

Présentation de l'Arduino

1. Introduction	15
2. Présentation générale	16
3. Évolution de l'Arduino	18
4. Faites-le vous-même	20
4.1 La culture maker	20
4.2 Les Fab lab, Hackerspaces et Makerspaces	20
4.3 Le rôle de l'Arduino	20
5. Que faire avec l'Arduino ?	21

Description technique

1. Introduction	23
2. Le circuit imprimé	24
3. Le microcontrôleur	24
4. Les entrées et les sorties	26

5. Le contrôleur USB	27
-----------------------------	-----------

6. L'alimentation électrique	28
-------------------------------------	-----------

Matériel nécessaire

1. La famille Arduino	29
------------------------------	-----------

1.1 L'Arduino Uno	30
-------------------	----

1.2 L'Arduino Nano	31
--------------------	----

1.3 L'Arduino Mini	32
--------------------	----

1.4 L'Arduino Ethernet	33
------------------------	----

1.5 L'Arduino Leonardo	34
------------------------	----

1.6 L'Arduino Micro	35
---------------------	----

1.7 L'Arduino Esplora	36
-----------------------	----

1.8 L'Arduino 101	37
-------------------	----

1.9 L'Arduino Zero	38
--------------------	----

1.10 L'Arduino YÚN	40
--------------------	----

1.11 L'Arduino Mega 2560	41
--------------------------	----

1.12 L'Arduino due	42
--------------------	----

1.13 L'Arduino LilyPad	43
------------------------	----

2. Carte officielle, clones et contrefaçon ?	45
2.1 Un vrai Arduino	45
2.2 Les clones 100 % compatibles	45
2.3 Les clones spéciaux	45
2.4 La contrefaçon	46
3. Les outils	46
3.1 Le multimètre	46
3.1.1 Choisir un multimètre	47
3.1.2 Voltmètre	47
3.1.3 Ampèremètre	47
3.1.4 Ohmmètre	48
3.1.5 Testeur	48
3.2 Le fer à souder	49
3.3 Les tournevis	50
3.4 Les pinces	51
3.5 Les cutters et les couteaux	51
4. Les composants électroniques	52
5. Les modules à relier	52
6. Les shields (ou cartes d'extension)	

	53
7. Les kits	54
8. Recyclez (c'est mieux pour la planète et votre portefeuille)	55
9. Où acheter votre matériel ?	57
Connaissances de base	
1. Comprendre l'électronique et l'électricité	59
1.1 L'électricité	59
1.2 Les types de courant	60
1.3 Le sens de circulation	61
1.4 L'intensité et la puissance	61
1.5 L'électronique	61
2. L'alimentation électrique	62
2.1 La prise USB (5 V)	62
2.2 La prise jack (7 à 12 V)	63
2.3 Les broches d'alimentation	64
2.4 Quel transformateur choisir ?	65
2.5 Modifier une vieille alimentation de PC	66

2.6 Câbler un connecteur USB	67
2.7 Le module d'alimentation	67
2.8 Autres sources d'énergie	68
2.8.1 L'alternateur	68
2.8.2 Le panneau solaire	69
2.8.3 Le module Peltier	69
3. Les principaux composants électroniques	70
3.1 La breadboard (ou platine d'expérimentation)	70
3.2 Les résistances fixes	71
3.3 Les résistances variables	72
3.3.1 Le potentiomètre	72
3.3.2 Le capteur de luminosité (photorésistance)	73
3.3.3 La thermistance	73
3.4 Les diodes	73
3.5 Les LED	74
3.6 Les condensateurs	75
3.7 Le quartz (ou oscillateur)	76
3.8 Le buzzer	77
3.9 Les capteurs analogiques	78
3.10 Le transistor	78

3.11 Le relais	79
3.12 Les circuits intégrés	80
3.13 Les moteurs	81
3.13.1 Le moteur à courant continu	81
3.13.2 Le servomoteur	81
3.13.3 Le moteur pas-à-pas	82

Les langages de programmation

1. L'IDE, le programme officiel	83
1.1 Téléchargement et installation	84
1.1.1 Windows	85
1.1.2 macOS X	90
1.1.3 Linux	91
1.1.4 L'Arduino Web Editor, l'IDE en ligne	94
1.1.5 ArduinoDroid	98
1.2 Problèmes de drivers	101
1.3 Utilisation de l'IDE	103
2. Programmation par blocs	105
2.1 Ardublock	106
2.2 Scratch for Arduino (S4A)	

2.3 BlocklyDuino	107
	108
3. Un Arduino virtuel (tinkercad.com)	108
4. Les bibliothèques (libraries)	110
5. Débuguer (debugger) mon programme	111
5.1 Messages d'erreur	112
5.2 Le moniteur série	113
6. L'optimisation du code	114
Premiers sketches	
1. Blink, le programme de base	117
1.1 Que se passe-t-il ?	118
1.2 Examinons le programme Blink	118
1.2.1 Les commentaires	119
1.2.2 Les fonctions (ou sous-programmes)	121
1.2.3 La fonction setup ()	122
1.2.4 La fonction loop ()	123
1.2.5 Organigramme de programmation du sketch Blink	124

1.2.6 La version Ardublock	124
1.2.7 Modification du sketch	125
1.2.8 Problèmes de communication	127
1.2.9 Bugs dans le programme	129
2. Faire du Morse avec une LED externe	129
2.1 LED externe, le branchement	129
2.2 Les variables et les constantes	131
2.2.1 Les variables	131
2.2.2 Les constantes	133
2.2.3 Les opérateurs arithmétiques	134
2.2.4 Exemple d'utilisation d'une constante (ou d'une variable)	135
2.3 L'alphabet Morse	135
2.4 Le programme SOS	136
2.5 Une première solution	137
2.6 Les fonctions sans arguments	138
2.7 SOS, en utilisant des fonctions	139
3. Inverser la LED	141
4. Les feux tricolores	143
5. Les sorties analogiques	

	145
5.1 Le fonctionnement des sorties PWM (ou MLI)	145
5.2 Les boucles	146
5.2.1 La boucle while (tant que)	147
5.2.2 La boucle do... while (fait... tant que)	149
5.2.3 La boucle infinie avec une sortie	150
5.2.4 La boucle for (pour)	150
5.3 La condition if (si)	151
5.3.1 Exemple d'utilisation	151
5.3.2 Optimiser un peu le code	152
5.3.3 Notation simplifiée	153
5.4 La fonction switch... case (passer d'un cas à l'autre)	154
5.5 Liste des opérateurs logiques utilisables	156
5.5.1 Opérateurs logiques de comparaison	156
5.5.2 Les opérateurs logiques booléens	156
6. Le bouton poussoir	157
6.1 Programmation d'un bouton	158
6.2 Branchements	159
6.2.1 Résistance en mode pull-down	160
6.2.2 Résistance en mode pull-up	160
6.2.3 Résistance de pull-up interne	160

	161
7. Le passage piéton	163
8. Le clignotement sans blocage	165
9. Le compteur binaire	169
9.1 Gérer l'incrémentation du compteur	169
9.2 Le problème du rebond	169
9.3 Principe du langage binaire	171
9.4 L'affichage du compteur en binaire	172
10. Le potentiomètre	174
10.1 Programmation d'une entrée analogique	175
10.2 Utilisation du potentiomètre	175
11. La LED RGB	177
12. L'encodeur rotatif	179
13. Le buzzer	181
13.1 Utilisation du buzzer	181
13.2 Le tableau	186
13.3 Le fichier pitches.h	189

13.4 Brancher un haut-parleur	192
14. Le piano banane	193
14.1 Principe du bouton banane	194
14.2 Utilisation d'une entrée analogique	194
14.3 Utilisation d'une entrée numérique	197
14.4 Fabrication du piano banane	199
15. Le jeu Simon	200
15.1 Le branchement	201
15.2 Le code	202
15.3 L'étape suivante	211
 Montages avancés	
1. Les capteurs	213
1.1 Photorésistance	213
1.2 Capteurs de température	215
1.2.1 Les capteurs analogiques (LM35 ou TMP36)	215
1.2.2 Le capteur numérique DS18B20	218
1.3 Capteur de distance à ultrason HC-SR04	221
1.4 Capteur infrarouge de mouvement (PIR)	221

1.5 Capteurs d'humidité du sol et de niveau d'eau	223
1.5.1 Branchement directement à l'Arduino	225
1.5.2 Utilisation du module	225
1.6 Capteur d'inclinaison (ou tilt sensor)	227
1.7 Capteur magnétique	229
1.8 Autres capteurs	230
2. Le cadran analogique (galvanomètre)	232
3. Le relais	234
4. Les moteurs	236
4.1 Le moteur à courant continu	236
4.1.1 Utilisation d'un transistor	237
4.1.2 Le pont en H	239
4.1.3 Le module L298N	241
4.2 Le servomoteur	243
4.3 Le moteur pas à pas	245
5. L'afficheur sept segments	245
5.1 Branchement direct sur l'Arduino	246
5.2 Utiliser un registre à décalage	252

5.3 Chaîner plusieurs registres à décalage	256
6. La matrice de LED	258
6.1 Utilisation de la matrice seule (sans le module MAX7219)	258
6.2 Utilisation du module (MAX7219)	265
7. L'afficheur alphanumérique LCD	271
7.1 Connexion parallèle	272
7.2 Le shield	277
7.3 Connexion série (bus I2C)	278
8. L'écran LCD Nokia 5110	282
9. Le module RFID RC522	283
10. L'horloge en temps réel	287
11. Le lecteur de cartes SD (ou micro SD)	290
11.1 Les fonctions de la bibliothèque SD	291
11.2 L'enregistreur de température	292
11.3 La récupération des données	294

Communication

1. Introduction	297
2. Bus I2C	297
2.1 Le mode Master Writer (le maître écrit)	298
2.2 Le mode Master Reader (le maître lit)	300
3. Liaison série	302
4. Bluetooth	305
5. Radio (433 MHz)	309
5.1 Le branchement	309
5.2 La bibliothèque	309
5.3 Le code	310
6. Infrarouge	313
6.1 L'installation de la bibliothèque	313
6.2 Le branchement	314
6.3 Décoder le signal	315
6.4 Télécommander l'Arduino	318
6.5 Fabriquer une télécommande	319
7. Réseau (câble Ethernet)	321

8. Wi-Fi	330
9. Raspberry Pi (en USB)	330
9.1 Envoi de données de l'Arduino vers le Raspberry Pi	331
9.2 Envoi de données du Raspberry Pi vers l'Arduino	333
Autres modèles d'Arduino	
1. Introduction	337
2. Construire un clone de l'Arduino Uno	337
2.1 Le bootloader	338
2.2 La fréquence	338
2.3 Transformation de l'Arduino en programmeur	339
2.4 La gravure du bootloader	341
2.5 Les broches du microcontrôleur	343
2.6 Le montage du clone	343
2.7 Téléverser un sketch	345
3. Graver l'ATmega328P à 8 MHz	346
3.1 Transformation de l'Arduino en programmeur	347
3.2 Ajout des paramètres du microcontrôleur	

3.3 La gravure du bootloader	348
3.4 Test du microcontrôleur	349
	352
4. L'ATtiny 85	353
4.1 Transformation de l'Arduino en programmeur	354
4.2 Ajout des paramètres du microcontrôleur	355
4.2.1 Versions récentes de l'IDE	355
4.2.2 Anciennes versions de l'IDE	357
4.3 La gravure du bootloader	358
4.4 Test du microcontrôleur	360
	362
5. La Kitco	362
5.1 Le montage de la Kitco	363
5.2 Le bootloader	364
5.3 Utilisation de la bibliothèque Kitco	365
5.4 Programmation classique	370
	373
6. Le module ESP8266	373
	380
7. La carte WeMos-D1R2	380
	383
8. L'Arduino Leonardo	383

8.1 Émuler la souris	384
8.1.1 Les fonctions de la bibliothèque Mouse.h	384
8.1.2 Le code de la souris	385
8.2 Émuler le clavier	386
8.2.1 Les fonctions de la bibliothèque Keyboard.h	386
8.2.2 Le code de la manette	388

Le langage Arduino

1. Introduction	391
2. Structure d'un sketch	391
2.1 Point-virgule	392
2.2 Accolades	392
2.3 Commentaires	392
2.4 #define	393
2.5 #include	393
3. Fonctions	393
3.1 Fonctions de base	393
3.2 Fonctions personnalisées	394
3.2.1 Fonctions sans arguments - void	394

3.2.2 Fonctions avec arguments	394
3.3 Entrées/Sorties numériques	395
3.3.1 Fonction pinMode	395
3.3.2 Fonction digitalRead	395
3.3.3 Fonction digitalWrite	395
3.4 Entrées/Sorties analogiques	396
3.4.1 Fonction analogRead	396
3.4.2 Fonction analogWrite	396
3.4.3 Fonction analogReference	396
3.5 Entrées/Sorties avancées	397
3.5.1 Fonctions tone et noTone	397
3.5.2 shiftOut	397
3.5.3 shiftIn	397
3.5.4 pulseIn	398
3.6 Mesure du temps	398
3.6.1 Fonction delay	398
3.6.2 Fonction delayMicroseconds	398
3.6.3 Fonction millis	398
3.6.4 Fonction micros	399
3.7 Mathématiques et trigonométrie	399
3.7.1 Fonction min	399

3.7.2 Fonction max	399
3.7.3 Fonction abs	399
3.7.4 Fonction constrain	400
3.7.5 Fonction map	400
3.7.6 Fonction pow	400
3.7.7 Fonction sq	400
3.7.8 Fonction sqrt	400
3.7.9 Fonction sin	400
3.7.10 Fonction cos	401
3.7.11 Fonction tan	401
3.7.12 Fonction degrees	401
3.7.13 Fonction radians	401
3.7.14 Constante PI	401
3.8 Caractères	401
3.9 Nombres aléatoires	402
3.9.1 Fonction randomSeed	402
3.9.2 Fonction random	403
3.10 Communication (moniteur série)	403
3.11 Fonctions spécifiques	403
3.11.1 analogReadResolution	403
3.11.2 analogWriteResolution	403

4. Constantes et variables	404
4.1 Types de données	404
4.2 Portée des variables	405
4.2.1 Variables globales	405
4.2.2 Variables locales	405
4.3 Constantes	405
4.3.1 Constantes prédéfinies	405
4.3.2 Constantes personnalisées	406
4.4 Système de numération	406
4.5 Conversion	406
4.6 Tableaux	407
4.6.1 Déclaration du tableau	407
4.6.2 Tableau à 1 dimension	407
4.6.3 Tableau à 2 dimensions	407
4.7 Les chaînes de caractères	408
4.7.1 Tableau de caractères	408
4.7.2 Tableaux de chaînes de caractères	409
4.8 Utilitaires	409
4.8.1 sizeof	409
4.8.2 PROGMEM	410

5. Structures de contrôle	410
5.1 if... else	410
5.2 switch... case	411
5.3 for	411
5.4 while	412
5.5 do... while	412
5.6 break	412
5.7 continue	413
5.8 Return	413
5.9 goto	413
6. Opérateurs	414
6.1 Opérateurs arithmétiques	414
6.2 Opérateurs composés	414
6.3 Opérateurs logiques de comparaison	414
6.4 Opérateurs logiques booléens	415
6.5 Opérateurs binaires	415
6.5.1 Opérateur binaire & (ET)	415
6.5.2 Opérateur binaire (OU)	416
6.5.3 Opérateur binaire ^ (XOR)	416
6.5.4 Opérateur binaire ~ (NON)	416

6.5.5 Décalage de bits << (à gauche) ou >> (à droite) 416

Index 417