

Valeur d'accueil et de reconversion en informatique VARI1 NFP135

Daniel Porumbel (dp.cnam@gmail.com)

Contributions aux slides :
Pierre Cubaud
Joelle Delacroix

Organisation du cours

20% architecture, systèmes, réseaux

70% langage *processing*

10% langage *java*

Notation :

70% examen

30% projet

Salle TP 31.1.71 :

- 17h30-19h45 tous les mardis sauf le 26/9, 24/10 et 21/11
- 18h00-19h45 le 26/9, le 24/10 et le 21/11.

Sites web :

<http://deptinfo.cnam.fr/new/spip.php?rubrique226>

<http://cedric.cnam.fr/~porumbed/varil/>

1 Programmes Processing

2 Notions d'Architecture

- Les couches et les fonctions de base d'une machine
- Processeur, Mémoires, Bus, Périphériques
- Le fonctionnement du processeur
- Du langage `processing` à la couche matérielle

1 Programmes Processing

2 Notions d'Architecture

- Les couches et les fonctions de base d'une machine
- Processeur, Mémoires, Bus, Périphériques
- Le fonctionnement du processeur
- Du langage `processing` à la couche matérielle

Un premier programme *Processing*

```
int i , j ;  
i=11;  
j=9;  
int somme = i+j;  
println ( "La_somme_vaut_" +somme) ;
```

On observe que les variables sont de type `int`.

Les types principaux sont : `int`, `float`, `char`, `String`, `boolean`

- 1 écrire un programme qui calcule la somme de 3 valeurs de type *int*
- 2 tracer une ellipse de taille 60×40
- 3 tracer une ellipse 10 fois plus grande sur une surface de dessin de taille 800×600
- 4 tracer 4 rectangles collés

Les instructions

Une instruction est une commande qui définit une action :

- la déclaration de variables ;

```
int x
```

- l'affectation, c'est-à-dire donner une valeur (ou le résultat d'une expression) à une variable déclarée,

```
x=9
```

- la conditionnelle, c'est-à-dire exécuter une suite d'instructions si une expression est vérifiée

```
if (x<10)
```

```
    println(x)
```

```
int i=4;
int j=9;
int somme = i+j;
if (somme<20){
    println("La somme vaut "+somme);
}
```

Les instructions

Une instruction est une commande qui définit une action :

- la déclaration de variables ;

```
int x
```

- l'affectation, c'est-à-dire donner une valeur (ou le résultat d'une expression) à une variable déclarée,

```
x=9
```

- la conditionnelle, c'est-à-dire exécuter une suite d'instructions si une expression est vérifiée

```
if (x<10)
```

```
    println(x)
```

```
int i=4;
int j=9;
int somme = i+j;
if (somme<20){
    println("La_somme_vaut_" +somme);
}
```

Le point-virgule

- une instruction de déclaration ou d'affectation sera toujours suivie d'un point-virgule ;
- on dit que le point-virgule valide l'instruction
- nous écrirons une instruction par ligne par souci de clarté.
 - il est possible d'écrire tout le programme en une seule ligne

Le if-else

```
if (a<b){
    println ("inf");
} else {
    println ("sup");
}
```

à l'intérieur de chaque branche, on peut ajouter d'autres `if`

```
if (a<b){
    println ("inf");
} else {
    println ("sup");
    if (a==b){
        println ("=");
    }
}
```

Le if-else

```
if (a<b) {  
    println ("inf");  
} else {  
    println ("sup");  
}
```

à l'intérieur de chaque branche, on peut ajouter d'autres `if`

```
if (a<b) {  
    println ("inf");  
} else {  
    println ("sup");  
    if (a==b) {  
        println ("=");  
    }  
}
```

Quelques programmes

- écrire un programme qui affiche le maximum de 3 variables a , b et c
- écrire un programme qui affiche “vrai” si 3 entiers a , b et c sont triés $a < b < c$.

1 Programmes Processing

2 Notions d'Architecture

- Les couches et les fonctions de base d'une machine
- Processeur, Mémoires, Bus, Périphériques
- Le fonctionnement du processeur
- Du langage `processing` à la couche matérielle

Comprendre la machine informatique

Pour comprendre le fonctionnement des ordinateurs, on va étudier : [architecture des ordinateurs](#), [systèmes d'exploitation](#), [réseaux](#)

- Le terme "machine" est à prendre dans son sens le plus général, celui d'une "machine électronique capable d'exécuter des opérations arithmétiques et logiques".
- Il peut désigner aussi bien un ordinateur de bureau ou portable (PC, Mac), un serveur de calcul ou encore un terminal mobile de type tablette ou smartphone.

1 Programmes Processing

2 Notions d'Architecture

- Les couches et les fonctions de base d'une machine
- Processeur, Mémoires, Bus, Périphériques
- Le fonctionnement du processeur
- Du langage `processing` à la couche matérielle

Machine informatique : couches génériques

Couche logicielle

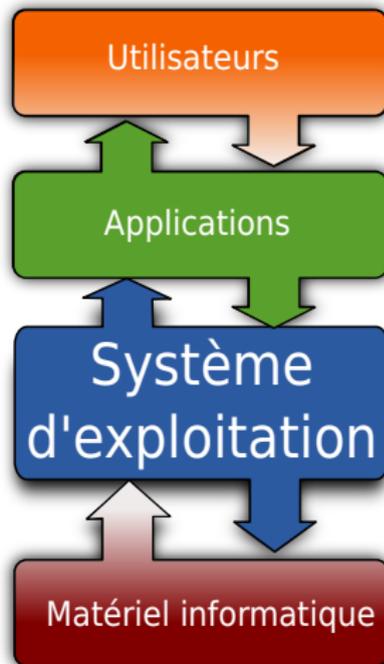
des programmes qui permettent à l'utilisateur de réaliser des tâches, y compris `processing` et `java`

Couche Système d'Exploitation

dirige l'utilisation des ressources de la machine par les programmes de la couche logicielle

Couche Matérielle

la machine physique y compris le processeur (CPU), la mémoire vive (RAM), disques durs, clés USB, imprimantes, etc.



Fonctions du système d'exploitation (OS)

Le système d'exploitation : aussi appelé OS, de l'anglais Operating System.

OS = Interface entre le matériel et les logiciels

Ressources matérielles : Processeur, mémoire vive (RAM), fichiers, réseaux, interface graphique utilisateur, périphériques, disques durs, contrôle d'accès pour plusieurs usagers simultanément, etc.

Principaux OS

- Linux/Unix ses distributions (Ubuntu, Suze, Debian)
- Windows 95, Windows Vista, Windows 7, etc.
- MacOS, Android (basés sur des noyaux Linux)

Composants couche physique (hardware)

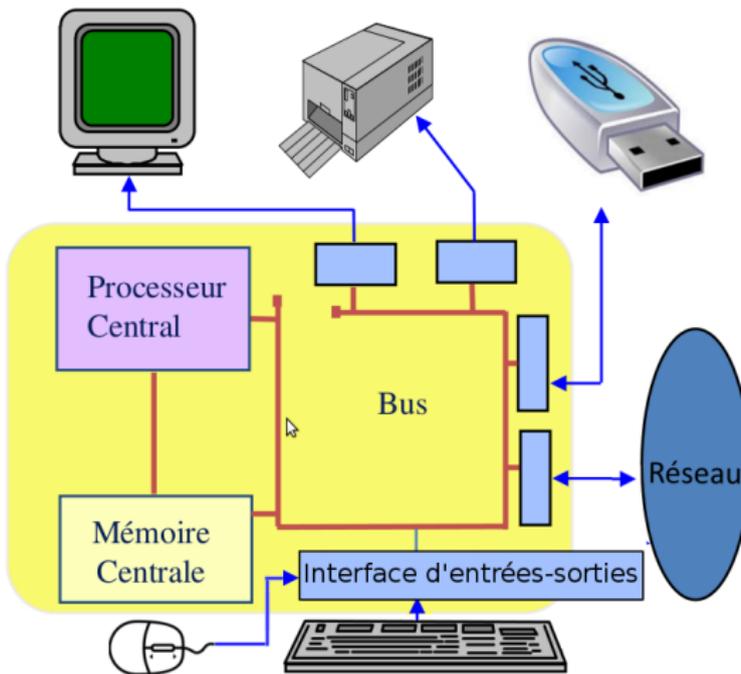
le **processeur** exécute les instructions machine, c'est le cerveau du système

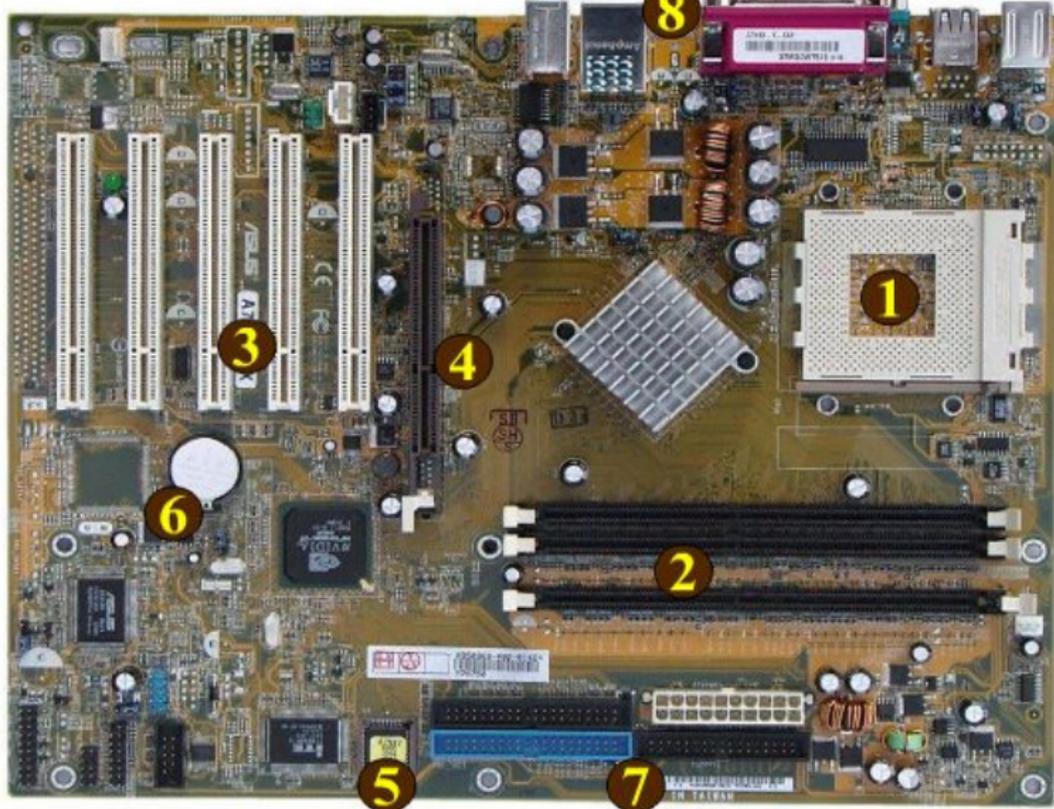
les **mémoires** vives (RAM, cache) stockent les données et les instructions

le **bus** permet le transfert de données entre les différents composants

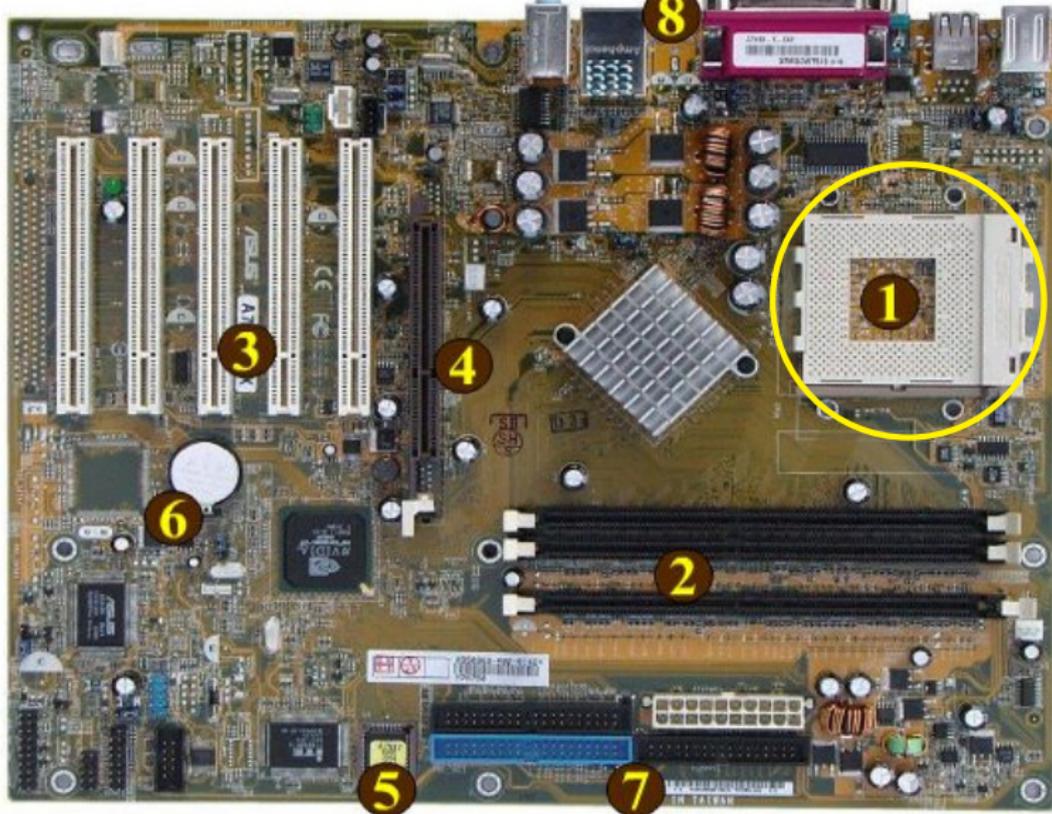
- souvent implémenté sur la carte mère.

les **périphériques** : disques durs, clés USB, imprimantes, moniteur (écran), clavier, souris, cartes d'extension (graphique), manettes de jeu, lecteurs de CD/DVD, etc.

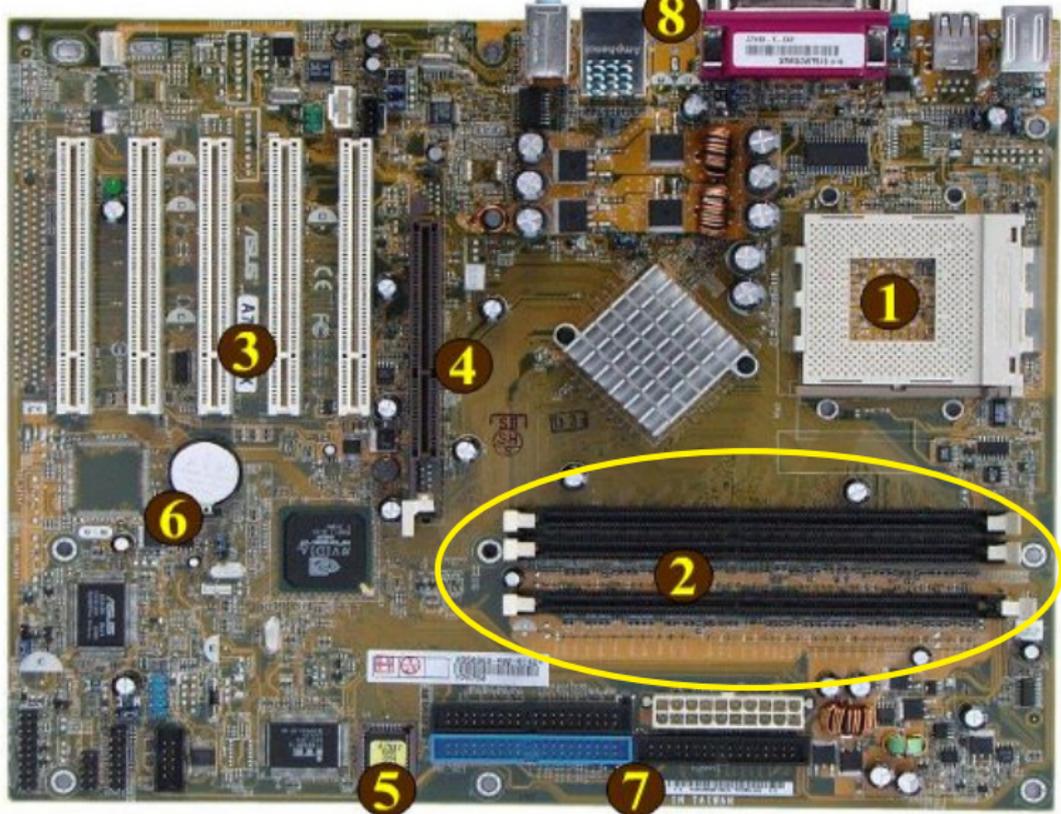




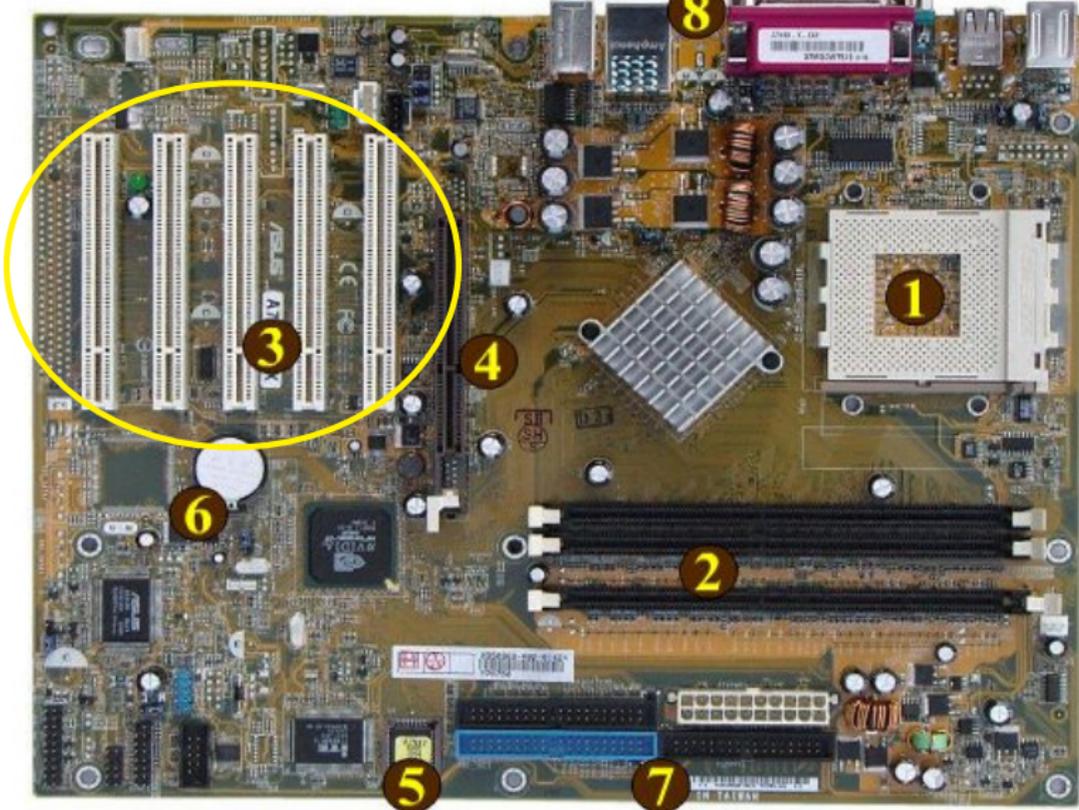
À l'intérieur du boîtier on peut trouver cette carte mère. Elle est le socle utilisé par tous les éléments de la machine pour communiquer.



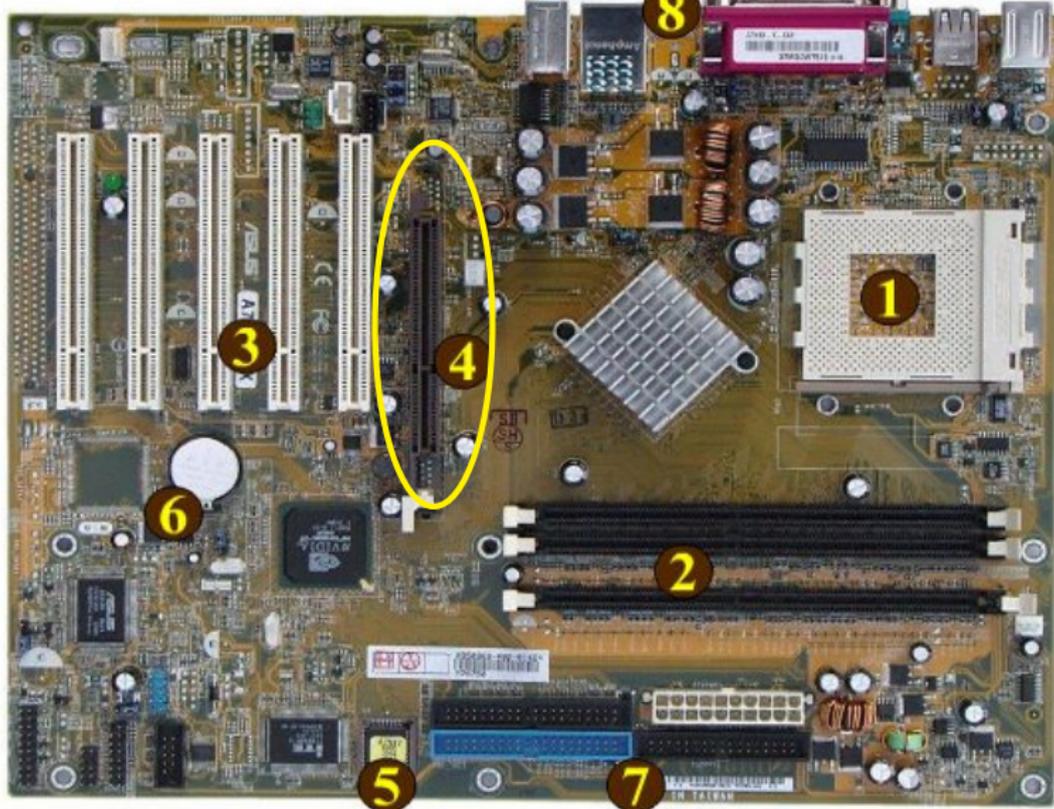
1 Ce gros carré blanc est le *socket* (socle) du processeur.



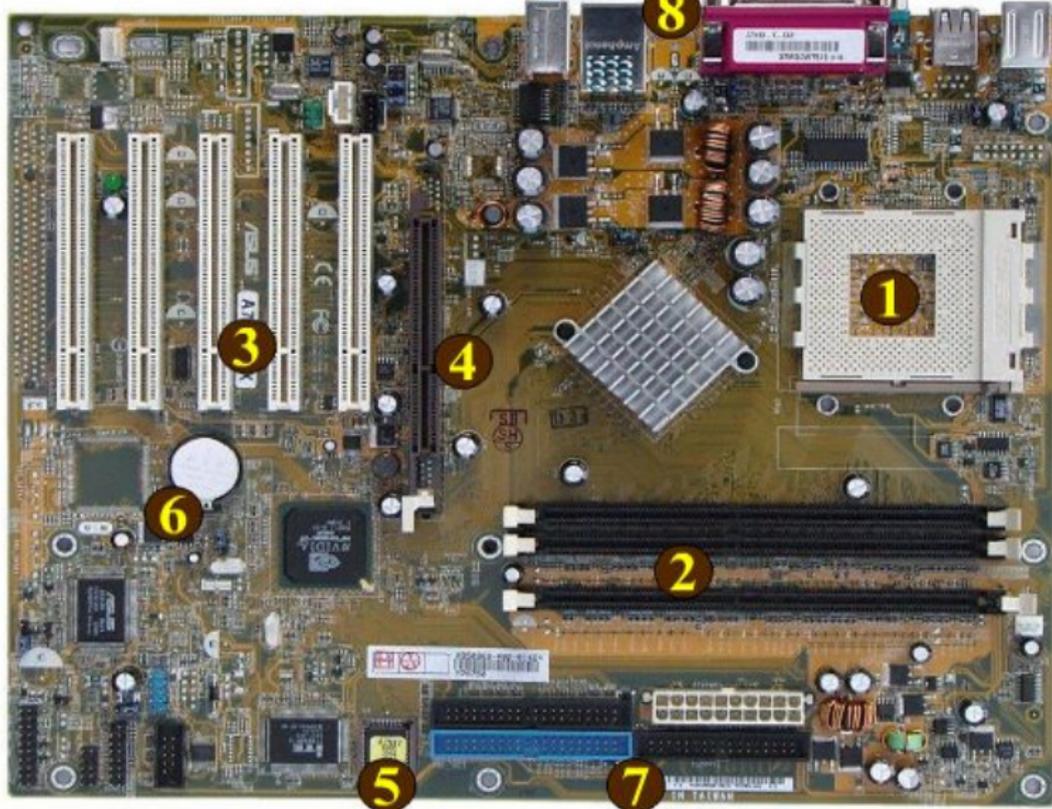
2 Emplacements (slots) pour accueillir les barrettes de RAM.



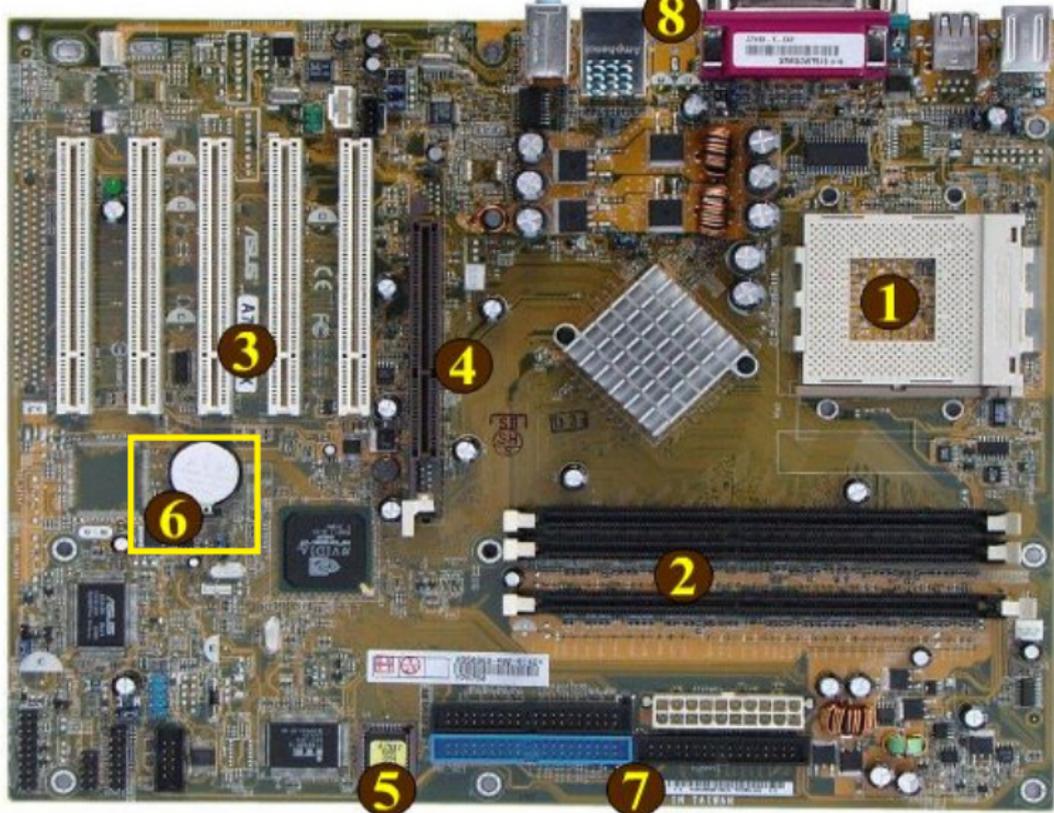
3 Ces grandes barres blanches sont destinées à accueillir divers types de cartes d'extension (son, graphique), elles s'appellent ports PCI (Peripheral Component Interconnect).



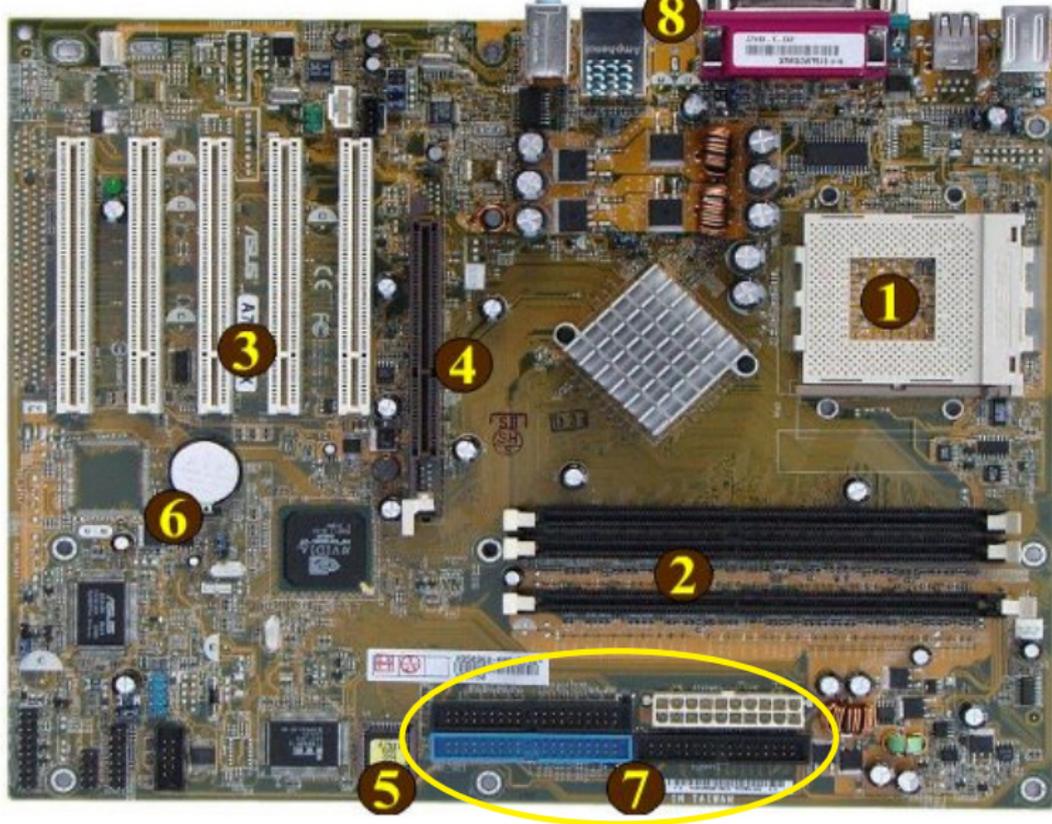
4 Un port plus rapide pour la carte graphique (*Accelerated Graphics Port*). Les ordinateurs plus récents utilisent le plus rapide *PCI Express*.



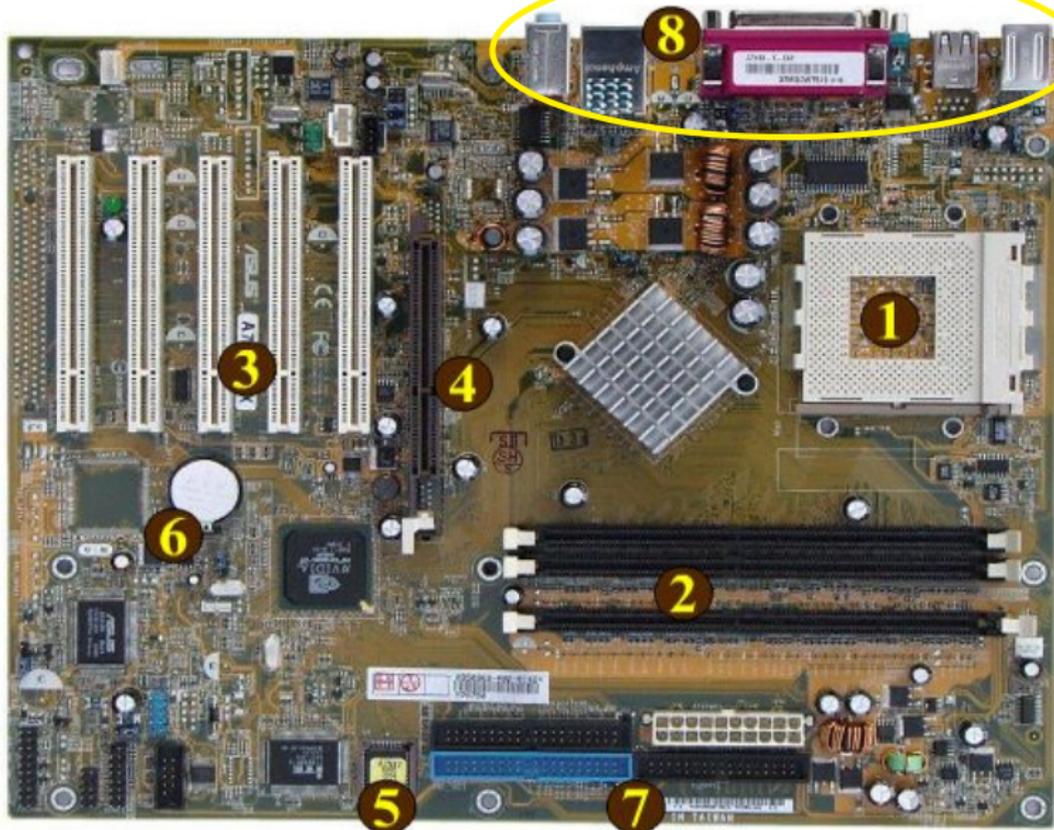
5 Cette petite puce contient le BIOS (Basic Input/Output System), c.t.d, un petit programme qui s'exécute en premier lorsqu'on allume la machine et qui permet de la configurer.



6 Cette pile sert à alimenter le BIOS ; c'est grâce à elle que l'ordinateur retient l'heure même lorsqu'il n'est pas allumé.



7 Le connecteur blanc sert à l'alimentation électrique. Les autres trois sont des ports IDE pour connecter des disques durs ou des lecteurs CD/DVD.



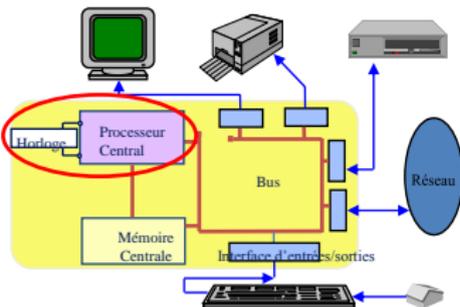
8 Sur le côté de la carte mère on retrouve les connecteurs (clavier, souris, réseaux, USB).

1 Programmes Processing

2 Notions d'Architecture

- Les couches et les fonctions de base d'une machine
- **Processeur, Mémoires, Bus, Périphériques**
- Le fonctionnement du processeur
- Du langage `processing` à la couche matérielle

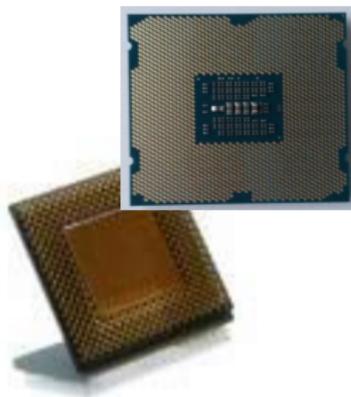
Le processeur



Le **processeur** (CPU, pour *Central Processing Unit*) est le cerveau de l'ordinateur. Il permet de manipuler, des données et des instructions codées sous forme binaires.

Le **processeur** est un circuit électronique cadencé au rythme d'une horloge interne qui envoie des impulsions, appelées « **top** ». La **fréquence d'horloge**, correspond nombre d'impulsions par seconde. Elle s'exprime en Hertz (Hz).

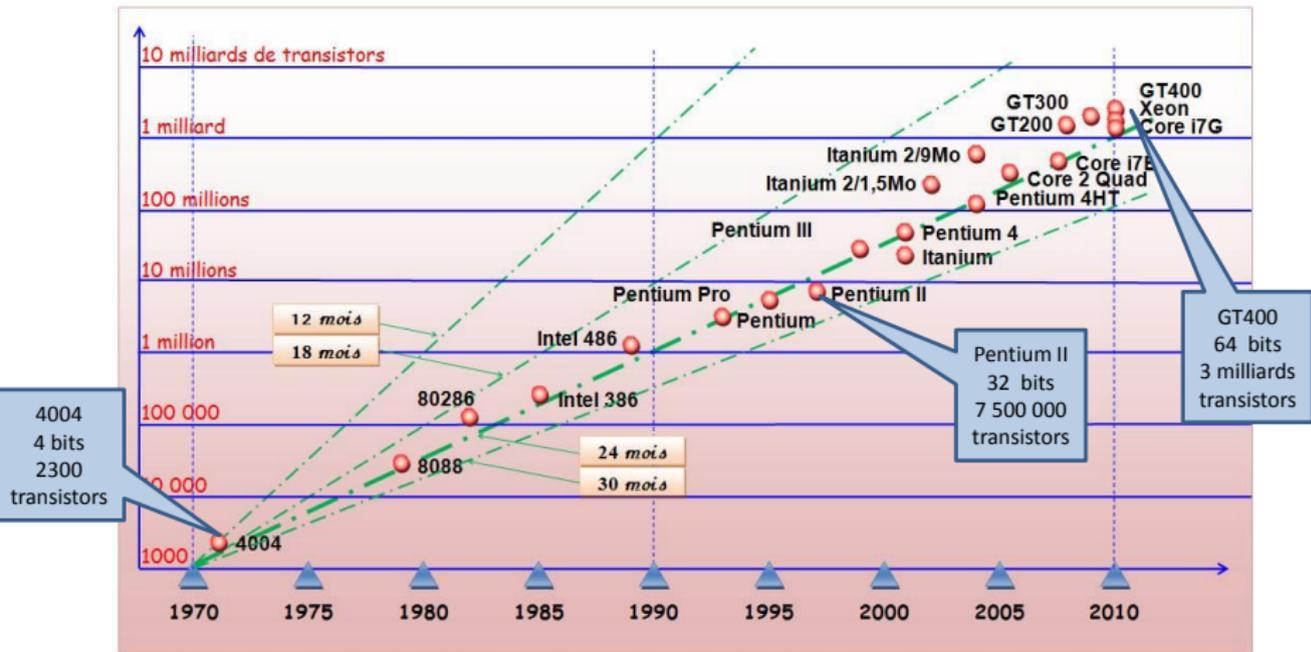
- Ordinateur à 2 GHz → l'horloge envoie 200 000 000 000 battements par seconde.



Circuits électroniques composés de millions de transistors placés dans un boîtier comportant des connecteurs d'entrée-sortie, surmonté d'un ventilateur.

→ **circuit intégré** ou **puce**

Le processeur : performances



La **Loi de Moore** a été exprimée en 1965 par *Gordon Moore*, un des trois fondateurs d'Intel. Elle postule que le nombre de transistors sur une puce double tous les deux ans.

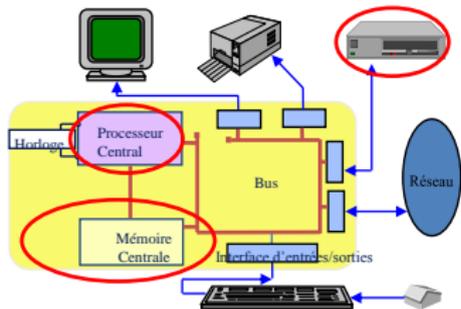
Mémoires : bits, octets, méga-octets

- La donnée de base manipulée par la machine est le **bit**. Il peut prendre deux valeurs : 0 et 1.
- Un octet (ou byte) est une chaîne de 8 bits. Un octet permet de coder des valeurs numériques ou jusqu'à 256 caractères différents.

1	0	1	0	0	0	1	1
Écriture de $2^7+2^5+2^1+2^0$, c'est-à-dire 163 dans un octet.							

- Il y a deux usages pour quantifier les kilooctets (**Koctets**), mégaoctet (**MOctets**) et gigaoctets (**Goctets**)

Koctets	1000 octets	$2^{10} = 1024$ octets
Moctets	1.000.000 octets	$2^{20} = 1.048.576$ octets
Goctets	10^9 octets	2^{30} octets



Les mémoires de l'ordinateur

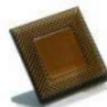
Une « **mémoire** » est un composant électronique capable de stocker temporairement des informations

- Une mémoire est caractérisée par :
 - Sa **capacité**, représentant le volume global d'informations (en bits) que la mémoire peut stocker (par exemple 1 Goctets, soit 2^{30} octets, soit $2^{30} * 8$ bits).
 - Son **temps d'accès**, correspondant à l'intervalle de temps entre la demande de lecture/écriture et la disponibilité de la donnée.
- L'ordinateur contient différents niveaux de mémoire, organisés selon une **hiérarchie mémoire**.

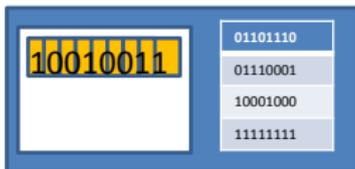
Les mémoires de l'ordinateur

- L'ordinateur contient différents niveaux de mémoire, organisés selon une **hiérarchie mémoire**.

Mémoires vives : mémoires **volatiles** :



Mémoires de masse :
mémoires **permanentes**



REGISTRES
N bits (32, 64)
1 nanoseconde

Mémoires Caches
Koctets (L1,L2)
5 nanosecondes

Mémoires Centrales
Goctets
10 nanosecondes

Mémoires de masse
500 Goctets - Toctets
5 millisecondes

Au plus près du cpu

Capacité, vitesse

Au plus loin du cpu

Mémoire volatile : le contenu de la mémoire n'existe que si il y a une alimentation électrique (typiquement les mémoires caches et mémoire centrale)
Mémoire permanente, de masse : mémoire de grande capacité dont le contenu demeure même sans alimentation électrique (typiquement le disque dur)

La vitesse (débit) des mémoires

Décrypter “temps d'accès 10 nanosecondes”

- 10 nanosecondes = $10 \frac{1}{10^9} = \frac{1}{10^8}$ secondes $\implies 10^8$ accès par secondes (100MHz)
- système de 64 bits \implies un accès = 8 octets
- vitesse mémoire = $10^8 \cdot 8 = 800$ Moctets par seconde (MBs)
Attention : MBs (octets par sec.) \neq Mbs (bits par sec.)

Formule : temps accès x nanos \implies vitesse = $8000/x$ MBs

- temps accès 30nanosec \implies vitesse = 266MBs
- temps accès 0.6nanosec \implies vitesse = 13GBs

```
sudo lshw -short -C memory
```

Observation : Un CPU à 1000MHz peut exécuter une instruction par nanosec. Mais si la RAM a un temps d'accès de 10 nanosec, le CPU est ralenti, sauf s'il utilise la cache.

La vitesse (débit) des mémoires

Décrypter “temps d'accès 10 nanosecondes”

- 10 nanosecondes = $10 \frac{1}{10^9} = \frac{1}{10^8}$ secondes $\implies 10^8$ accès par secondes (100MHz)
- système de 64 bits \implies un accès = 8 octets
- vitesse mémoire = $10^8 \cdot 8 = 800$ Moctets par seconde (MBs)
Attention : MBs (octets par sec.) \neq Mbs (bits par sec.)

Formule : temps accès x nanos \implies vitesse = $\boxed{8000/x \text{ MBs}}$

- temps accès 30nanosec \implies vitesse = 266MBs
- temps accès 0.6nanosec \implies vitesse = 13GBs

```
sudo lshw -short -C memory
```

Observation : Un CPU à 1000MHz peut exécuter une instruction par nanosec. Mais si la RAM a un temps d'accès de 10 nanosec, le CPU est ralenti, sauf s'il utilise la cache.

La vitesse (débit) des mémoires

Décrypter “temps d'accès 10 nanosecondes”

- 10 nanosecondes = $10 \frac{1}{10^9} = \frac{1}{10^8}$ secondes \implies 10^8 accès par secondes (100MHz)
- système de 64 bits \implies un accès = 8 octets
- vitesse mémoire = $10^8 \cdot 8 = 800$ Moctets par seconde (MBs)
Attention : MBs (octets par sec.) \neq Mbs (bits par sec.)

Formule : temps accès x nanos \implies vitesse = 8000/x MBs

- temps accès 30nanosec \implies vitesse = 266MBs
- temps accès 0.6nanosec \implies vitesse = 13GBs

 Observation : Un CPU à 1000MHz peut exécuter une instruction par nanosec. Mais si la RAM a un temps d'accès de 10 nanosec, le CPU est ralenti, sauf s'il utilise la cache.

Exemples de vitesses de mémoires/réseaux

- mémoires RAM années 1990 \approx 200MBs
 - mémoires RAM années 2000 \approx 1500MBs
 - mémoires RAM années 2010 \approx 10GBs
-
- disques durs années 2000 \approx 25MBs
 - disques durs années 2010 \approx 150MBs – 250MBs
 - USB 2.0 : max 60MBs, souvent \approx 10MBs
 - USB 3.0 : max 500MBs
-
- Cable ethernet (RJ45) : Cat 5 \approx 10MBs, Cat 6 $<$ 120MBs
 - Wi-Fi \approx 1-3MBs en moyenne (802.11a ou 802.11g)
 - beaucoup plus avec de nouveaux standards (802.11ad)
 - doubler la distance \implies diviser le débit par 3 ou 4 approx.
 - ADSL \approx $<$ 12MBs en moyenne, fibre \approx jusqu'à 120MBs
 - Youtube en 720p HD nécessite $<$ 0.5MBs

Exemples de vitesses de mémoires/réseaux

- mémoires RAM années 1990 \approx 200MBs
- mémoires RAM années 2000 \approx 1500MBs
- mémoires RAM années 2010 \approx 10GBs

-
- disques durs années 2000 \approx 25MBs
 - il y a une tête de lecture mécanique



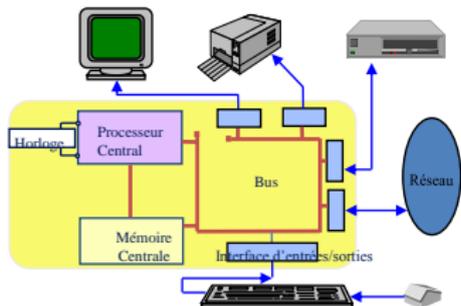
- disques durs années 2010 \approx 150MBs – 250MBs
 - SDD (Solid State Drive) sans aucun élément mécanique
- USB 2.0 : max 60MBs, souvent \approx 10MBs
- USB 3.0 : max 500MBs

-
- Cable ethernet (RJ45) : Cat 5 \approx 10MBs, Cat 6 $<$ 120MBs
 - Wi-Fi \approx 1-3MBs en moyenne (802.11a ou 802.11g)
 - beaucoup plus avec de nouveaux standards (802.11ad)
 - doubler la distance \implies diviser le débit par 3 ou 4 approx.

Exemples de vitesses de mémoires/réseaux

- mémoires RAM années 1990 \approx 200MBs
 - mémoires RAM années 2000 \approx 1500MBs
 - mémoires RAM années 2010 \approx 10GBs
-
- disques durs années 2000 \approx 25MBs
 - disques durs années 2010 \approx 150MBs – 250MBs
 - USB 2.0 : max 60MBs, souvent \approx 10MBs
 - USB 3.0 : max 500MBs
-
- Cable ethernet (RJ45) : Cat 5 \approx 10MBs, Cat 6 $<$ 120MBs
 - Wi-Fi \approx 1-3MBs en moyenne (802.11a ou 802.11g)
 - beaucoup plus avec de nouveaux standards (802.11ad)
 - doubler la distance \implies diviser le débit par 3 ou 4 approx.
 - ADSL \approx $<$ 12MBs en moyenne, fibre \approx jusqu'à 120MBs
 - Youtube en 720p HD nécessite $<$ 0.5MBs

Les bus de l'ordinateur



Un « **bus** » est un composant électronique permettant à différents composants de l'ordinateur de s'échanger des informations

- Bus système (*Front Side Bus FSB*) permet le communication entre le processeur et le mémoire centrale.
- Bus d'extension permet aux autres éléments de l'ordinateur de communiquer entre eux.
- Bus série, bus parallèle, largeur de bus



1 Programmes Processing

2 Notions d'Architecture

- Les couches et les fonctions de base d'une machine
- Processeur, Mémoires, Bus, Périphériques
- **Le fonctionnement du processeur**
- Du langage `processing` à la couche matérielle

Rappels composants de base du processeur

L'horloge fournit un signal régulier pour synchroniser tout le fonctionnement du CPU

Unité arithmétique et logique effectue les calculs sur des données écrites dans des **registres** et stocke le résultats dans un autre registre

- **registres** : petites **mémoires internes très rapides**, pouvant être accédées facilement. La taille des registres dépend de l'architecture (32 bits ou 64 bits).

Unité d'interface mémoire transfert les données à partir des mémoires vers les registres et vice-versa

Unité de comande décode les instructions, fait appel à l'unité de calcule ou d'interface mémoire.

Fonctionnement du processeur

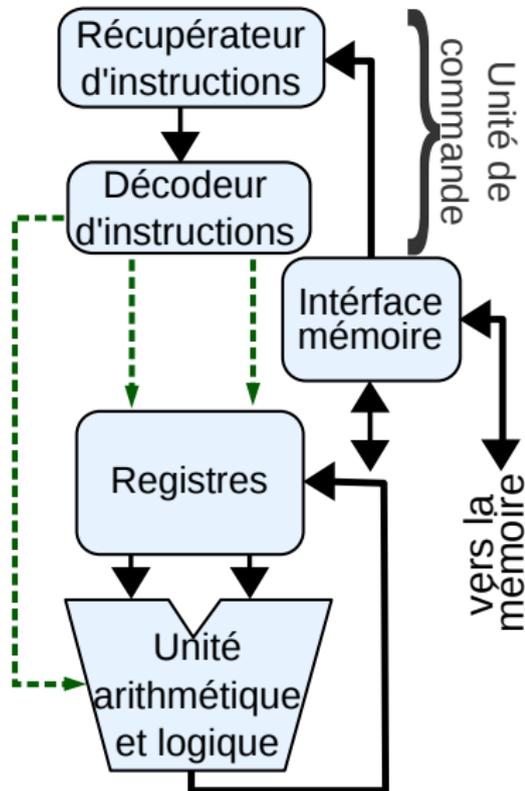
Plusieurs étapes :

1. L'unité de commande demande à l'interface mémoire de récupérer une instruction (en. : instruction fetch)

2. Le décodeur découpe l'instruction en plusieurs parties telles qu'elles puissent être gérés par l'unité arithmétique-logique et les registres (flèches vertes)

3. L'unité arithmétique et logique réalise l'instruction décodée, ex., l'addition de deux nombres stockés dans des registres

4. Écrire le résultat dans un registre et par la suite dans la mémoire, à l'aide de l'interface mémoire



Fonctionnement du processeur

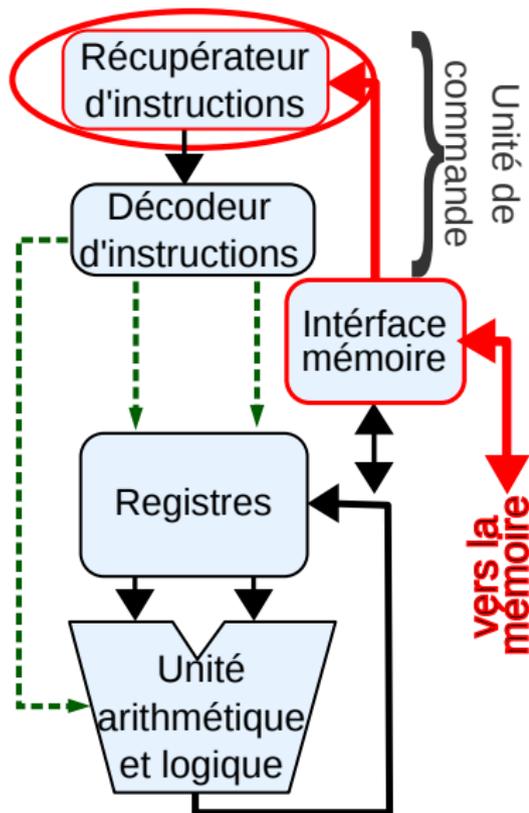
Plusieurs étapes :

1. **L'unité de commande** demande à l'interface mémoire de récupérer une instruction (en. : instruction fetch)

2. **Le décodeur** découpe l'instruction en plusieurs parties telles qu'elles puissent être gérés par l'unité arithmétique-logique et les registres (flèches vertes)

3. **L'unité arithmétique et logique** réalise l'instruction décodée, ex., l'addition de deux nombres stockés dans des registres

4. **Écrire le résultat dans un registre** et par la suite dans la mémoire, à l'aide de l'interface mémoire



Fonctionnement du processeur

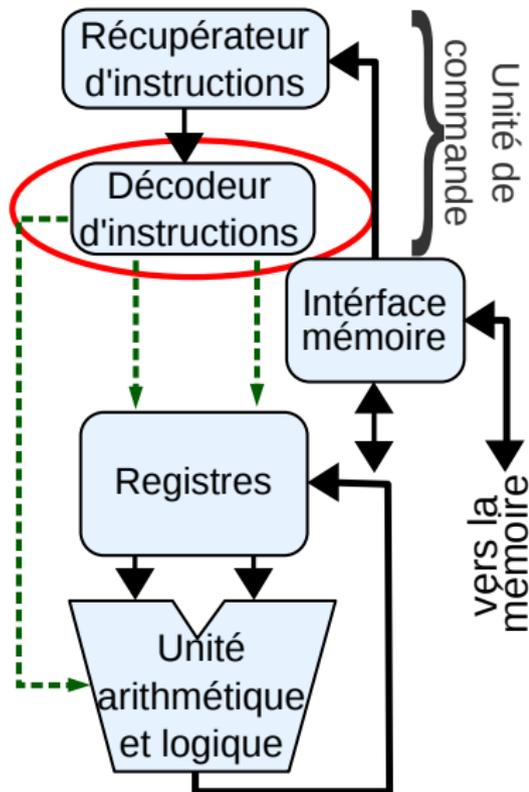
Plusieurs étapes :

1. L'unité de commande demande à l'interface mémoire de récupérer une instruction (en. : instruction fetch)

2. Le **décodeur** découpe l'instruction en plusieurs parties telles qu'elles puissent être gérés par l'unité arithmétique-logique et les registres (flèches vertes)

3. L'unité arithmétique et logique réalise l'instruction décodée, ex., l'addition de deux nombres stockés dans des registres

4. Écrire le résultat dans un registre et par la suite dans la mémoire, à l'aide de l'interface mémoire



Fonctionnement du processeur

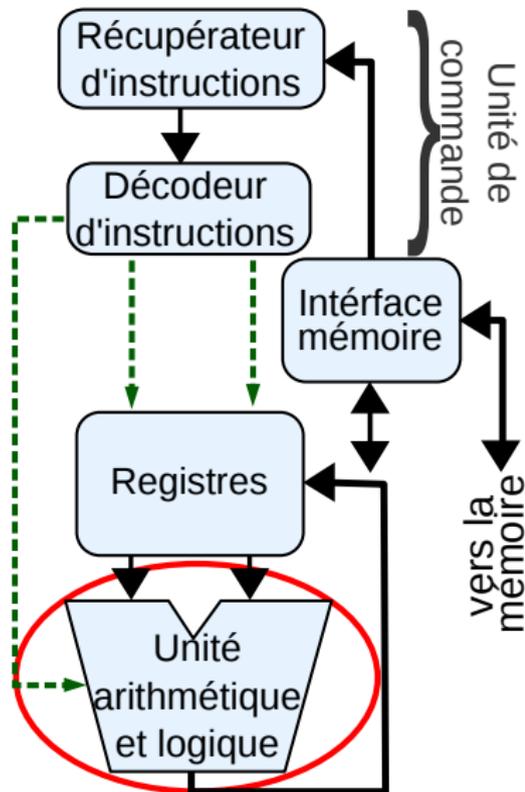
Plusieurs étapes :

1. **L'unité de commande** demande à l'interface mémoire de récupérer une instruction (en. : instruction fetch)

2. **Le décodeur** découpe l'instruction en plusieurs parties telles qu'elles puissent être gérés par l'unité arithmétique-logique et les registres (flèches vertes)

3. **L'unité arithmétique et logique** réalise l'instruction décodée, ex., l'addition de deux nombres stockés dans des registres

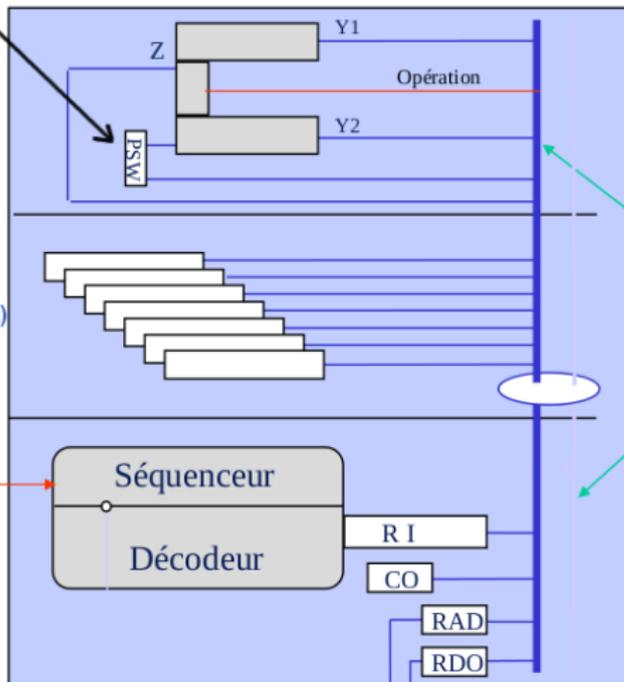
4. **Écrire le résultat dans un registre** et par la suite dans la mémoire, à l'aide de l'interface mémoire



1. Processeur (Unité Centrale)

Registre d'état (PSW pour Processor Status Word)

Unité Arithmétique et Logique



Bus Interne

Données

Commandes

horloge

Unité de Commande

Séquenceur

Décodeur

RI

CO

RAD

RDO

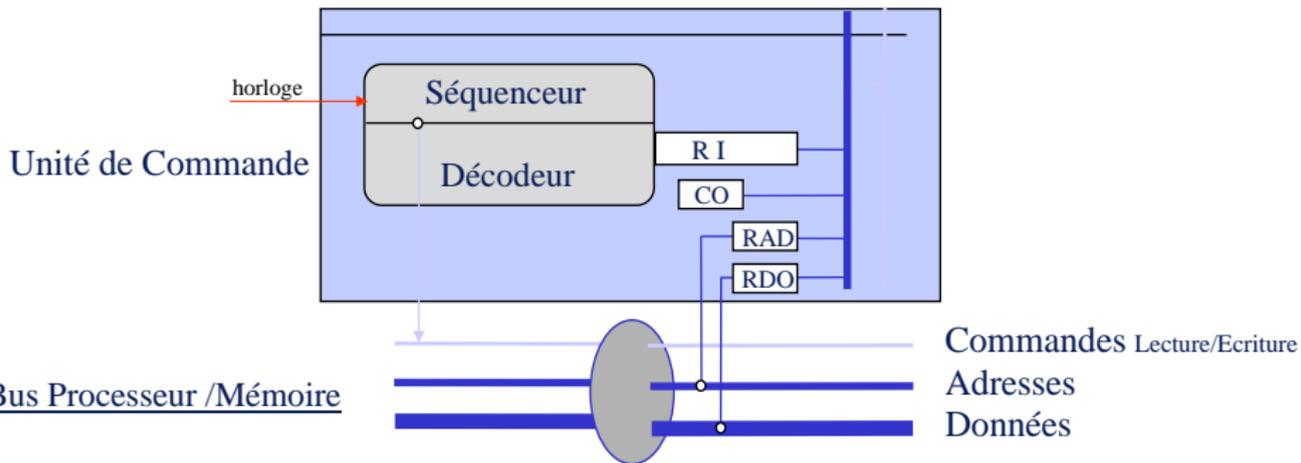
Commandes Lecture/Ecriture

Adresses

Données

BUS Processeur /Mémoire

1. Processeur (Unité Centrale)



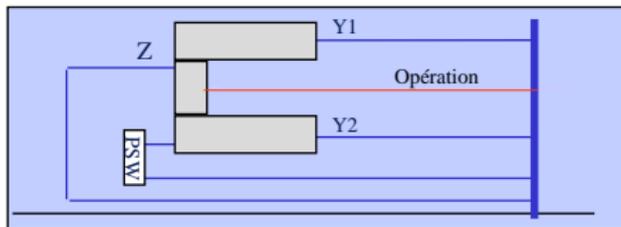
L'unité de commande est chargée de la reconnaissance des instructions et de leur exécution par l'unité de traitement au rythme de l'horloge

Les registres :

- **RI** (registre instruction) : contient l'instruction en cours d'exécution
- **CO** (compteur ordinal) : contient l'adresse en MC de la prochaine instruction
- **RAD** (registre adresse) et **RDO** (registre de données) : registres d'interfaçage avec la mémoire centrale

1. Processeur (Unité Centrale)

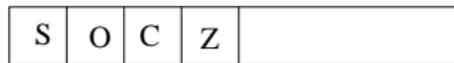
Unité Arithmétique
et Logique



L'unité Arithmétique et Logique (UAL) constitue l'unité d'exécution du processeur.

Elle est composée :

- de l'ensemble des circuits permettant de réaliser les opérations arithmétiques (addition, multiplication, division,...) et les opérations logiques (complément à 2, inverse, OU, ET, ...) sur les opérandes Y1 et Y2
- d'un registre d'état PSW qui contient des indicateurs positionnés par le résultat Z des opérations effectuées :



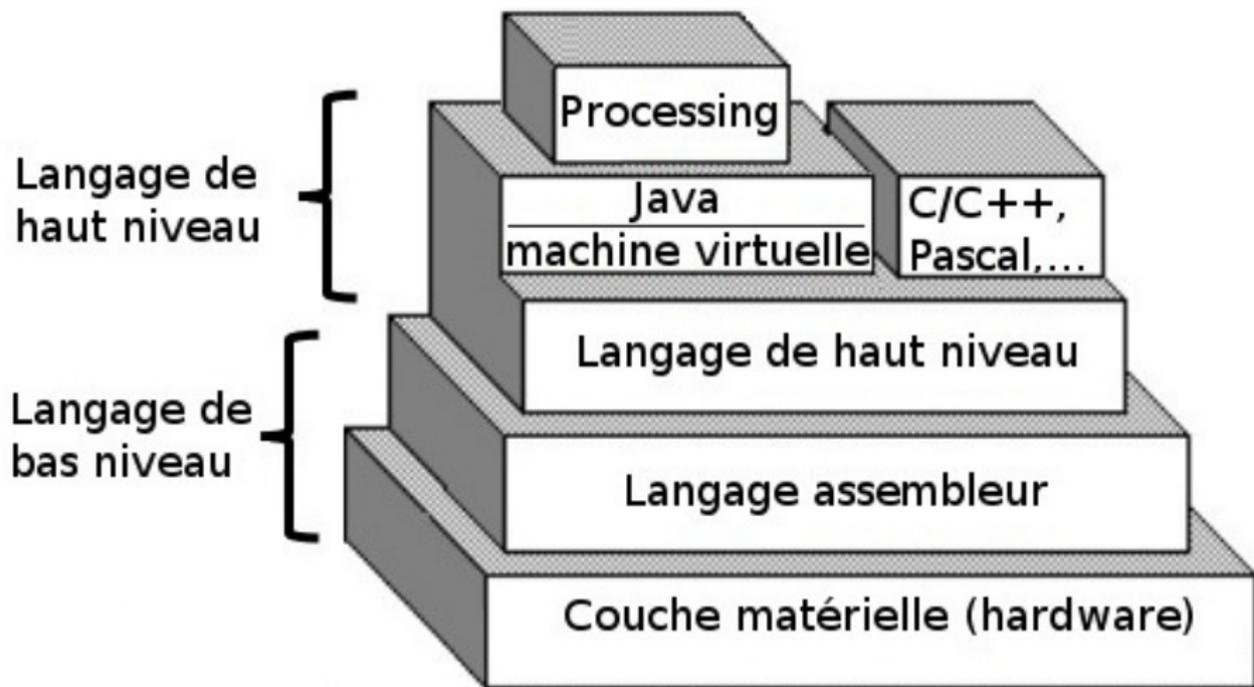
- O : positionné à 1 si Overflow, 0 sinon
- Z : positionné à 1 si résultat opération nul, 0 sinon
- C : positionné à 1 si carry, 0 sinon
- S : positionné à 0 si résultat opération positif, 1 sinon

1 Programmes Processing

2 Notions d'Architecture

- Les couches et les fonctions de base d'une machine
- Processeur, Mémoires, Bus, Périphériques
- Le fonctionnement du processeur
- Du langage `processing` à la couche matérielle

Langages de haut niveau et de bas niveau



Tout langage est traduit finalement en langage assembleur !
Mais il peut y avoir une série de traductions : Processing → Java → Machine Virtuelle → Assembleur

Le codage d'un problème ...

Programme Somme

1. a=5
2. b=7
3. PRINT (a+b)

Programme en langage de haut niveau

- instructions de haut niveau
- instructions indépendantes de machine



Compilateur

Système d'exploitation

Gérer et partager le matériel

Machine physique "matérielle"

processeur



Bus

```
01101110111110011
01111010001011100
10111101110111111
00111011110111011
00111111000111101
```

Mémoire centrale

Programme **en assembleur** à exécuter : instructions machine et valeurs **en binaire**

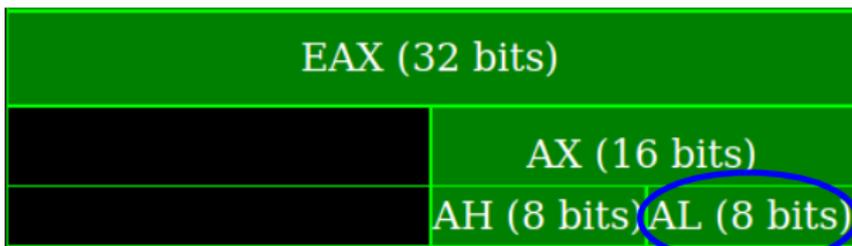
- L'assembleur est un langage qui permet d'écrire directement des instructions machine pour le processeur
- Voici le code assembleur qui réalise l'instruction

$$z = x + y$$

```
mov AL, x ; copier variable x -> registre AL
mov BL, y ; copier variable y -> registre BL
add AL, BL ; faire la somme

mov z, AL ; copier registre AL -> variable z
```

Rappels organisation
registres :



```
0x00e00000 55 8b ec 81 ec a8 01 00 00 53 56 57 eb 02 eb 05
0x00e00010 e8 f9 ff ff ff 5b 83 eb 15 89 9d 60 ff ff ff 89
0x00e00020 bd 58 fe ff ff .....
```

```
0x00e00000 55          PUSH EAX
0x00e00001 8bec        MOV EAX, EBX
0x00e00003 81eca8010000    ADD EBX, 0x1a8
0x00e00009 53          PUSH EBX
0x00e0000a 56          PUSH EAX
0x00e0000b 57          PUSH ESI
0x00e0000c eb02        JMP 0xe00010
0x00e0000e eb05        JMP 0xe00015
0x00e00010 e8f9ffffff    CALL 0xe0000e
0x00e00015 5b          POP EBX
0x00e00016 83eb15      SUB EBX, 0x15
0x00e00019 899d60ffffff  MOV [EAX-0xa0], EBX
0x00e0001f 89bd58feffff .....
```

Instructions Classiques Assembleur

PUSH : ajouter au sommet de la pile

POP : récupérer le sommet de la pile

JMP : sauter à une autre ligne

MOV : copier un registre
(ou case mémoire)
dans un autre