
Informatique Générale



Guillaume Hutzler
Laboratoire IBISC
(Informatique Biologie Intégrative et Systèmes Complexes)
guillaume.hutzler@ibisc.univ-evry.fr
Cours Dokeos 625
<http://www.ens.univ-evry.fr/modx/dokeos.html>

Informatique générale – Architecture des ordinateurs

Plan et objectifs du cours

- Objectifs du cours
 - Donner une vue d'ensemble de l'informatique
 - du point de vue **historique**
 - du point de vue des **concepts**
 - du point de vue des **techniques**
 - Donner un aperçu des métiers de l'informatique
- Séances
 - 1-2 : Histoire de l'informatique
 - 3-4 : Fondements mathématiques de l'informatique
 - 5-6 : Architecture des ordinateurs et des micro-processeurs
 - 7-8 : Systèmes d'exploitation
 - 9-10 : Langages de programmation
 - 11-12 : Réseaux

Informatique générale – Architecture des ordinateurs

Informatique Générale Architecture des ordinateurs



Guillaume Hutzler
Laboratoire IBISC
(Informatique Biologie Intégrative et Systèmes Complexes)
guillaume.hutzler@ibisc.univ-evry.fr

Informatique générale – Architecture des ordinateurs

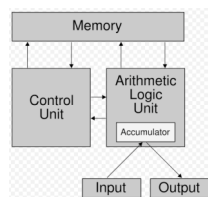
Qu'est-ce qu'un ordinateur ?

- Un **ordinateur** est un équipement informatique ; il permet de traiter des **informations** selon des **séquences d'instructions** prédéfinies ou **programmes**. Il interagit avec l'environnement grâce à des **périphériques** (écran, clavier, modem...).
- Un **ordinateur** est un ensemble de **circuits électroniques** permettant de manipuler des **données** sous forme **binaire**, ou **bits**.
- Dictionnaire de l'Académie Française
 - « Équipement informatique comprenant les organes nécessaires à son fonctionnement autonome, qui assure, en exécutant les **instructions** d'un ensemble structuré de **programmes**, le **traitement** rapide de **données codées sous forme numérique** qui peuvent être **conservées** et **transmises**. »
- Le terme « ordinateur » est d'origine biblique (il se trouvait dans le *Littré* comme adjectif désignant « Dieu qui met de l'ordre dans le monde »)

Informatique générale – Architecture des ordinateurs

J. v. Neumann – EDVAC (1945)

- Moore School
 - Electronic Discrete VAriable Computer
- Points de repères
 - J. v. Neumann discute de l'ENIAC avec Mauchly et Eckert
 - publie un rapport en 1945 décrivant l'architecture de l'EDVAC
 - programme enregistré dans la mémoire
 - séparer unité de commande / programme enregistré / unité de traitement
 - une seule mémoire pour instructions et données



Informatique générale – Architecture des ordinateurs

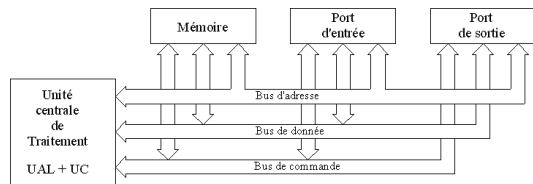
L'architecture de von Neumann (1)

L'architecture de von Neumann décomposait l'ordinateur en 4 parties distinctes

1. L'**unité arithmétique et logique** (UAL) ou unité de traitement : son rôle est d'effectuer les opérations de base, un peu comme le ferait une calculatrice ;
2. L'**unité de contrôle** : c'est l'équivalent des doigts qui actionneraient la calculatrice ;
3. La **mémoire** qui contient à la fois les données et le programme qui dira à l'unité de contrôle quels calculs faire sur ces données. La mémoire se divise entre mémoire volatile (programmes et données en cours de fonctionnement) et mémoire permanente (programmes et données de base de la machine).
4. Les **entrées-sorties** : dispositifs qui permettent de communiquer avec le monde extérieur.

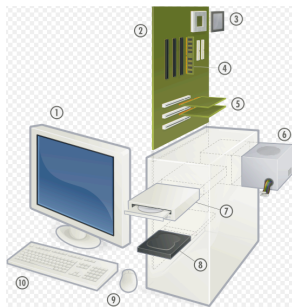
Informatique générale – Architecture des ordinateurs

L'architecture de von Neumann (2)



Informatique générale – Architecture des ordinateurs

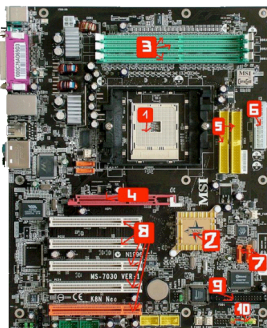
Architecture d'un ordinateur



1. Ecran
2. Carte mère
3. CPU (Microprocesseur)
4. Mémoire vive (RAM)
5. Cartes de périphériques
6. Alimentation
7. Lecteur de disques (CD)
8. Disque dur
9. Souris
10. Clavier

Informatique générale – Architecture des ordinateurs

Carte mère



1. Socket (micro-processeur)
2. Chipset (interconnexion des bus)
3. Slots mémoire
- SD-RAM, DDR-SDRAM, DDR2-SDRAM
4. Port vidéo
- AGP, PCI-Express
5. Ports IDE (disques durs)
6. Connecteur ATX (alimentation)
7. Ports SATA (disque durs)
8. Connecteurs PCI (cartes d'extension)
9. Connecteur floppy (lecteur disquette)
10. Connecteurs boîtier

Informatique générale – Architecture des ordinateurs

Sur la carte mère

- Le microprocesseur
 - Effectue les calculs
- Mémoire centrale
 - Stocke les programmes et les données
 - Enregistre les résultats intermédiaires et/ou finaux
- Unités d'entrées et de sorties, pour communication avec
 - En entrée : clavier, souris, disque dur, ...
 - En sortie : carte graphique, disque dur, ...

Informatique générale – Architecture des ordinateurs

Le microprocesseur (CPU – Central Processing Unit)

- Le CPU Contient
 - UAL : réalise des opérations élémentaires
 - Arithmétiques : addition, soustraction, multiplication ...
 - Logiques : ET, OU, comparaison ...
 - Unité de commande
 - Coordinateur général
 - Lit les instructions du programme en mémoire
 - Commande l'UAL pour exécuter ces instructions
 - Mémoire cache
 - Mémoire intermédiaire pour optimiser les performances
- Le CPU communique avec
 - La mémoire centrale
 - Les entrées, les sorties via des bus

Informatique générale – Architecture des ordinateurs

Les bus (1)

- Les systèmes/éléments sont reliés par
 - Un ensemble de câbles faisant transiter les informations (signaux électriques)
- Besoin de communication entre tous les éléments
 - Maillage complet : chaque élément relié à tous les autres éléments
 - Autre solution : partage des câbles via bus
- Bus
 - Relie plusieurs systèmes via le même câblage électrique : canal partagé (multiplexage)
 - Seuls 2 éléments communiquent simultanément



Informatique générale – Architecture des ordinateurs

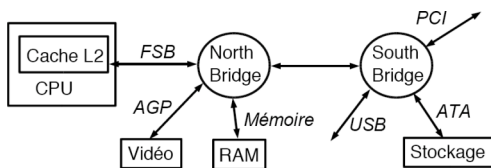
Les bus (2)

- En pratique : plusieurs bus +/- rapides ou partagés
- Dans un PC, bus rapides
 - Bus système (FSB ou Front Side Bus)
 - Bus de communication avec le CPU
 - Bus mémoire : communication avec la mémoire
 - Bus AGP (ou PCI-X) : communication avec la carte graphique
- Dans un PC, bus plus lents
 - PCI : cartes réseaux, son ...
 - Connexion périphérique de stockage (DD, CD, DVD...)
 - ATA, SATA, SCSI ...
 - Connexion de périphériques extérieurs
 - USB, FireWire ...

Informatique générale - Architecture des ordinateurs

Les bus (3)

- Chipset : dispositif interconnectant tous ces bus
- Composé de 2 éléments
 - Pont nord (NorthBridge) : pour les bus rapides
 - Pont sud (SouthBridge) : pour les bus lents



Informatique générale - Architecture des ordinateurs

La mémoire

- Mémoire
 - Dispositif capable d'enregistrer, de conserver et de restituer des informations
 - Informations binaires pour un ordinateur
- On classe les mémoires selon
 - Caractéristiques : capacité, débit ...
 - Type d'accès : séquentiel, direct ...

Informatique générale - Architecture des ordinateurs

Organisation de l'information

- Unité de base : bit
 - Le plus petit élément de stockage
- Octet (ou *byte*) : groupe de 8 bits
- Le caractère (7, 8 ou 16 bits)
 - Codage selon un standard (ASCII, Unicode ...)
- Mot : groupement d'octets (8, 16, 32, 64 ...)
 - Unité d'information adressable en mémoire
- Enregistrement : bloc de donnée
- Fichier : ensemble d'enregistrements

Informatique générale - Architecture des ordinateurs

Caractéristiques des mémoires (1)

- Adresse
 - Valeur numérique référençant un élément de mémoire (un mot ou un fichier)
- Capacité ou taille
 - Nombre d'informations que peut contenir la mémoire
 - S'exprime en nombre de mots ou d'octets
 - 128 Mmots de 64 bits, 60 Go, 512 Ko
- Temps d'accès
 - Temps s'écoulant entre le lancement d'une opération de lecture/écriture et son accomplissement

Informatique générale - Architecture des ordinateurs

Caractéristiques des mémoires (2)

- Cycle mémoire
 - Temps minimal entre 2 accès successifs à la mémoire
 - Cycle > temps d'accès
 - Car besoin d'opérations supplémentaires entre 2 accès (stabilisation des signaux, synchronisation ...)
- Débit
 - Nombre d'informations lues ou écrites par seconde
 - Exemple : 300 Mo/s
- Volatilité
 - Conservation ou disparition de l'information dans la mémoire hors alimentation électrique de la mémoire

Informatique générale - Architecture des ordinateurs

Méthodes d'accès (1)

- Accès séquentiel
 - Pour accéder à une information on doit parcourir toutes les informations précédentes
 - Accès lent
 - Exemple : bandes magnétiques (K7 vidéo)
- Accès direct
 - Chaque information a une adresse propre
 - On peut accéder directement à chaque adresse
 - Exemple : mémoire centrale

Informatique générale – Architecture des ordinateurs

Méthodes d'accès (2)

- Accès semi-séquentiel
 - Intermédiaire entre séquentiel et direct
 - Exemple : disque dur
 - Accès direct au cylindre
 - Accès séquentiel au secteur sur un cylindre
- Accès associatif/par le contenu
 - Une information est identifiée par une clé
 - On accède à une information via sa clé
 - Exemple : mémoire cache

Informatique générale – Architecture des ordinateurs

Types de mémoires

- 2 grandes familles
 - Mémoires non volatiles : ROM (Read Only Memory) dites mémoires mortes
 - Leur contenu est fixe (ou presque ...)
 - Conservé en permanence
 - Mémoires volatiles : RAM (Random Access Memory) dites mémoires vives
 - Leur contenu est modifiable
 - Perte des informations hors alimentation électrique
 - Random : à prendre dans le sens « accès sans contraintes » (et non pas aléatoire)

Informatique générale – Architecture des ordinateurs

Mémoires non volatiles (ROM)

- ROM
 - « Câblage en dur » de l'information
 - Premier type de mémoire morte, on a gardé son nom pour toute cette famille
- PROM : mémoire programmable une seule fois
- EPROM : mémoire reprogrammable (via des ultra-violets)
- EEPROM : mémoire reprogrammable (électriquement)
 - Exemple : BIOS d'un ordinateur

Informatique générale - Architecture des ordinateurs

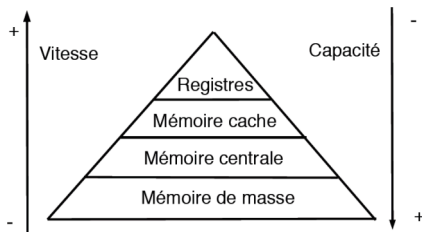
Mémoires volatiles (RAM)

- 2 grands types de RAM
 - DRAM : Dynamic RAM
 - Dynamique : nécessite un rafraîchissement périodique de l'information
 - Peu coûteuse
 - SRAM : Static RAM
 - Statique : ne nécessite pas de rafraîchissement
 - Beaucoup plus rapide que la DRAM
 - Mais beaucoup plus chère

Informatique générale - Architecture des ordinateurs

Hierarchie mémoire

- Dans un ordinateur, plusieurs niveaux de mémoires



Informatique générale - Architecture des ordinateurs

Registres

- Se trouvent intégrés dans le CPU
- Un registre est un mot stockant des informations relatives à une instruction
 - Opérandes
 - Paramètres
 - Résultats
- Peu nombreux dans un CPU
- Très rapides (vitesse du CPU)

Informatique générale – Architecture des ordinateurs

Mémoire cache

- Mémoire intermédiaire entre le processeur et la mémoire centrale
 - Mémoire cache est intégrée dans le processeur et est cadencée à la même fréquence
- But de la mémoire cache
 - Débit de la mémoire centrale très lent par rapport au débit requis par le processeur
 - On accélère la vitesse de lecture des informations par le CPU en les plaçant (en avance) dans le cache
- Mémoire associative
- De type SRAM car doit être rapide
- Taille : de quelques centaines de Ko à quelques Mo

Informatique générale – Architecture des ordinateurs

Mémoire centrale

- Taille : quelques centaines de Mo à quelques Go
- Accès direct
- De type DRAM car moins cher
- Vitesse relativement lente

Informatique générale – Architecture des ordinateurs

Comparaison vitesse mémoires cache / centrale

- Mémoire : SDRAM-DDR 2100
- Processeur : AMD Athlon XP 2200+ (1.8 Ghz)
- Dans les 2 cas : lecture de mots de 64 bits
- Mémoire centrale
 - Fréquence de 133 Mhz et mots de 64 bits
 - 2 accès par cycle horloge (DDR = Double Data Rate)
 - Débit théorique maximum de 2,1 Go/s (moins en pratique)
- Processeur
 - Cache L1 du processeur : débit mesuré de 18 Go/s
 - Cache L2 du processeur : débit mesuré de 5,6 Go/s

Informatique générale - Architecture des ordinateurs

Mémoire de masse

- Mémoire de grande capacité : plusieurs centaines de Mo à plusieurs centaines de Go
- Mémoire non volatile
 - Stockage
- Très lente
- Exemples
 - Disque dur
 - Bande magnétiques
 - DVD ou CD

Informatique générale - Architecture des ordinateurs

Hierarchie mémoire : conclusion

- Organisation de façon à ce que
 - Le CPU accède le plus rapidement possible aux données les plus utilisées
- Hiérarchie
 - Mémoire cache : rapide et petit
 - Mémoire centrale : moins rapide et plus gros
 - Mémoire de masse : lent et très gros
- Plus une mémoire est lente, moins elle est chère

Informatique générale - Architecture des ordinateurs

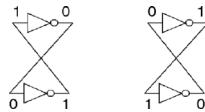
Réalisation de mémoires

- Pour les DRAM
 - Un bit = un transistor et un condensateur
 - Le condensateur stocke la valeur binaire
 - Doit être rafraîchi régulièrement (pour conserver la valeur stockée dans le condensateur)
 - Ralentit la vitesse d'accès à la mémoire
- Pour les SRAM
 - Un bit = 4 transistors = 2 portes NOR
 - Peut notamment les construire à partir de bascules RS

Informatique générale - Architecture des ordinateurs

Bistable et bascule

- Bistable : 2 états stables dans le temps
 - Principe général d'une bistable : 2 portes non (inverseurs) en opposition



- Bascule : composant qui met en oeuvre une bistable
 - Possibilité de passer d'un état à l'autre, de changer l'état mémorisé
 - Plusieurs façons de gérer et changer l'état
 - Plusieurs types de bascules : RS, D, JK ...

Informatique générale - Architecture des ordinateurs

Bascule RS (1)

- Entrée/sorties
 - 2 entrées : R et S
 - 1 sortie Q qui correspond à l'état stocké
- Principe : la valeur de Q à $t+1$ dépend de R, S et de la valeur de Q à t
 - R = reset : remise à 0 de Q
 - S = set : mise à 1 de Q
 - S=1 et R=0 : Q mis à 1
 - S=0 et R=1 : Q mis à 0
 - S=0 et R=0 : Q garde sa valeur, maintien
 - S=1 et R=1 : Q indéterminé

Informatique générale - Architecture des ordinateurs

Bascule RS (2)

- Table de vérité/transition du circuit et son tableau de Karnaugh de Karnaugh
 - Q+ : valeur de Q à l'instant suivant
 - Dans tableau : X = valeur non connue mais sans influence, on peut regrouper dans les blocs à 1

Q	R	S	Q+
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	X
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	X

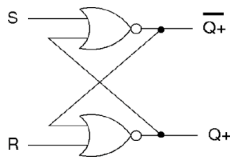
	R'S'	R'S	RS'	RS
Q'	0	0	1	X
Q	1	1	1	X

$Q+ = S + \bar{Q}R$

Informatique générale - Architecture des ordinateurs

Bascule RS (3)

- Logigramme de la bascule RS avec des portes NOR



Informatique générale - Architecture des ordinateurs

Mémoires à partir de bascules RS

- Une bascule stocke un bit
- Un mot = un groupe de bits (8, 16 ...)
- Accès aux informations/bascules
 - Lecture/écriture de tous les bits d'un mot en parallèle et en même temps
 - Accès mot par mot et non pas bit par bit

Informatique générale - Architecture des ordinateurs

Mémoire cache (1)

- Processeur a besoin d'un débit soutenu en lecture d'instructions et de données
 - Pour ne pas devoir attendre sans rien faire
- Problème
 - Mémoire centrale qui stocke ces instructions et données est beaucoup trop lente pour assurer ce débit
- Idée
 - Utiliser une mémoire très rapide intermédiaire entre la mémoire centrale et le processeur
 - Mémoire cache (ou cache tout court)

Informatique générale – Architecture des ordinateurs

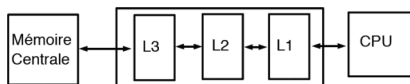
Mémoire cache (2)

- Problèmes
 - Mémoire cache doit être petite (quelques centaines de Ko ou quelques Mo) pour être efficace en terme de débit
 - Ne peut donc pas y stocker tout un programme et ses données
- Solutions
 - Algorithmes pour « deviner » et mettre dans le cache les données/instructions avant que le CPU en ait besoin
 - Recherche bon compromis entre tailles, types de cache (données/instructions), niveaux de cache, techniques d'accès au cache ... pour meilleures performances

Informatique générale – Architecture des ordinateurs

Mémoire cache (3) :

- Cache est organisé en plusieurs niveaux
 - Niveaux L1 et L2, voire L3 pour certains processeurs
 - Cache L_{i+1} joue le rôle de cache pour le niveau L_i
 - Cache L_{i+1} plus grand que L_i mais moins rapide en temps d'accès aux données
 - Cache L1 : généralement scindé en 2 parties
 - Instructions
 - Données



Informatique générale – Architecture des ordinateurs

Sources

- Cours d'E. Cariou
- <http://fr.wikipedia.org>
- Internet et le Web

Informatique générale - Architecture des ordinateurs
