

# Principes de fonctionnement des machines binaires

Cédric Herpson

[cedric.herpson@lip6.fr](mailto:cedric.herpson@lip6.fr)

<http://www-desir.lip6.fr/~herpsonc/pf1.htm>

Le contenu de ces transparents est basé sur les cours de Jean-Marie Rifflet (Paris 7), Frédéric Goualard (Nantes) et Lucien Ungaro (Rennes1)

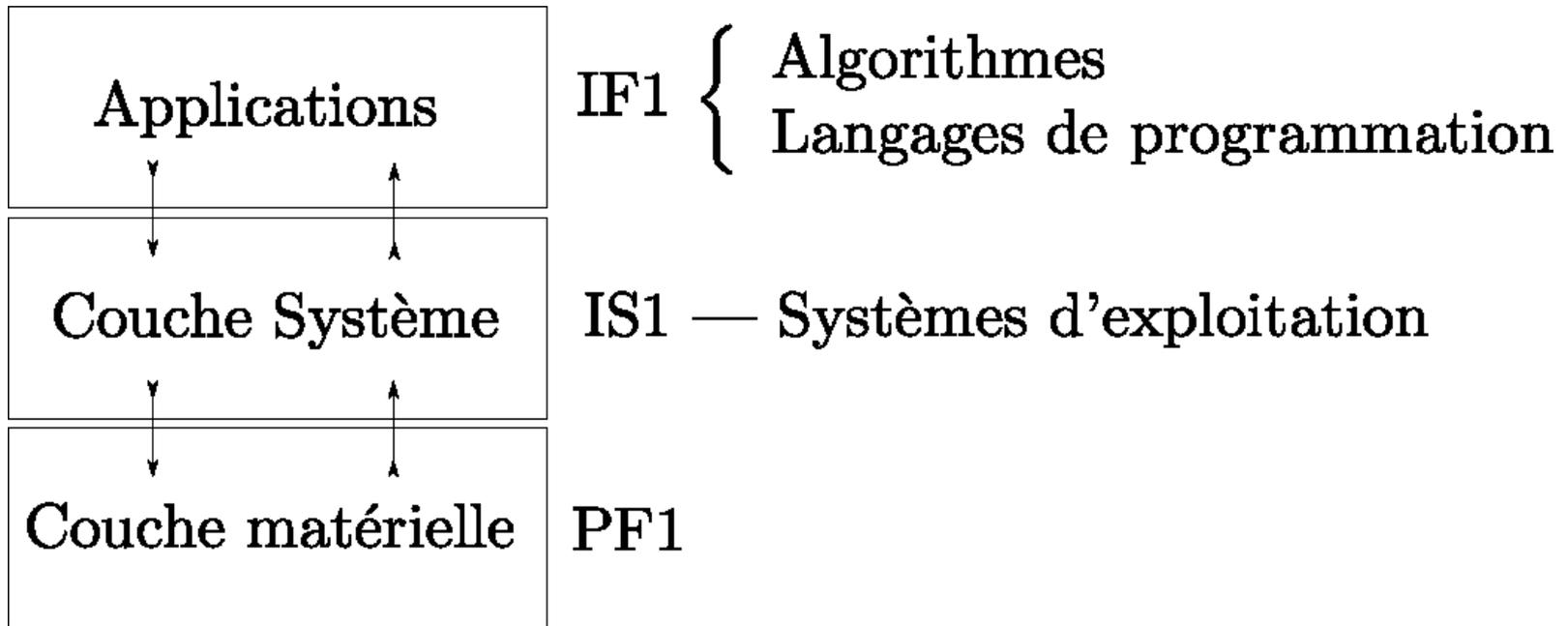
# Fonctionnement du module

- 13 séances de 2h30 de Cours/Td
- Contrôle des connaissances :
  - Contrôle continu (Cc)
  - Partiel le samedi 6 novembre (Pa)
  - Examen avant les vacances de Noel (Ex)
  - Rattrapage en Juin (Ra)

1<sup>ère</sup> session :  $\text{Max}(\text{Ex}, (\text{C}+\text{Ex})/2, (\text{Pa} +\text{Ex})/2, (\text{Pa}+\text{Cc}+\text{Ex})/3)$

2<sup>ème</sup> session :  $\text{Max}(\text{Ra}, (\text{Cc}+\text{Ra})/2)$

# Contenu du cours



<http://www.pps.jussieu.fr/~rifflet/enseignements/PF1/#Contenu>

## Architecture générale des ordinateurs (1 séance)

### Partie 1

- Représentation des nombres. (5 séances)
- Codage (2 séances)

### Partie 2

- Calcul propositionnel (2 séances)
- Circuits logiques (2 séances)

### Partie 3

- Langage machine (1 séance)

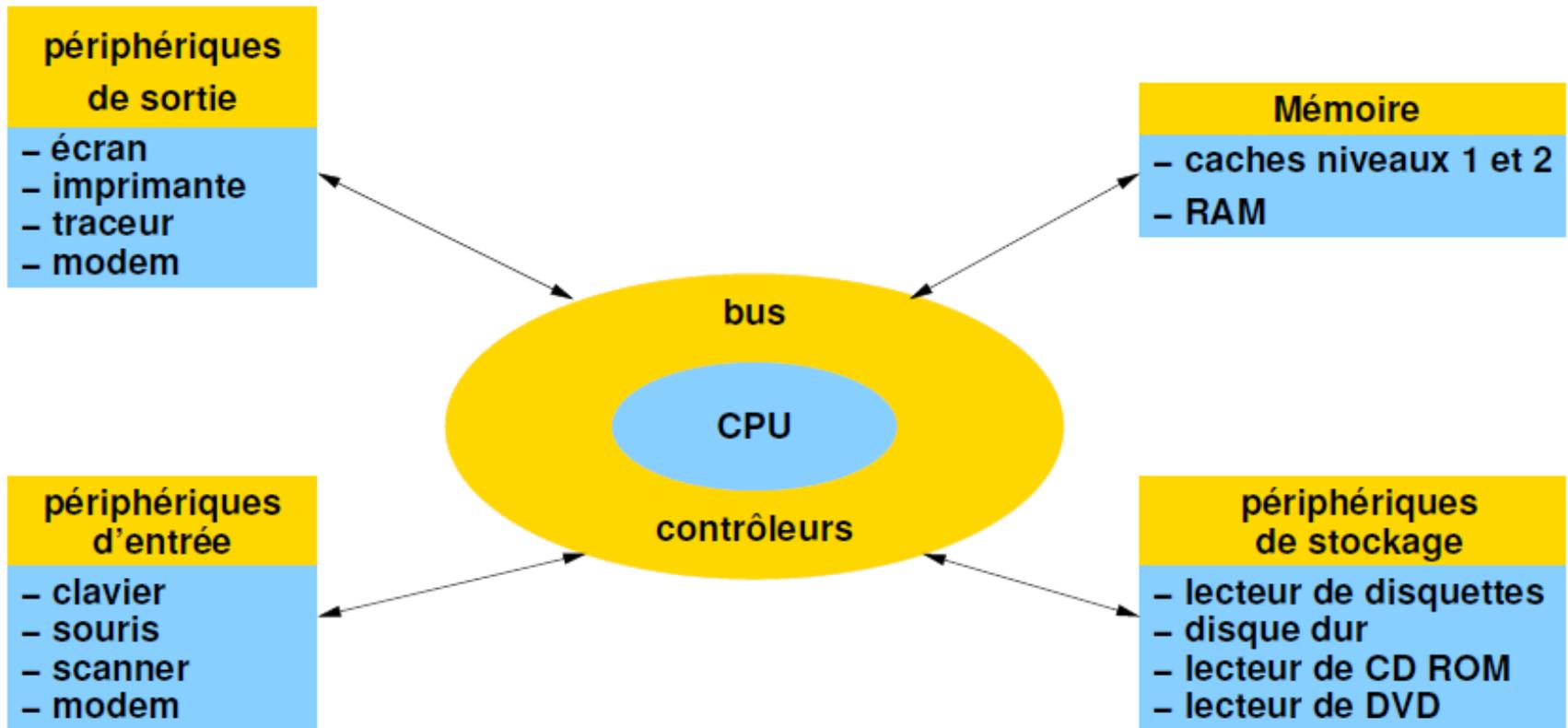
# Architecture générale des ordinateurs

1. Architecture de Von Neumann
2. Processeur
3. Mémoire
4. Bus

# Introduction

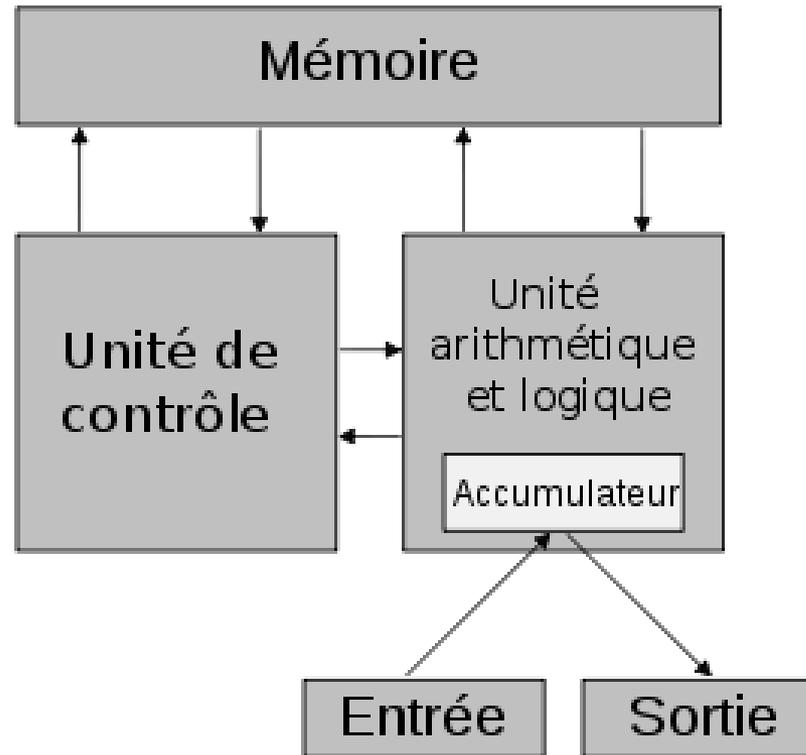
- Qu'est ce qu'un ordinateur ?
  - Une machine à calculer
- Pourquoi créer des machines pour le calcul automatique ?
  - Augmentation du nombre de calculs « compliqués » et/ou répétitifs
  - Traitement de gros volumes de données
  - Etude du mouvement des planètes (Copernic, Omar Khayyam,...)
  - Calculs des horaires des marées
  - Trajectoires balistiques...
  - Recensement

# Vision schématique de l'ordinateur

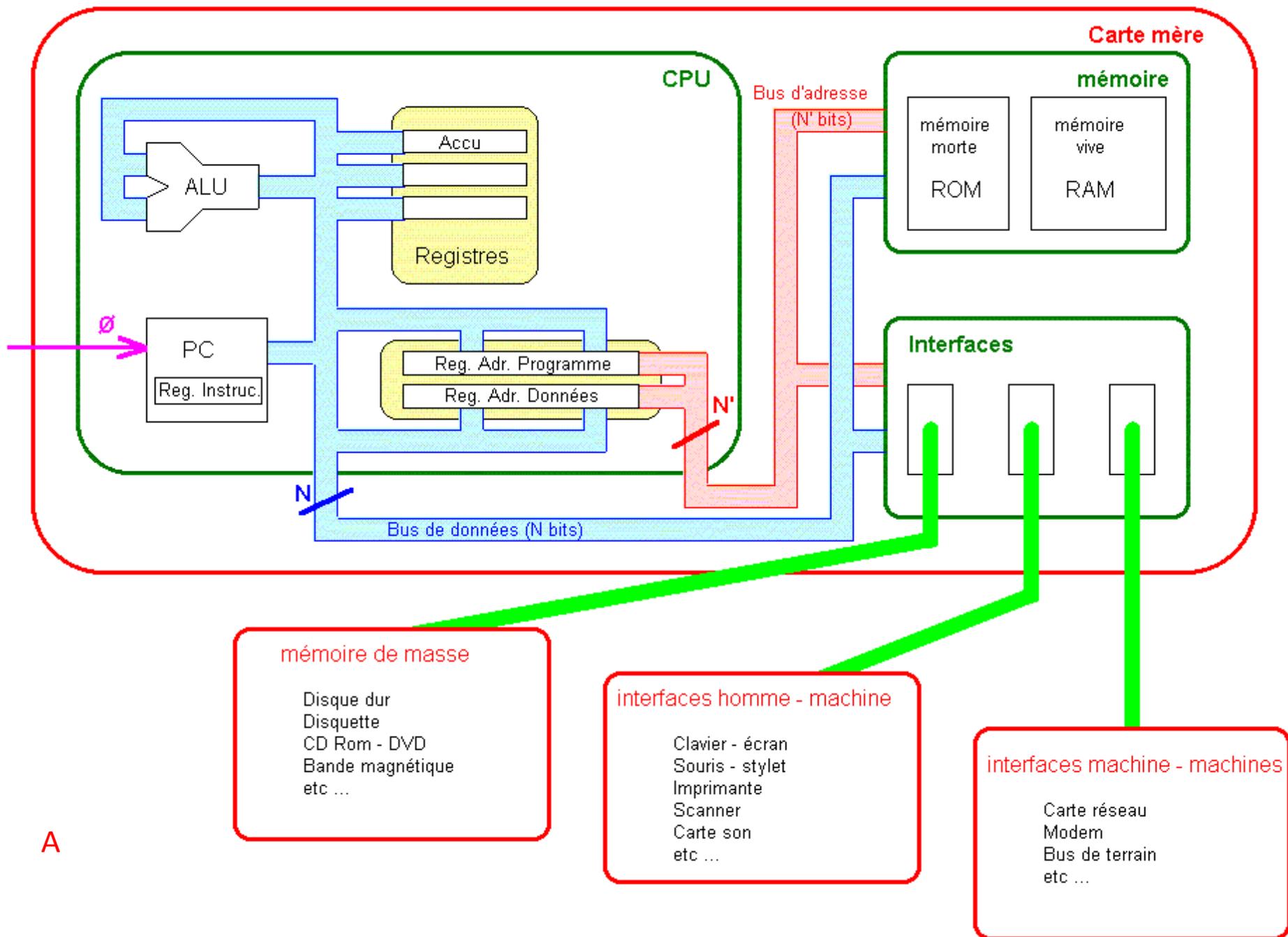


# 1. Architecture de Von Neumann

(1903 – 1957)



- Données et programme en mémoire
- UAL + UC = processeur (unité centrale)



A

# 2. Le processeur

## Principe d'exécution d'un programme **B**

1. (UC) Charge l'instruction à exécuter dans le *registre d'instruction*.
2. (UC) Décode l'instruction.
3. (UC) Localise les données requises et les charge si besoin.
4. (UC) Indique l'emplacement des opérandes, l'opération à réaliser et l'emplacement du résultat à l'UAL.
5. (UAL) Réalise l'opération.
6. (UC) Recopie les résultats
7. (UC) Passe à l'instruction suivante.
  - Exécution séquentielle.
  - Le processeur stocke l'adresse de l'instruction suivante grâce au compteur ordinal (CO/PI/PC)

# 3. Mémoire

- Comment est représentée l'information (données et programmes) ?

Dans une machine, tout est codé en binaire (base 2)

- Les machines travaillent sur des chaînes de chiffres binaires (0/1) les **bits**. [Elec]
- Un **bit** est l'élément d'information atomique.
- Un **mot** est une chaîne de bit codant une information (généralement 8,16,32 ou 64 bits).
- Un **octet** = une chaîne de 8 bits

Pour représenter des nombres, des caractères, des instructions, des couleurs,... il suffit donc de définir une représentation pour chaque valeur.

Exemple :      blanc <-> 00      noir <-> 01      gris <-> 11

Il faut bien distinguer les chaînes de bits, qui sont des choses concrètes manipulées par les machines, des valeurs représentées qui sont abstraites.

# Le stockage de l'information en mémoire

- Comment est stockée l'information (données et programmes) ?

La mémoire peut être vue comme un tableau d'octets

adresses	Cases mémoire (mots)
0000	
0001	
0002	
0003	
0004	
0005	
0006	

3 des caractéristiques importantes de la mémoire sont :

- sa taille (en octet)
- la taille des mots qui la composent.
- son temps d'accès **C2**

- **Le temps d'accès est indépendant de l'emplacement (Random Acces Memory).****C0**
- Elle est **volatile** : L'information disparaît lorsque on coupe le courant. **C1**

# Petit exercice de calcul

- Sur une chaîne de 3 bits, combien peut-on obtenir de configurations distinctes ?
- Sur une chaîne de  $n$  bits, combien peut-on obtenir de configurations distinctes ?
- Combien une mémoire de 1Go (Giga octet) contient-elle de mots de 32 bits ? (Donner la réponse en Méga)

$$a^m \times a^n = a^{m+n}$$

$$a^m / a^n = a^{m-n}$$

# Petit exercice de calcul

- Sur une chaine de 3 bits, combien peut on obtenir de configurations distinctes ?

000	001	010	011
100	101	110	111

- Sur une chaine de n bits, combien peut on obtenir de configurations distinctes ?

$2^n$  valeurs différentes

$2^0=1$	$2^1=2$	$2^2=4$	$2^3=8$
$2^4=16$	$2^5=32$	$2^6=64$	$2^7=128$
$2^8=256$	$2^9=512$	$2^{10}=1024$	

1024 octets = 1Ko, 1024 Kilo octets = 1Mo, 1024Mo=1 Go

- Combien une mémoire de 1Go (Giga octet) contient-elle de mots de 32 bits ?

1Go  $\rightarrow$  1024Mo  $\rightarrow$  1024\*1024 Ko  $\rightarrow$  1024\*1024\*1024 octets  
32 bits  $\rightarrow$  4 octets

# Comment améliorer les performances ?

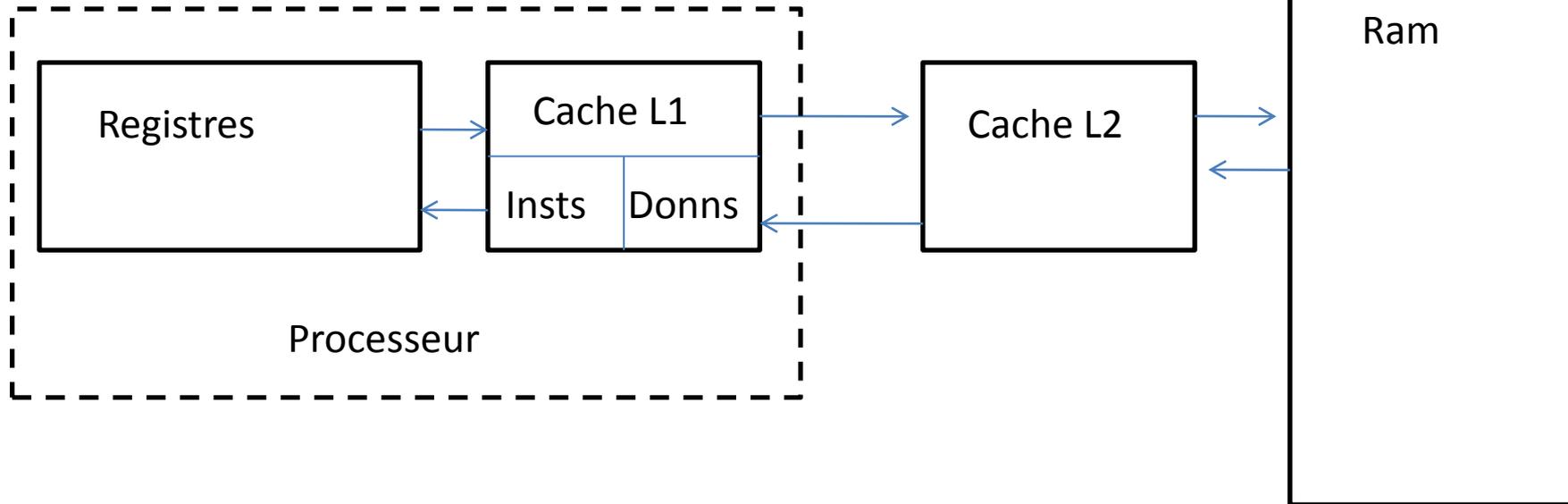
- Problème :
  - Les registres sur le processeurs sont rapides mais chers.
  - La mémoire vive est moins chère mais beaucoup plus lente, ce qui engendre des cycles d'attente de la part du processeur.
- Idée : Utiliser de la mémoire très rapide en petite quantité pour stocker les données susceptibles d'être bientôt utilisées.

C'est le principe de la **mémoire cache**
- Utiliser les propriétés des programmes
  - **Localité spatiale** : Si un élément x est référencé à un instant t, les emplacements voisins ont de fortes probabilités d'être référencés dans un futur proche.
  - **Localité temporelle** : Un élément x référencé à un instant donné a une forte probabilité d'être à nouveau référencé dans un futur proche.

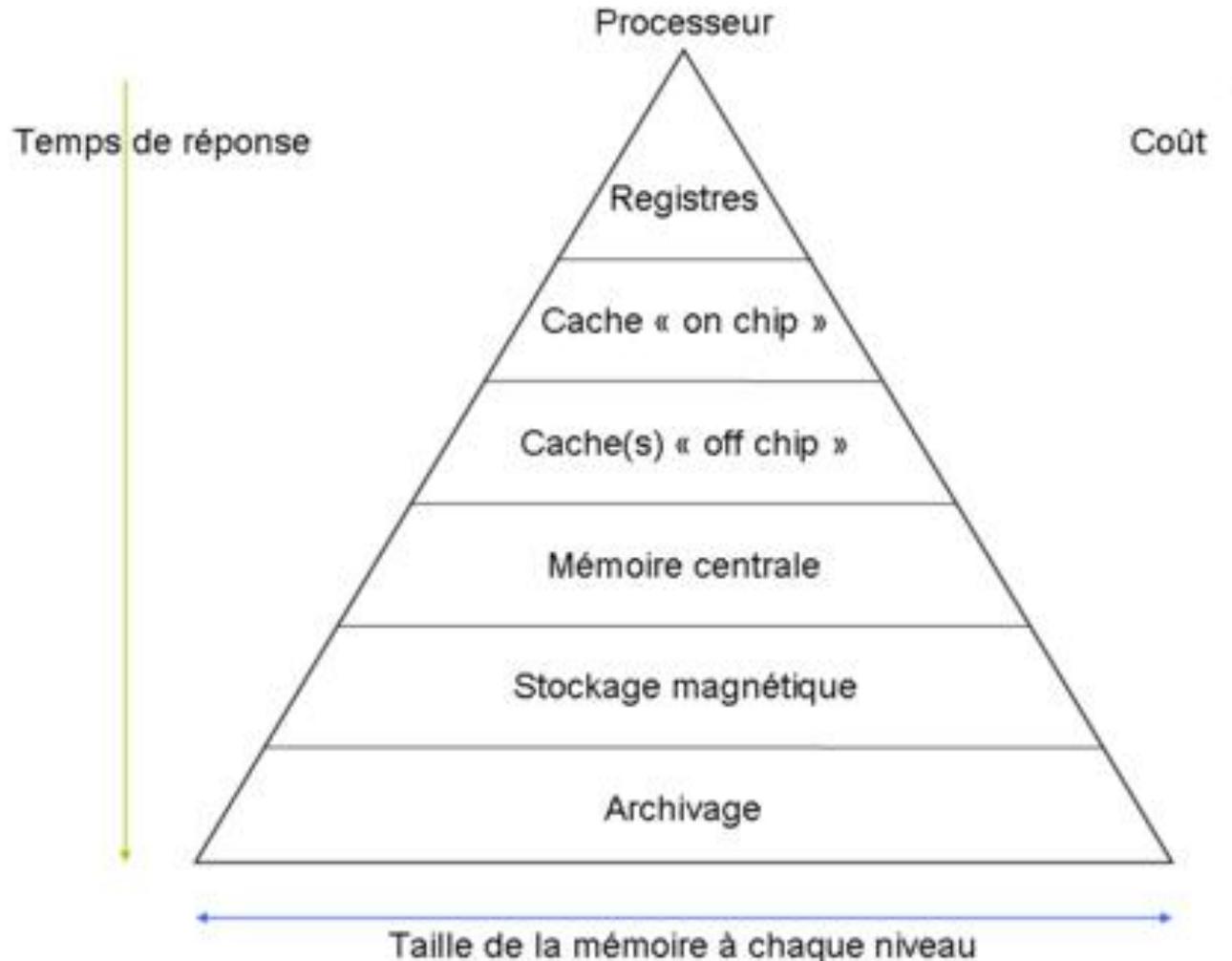
# La mémoire cache

Utiliser de la mémoire très rapide en petite quantité pour stocker les données susceptibles d'être bientôt utilisées.

- Cache L1 sur le processeur (taille  $\leq 256\text{Ko}$ )
- Cache L2 sur la carte mère (taille  $\leq 4\text{Mo}$ )

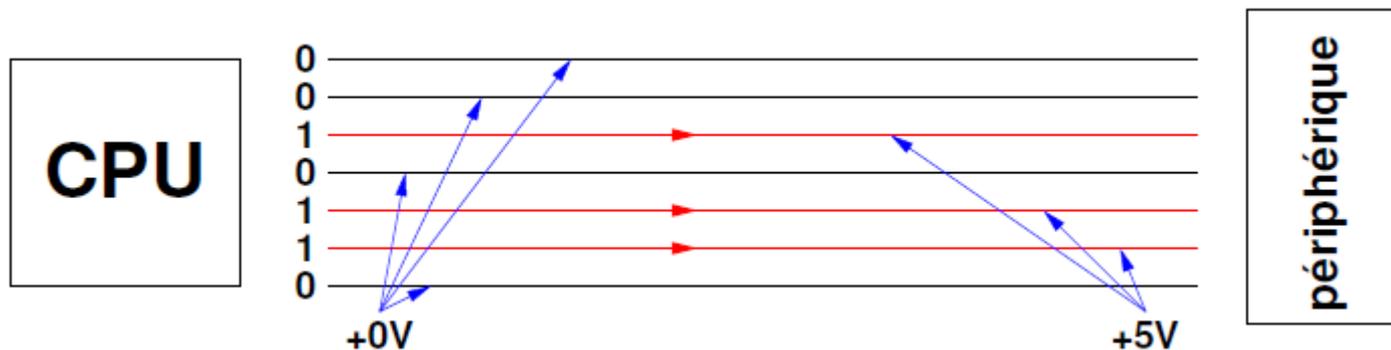


# Différents types de mémoires



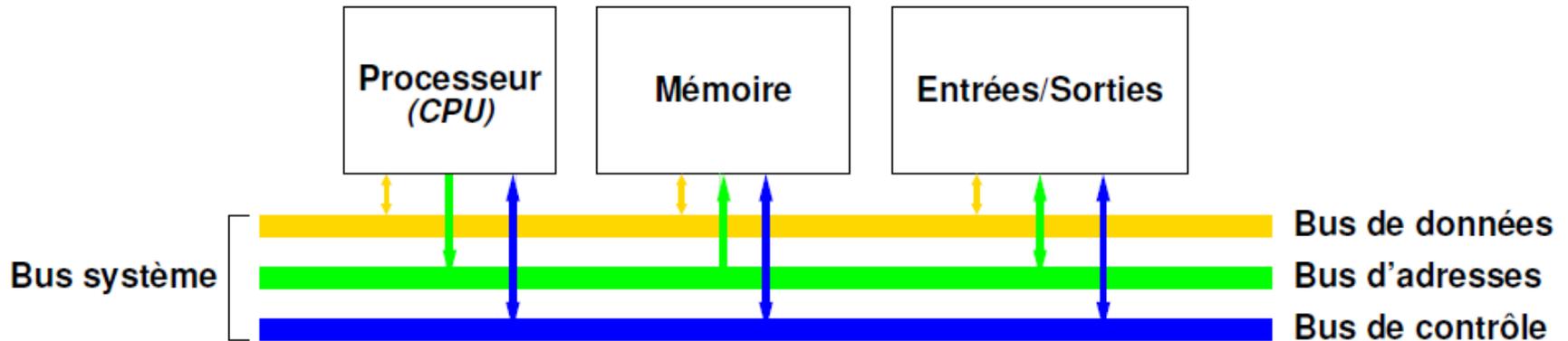
# 4. Bus

- On distingue 2 types de bus :
  - **Le bus système, ou Front-Side Bus (FSB)** : Dédié aux communications entre le processeur et la mémoire centrale.
  - **Le bus d'extension** : Utilisé par les autres composants. C'est lui qui permet l'ajout de périphériques.



Le bus est une collection de fils transmettant de l'information entre les éléments.

# Bus système



- **Bus de données** (BiD): transporte les données échangées.
- **Bus d'adresses** (UniD) : transporte des adresses en mémoire
  - Position d'un élément requis par le CPU
  - Position d'un élément envoyé par le CPU
- **Bus de contrôle** (BiD): transporte les informations de contrôle entre le CPU et les autres composants.

# Caractéristiques d'un bus

- Sa largeur : Détermine le nombre de bits qui peuvent être simultanément transmis.
- Sa fréquence : Détermine le nombre de vague d'informations par seconde.

Le débit résultant, pour un bus de 16 bits et une fréquence de 133MHz :

$$2 * 133 * 10^6 = 266 * 10^6 \text{ octets/s} = 266\text{Mo/s}$$

# Pour la route

- **Imaginons une bibliothèque contenant tous les livres de 410 pages de 40 lignes de 80 caractères qu'il est possible d'écrire en utilisant 40 caractères, peu importe que ce qu'ils contiennent aient un sens.**
  - **En considérant que  $2^{10}$  est égale à 1000 (c'est-à-dire à  $10^3$ ) donner l'ordre de grandeur du nombre de livres que contient cette bibliothèque.**
  - **Comparer ce nombre à celui du nombre d'atomes de l'univers.**
  - **Si l'on décidait de numéroter ces livres et d'en inscrire les références dans un livre, que pourrait-on dire de la plupart de ces numéros ?**