

Christian Tavernier

Arduino

Maîtrisez sa programmation

et ses cartes d'interface (*shields*)

2^e édition



DUNOD

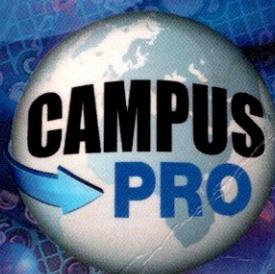


TABLE DES MATIÈRES

Avant-propos	XI
1 • Qu'est-ce que l'Arduino ?	1
1.1 Qu'est-ce qu'un microcontrôleur ?	1
1.1.1 L'alimentation	2
1.1.2 L'horloge	2
1.1.3 Le circuit de reset	3
1.1.4 La programmation	3
1.2 Les différentes versions d'Arduino	4
1.3 L'Arduino Uno	5
1.3.1 Dimensions et organisation	5
1.3.2 Alimentation	6
1.3.3 Horloge	6
1.3.4 Reset	6
1.3.5 Les mémoires	7
1.3.6 Les entrées/sorties	8
1.3.7 Différences entre Arduino Uno Révision 1, 2 et 3	10
1.3.8 Schémas des Arduino Uno	10
1.4 L'Arduino Mega 2560	11
1.4.1 Les mémoires	12
1.4.2 Les entrées/sorties	12
1.4.3 Schéma de l'Arduino 2560	13
1.5 Langage machine et langage évolué	14
1.5.1 À l'origine : le langage machine	14
1.5.2 Les langages évolués	15
1.5.3 L'environnement de développement de l'Arduino	16
1.5.4 Le langage évolué de l'Arduino	18
1.6 L'environnement de développement	18
1.6.1 Installation de l'environnement de développement	19
1.6.2 Première configuration de l'environnement de développement	20

V

© 2014, tous droits réservés. Toute réimpression ou utilisation non autorisée sans la permission écrite de l'éditeur est formellement interdite.

1.6.3	Utilisation de l'environnement de développement	21
1.6.4	Un premier programme juste pour « le fun »	23

2 • Environnement de développement et langage de programmation 25

2.1	Organisation générale d'un programme	26
2.1.1	Instructions et commentaires	26
2.1.2	Inclusions et définitions	27
2.1.3	Structure d'un programme	28
2.2	Données, variables et constantes	29
2.2.1	Les données numériques	30
2.2.2	Les données logiques et diverses	31
2.2.3	Les tableaux ou données indexées	32
2.2.4	Les données caractères et chaînes de caractères	32
2.2.5	Les conversions de types	35
2.2.6	Visibilité des variables	35
2.2.7	Gestion de la taille des variables	37
2.2.8	Constantes particulières	37
2.3	Fonctions arithmétiques et mathématiques	39
2.3.1	Opérateurs arithmétiques	39
2.3.2	Opérateurs arithmétiques composés	40
2.3.3	Fonctions mathématiques	41
2.3.4	Fonctions trigonométriques	42
2.4	Opérateurs de comparaison et opérateurs logiques	42
2.4.1	Opérateurs de comparaison	43
2.4.2	Opérateurs logiques booléens	43
2.4.3	Opérateurs logiques au niveau bit	44
2.5	Les structures de contrôle	46
2.5.1	Les prises de décision	46
2.5.2	Les boucles	50
2.5.3	Les sauts	51
2.6	Gestion du temps et des entrées/sorties	53
2.6.1	Gestion du temps	53
2.6.2	Entrées/sorties numériques	55
2.6.3	Entrées analogiques	57
2.6.4	Sorties analogiques	58
2.7	Entrées/sorties particulières	60
2.8	Fonctions diverses	62
2.8.1	Génération de nombres aléatoires	62

1	2.8.2	Manipulation de bits	63
3	2.8.3	Gestion des interruptions	65
	2.9	Gestion du port série	67
5	3	Les cartes d'interface	
6		ou shields de base	71
6	3.1	Les shields prototypes	71
7	3.1.1	Le minimum vital	72
8	3.1.2	Les éléments optionnels	73
9	3.1.3	Bonnes et mauvaises cartes prototypes	73
0	3.1.4	Un shield qui n'en est pas un	76
1	3.2	Un shield idéal pour la formation	77
2	3.3	Un shield vide mais fort utile	79
2	3.4	Un shield pour y voir clair	81
5	4	Entrée/sorties numériques parallèles : poussoirs, claviers,	
5		LED, relais et afficheurs	85
7	4.1	Les entrées numériques parallèles	86
7	4.1.1	Poussoirs, commutateurs, capteurs de type tout ou rien	86
9	4.1.2	Comment vaincre les rebondissements ?	88
9	4.1.3	Claviers en matrices	90
0	4.1.4	Plusieurs touches avec une seule entrée	94
1	4.1.5	Entrées haute tension et opto-isolées	97
2	4.2	Les sorties numériques parallèles	98
2	4.2.1	Commandes de LED et de relais	99
3	4.2.2	Commande directe de charges alimentées en continu	102
3	4.2.3	Commande directe de charges reliées au secteur	103
4	4.2.4	Commande directe d'afficheurs à LED	104
6	4.2.5	Commande directe d'afficheurs à LED multiplexés	106
6	4.2.6	Commande d'afficheurs à LED avec des circuits spécialisés	109
0	4.2.7	Utilisation d'afficheurs à cristaux liquides (LCD)	109
1	5	Entrées/sorties analogiques : capteurs, potentiomètres,	
3		gradateurs et moteurs	117
3	5.1	Les entrées analogiques	117
5	5.1.1	Utilisation de capteurs analogiques résistifs	118
7	5.1.2	Où il est question d'hystérésis	120
8	5.1.3	Utilisation de capteurs délivrant une tension analogique	121
0	5.1.4	Utilisation de capteurs délivrant « n'importe quoi »	124

5.2	Les sorties analogiques PWM	126
5.2.1	Gradateur de tension ou de puissance PWM	126
5.2.2	Tension continue à partir d'un signal PWM	129
5.3	La commande des moteurs	130
5.3.1	Les servos de radiocommande	130
5.3.2	Les moteurs pas à pas	137
5.3.3	Les moteurs à courant continu	142
6	• Les interfaces séries synchrones et asynchrones, I2C, SPI, bus « un fil »	147
6.1	Les liaisons séries asynchrones	147
6.1.1	Interface matérielle ou logicielle	147
6.1.2	L'interface RS 232	150
6.1.3	Des signaux de contrôle parfois inutiles	153
6.2	Les liaisons séries synchrones	154
6.2.1	Le registre à décalage	154
6.2.2	Commande de LED ou d'afficheurs avec un registre à décalage	156
6.3	Le bus I2C	158
6.3.1	Généralités	159
6.3.2	Protocole du bus I2C	159
6.3.3	La bibliothèque Wire de l'Arduino	162
6.3.4	Exemple d'utilisation du bus I2C	165
6.4	L'interface ou bus SPI	170
6.4.1	Principe d'une liaison de type SPI	170
6.4.2	La bibliothèque SPI de l'Arduino	172
6.4.3	Exemple d'utilisation d'une liaison SPI	173
6.5	Le bus « un fil » de Dallas (Maxim)	177
6.5.1	Principe du bus un fil	177
6.5.2	La bibliothèque OneWire de Jim Studt	179
6.5.3	Exemple d'utilisation du bus un fil	182
7	• Pour aller plus loin	185
7.1	Les shields évolués	185
7.1.1	Programmation des shields évolués	186
7.1.2	Reliez votre Arduino à Internet	186
7.2	Les autres Arduino originaux	192
7.2.1	L'Arduino Mini	192
7.2.2	L'Arduino Nano	194
7.2.3	L'Arduino Fio	195
7.2.4	L'Arduino Pro	196

126	7.2.5	L'Arduino Pro Mini	198
126	7.2.6	L'Arduino LilyPad	199
129	7.3	Les « Arduino like »	200
130	7.3.1	Le Eleven, anciennement TwentyTen de Freetronics	201
130	7.3.2	Le Freeduino	202
137	7.3.3	Le Boarduino	203
142	7.4	Les « gros » Arduino	204
	7.4.1	L'Arduino Leonardo	204
	7.4.2	Les Arduino Due, Yun et Galileo	206
147			207
147		Webographie	
147			
150		Index	209
153			
154			
154			
156			
158			
159			
159			
162			
165			
170			
170			
172			
173			
177			
177			
179			
182			
185			
185			
186			
186			
192			
192			
194			
195			
196			