

Les éléments à télécharger sont disponibles à l'adresse suivante :
<http://www.editions-eni.fr>
 Saisissez la référence ENI de l'ouvrage **LF2ARD** dans la zone de recherche
 et validez. Cliquez sur le titre du livre puis sur le bouton de téléchargement.

Avant-propos

Chapitre 1

Présentation de l'Arduino

1. Introduction	17
2. Présentation générale	19
3. Évolution de l'Arduino.....	20
4. Faites-le vous-même	22
4.1 La culture maker	22
4.2 Les Fab Labs, Hackerspaces et Makerspaces.....	23
4.3 Le rôle de l'Arduino.....	23
5. Que faire avec l'Arduino ?	23

Chapitre 2

Description technique

1. Introduction	25
2. Le circuit imprimé	26
3. Le microcontrôleur	26
4. Les entrées et les sorties.....	28
5. Le contrôleur USB	29
6. L'alimentation électrique.....	30

2 Arduino - Apprivoisez l'électronique et le codage pour donner vie à vos projets

Chapitre 3

Matériel nécessaire

1. La famille Arduino	31
1.1 L'Arduino Uno	32
1.2 L'Arduino Nano.....	33
1.3 L'Arduino Nano Every	34
1.4 L'Arduino Leonardo	35
1.5 L'Arduino Micro	36
1.6 L'Arduino Mega 2560.....	37
1.7 Et les autres.....	38
2. Carte officielle, clones et contrefaçon ?	39
2.1 Un vrai Arduino.....	39
2.2 Les clones 100 % compatibles	39
2.3 Les clones spéciaux	39
2.4 La contrefaçon	40
3. Les outils	40
3.1 Le multimètre	40
3.1.1 Choisir un multimètre	41
3.1.2 Voltmètre	41
3.1.3 Ampèremètre	41
3.1.4 Ohmmètre	42
3.1.5 Testeur	42
3.2 Le fer à souder	43
3.3 Les tournevis.....	44
3.4 Les pinces.....	45
3.5 Les cutters et les couteaux	45
4. Les composants électroniques.....	46
5. Les modules à relier	46
6. Les kits	47
7. Les shields (cartes d'extension)	49
7.1 Easy Module Shield.....	50
7.2 Shield multifonction.....	51
7.3 Et les autres.....	52

8. Les connecteurs spéciaux.....	53
8.1 Grove (Seeed).....	54
8.2 Gravity (DFRobot).....	57
8.3 mBot (Makeblock).....	59
9. Recyclez (c'est mieux pour la planète et votre portefeuille).....	59
10. Où acheter votre matériel ?.....	61

Chapitre 4

Connaissances de base

1. Comprendre l'électronique et l'électricité.....	63
1.1 L'électricité.....	63
1.2 Les types de courant.....	64
1.3 Le sens de circulation.....	65
1.4 L'intensité et la puissance.....	65
1.5 L'électronique.....	65
2. Alimenter l'Arduino.....	66
2.1 La prise USB (5 V).....	66
2.2 La prise jack (7 à 12 V).....	67
2.3 Les broches d'alimentation.....	68
2.4 Quel transformateur choisir ?.....	69
2.5 Modifier une vieille alimentation de PC.....	70
2.6 Câbler un connecteur USB.....	71
2.7 Le module d'alimentation.....	71
2.8 Autres sources d'énergie.....	72
2.8.1 L'alternateur.....	72
2.8.2 Le panneau solaire.....	73
2.8.3 Le module Peltier.....	73
3. Les principaux composants électroniques.....	74
3.1 La breadboard (platine d'expérimentation).....	74
3.2 Les résistances fixes.....	75
3.3 Les résistances variables.....	76
3.3.1 Le potentiomètre.....	76
3.3.2 Le capteur de luminosité (photorésistance).....	77
3.3.3 La thermistance.....	77
3.4 Les diodes.....	77

4 Arduino - Apprivoisez l'électronique et le codage pour donner vie à vos projets

3.5 Les LED	78
3.6 Les condensateurs	79
3.7 Le quartz (oscillateur)	80
3.8 Le buzzer	81
3.9 Les capteurs analogiques	82
3.10 Le transistor	82
3.11 Le relais	83
3.12 Les circuits intégrés	84
3.13 Les moteurs	85
3.13.1 Le moteur à courant continu	85
3.13.2 Le servomoteur	85
3.13.3 Le moteur pas-à-pas	86

Chapitre 5

Les langages de programmation

1. L'IDE, le programme officiel	87
1.1 Téléchargement et installation	88
1.1.1 Windows	89
1.1.2 Mac OS X	94
1.1.3 Linux	95
1.1.4 Arduino Web Editor, l'IDE en ligne	98
1.1.5 ArduinoDroid	102
1.2 Problèmes de drivers	105
1.3 Utilisation de l'IDE	107
1.4 Arduino Pro IDE (Beta)	109
2. Programmation par blocs	111
2.1 Scratch	111
2.2 mBlock	112
2.3 Vittascience	115
3. Les bibliothèques (libraries)	119
4. Déboguer mon programme	120
4.1 Messages d'erreur	121
4.2 Le moniteur série	122
5. L'optimisation du code	123

Chapitre 6

Premiers sketches

1. Blink, le programme de base	125
1.1 Que se passe-t-il ?	126
1.2 Examinons le programme Blink	126
1.2.1 Les commentaires	127
1.2.2 Les fonctions (ou sous-programmes)	129
1.2.3 La fonction setup <code>()</code>	130
1.2.4 La fonction loop <code>()</code>	131
1.2.5 Organigramme de programmation du sketch Blink	132
1.2.6 La version Vittascience	132
1.2.7 Modification du sketch	133
1.2.8 Problèmes de communication	135
1.2.9 Bugs dans le programme	137
2. Faire du Morse avec une LED externe	137
2.1 LED externe, le branchement	137
2.2 Les variables et les constantes	139
2.2.1 Les variables	139
2.2.2 Les constantes	142
2.2.3 Les opérateurs arithmétiques	143
2.2.4 Exemple d'utilisation d'une constante (ou d'une variable)	143
2.3 L'alphabet Morse	144
2.4 Le programme SOS	145
2.5 Une première solution	145
2.6 Les fonctions sans arguments	147
2.7 SOS, en utilisant des fonctions	149
3. Inverser la LED	152
4. Les feux tricolores	154
5. Les sorties analogiques	157
5.1 Le fonctionnement des sorties PWM (ou MLI)	157
5.2 Les boucles	158
5.2.1 La boucle while (tant que)	159
5.2.2 La boucle do... while (fait... tant que)	162
5.2.3 La boucle infinie avec une sortie	162
5.2.4 La boucle for (pour)	164

6 Arduino - Apprivoisez l'électronique et le codage pour donner vie à vos projets

5.3	La condition if (si)	165
5.3.1	Exemple d'utilisation	165
5.3.2	Optimiser un peu le code	167
5.3.3	Notation simplifiée	169
5.4	La fonction switch... case (passer d'un cas à l'autre)	169
5.5	Liste des opérateurs logiques utilisables	171
5.5.1	Opérateurs logiques de comparaison	171
5.5.2	Opérateurs logiques booléens	171
6.	Le bouton poussoir	172
6.1	Programmation d'un bouton	173
6.2	Branchements	174
6.2.1	Résistance en mode pull-down	175
6.2.2	Résistance en mode pull-up	176
6.2.3	Résistance de pull-up interne	177
7.	Le passage piéton	178
8.	Le clignotement sans blocage	181
8.1	Fonction millis	183
8.2	Interruptions	187
9.	Le compteur binaire	189
9.1	Gérer l'incréméntation du compteur	189
9.2	Le problème du rebond	189
9.3	Principe du langage binaire	192
9.4	L'affichage du compteur en binaire	193
10.	Le potentiomètre	196
10.1	Programmation d'une entrée analogique	196
10.2	Utilisation du potentiomètre	197
11.	La LED RGB	199
12.	Les LED adressables (Neopixel)	201
12.1	Bandes et anneaux	202
12.2	Le chapeau de Maker	208
12.3	Adafruit Neopixel Shield	214
13.	L'encodeur rotatif	218

14. Le buzzer	221
14.1 Utilisation du buzzer.....	221
14.2 Le tableau.....	227
14.3 Le fichier pitches.h	231
14.4 Brancher un haut-parleur	234
15. Le piano banane	235
15.1 Principe du bouton banane	235
15.2 Utilisation d'une entrée analogique	236
15.3 Utilisation d'une entrée numérique	239
15.4 Fabrication du piano banane	241
16. Le jeu Simon.....	243
16.1 Le branchement.....	245
16.2 Le code.....	246
16.3 L'étape suivante.....	256

Chapitre 7

Montages avancés

1. Les capteurs.....	257
1.1 Capteur de luminosité (photorésistance)	257
1.2 Capteurs de température.....	259
1.2.1 Les capteurs analogiques (LM35 ou TMP36)	259
1.2.2 Le capteur numérique DS18B20	262
1.3 Capteur de distance à ultrason HC-SR04	265
1.4 Capteur infrarouge de mouvement (PIR)	267
1.5 Capteurs d'humidité du sol et de niveau d'eau	269
1.5.1 Branchement directement à l'Arduino	269
1.5.2 Utilisation du module.....	271
1.6 Capteur d'inclinaison (tilt sensor).....	273
1.7 Capteur magnétique	274
1.8 Autres capteurs	276
2. Le cadran analogique (galvanomètre).....	276
3. Le relais.....	278
3.1 Contrôle de deux ampoules	279
3.2 Le chauffage des poussins.....	280

8 Arduino - Apprivoisez l'électronique et le codage pour donner vie à vos projets

4. Les moteurs	284
4.1 Le moteur à courant continu	284
4.1.1 Utilisation d'un transistor	284
4.1.2 Le pont en H	286
4.1.3 Le module L298N	289
4.2 Le servomoteur	290
4.3 Le servomoteur à rotation continue	292
4.3.1 Boutons poussoirs	293
4.3.2 Encodeur rotatif	295
4.4 Le moteur pas-à-pas	296
5. L'afficheur sept segments	300
5.1 Branchement direct sur l'Arduino	301
5.2 Utiliser un registre à décalage	307
5.3 Chaîner plusieurs registres à décalage	311
6. La matrice de LED	313
6.1 Utilisation de la matrice seule (sans le module MAX7219)	313
6.2 Utilisation du module (MAX7219)	320
7. L'afficheur alphanumérique LCD	326
7.1 Connexion parallèle	327
7.2 Shield	332
7.3 Connexion série (bus I2C)	333
7.4 Grove-LCD RGB Blacklight	337
7.4.1 Affichage d'un texte	337
7.4.2 Affichage de la température et de l'humidité (DHT11)	340
7.4.3 Affichage de la qualité de l'air	342
8. L'écran LCD Nokia 5110	344
9. Le module RFID RC522	345
9.1 Test du module	345
9.2 Barrière RFID	349
10. L'horloge en temps réel	352
11. Le lecteur de cartes SD (ou microSD)	355
11.1 Les fonctions de la bibliothèque SD	356
11.2 L'enregistreur de température	357
11.3 La récupération des données	359

Chapitre 8

Communication

1. Introduction	363
2. Bus I2C	363
2.1 Le mode Master Writer (le maître écrit)	364
2.2 Le mode Master Reader (le maître lit)	366
3. Liaison série	368
4. Bluetooth	371
5. Radio (433 MHz)	375
5.1 Le branchement	375
5.2 La bibliothèque	375
5.3 Le code	376
6. Infrarouge	379
6.1 L'installation de la bibliothèque	379
6.2 Le branchement	380
6.3 Décoder le signal	381
6.4 Télécommander l'Arduino	384
6.5 Fabriquer une télécommande	386
7. Réseau (câble Ethernet)	388
8. Wi-Fi	396
9. Raspberry Pi (en USB)	396
9.1 Envoi de données de l'Arduino vers le Raspberry Pi	397
9.2 Envoi de données du Raspberry Pi vers l'Arduino	399
10. Cafetière connectée	403

10 Arduino - Apprivoisez l'électronique et le codage pour donner vie à vos projets

Chapitre 9

Robots

1. mBot	405
1.1 Clé Bluetooth Makeblock	407
1.2 Test du robot	408
1.2.1 (Ré)Installation du programme de démonstration	408
1.2.2 Utilisation du programme de démonstration	409
1.3 Langages de programmation	410
1.3.1 mBlock	410
1.3.2 mBlock Blockly	414
1.3.3 Vittascience	415
1.3.4 IDE Arduino	416
1.4 Commandes de base	417
1.4.1 Buzzer et LED RGB	417
1.4.2 Capteur lumineux	418
1.4.3 Moteurs	419
1.5 Évitement d'obstacles	419
1.6 Suivi de ligne	420
1.7 Robot télécommandé	424
1.7.1 Télécommande infrarouge	424
1.7.2 Manette Bluetooth	425
1.7.3 Makeblock App	427
1.8 Extensions du robot	428
1.8.1 Matrice de LED	429
1.8.2 Mini-pince	430
1.8.3 Pack Servo mBot	432
1.8.4 Pack lanceur de balles mBot	438
1.8.5 Pack roue codeuse	441
1.8.6 Pack chenilles mBot	445
1.8.7 Pack 6 pattes mBot	447
1.8.8 Créez, partagez, imprimez	449
2. Zumo	450
2.1 Installation de la bibliothèque	451
2.2 Bouton poussoir, LED et buzzer	451
2.3 Contrôle des moteurs	452
2.4 Suivi de ligne	454

2.5 Compétitions de mini-Sumo.....	456
3. Robot bipède Otto.....	457
3.1 Premiers pas.....	460
3.1.1 Blockly.....	460
3.1.2 IDE Arduino.....	461
3.2 Capteur de distance à ultrasons.....	468
3.3 Otto DIY App.....	469
4. Fabriquer son robot.....	471
4.1 Moteurs à courant continu.....	472
4.2 Servomoteurs à rotation continue.....	475
4.3 Contrôle du robot.....	478
5. Yeux animatroniques.....	479

Chapitre 10

Autres cartes de développement

1. Introduction.....	487
2. Construire un clone de l'Arduino Uno.....	487
2.1 Le bootloader.....	488
2.2 La fréquence.....	488
2.3 Transformation de l'Arduino en programmeur.....	489
2.4 Gravure du bootloader.....	491
2.5 Les broches du microcontrôleur.....	492
2.6 Le montage du clone.....	493
2.7 Téléverser un sketch.....	495
3. Graver l'ATmega328P à 8 MHz.....	496
3.1 Transformation de l'Arduino en programmeur.....	497
3.2 Ajout des paramètres du microcontrôleur.....	497
3.3 Gravure du bootloader.....	499
3.4 Test du microcontrôleur.....	501
4. L'ATtiny85.....	502
4.1 Transformation de l'Arduino en programmeur.....	503
4.2 Ajout des paramètres du microcontrôleur.....	504
4.2.1 Versions récentes de l'IDE.....	504
4.2.2 Anciennes versions de l'IDE.....	505

12 Arduino - Apprivoisez l'électronique et le codage pour donner vie à vos projets

4.3 Gravure du bootloader	506
4.4 Test du microcontrôleur.....	508
5. La Kitco.....	510
5.1 Montage de la Kitco.....	511
5.2 Le bootloader	512
5.3 Utilisation de la bibliothèque Kitco.....	512
5.4 Programmation classique	517
6. Le module ESP8266	521
7. La carte WeMos D1R2	527
8. L'Arduino Leonardo.....	530
8.1 Émuler la souris.....	531
8.1.1 Les fonctions de la bibliothèque Mouse.h.....	531
8.1.2 Le code de la souris	532
8.2 Émuler le clavier	533
8.2.1 Les fonctions de la bibliothèque Keyboard.h.....	533
8.2.2 Le code de la manette.....	535
8.3 Télécommander un ordinateur	536
8.3.1 Souris télécommandée.....	539
8.3.2 Télécommande vidéo	541
9. Imprimantes 3D	543
10. PybStick26	544
10.1 Modes de programmation	545
10.1.1 Éditeur de texte	545
10.1.2 Terminal	547
10.1.3 Réinitialisation d'usine.....	550
10.2 Exemples de code.....	551
10.2.1 LED externe.....	552
10.2.2 Feu tricolore	553
10.2.3 Aller plus loin.....	554

Chapitre 11

Le langage Arduino

1. Introduction	555
2. Structure d'un sketch	555
2.1 Point-virgule	556
2.2 Accolades	556
2.3 Commentaires	556
2.4 #define	557
2.5 #include	557
3. Fonctions	557
3.1 Fonctions de base	557
3.2 Fonctions personnalisées	558
3.2.1 Fonctions sans arguments - void	558
3.2.2 Fonctions avec arguments	558
3.3 Entrées/sorties numériques	559
3.3.1 Fonction pinMode	559
3.3.2 Fonction digitalRead	559
3.3.3 Fonction digitalWrite	559
3.4 Entrées/sorties analogiques	560
3.4.1 Fonction analogRead	560
3.4.2 Fonction analogWrite	560
3.4.3 Fonction analogReference	560
3.5 Entrées/sorties avancées	561
3.5.1 Fonctions tone et noTone	561
3.5.2 shiftOut	561
3.5.3 shiftIn	562
3.5.4 pulseIn	562
3.6 Mesure du temps	562
3.6.1 Fonction delay	562
3.6.2 Fonction delayMicroseconds	562
3.6.3 Fonction millis	562
3.6.4 Fonction micros	563

14 Arduino - Apprivoisez l'électronique et le codage pour donner vie à vos projets

3.7	Mathématiques et trigonométrie	563
3.7.1	Fonction min	563
3.7.2	Fonction max	564
3.7.3	Fonction abs	564
3.7.4	Fonction constrain	564
3.7.5	Fonction map	564
3.7.6	Fonction pow	564
3.7.7	Fonction sq	564
3.7.8	Fonction sqrt	565
3.7.9	Fonction sin	565
3.7.10	Fonction cos	565
3.7.11	Fonction tan	565
3.7.12	Fonction degrees	565
3.7.13	Fonction radians	565
3.7.14	Constante PI	565
3.8	Caractères	566
3.9	Nombres aléatoires	567
3.9.1	Fonction randomSeed	567
3.9.2	Fonction random	567
3.10	Communication (moniteur série)	567
3.11	Fonctions spécifiques	568
3.11.1	analogReadResolution	568
3.11.2	analogWriteResolution	568
4.	Constantes et variables	568
4.1	Types de données	568
4.2	Portée des variables	569
4.2.1	Variables globales	569
4.2.2	Variables locales	569
4.3	Constantes	570
4.3.1	Constantes prédéfinies	570
4.3.2	Constantes personnalisées	570
4.4	Système de numération	570
4.5	Conversion	571
4.6	Tableaux	571
4.6.1	Déclaration du tableau	571
4.6.2	Tableau à une dimension	571
4.6.3	Tableau à deux dimensions	572

4.7	Les chaînes de caractères	573
4.7.1	Tableau de caractères	573
4.7.2	Tableaux de chaînes de caractères	573
4.8	Utilitaires	574
4.8.1	sizeof	574
4.8.2	PROGMEM	574
5.	Structures de contrôle	575
5.1	if... else	575
5.2	switch... case	576
5.3	for	576
5.4	while	577
5.5	do... while	577
5.6	break	577
5.7	continue	578
5.8	return	578
5.9	goto	578
6.	Opérateurs	579
6.1	Opérateurs arithmétiques	579
6.2	Opérateurs composés	579
6.3	Opérateurs logiques de comparaison	579
6.4	Opérateurs logiques booléens	580
6.5	Opérateurs binaires	580
6.5.1	Opérateur binaire & (ET)	580
6.5.2	Opérateur binaire (OU)	581
6.5.3	Opérateur binaire ^ (XOR)	581
6.5.4	Opérateur binaire ~ (NON)	581
6.5.5	Décalage de bits << (à gauche) ou >> (à droite)	581
	Index	583