



**Programmation des PIC 16 et 18  
en langage JAL**  
**50 nouvelles applications  
des microcontrôleurs PIC**  
*initiation et maîtrise par l'expérimentation*

**Auteur : Bert VAN DAM**

**Éditeur : Elektor**  
**ISBN : 978-2-86661-177-4**  
**Format : 17 × 23,5 cm**  
**Nbre de pages : 400**  
**Prix : 44,50 €**

## Sommaire

### Introduction

<b>1. Les microcontrôleurs PIC</b> .....	17
<b>2. Matériel requis</b>	
2.1 Le matériel indispensable .....	19
2.1.1 Platine d'essai .....	19
2.1.2 Source d'alimentation (UA7805) .....	20
2.1.3 Programmateur (Wisp648) .....	21
2.1.4 Microcontrôleurs (PIC) .....	22
2.1.5 Langage de programmation (JAL) .....	23
2.1.6 Bibliothèque (_bert) .....	24
2.1.7 Éditeur de texte (JALedit) .....	26
2.1.8 Terminal (MICterm) .....	28
2.2 Le matériel facultatif (pour votre confort) .....	28
2.2.1 Logiciel de développement pour PC (Visual Basic) .....	29
2.2.2 Oscilloscope (logiciel) .....	29
2.2.3 Codes des résistances et des condensateurs .....	32
2.2.4 Analyseur de fréquences .....	33
2.2.5 Générateur de fréquence .....	33
<b>3. Tutoriel : notre premier projet</b>	
3.1 Matériel .....	35

3.2	Programme. ....	40
3.3	Compilation et téléchargement . . . . .	44
3.4	Débogage . . . . .	46
3.5	Ça marche ! . . . . .	47
3.6	Les suites de la compilation. . . . .	48
3.6.1	Le fichier hex . . . . .	48
3.6.2	Le fichier asm (assembleur). . . . .	48

## **4. Relais**

4.1	Déconnexion automatique du PIC. . . . .	49
4.1.1	Données techniques . . . . .	49
4.1.2	Matériel . . . . .	51
4.1.3	Programme. . . . .	53
4.1.4	Mode opératoire . . . . .	54
4.2	Relais bistable . . . . .	54
4.2.1	Données techniques . . . . .	54
4.2.2	Matériel . . . . .	56
4.2.3	Programme. . . . .	56
4.3	Ampoule clignotante (8 V) . . . . .	59
4.3.1	Données techniques . . . . .	59
4.3.2	Matériel . . . . .	60
4.3.3	Programme. . . . .	61
4.4	Ampoule clignotante (tension de secteur, 240 V ou 110 V) . . . . .	61
4.4.1	Données techniques . . . . .	62
4.4.2	Matériel . . . . .	62
4.4.3	Programme. . . . .	64

## **5. Courant alternatif**

5.1	Commutateur (8 V) . . . . .	65
5.1.1	Données techniques . . . . .	65
5.1.2	Matériel . . . . .	67
5.1.3	Programme. . . . .	67
5.2	Détection du passage à zéro. . . . .	68
5.2.1	Données techniques . . . . .	69
5.2.2	Matériel . . . . .	71
5.2.3	Programme. . . . .	72
5.3	Gradateur de lumière (8 V) . . . . .	74
5.3.1	Données techniques . . . . .	74
5.3.2	Matériel . . . . .	77
5.3.3	Programme. . . . .	79
5.4	Gradateur de lumière (tension de secteur, 110 à 240 V) . . . . .	80
5.4.1	Données techniques . . . . .	80
5.4.2	Matériel . . . . .	82
5.4.3	Programme. . . . .	83

## 6. Des projets qui font du bruit

6.1	Répulsif anti-bravards.....	85
6.1.1	Données techniques.....	85
6.1.2	Matériel.....	93
6.1.3	Programme.....	93
6.2	Conversion numérique-analogique (N/A).....	94
6.2.1	Données techniques.....	95
6.2.2	Matériel.....	96
6.2.3	Programme.....	99
6.2.4	Tableau de sinus.....	100
6.2.5	Données techniques.....	101
6.2.6	Matériel.....	104
6.2.7	Programme.....	106
6.3	Sirène avec amplificateur.....	108
6.3.1	Données techniques.....	108
6.3.2	Matériel.....	109
6.3.3	Programme.....	109
6.4	Un microcontrôleur qui parle (18F4685).....	111
6.4.1	Données techniques.....	111
6.4.2	Matériel.....	114
6.4.3	Programme.....	114
6.4.4	Utiliser son propre échantillon sonore.....	118

## 7. Traitement du son

7.1	Comparateur.....	121
7.1.1	Données techniques.....	121
7.1.2	Matériel.....	123
7.1.3	Programme.....	125
7.2	Interrupteur commandé par le son.....	127
7.2.1	Données techniques.....	127
7.2.2	Matériel.....	128
7.2.3	Programme.....	129
7.3	Oreilles artificielles.....	132
7.3.1	Données techniques.....	132
7.3.2	Matériel.....	132
7.3.3	Programme.....	134
7.4	Fréquencemètre.....	135
7.4.1	Données techniques.....	135
7.4.2	Matériel.....	138
7.4.3	Programme.....	140
7.5	Préamplificateur pour microphone.....	143
7.5.1	Données techniques.....	143
7.5.2	Matériel.....	144

## 8. Capteurs

8.1	Protection anti-vol par effet Hall.....	145
8.1.1	Données techniques.....	145

8.1.2	Matériel	146
8.1.3	Programme	147
8.2	Touche sensitive	149
8.2.1	Données techniques	149
8.2.2	Matériel	149
8.2.3	Programme	151
8.3	Indicateur de niveau capacitif (sans contact)	152
8.3.1	Données techniques	152
8.3.2	Matériel	154
8.3.3	Programme	155
8.4	Alarme basse tension	156
8.4.1	Données techniques	156
8.4.2	Matériel	158
8.4.3	Programme	159
8.5	Contrôle de température	160
8.5.1	Données techniques	160
8.5.2	Matériel	161
8.5.3	Programme	161
8.6	Température d'un élevage de volailles	163
8.6.1	Données techniques	164
8.6.2	Matériel	170
8.6.3	Programme	170

## 9. Communication

9.1	Communication RS232 - <i>Passthrough</i> (intercommunication)	173
9.1.1	Établissement de la communication	177
9.2	RS232 - Terminal VT52	178
9.2.1	Matériel	180
9.2.2	Programme	181
9.2.3	Mode opératoire	182
9.3	Récepteur IR	183
9.3.1	Données techniques	183
9.3.2	Matériel	183
9.3.3	Programme	184
9.4	Émetteur IR (télécommande)	191
9.4.1	Données techniques	191
9.4.2	Matériel	194
9.4.3	Programme	196
9.5	USB - Écho sériel	199
9.5.1	Données techniques	199
9.5.2	Matériel	203
9.5.3	Programme	205
9.6	USB - Souris taquine	208
9.6.1	Données techniques	208
9.6.2	Matériel	209
9.6.3	Programme	211
9.7	USB - Mesures A/N avec Excel	213
9.7.1	Données techniques	213

9.7.2	Matériel . . . . .	217
9.7.3	Programme . . . . .	218
9.7.4	Mode opératoire . . . . .	219
9.8	Bus CAN - Mise en boucle ( <i>loopback</i> ) . . . . .	220
9.8.1	Données techniques . . . . .	220
9.8.2	Matériel . . . . .	227
9.8.3	Programme . . . . .	227
9.9	Bus CAN - LED distantes . . . . .	228
9.9.1	Données techniques . . . . .	228
9.9.2	Matériel . . . . .	228
9.9.3	Programme . . . . .	229
9.10	SPI - Maître - esclave . . . . .	233
9.10.1	Données techniques . . . . .	233
9.10.2	Matériel . . . . .	235
9.10.3	Programme . . . . .	236
9.11	SPI - Échantillonnage sur carte MMC . . . . .	242
9.11.1	Données techniques . . . . .	242
9.11.2	Matériel . . . . .	243
9.11.3	Programme . . . . .	246
9.11.4	Mode opératoire . . . . .	248
9.12	I <sup>2</sup> C - Horloge temps réel . . . . .	249
9.12.1	Données techniques . . . . .	250
9.12.2	Matériel . . . . .	254
9.12.3	Programme . . . . .	254
9.13	I <sup>2</sup> C - Sablier . . . . .	257
9.13.1	Données techniques . . . . .	257
9.13.2	Matériel . . . . .	258
9.13.3	Programme . . . . .	259
9.14	I <sup>2</sup> C - Mémoire avec pile de sauvegarde . . . . .	260
9.14.1	Données techniques . . . . .	260
9.14.2	Matériel . . . . .	261
9.14.3	Programme . . . . .	262
9.14.4	Instructions . . . . .	263
9.15	I <sup>2</sup> C - Duplicateur de port d'E/S . . . . .	263
9.15.1	Données techniques . . . . .	263
9.15.2	Matériel . . . . .	268
9.15.3	Programme . . . . .	270
9.16	I <sup>2</sup> C - conversion N/A . . . . .	271
9.16.1	Données techniques . . . . .	271
9.16.2	Matériel . . . . .	272
9.16.3	Programme . . . . .	274

## 10. Vision artificielle

	Résolution des problèmes . . . . .	281
10.1	Un papier dans le champ . . . . .	281
10.1.1	Données techniques . . . . .	281
10.1.2	Matériel . . . . .	287
10.1.3	Programme . . . . .	290
10.1.4	Mode opératoire . . . . .	293

10.2	Compter des carrés de couleur.....	293
10.2.1	Données techniques.....	293
10.2.2	Matériel.....	297
10.2.3	Programme.....	297
10.2.4	Mode opératoire.....	299
10.3	J'ai l'impression que quelque chose a changé.....	300
10.3.1	Données techniques.....	300
10.3.2	Matériel.....	303
10.3.3	Programme.....	303
10.3.4	Mode opératoire.....	305
10.4	Des photos pour son PC.....	305
10.4.1	Données techniques.....	305
10.4.2	Matériel.....	307
10.4.3	Programme.....	307
10.4.4	Mode opératoire.....	310

## 11. Divers

11.1	Afficheur à sept segments.....	311
11.1.1	Données techniques.....	311
11.1.2	Matériel.....	313
11.1.3	Programme.....	313
11.2	Afficheur à 7 segments double avec permutation par transistor.....	315
11.2.1	Données techniques.....	315
11.2.2	Matériel.....	316
11.2.3	Programme.....	317
11.3	Encodeur rotatif.....	319
11.3.1	Données techniques.....	319
11.3.2	Matériel.....	321
11.3.3	Programme.....	321
11.4	Interruption du Port B.....	323
11.4.1	Données techniques.....	323
11.4.2	Matériel.....	326
11.4.3	Programme.....	326
11.5	Mettre à jour le micrologiciel de son Wisp.....	327
11.5.1	Données techniques.....	327
11.5.2	Matériel.....	328
11.5.3	Mode opératoire.....	329
11.6	Alarme laser.....	330
11.6.1	Données techniques.....	330
11.6.2	Matériel.....	331
11.6.3	Programme.....	333

## 12. Autres microcontrôleurs

12.1	Microcontrôleurs pris en charge.....	335
12.1.1	Caractéristiques.....	335
12.1.2	Connexion Wisp.....	336
12.2	Transposition.....	337

12.2.1	Comment transposer un programme	337
12.2.2	Cas d'étude n°1 : d'un 16F877A à un 10F200 (objet : réduction du coût)	338
12.2.3	Cas d'étude n°2 : d'un 16F877A à un 18F4455 (objet : ajouter des capacités USB)	341

## 13. Appendice

13.1	Le langage JAL	343
13.1.1	Généralités	343
13.1.2	Syntaxe	344
13.2	Bibliothèque <i>_bert</i>	358
13.2.1	Communication série	359
13.2.2	Modulation de largeur d'impulsion (MLI)	361
13.2.3	Conversion A/N	362
13.2.4	Mémoire de programme	363
13.2.5	Mémoire EEPROM	363
13.2.6	Commandes <i>delay</i> (temporisation)	363
13.2.7	Bibliothèque <i>random</i> (nombres aléatoires)	364
13.2.8	Registres et variables	364
13.3	Autres bibliothèques	366
13.3.1	Communication série USB (bibliothèque <i>usb_rs232</i> )	366
13.3.2	Clavier USB HID (bibliothèque <i>usb_hid_keyboard</i> )	367
13.3.3	Souris USB HID (bibliothèque <i>usb_hid_mouse</i> )	367
13.3.4	EEPROM (I <sup>2</sup> C) (bibliothèque <i>i2c_sw</i> )	368
13.3.5	Affichage LCD (bibliothèque <i>lcd_44780</i> )	368
13.3.6	Lire et modifier des registres (bibliothèque <i>regedit</i> )	369
13.3.7	1-Wire (bibliothèque <i>I_wire</i> )	370
13.3.8	1-Wire DS1882 (bibliothèque <i>ds1822_I_wire</i> )	370
13.3.9	Communication SPI matérielle (bibliothèque <i>spi_hardware</i> )	371
13.3.10	Communication SPI logicielle (bibliothèque <i>spi_software</i> )	371
13.3.11	Bibliothèque logicielle pour cartes MMC (bibliothèque <i>mmc</i> )	371
13.3.12	Routines pour caméra (bibliothèque <i>cmucam2</i> )	372
13.3.13	Horloge temps réel DS1307 (bibliothèque <i>ds1307</i> )	372
13.3.14	Bibliothèque pour communication I <sup>2</sup> C (bibliothèque <i>i2c</i> )	373
13.3.15	Bibliothèque pour afficheur à 7 segments (bibliothèque <i>7segment</i> )	373
13.3.16	Commandes VT52	373
13.4	Table ASCII	374
13.5	Codes <i>scan</i> du clavier	376
13.6	Transistor	378
13.7	Contenu du paquetage à télécharger	381
13.8	Trucs et astuces	384
	<b>Index</b>	<b>387</b>