRAIMENT COMMENCER AVEC ARDUINO	 19
Anatomie d'un appareil interactif	19
Capteurs et actionneurs	19
Faire clignoter une LED	20
Exemple 3-1. LED clignotante	22
Passez-moi le parmesan	23
Arduino n'est pas fait pour les lâcheurs	24
Les vrais bricoleurs écrivent des commentaires	24
Le programme, pas à pas	25
Qu'allons-nous construire ?	28
Qu'est-ce que l'électricité ?	28
Utiliser un bouton-poussoir pour contrôler une LED	31
Exemple 3-2. Allumer une LED quand un bouton-poussoir est appuyé	32
Comment ça marche ?	33
Un circuit, un millier de comportements possibles	34
Exemple 3-3. Allume la LED quand le bouton est appuyé. Reste allumé après relâchement	35
Exemple 3-4. Allume la LED quand le bouton est appuyé et la laisse allumée après relâchement - nouvelle méthode !	36
Exemple 3-5. Une autre version améliorée de test d'appui sur le bouton avec anti-rebond simple	37
 CHAPITRE 4 • TECHNIQUES AVANCÉES D'ENTRÉES SORTIES	 39
Essayer d'autres capteurs on/off	39
Commutateurs faits maison (DIY)	41
Contrôler la lumière par PWM	41
Exemple 4-1. Allumage et extinction progressifs de la LED	43
Exemple 4-2. Programme pour changer la luminosité d'une LED en pressant un bouton	45

Utiliser un capteur de lumière au lieu du bouton	47
Une entrée analogique	48
Exemple 4-3. Clignotement d'une LED à une allure fixée par une entrée analogique	48
Exemple 4-4. Réglage de la luminosité d'une LED à un niveau fixé par une entrée analogique	49
Essayer d'autres capteurs analogiques	50
Communication série	51
Exemple 4-5. Envoie les valeurs lues sur l'entrée analogique 0 vers un ordinateur	51
Piloter des charges plus puissantes (moteurs, lampes...)	52
Des capteurs plus complexes	53
 CHAPITRE 5 • LA CARTE ARDUINO LEONARDO	 55
En quoi la carte Leonardo est-elle différente des autres cartes Arduino ?	55
Autres différences entre Arduino Leonardo et Arduino Uno	56
Exemple de message clavier sur Leonardo	57
Exemple 5-1. Se faire passer pour un clavier et envoyer un texte quand un bouton est appuyé	57
Comment ça marche ?	59
Exemple de bouton de contrôle de souris sur Leonardo	59
Exemple 5-2. Passer pour une souris et envoyer les codes de mouvement de la souris ou du clic gauche quand un bouton est appuyé	60
Comment ça marche ?	62
Les autres différences de Leonardo	63
 CHAPITRE 6 • PARLER AUX NUAGES	 65
Un peu de vocabulaire	65
Un peu d'organisation	66
Le codage	67
Exemple 6-1. Lampe Internet Arduino	67
Exemple 6-2. Lampe Arduino sur Internet (programme pour Arduino)	71
Réaliser le montage	72
Montage final	74
 CHAPITRE 7 • UN ARROSAGE AUTOMATIQUE	 77
Planifier	78
Tester l'horloge (RTC)	81
Tester les relais	86

Le schéma de principe électronique	88
Test des capteurs de température et d'humidité	95
Écrire le code	100
Régler les heures de début et de fin	100
Exemple 7-1. Interprétation des commandes envoyées au système d'arrosage	102
Vérifier si c'est l'heure d'allumer ou d'éteindre	105
Exemple 7-2. La fonction <code>expectValveSetting()</code>	107
Détecter la pluie	108
Exemple 7-3 Comment allumer l'eau seulement s'il ne pleut pas	109
Tout rassembler	110
Exemple 7-4. Programme du système d'arrosage	111
Assembler le montage	116
Le Proto Shield	120
Insérer votre projet sur la carte Proto Shield	121
Souder le projet sur la carte Proto Shield	125
Test de la carte Proto Shield assemblée	133
Intégrer le projet dans un boîtier	137
Test du système d'arrosage terminé	140
Ce que vous pourriez encore faire vous-même	140
Liste des composants de notre arrosage automatique	141
 CHAPITRE 8 • DÉPANNAGE	 143
La compréhension	143
Simplification et cloisonnement	144
Exclusion et certitude	144
Tester la carte Arduino	144
Tester le montage sur plaque d'essai	145
Isoler les problèmes	146
Problèmes d'installation des drivers sous Windows	147
Problèmes avec l'IDE sous Windows	147
Identifier le bon port COM Arduino sur Windows	148
Autres techniques de débogage	148
Comment obtenir de l'aide en ligne	150

ANNEXE	153
A. La plaque d'essai	153
B. Lire les résistances et les condensateurs	154
C. Référence du langage Arduino	156
Structure	156
Caractères spéciaux	157
Constantes	157
Variables	157
La portée des variables	159
Instructions de contrôle	160
Calculs arithmétiques et formules	162
Opérateurs de comparaison	162
Opérateurs booléens	163
Opérateurs raccourcis	163
Incrément et décrétement (- - et ++)	163
Fonctions d'entrées et sorties	164
Fonctions de mesure du temps	165
Fonctions mathématiques	165
Fonctions de génération de nombres pseudo-aléatoires	167
Communication série	167
D. Lire les schémas	169
INDEX	173

