

Table des matières

1 Introduction	1
Prolégomènes	1
Programmation en langage d'assemblage	3
2 Structure et fonctionnement d'un ordinateur	11
2.1 Définition d'un ordinateur	11
2.2 Organisation générale des ordinateurs	12
2.2.1 La mémoire	13
2.2.2 Les unités d'entrée-sortie	15
2.2.3 L'unité centrale de traitement	15
2.2.4 L'horloge	15
2.2.5 Les bus	16
Bus d'adresses	16
Bus de données	18
Bus de contrôle	18
2.3 Structure et fonctionnement de l'unité centrale de traitement	18
2.3.1 Les registres	18
2.3.2 Le compteur ordinal	18
2.3.3 Les codes de condition	19
2.3.4 Exécution d'un programme	19
2.4 Instructions et données	20
3 Codage de l'information	21
3.1 Systèmes de numération	21
3.1.1 Système binaire	22
3.1.2 Parties fractionnaires des nombres réels	23
3.1.3 Système hexadécimal	24
3.1.4 Exercices	26
3.2 Représentation de l'information	27
3.2.1 Représentation des nombres entiers	27
3.2.2 Représentation des caractères	28
3.3 Langage machine	28
3.4 Langage d'assemblage	30
3.5 Traitement d'un programme en langage d'assemblage	31
3.6 Assemblage	31
3.7 Chargement et exécution	33
3.8 Exercices	34
4 Introduction à l'arithmétique sur ordinateur	35
4.1 Arithmétique en complément	35
4.2 Exercices	38
4.3 Addition	38
4.4 Résultats intermédiaires	39
4.5 Exercices	40
4.6 Soustraction	40
4.7 Codes de condition	41

4.8 Limites	41
4.9 Exemple de programme	42
5 Éléments de base de l'assembleur	45
5.1 Règles d'assemblage	45
5.1.1 Identificateurs	45
5.1.2 Constantes	45
5.1.3 Instructions et directives	45
5.1.4 Format des instructions	46
5.2 Liste d'assemblage	47
5.3 Exercices	47
5.4 Classes d'instructions	48
5.5 Directives	48
5.5.1 .BLOCK	49
5.5.2 .WORD	49
5.5.3 .BYTE	49
5.5.4 .ASCII	49
5.5.5 .EQUATE	50
5.5.6 .ADDRSS	50
5.5.7 .BURN	50
5.5.8 .END	50
6 Adressage des opérandes	51
6.1 Adressage immédiat	52
6.2 Adressage direct	52
6.3 Adressage basé	53
6.4 Adressage indexé	54
6.5 Adressage indirect	54
6.6 Adressage sur la pile	56
6.7 Exercices	56
7 Instructions du processeur PEP 8	57
7.1 Format des instructions	57
Code instruction	57
Spécification de l'opérande	57
7.2 Instructions unaires simples	58
Instruction STOP	58
Instruction RETTR	58
Instruction MOVSPA	58
Instruction MOVFLGA	58
7.3 Instructions de chargement et rangement	58
Instruction LDr	58
Instruction STr	59
Instruction LDBYTEr	59
Instruction STBYTEr	59
7.4 Instructions arithmétiques	59
Instruction ADDr	59
Instruction SUBr	59
Instruction NEGr	60

Instruction ADDSP	60
Instruction SUBSP	60
Exemple : Multiplication entière simple	60
7.5 Instructions d'entrée-sortie	61
Instruction CHARI	61
Instruction CHARO	61
Instruction STRO	61
Instruction DECI	61
Instruction DECO	62
Exemple : lecture et addition de deux entiers	62
7.6 Instructions logiques	62
Instruction NOTr	63
Instruction ANDr	63
Instruction ORr	63
Instruction ASLr	63
Instruction ASRr	63
Instruction ROLr	64
Instruction RORr	64
Instruction CPr	64
Exemple : Comptage du nombre de bits 1 dans un mot	64
7.7 Instructions de branchement	65
Instruction BR	66
Exemple1 : programme impur d'affichage d'une chaîne de caractères	66
Exemple2 : programme pur d'affichage d'une chaîne de caractères	67
Instruction BRLE	67
Instruction BRLT	67
Instruction BREQ	67
Instruction BRNE	68
Instruction BRGE	68
Instruction BRGT	68
Instruction BRV	68
Exemple3 : Test de débordement	68
Instruction BRC	69
Exemple 4 : Comptage du nombre de bits 1 dans un mot par décalage	69
7.8 Instructions liées aux sous-programmes	70
Instruction CALL	70
Instruction RETn	70
7.9 Instructions non réalisées	70
Instruction NOPn	70
Instruction NOP	70
7.10 Exemples d'applications	71
Exemple 1 : lire et ordonner deux entiers	71
Exemple 2 : affichage d'une suite de nombres	71
Exemple 3 : lecture, calcul et affichage de la somme d'entiers	72
Exemple 4 : deviner un nombre	72
Exemple 5 : lecture et affichage d'un vecteur d'entiers	74

Exemple 6 : conversion Fahrenheit-Celsius et l'inverse	75
7.11 Exercices	80
8 Structure, documentation et mise au point des programmes	81
8.1 Objectifs de la programmation	81
8.1.1 Clarté des programmes	81
8.1.2 Efficacité des programmes	82
8.2 Structures de base	82
8.2.1 Boucles	82
WHILE	82
REPEAT	83
Boucles généralisées	83
Boucles FOR	84
8.2.2 Instructions conditionnelles	84
Instruction IF simple	84
Instruction IF complète	84
Instructions IF imbriquées	85
8.2.3 Instruction SWITCH	86
8.3 Normes de programmation	86
8.4 Exemples de programmes complets	88
8.4.1 Programme de multiplication rapide	88
8.4.2 Programme de tri	89
8.4.3 Programme de recherche binaire	91
8.5 Mise au point des programmes	94
8.5.1 Principes de mise au point	94
8.5.2 Outils de mise au point	95
Messages d'erreur	95
Vidanges de mémoire	96
Traces	97
Logiciels de mise au point	97
8.5.3 Exécution d'un programme source PEP 8	98
Données d'entrée	98
Trace du programme	99
Méthodes pour la mise au point	101
8.6 Exemple de programme : compression d'une chaîne de caractères	102
8.6.1 Exercices	106
9 Sous-programmes	107
9.1 Instructions CALL et RETn	108
9.2 Paramètres	109
9.2.1 Paramètres valeurs	109
9.2.2 Paramètres variables	110
9.3 Adressage sur la pile	111
9.3.1 Adressage direct sur la pile	111
Exemple : Utilisation de la pile pour les variables globales	111
9.3.2 Adressage indexé sur la pile	112
Exemple : Lecture et affichage des valeurs d'un vecteur placé sur la pile	113
9.3.3 Adressage indirect sur la pile	114

9.3.4 Adressage indirect indexé sur la pile	115
9.4 Réalisations du passage de paramètres	115
9.4.1 Passage d'un paramètre valeur	116
9.4.2 Passage de plusieurs paramètres au moyen d'une seule adresse	117
9.4.3 Passage de paramètres par la pile	118
9.4.4 Passage de paramètres qui se trouvent déjà sur la pile	120
9.5 Conventions d'utilisation des registres	121
9.5.1 Appels des sous-programmes et passage des paramètres	121
9.5.2 Sauvegarde des registres	122
9.5.3 Zone locale des sous-programmes	122
9.6 Partage des responsabilités	124
9.6.1 Programme appelant	124
9.6.2 Sous-programme	125
9.6.3 Exemple de sous-programmes	126
9.7 Sous-programme pour la sortie d'un mot en hexadécimal	128
9.8 Sous-programme de lecture d'une chaîne de caractères	129
9.9 Sous-programme d'allocation de mémoire new	130
9.10 Sous-programme de tri	132
9.11 Sous-programme de recherche logarithmique	134
9.12 Sous-programme de tri rapide	135
9.13 Sous-programme de transformation de chaînes de caractères	137
9.14 Sous-programme de traitement d'une structure simple	140
9.15 Programme de construction et d'affichage d'une liste linéaire	146
10 Programmes et sous-programmes : documentation	149
10.1 Exemple de documentation du programme Facture	149
10.2 Exercices	153
10.3 Sous-programme récursif : permutations	153
11 L'arithmétique réelle	157
11.1 Principes de la représentation des nombres réels	156
11.2 Représentation des nombres réels selon la norme IEEE 754	156
11.2.1 Exercices	159
11.3 Valeurs spéciales	160
Valeur zéro	160
Infini	161
NaN	161
Nombres dénormalisés	161
11.4 Format externe des nombres réels	162
11.5 Normalisation	164
11.6 Conversion d'un nombre entier de 32 bits en un nombre réel de 32 bits	167
11.7 Conversion d'un nombre réel de 32 bits en un nombre entier de 32 bits	169
12 Interruptions	173
12.1 Systèmes d'interruption simples	173
12.2 Traitement d'une interruption	174
12.3 Interruptions sur un processeur réel (MC68000)	174
12.4 PEP 8 : interruption des instructions non implantées	177
12.5 PEP 8 : traitement des interruptions des instructions non implantées	181

12.5.1 Vérification du mode d'adressage	181
12.5.2 Calcul de l'adresse de l'opérande	182
12.5.3 Traitement des instructions NOP	183
12.5.4 Traitement de l'instruction DECI	184
12.5.5 Traitement de l'instruction DECO	187
12.5.6 Traitement de l'instruction STRO	188
12.5.7 Exemple de traitement d'une instruction causant une interruption	189
12.5.8 Exercices	191
13 Circuits logiques	193
13.1 Algèbre de Boole	193
13.1.1 Axiomes et théorèmes	193
Théorèmes 1 à 5	194
Exemple	195
13.1.2 Lois de De Morgan	195
13.1.3 Simplification d'expressions booléennes	196
Exemples 1 à 5	196
13.1.4 Exercices	196
13.2 Portes logiques	197
Exemple	197
13.3 Circuits combinatoires	199
13.3.1 Exemples de circuits	199
Multiplexeur	199
Démultiplexeur	200
Décodeur	200
Additionneur	201
Multiplicateur	203
13.3.2 Exercices	205
13.3.3 Simplification des circuits par tables de Karnaugh	205
Exemple 1	207
Exemple 2	207
Exemple 3	208
Conditions neutres	208
13.3.3.1 Exercices	210
13.3.4 Simplification par la méthode de Quine-McCluskey	210
Exemple	210
13.3.5 Exercices	211
13.4 Circuits séquentiels	211
13.4.1 La bascule S-R	212
13.4.2 Autres bascules (flip-flops)	213
Bascule D	213
Bascule J-K	214
13.4.3 Registres	214
13.4.4 Exercices	215
Annexe A Table des codes ASCII et table des puissances de 2	217
Annexe B Corrigé des exercices	221
Annexe C Instructions de PEP 8	235