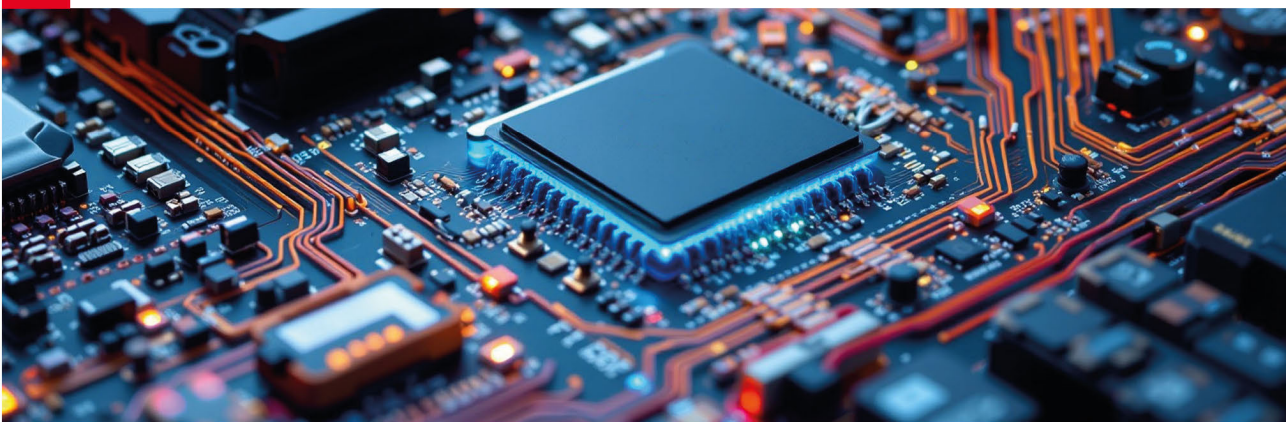


Architecture des ordinateurs

Structure et fonctions



Joëlle DELACROIX
Alain CAZES

DUNOD

Architecture des ordinateurs

Joëlle Delacroix

Maître de conférences en informatique
au Conservatoire des Arts et Métiers

Alain Cazes

Ancien maître de conférences en informatique
au Conservatoire national des Arts et Métiers

DUNOD

Illustration de couverture : Goran Gjorovski – Shutterstock
Mise en pages : Nord Compo

© Dunod, 2025
11 rue Paul Bert, 92240 Malakoff
www.dunod.com
ISBN 978-2-10-089043-9

Table des matières

CHAPITRE 1 • STRUCTURE GÉNÉRALE DE L'ORDINATEUR	1
1.1 Introduction	1
1.2 Organisation matérielle d'un ordinateur	2
1.2.1 La mémoire centrale	3
1.2.2 Le bus de communication	5
1.2.3 Le microprocesseur	7
1.2.4 Les unités d'échanges	7
1.3 Conclusion	8
CHAPITRE 2 • INSTRUCTIONS ET DONNÉES	11
2.1 La représentation des informations	11
2.1.1 Numération binaire, octale et hexadécimale	12
2.1.2 Représentation des nombres signés	15
2.1.3 Représentation des nombres flottants	19
2.1.4 Représentation des caractères	22
2.2 Les instructions machine	25
2.2.1 Les différents types d'instructions	25
2.2.2 Les différents types d'opérandes	26
2.2.3 Un exemple	27
2.3 Les instructions du langage d'assemblage	30
2.3.1 Format d'une instruction du langage d'assemblage	30
2.3.2 Fonctionnement de l'assembleur	32
2.3.3 Spécification d'un langage d'assemblage	34
2.3.4 Quelques exemples	39
2.4 Conclusion	41
2.5 QCM	42

CHAPITRE 3 • LA FONCTION D'EXÉCUTION	45
3.1 Introduction	45
3.2 Aspects externes	48
3.2.1 Le microprocesseur	48
3.2.2 Les bus	50
3.3 Aspects internes	52
3.3.1 Exécution d'une instruction machine	53
3.3.2 Microcommandes et micro-instructions	61
3.4 Exercices	70
3.4.1 Révisions	70
3.4.2 Microcommandes	70
3.5 Solutions	72
3.5.1 Révisions	72
3.5.2 Microcommandes	72
CHAPITRE 4 • LA FONCTION DE MÉMORISATION	73
4.1 Généralités	73
4.2 Mémoires de travail	76
4.2.1 Les mémoires vives	76
4.2.2 Les mémoires mortes	85
4.2.3 Les registres	86
4.3 Mémoires de stockage : le disque magnétique	87
4.3.1 Caractéristiques générales	87
4.3.2 Organisation générale	88
4.3.3 Le disque SSD (<i>Solid-State Drive</i>)	90
4.4 Exercices	91
4.4.1 Cache à correspondance directe	91
4.4.2 Calcul de la taille réelle d'un cache	91
4.4.3 Cache associatif et remplacement de lignes	91
4.5 Solutions	92
4.5.1 Cache à correspondance directe	92
4.5.2 Calcul de la taille réelle d'un cache	93
4.5.3 Cache associatif et remplacement de lignes	94
CHAPITRE 5 • LA FONCTION DE COMMUNICATION	95
5.1 Introduction	95
5.2 Les bus	100
5.2.1 Les bus ISA (ou PC-AT), MCA et EISA	101
5.2.2 Le bus PCI (<i>Peripheral Component Interconnect</i>)	102

5.2.3	Le bus AGP (<i>Accelerated Graphics Port</i>)	106
5.2.4	Deux exemples	107
5.3	Les interfaces d'accès aux périphériques	108
5.3.1	Les unités d'échanges	109
5.3.2	Les bus d'extension	122
5.4	Les différents modèles de gestion des entrées-sorties	127
5.4.1	La liaison programmée	128
5.4.2	Entrées-sorties pilotées par les interruptions	129
5.4.3	Gestion des entrées-sorties asynchrones	131
5.5	Conclusion	134
5.6	Exercices	135
5.6.1	Questions de cours	135
5.6.2	Entrées-sorties programmées et entrées-sorties par interruption	135
5.6.3	Performances des opérations d'entrées-sorties	135
5.6.4	Gestion des interruptions	136
5.7	Solutions	137
5.7.1	Questions de cours	137
5.7.2	Entrées-sorties programmées et entrées-sorties par interruption	137
5.7.3	Performances des opérations d'entrées-sorties	138
5.7.4	Gestion des interruptions	139
CHAPITRE 6 • AMÉLIORATION DES PERFORMANCES		141
6.1	Parallélisme des instructions (pipeline)	142
6.1.1	Technique de pipeline	142
6.1.2	Parallélisme des processeurs	148
6.1.3	Conclusion	149
6.2	Approche multicœurs	150
6.3	Les caches mémoires	151
6.3.1	Principe de fonctionnement	152
6.3.2	Organisation et fonctionnement : généralités	155
6.3.3	Les différents types de cache	156
6.3.4	Algorithmes de remplacement de lignes	159
6.3.5	Nombre et localisation des caches	161
6.4	Les interruptions	162
6.4.1	Principe des interruptions	162
6.4.2	Un exemple	165
6.5	QCM	170

CHAPITRE 7 • ARCHITECTURE RISC/CISC NANO-ORDINATEUR	173
7.1 Préambule	173
7.1.1 Les performances d'un processeur	174
7.2. Les nano-ordinateurs	178
7.2.1 Un peu d'histoire	178
7.2.2 Architecture ARM	179
7.2.3 Un exemple de nano-ordinateurs : les Raspberry	180
7.2.4 Exemples d'usage du Raspberry	181
7.3 Exercice	181
7.4 Solutions	182
 CHAPIRE 8 • EXERCICES DE SYNTHÈSE ET CORRIGÉS	 183
8.1 Exercices	183
8.2 Solutions	186
 INDEX	 191

Chapitre 1

Structure générale de l'ordinateur

Dans ce chapitre, nous présentons quelques éléments concernant la programmation et l'algorithmique. L'objectif est de présenter les différentes phases qui interviennent dans la résolution d'un problème avec un ordinateur. Nous présenterons ensuite les principaux modules matériels constituant l'architecture d'un ordinateur type et ferons un tour d'horizon des fonctionnalités de chacun de ces modules. Il s'agit ici de présenter de manière globale le fonctionnement de l'ordinateur.

1.1 INTRODUCTION

En informatique, on résout des problèmes à l'aide d'un ordinateur. Un problème s'exprime sous la forme d'un énoncé qui spécifie les fonctions que l'on souhaite réaliser. Par exemple, définir toutes les fonctions d'un traitement de texte. Pour résoudre un problème, les informaticiens utilisent la notion d'algorithme.

Pour illustrer cette notion, prenons l'exemple du problème suivant : confectionner une omelette avec 6 œufs.

Comme dans une recette de cuisine, on définit une séquence d'actions ordonnées telle qu'après l'exécution de cette séquence on obtient l'omelette.

1. Casser 6 œufs dans un bol.
2. Battre les œufs avec un fouet.
3. Saler, poivrer.
4. Placer la poêle sur le gaz.
5. Allumer le gaz.

6. Cuisiner les œufs sur le gaz.

7. Éteindre le gaz.

En informatique :

- une action (casser, battre...) correspond aux « *instructions* » ;
- le vocabulaire utilisé (œufs, bol...) correspond aux « *données* » ;
- le cuisinier qui exécute la séquence d'actions est un « *processeur* » capable d'exécuter les instructions.

Un algorithme est donc une séquence d'instructions exécutables par un processeur déterminé. Cette séquence d'instructions, cet algorithme est une solution au problème posé.

Un ordinateur est organisé autour :

- d'un *microprocesseur* capable d'exécuter les instructions connues du microprocesseur ;
- d'*instructions* : les instructions d'un ordinateur sont les instructions machine, le programme machine est la séquence d'instructions machine ;
- de *données* et d'*instructions* décrites sur un alphabet binaire (0,1).

Résoudre un problème avec un ordinateur consiste à exprimer le problème sous forme d'une séquence d'instructions machine : le programme machine.

1.2 ORGANISATION MATÉRIELLE D'UN ORDINATEUR

La figure 1.1 présente les différents modules composant un ordinateur.

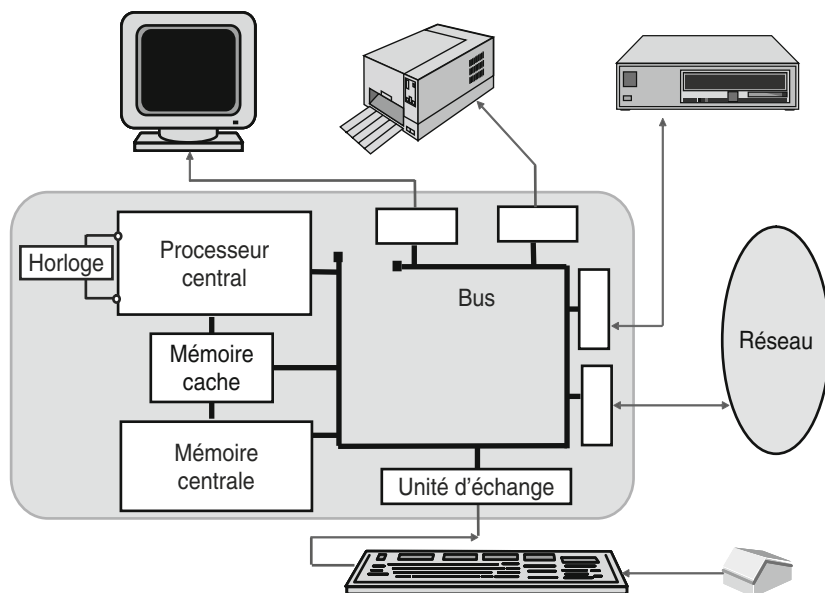


Figure 1.1 Structure matérielle générale.