

# Architecture des Ordinateurs

## Lecture 3

Prof. Yérali Gandica

CY-Tech Cergy Paris Université  
2022



# Mémoires

- Une **mémoire** est un dispositif permettant d'enregistrer, de conserver et de restituer de l'information.
- Elle se compose d'adresses et de données.
- **Capacité**: c'est la quantité maximale de données qu'une mémoire peut stocker.
- Une mémoire stockant des données sur  $m$  bits et dont les adresses s'expriment avec  $n$  bits possède une capacité de  $2^n \times m$  bits. C'est une mémoire  $2^n \times m$  bits.
- **Débit ou Bande Passante** d'une mémoire est le nombre d'information lu/écrit par seconde. Il s'exprime en bits par seconde ou bytes par seconde.

# Mémoires

- Une **mémoire** est un dispositif permettant d'enregistrer, de conserver et de restituer de l'information.
- Elle se compose d'adresses et de données.
- **Capacité**: c'est la quantité maximale de données qu'une mémoire peut stocker.
- Une mémoire stockant des données sur  $m$  bits et dont les adresses s'expriment avec  $n$  bits possède une capacité de  $2^n \times m$  bits. C'est une mémoire  $2^n \times m$  bits.
- **Débit ou Bande Passante** d'une mémoire est le nombre d'information lu/écrit par seconde. Il s'exprime en bits par seconde ou bytes par seconde.

# Mémoires

- Une **mémoire** est un dispositif permettant d'enregistrer, de conserver et de restituer de l'information.
- Elle se compose d'adresses et de données.
- **Capacité**: c'est la quantité maximale de données qu'une mémoire peut stocker.
- Une mémoire stockant des données sur  $m$  bits et dont les adresses s'expriment avec  $n$  bits possède une capacité de  $2^n \times m$  bits. C'est une mémoire  $2^n \times m$  bits.
- **Débit ou Bande Passante** d'une mémoire est le nombre d'information lu/écrit par seconde. Il s'exprime en bits par seconde ou bytes par seconde.

# Mémoires

- Une **mémoire** est un dispositif permettant d'enregistrer, de conserver et de restituer de l'information.
- Elle se compose d'adresses et de données.
- **Capacité**: c'est la quantité maximale de données qu'une mémoire peut stocker.
- Une mémoire stockant des données sur  $m$  bits et dont les adresses s'expriment avec  $n$  bits possède une capacité de  $2^n \times m$  bits. C'est une mémoire  $2^n \times m$  bits.
- **Débit ou Bande Passante** d'une mémoire est le nombre d'information lu/écrit par seconde. Il s'exprime en bits par seconde ou bytes par seconde.

# Mémoires

- Une **mémoire** est un dispositif permettant d'enregistrer, de conserver et de restituer de l'information.
- Elle se compose d'adresses et de données.
- **Capacité**: c'est la quantité maximale de données qu'une mémoire peut stocker.
- Une mémoire stockant des données sur  $m$  bits et dont les adresses s'expriment avec  $n$  bits possède une capacité de  $2^n \times m$  bits. C'est une mémoire  $2^n \times m$  bits.
- **Débit ou Bande Passante** d'une mémoire est le nombre d'information lu/écrit par seconde. Il s'exprime en bits par seconde ou bytes par seconde.

## Unités:

- unité de base : 1 bit (0 ou 1)
- octet (byte) = groupe de 8 bits
- mot = regroupement d'octets (8 bits, 16 bits, 32 bits, ...) unité d'information adressable en mémoire.
- un KiloOctet =  $2^{10}$  octets = 1024 octets = 1 Ko
- un MegaOctet =  $2^{10}$  Ko = 1 Mo
- un GigaOctet =  $2^{10}$  Mo = 1 Go
- un TeraOctet =  $2^{10}$  Go = 1 To

La notion de mémoire pour un ordinateur regroupe différents matériels et ne correspond pas qu'à un seul dispositif permettant de stocker de l'information.

Ces dispositifs peuvent être de différentes natures, de différentes technologies, ceci leur donnant des caractéristiques différentes.

Différentes technologies : Electronique - Magnétique - Optique

Différentes caractéristiques :

- capacité
- temps d'accès
- débit
- volatilité



# Organisation d'une mémoire

- On peut imaginer la mémoire comme une armoire de rangement constituée de différents tiroirs.
- Chaque tiroir (case mémoire) contient une donnée et est doté d'un numéro, l'adresse.
- Ainsi, chaque donnée est accessible avec son adresse unique.
- Avec un adresse de  $n$  bits, il est possible de référencer au plus  $2^n$  cases mémoire.

Adresses de  $n$  bits  $\Rightarrow 2^n$  cases

(ici  $n = 3 \Rightarrow 2^3 = 8$  cases)

$n$  = nombre de fils électriques des adresses.

Données de  $m$  bits

( $m$  est toujours une puissance de 2)

$m$  = nombre de fils électriques des données.

	Adresse	Donnée
7	111	
6	110	
5	101	
4	100	
3	011	...
2	010	0110 0001
1	001	0010 0110
0	000	0001 1010

# Organisation d'une mémoire

- On peut imaginer la mémoire comme une armoire de rangement constituée de différents tiroirs.
- Chaque tiroir (case mémoire) contient une donnée et est doté d'un numéro, l'adresse.
- Ainsi, chaque donnée est accessible avec son adresse unique.
- Avec un adresse de  $n$  bits, il est possible de référencer au plus  $2^n$  cases mémoire.

Adresses de  $n$  bits  $\Rightarrow 2^n$  cases

(ici  $n = 3 \Rightarrow 2^3 = 8$  cases)

$n$  = nombre de fils électriques des adresses.

Données de  $m$  bits

( $m$  est toujours une puissance de 2)

$m$  = nombre de fils électriques des données.

	Adresse	Donnée
7	111	
6	110	
5	101	
4	100	
3	011	...
2	010	0110 0001
1	001	0010 0110
0	000	0001 1010

# Organisation d'une mémoire

- On peut imaginer la mémoire comme une armoire de rangement constituée de différents tiroirs.
- Chaque tiroir (case mémoire) contient une donnée et est doté d'un numéro, l'adresse.
- Ainsi, chaque donnée est accessible avec son adresse unique.
- Avec un adresse de  $n$  bits, il est possible de référencer au plus  $2^n$  cases mémoire.

Adresses de  $n$  bits  $\Rightarrow 2^n$  cases

(ici  $n = 3 \Rightarrow 2^3 = 8$  cases)

$n$  = nombre de fils électriques des adresses.

Données de  $m$  bits

( $m$  est toujours une puissance de 2)

$m$  = nombre de fils électriques des données.

	Adresse	Donnée
7	111	
6	110	
5	101	
4	100	
3	011	...
2	010	0110 0001
1	001	0010 0110
0	000	0001 1010

# Organisation d'une mémoire

- On peut imaginer la mémoire comme une armoire de rangement constituée de différents tiroirs.
- Chaque tiroir (case mémoire) contient une donnée et est doté d'un numéro, l'adresse.
- Ainsi, chaque donnée est accessible avec son adresse unique.
- Avec un adresse de  $n$  bits, il est possible de référencer au plus  $2^n$  cases mémoire.

Adresses de  $n$  bits  $\Rightarrow 2^n$  cases

(ici  $n = 3 \Rightarrow 2^3 = 8$  cases)

$n$  = nombre de fils électriques des adresses.

Données de  $m$  bits

( $m$  est toujours une puissance de 2)

$m$  = nombre de fils électriques des données.

	Adresse	Donnée
7	111	
6	110	
5	101	
4	100	
3	011	...
2	010	0110 0001
1	001	0010 0110
0	000	0001 1010

# Organisation d'une mémoire

- On peut imaginer la mémoire comme une armoire de rangement constituée de différents tiroirs.
- Chaque tiroir (case mémoire) contient une donnée et est doté d'un numéro, l'adresse.
- Ainsi, chaque donnée est accessible avec son adresse unique.
- Avec un adresse de  $n$  bits, il est possible de référencer au plus  $2^n$  cases mémoire.

Adresses de  $n$  bits  $\Rightarrow 2^n$  cases

(ici  $n = 3 \Rightarrow 2^3 = 8$  cases)

$n$  = nombre de fils électriques des adresses.

Données de  $m$  bits

( $m$  est toujours une puissance de 2)

$m$  = nombre de fils électriques des données.

	Adresse	Donnée
7	111	
6	110	
5	101	
4	100	
3	011	...
2	010	0110 0001
1	001	0010 0110
0	000	0001 1010

# Capacité d'une mémoire

---

Capacité d'une mémoire = nombre d'adresses x taille mot.

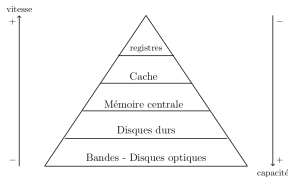
# Caractéristiques d'une mémoire

- Le **capacité** : le nombre total de bits que contient la mémoire (ou octets)
- Le **formats des données** : nombre de bits par case mémoire (largeur du mot mémorisable). Ex : Octet, mot...
- Le **temps d'accès** : temps entre l'instant du lancement de l'opération de lecture/écriture et l'instant où l'information est disponible sur le bus données.
- Le **temps de cycle** : intervalle minimum qui doit séparer 2 demandes successives de lecture/écriture.
- Le **débit** : nombre maximum d'informations (bits, octets, mots...) lues et écrites par seconde.
- La **volatilité** : caractérise la permanence des informations dans la mémoire. L'information stockée est volatile si elle risque d'être altérée par un défaut d'alimentation électrique et non volatile dans le cas contraire.

# Types de mémoires

Pour des raisons technologiques (l'augmentation de la taille d'une mémoire s'accompagne toujours de l'augmentation du temps d'accès) et des raisons économiques (plus vite = plus cher), on utilise différents types de mémoires.

La vitesse d'une mémoire (temps d'accès et débit) est inversement proportionnel à sa taille "usuelle". On a le schéma suivant :



	vitesse (temps d'accès)	vitesse (débit)	capacité
registres	< 1 ns	> 50 Go/s	< 100 octets
cache	2 - 5 ns	5 - 20 Go/s	100 Ko - 1 Mo
mémoire centrale	20 ns	1 Go/s	256 Mo - 4 Go
disque dur	1-10 ms	300 Mo/s	50 Go - 500 Go

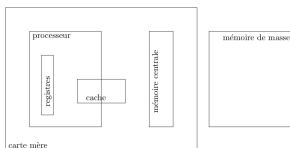




# Localisations

Voici la disposition des différentes mémoires dans un ordinateur.

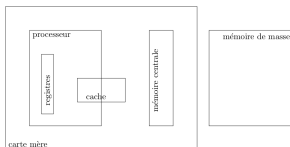
- Les registres, qui constituent la “mémoire de travail” du **processeur**, se trouvent en son sein.
- La mémoire cache (copie rapide de la mémoire centrale) est souvent décomposée en plusieurs parties, l’une collée sur le processeur et l’autre toute proche mais sur la carte mère.
- Toujours sur la carte mère, la mémoire centrale (appelée mémoire vive ou RAM) qui stocke données et programmes.
- Finalement, hors de la carte mère, la mémoire de masse (appelée mémoire morte ou ROM) stockant les informations, généralement sous forme de fichiers.



# Localisations

Voici la disposition des différentes mémoires dans un ordinateur.

- Les registres, qui constituent la “mémoire de travail” du **processeur**, se trouvent en son sein.
- La mémoire cache (copie rapide de la mémoire centrale) est souvent décomposée en plusieurs parties, l’une collée sur le processeur et l’autre toute proche mais sur la carte mère.
- Toujours sur la carte mère, la mémoire centrale (appelée mémoire vive ou RAM) qui stocke données et programmes.
- Finalement, hors de la carte mère, la mémoire de masse (appelée mémoire morte ou ROM) stockant les informations, généralement sous forme de fichiers.





# Méthodes d'accès

La méthode d'accès décrit comment accéder à une information en connaissant sa position.

- Accès séquentiel
  - pour accéder à une information, il faut parcourir toutes les informations qui la précède
  - exemple : bandes magnétiques
- Accès direct
  - chaque information possède une adresse propre, à laquelle on peut accéder directement
  - exemple : mémoire centrale de l'ordinateur
- Accès semi-séquentiel
  - intermédiaire entre séquentiel et direct
  - exemple : disque dur
    - accès direct au cylindre
    - accès séquentiel au secteur sur un cylindre
- Accès associatif
  - une information est identifiée par sa clé
  - on accède à une information via sa clé
  - exemple : mémoire cache

# Types de mémoire sur la carte mère:

## Mémoires mortes (ROM)

Le contenu est conservé en permanence même hors alimentation électrique. Dans un ordinateur, on trouve de la mémoire morte sur la carte mère (elle contient le BIOS) où sont stockées des informations nécessaires au démarrage de l'ordinateur (instructions de démarrage, etc).

### Les différents types de ROM

- ROM (Read Only Memory) : information stockée au moment de la conception du circuit.
- PROM (Programmable Read Only Memory) : mémoire programmable par un utilisateur final mais une seule fois.
- EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory) : mémoire (re)programmable et effaçable par ultraviolet.
- EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory) : mémoire (re)programmable et effaçable électriquement. - exemple : Bios ("flashable").

# Types de mémoire sur la carte mère:

## Mémoires mortes (ROM)

Le contenu est conservé en permanence même hors alimentation électrique. Dans un ordinateur, on trouve de la mémoire morte sur la carte mère (elle contient le BIOS) où sont stockées des informations nécessaires au démarrage de l'ordinateur (instructions de démarrage, etc).

Les différents types de ROM

- ROM (Read Only Memory) : information stockée au moment de la conception du circuit.
- PROM (Programmable Read Only Memory) : mémoire programmable par un utilisateur final mais une seule fois.
- EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory) : mémoire (re)programmable et effaçable par ultraviolet.
- EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory) : mémoire (re)programmable et effaçable électriquement. - exemple : Bios ("flashable").

# Types de mémoire sur la carte mère:

## Mémoires mortes (ROM)

Le contenu est conservé en permanence même hors alimentation électrique. Dans un ordinateur, on trouve de la mémoire morte sur la carte mère (elle contient le BIOS) où sont stockées des informations nécessaires au démarrage de l'ordinateur (instructions de démarrage, etc).

Les différents types de ROM

- ROM (Read Only Memory) : information stockée au moment de la conception du circuit.
- PROM (Programmable Read Only Memory) : mémoire programmable par un utilisateur final mais une seule fois.
- EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory) : mémoire (re)programmable et effaçable par ultraviolet.
- EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory) : mémoire (re)programmable et effaçable électriquement. - exemple : Bios ("flashable").



# Types de mémoire sur la carte mère:

## Mémoires mortes (ROM)

Le contenu est conservé en permanence même hors alimentation électrique. Dans un ordinateur, on trouve de la mémoire morte sur la carte mère (elle contient le BIOS) où sont stockées des informations nécessaires au démarrage de l'ordinateur (instructions de démarrage, etc).

Les différents types de ROM

- ROM (Read Only Memory) : information stockée au moment de la conception du circuit.
- PROM (Programmable Read Only Memory) : mémoire programmable par un utilisateur final mais une seule fois.
- EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory) : mémoire (re)programmable et effaçable par ultraviolet.
- EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory) : mémoire (re)programmable et effaçable électriquement. - exemple : Bios ("flashable").

# Types de mémoire sur la carte mère:

## Mémoires mortes (ROM)

Le contenu est conservé en permanence même hors alimentation électrique. Dans un ordinateur, on trouve de la mémoire morte sur la carte mère (elle contient le BIOS) où sont stockées des informations nécessaires au démarrage de l'ordinateur (instructions de démarrage, etc).

Les différents types de ROM

- ROM (Read Only Memory) : information stockée au moment de la conception du circuit.
- PROM (Programmable Read Only Memory) : mémoire programmable par un utilisateur final mais une seule fois.
- EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory) : mémoire (re)programmable et effaçable par ultraviolet.
- EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory) : mémoire (re)programmable et effaçable électriquement. - exemple : Bios ("flashable").

# Types de mémoire sur la carte mère:

## Mémoires volatiles (RAM)

- Leur contenu est modifiable et perdu hors alimentation électrique.
- Elle est utilisée aux applications pour fonctionner. Cette dernière se compose de barrettes avec des différents type génération SDRAM, DDR1, DDR2, etc . Actuellement, nous sommes à la génération DDR4.
- La carte mère de l'ordinateur possède des rails (ou slot en anglais) sur lesquels ces barrettes se clipsent.
- Si des slots sont libres, vous pouvez donc ajouter de la mémoire à votre ordinateur, sinon il faudra remplacer la barrettes par des barrettes de plus grandes capacités.

# Types de mémoire sur la carte mère:

## Mémoires volatiles (RAM)

- Leur contenu est modifiable et perdu hors alimentation électrique.
- Elle est utilisée aux applications pour fonctionner. Cette dernière se compose de barrettes avec des différents type génération SDRAM, DDR1, DDR2, etc . Actuellement, nous sommes à la génération DDR4.
- La carte mère de l'ordinateur possède des rails (ou slot en anglais) sur lesquels ces barrettes se clipsent.
- Si des slots sont libres, vous pouvez donc ajouter de la mémoire à votre ordinateur, sinon il faudra remplacer la barrettes par des barrettes de plus grandes capacités.

# Types de mémoire sur la carte mère:

## Mémoires volatiles (RAM)

- Leur contenu est modifiable et perdu hors alimentation électrique.
- Elle est utilisée aux applications pour fonctionner. Cette dernière se compose de barrettes avec des différents type génération SDRAM, DDR1, DDR2, etc . Actuellement, nous sommes à la génération DDR4.
- La carte mère de l'ordinateur possède des rails (ou slot en anglais) sur lesquels ces barrettes se clipsent.
- Si des slots sont libres, vous pouvez donc ajouter de la mémoire à votre ordinateur, sinon il faudra remplacer la barrettes par des barrettes de plus grandes capacités.

# Types de mémoire sur la carte mère:

## Mémoires volatiles (RAM)

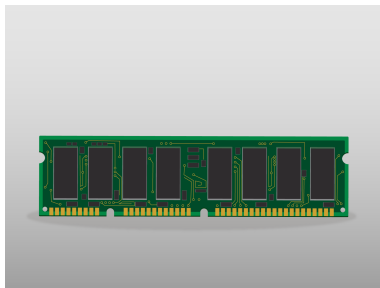
- Leur contenu est modifiable et perdu hors alimentation électrique.
- Elle est utilisée aux applications pour fonctionner. Cette dernière se compose de barrettes avec des différents type génération SDRAM, DDR1, DDR2, etc . Actuellement, nous sommes à la génération DDR4.
- La carte mère de l'ordinateur possède des rails (ou slot en anglais) sur lesquels ces barrettes se clipsent.
- Si des slots sont libres, vous pouvez donc ajouter de la mémoire à votre ordinateur, sinon il faudra remplacer la barrettes par des barrettes de plus grandes capacités.

# Types de mémoire sur la carte mère:

## Mémoires volatiles (RAM)

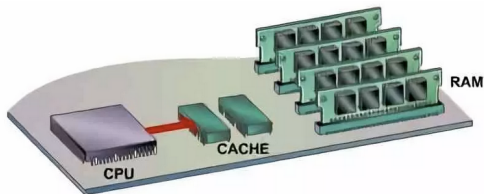
C'est la mémoire à court terme de l'ordinateur.

Sa fonction principale est de mémoriser les informations que on l'a dans chacune des applications ouvertes sur l'ordinateur, pendant qu'il est allumé.



# Le cache

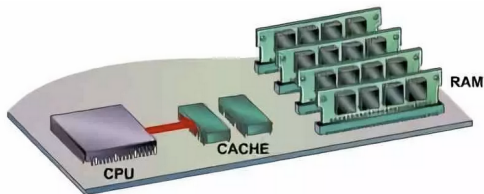
- Le cache sert à stocker des informations redondantes afin d'éviter au processeur de devoir chercher ces dernières dans la mémoire RAM.
- En effet, la mémoire cache du processeur est beaucoup plus rapide à transmettre les informations que la mémoire RAM qui se "trouve plus loin" dans l'ordinateur.
- Des systèmes de cache sont intégrés de manière régulières pour optimiser les performances.
- Par exemple, votre navigateur internet possède une mise en cache des sites internet.





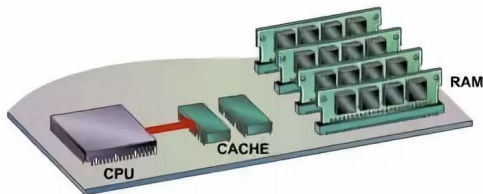
# Le cache

- Le cache sert à stocker des informations redondantes afin d'éviter au processeur de devoir chercher ces dernières dans la mémoire RAM.
- En effet, la mémoire cache du processeur est beaucoup plus rapide à transmettre les informations que la mémoire RAM qui se "trouve plus loin" dans l'ordinateur.
- Des systèmes de cache sont intégrés de manière régulières pour optimiser les performances.
- Par exemple, votre navigateur internet possède une mise en cache des sites internet.



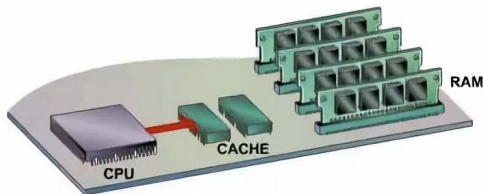
# Le cache

- Le cache sert à stocker des informations redondantes afin d'éviter au processeur de devoir chercher ces dernières dans la mémoire RAM.
- En effet, la mémoire cache du processeur est beaucoup plus rapide à transmettre les informations que la mémoire RAM qui se "trouve plus loin" dans l'ordinateur.
- Des systèmes de cache sont intégrés de manière régulières pour optimiser les performances.
- Par exemple, votre navigateur internet possède une mise en cache des sites internet.

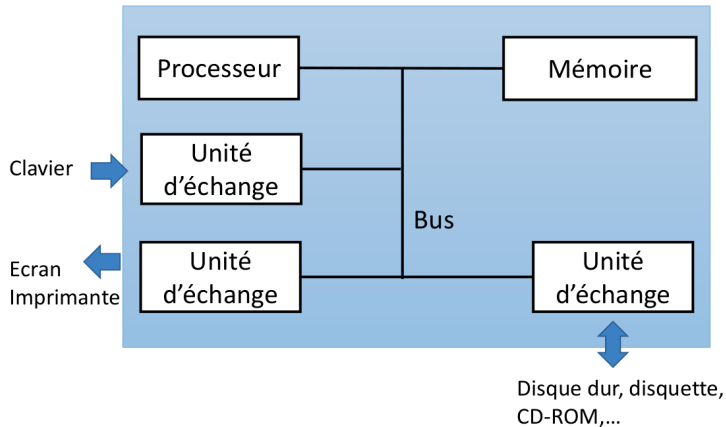


# Le cache

- Le cache sert à stocker des informations redondantes afin d'éviter au processeur de devoir chercher ces dernières dans la mémoire RAM.
- En effet, la mémoire cache du processeur est beaucoup plus rapide à transmettre les informations que la mémoire RAM qui se "trouve plus loin" dans l'ordinateur.
- Des systèmes de cache sont intégrés de manière régulières pour optimiser les performances.
- Par exemple, votre navigateur internet possède une mise en cache des sites internet.



# Structure d'un Ordinateur



# Bus: Liaisons entre le processeur et la mémoire

- On appelle bus, en informatique, un ensemble de liaisons physiques pouvant être exploitées en commun par plusieurs éléments matériels afin de communiquer.
- Les bus ont pour but de réduire le nombre de voies nécessaires à la communication des différents composants, en mutualisant les communications sur une seule voie de données.
- Un bus est caractérisé par le volume d'informations transmises simultanément. Ce volume, exprimé en bits, correspond au nombre de lignes physiques sur lesquelles les données sont envoyées de manière simultanée.
- Si un bus est composé de 16 lignes, il pourra envoyer 16 bits en même temps.
- On parle ainsi de **largeur** pour désigner le nombre de bits qu'un bus peut transmettre simultanément.

# Bus: Liaisons entre le processeur et la mémoire

- On appelle bus, en informatique, un ensemble de liaisons physiques pouvant être exploitées en commun par plusieurs éléments matériels afin de communiquer.
- Les bus ont pour but de réduire le nombre de voies nécessaires à la communication des différents composants, en mutualisant les communications sur une seule voie de données.
- Un bus est caractérisé par le volume d'informations transmises simultanément. Ce volume, exprimé en bits, correspond au nombre de lignes physiques sur lesquelles les données sont envoyées de manière simultanée.
- Si un bus est composé de 16 lignes, il pourra envoyer 16 bits en même temps.
- On parle ainsi de **largeur** pour désigner le nombre de bits qu'un bus peut transmettre simultanément.

# Bus: Liaisons entre le processeur et la mémoire

- On appelle bus, en informatique, un ensemble de liaisons physiques pouvant être exploitées en commun par plusieurs éléments matériels afin de communiquer.
- Les bus ont pour but de réduire le nombre de voies nécessaires à la communication des différents composants, en mutualisant les communications sur une seule voie de données.
- Un bus est caractérisé par le volume d'informations transmises simultanément. Ce volume, exprimé en bits, correspond au nombre de lignes physiques sur lesquelles les données sont envoyées de manière simultanée.
- Si un bus est composé de 16 lignes, il pourra envoyer 16 bits en même temps.
- On parle ainsi de **largeur** pour désigner le nombre de bits qu'un bus peut transmettre simultanément.

# Bus: Liaisons entre le processeur et la mémoire

- On appelle bus, en informatique, un ensemble de liaisons physiques pouvant être exploitées en commun par plusieurs éléments matériels afin de communiquer.
- Les bus ont pour but de réduire le nombre de voies nécessaires à la communication des différents composants, en mutualisant les communications sur une seule voie de données.
- Un bus est caractérisé par le volume d'informations transmises simultanément. Ce volume, exprimé en bits, correspond au nombre de lignes physiques sur lesquelles les données sont envoyées de manière simultanée.
- Si un bus est composé de 16 lignes, il pourra envoyer 16 bits en même temps.
- On parle ainsi de **largeur** pour désigner le nombre de bits qu'un bus peut transmettre simultanément.



# Bus: Liaisons entre le processeur et la mémoire

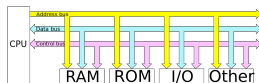
- D'autre part, la vitesse du bus est également définie par sa fréquence (exprimée en Hertz), c'est-à-dire le nombre de paquets de données envoyés ou reçus par seconde.
- On parle de cycle pour désigner chaque envoi ou réception de données. De cette façon, il est possible de connaître le débit maximal du bus (ou taux de transfert maximal), c'est-à-dire la quantité de données qu'il peut transporter par unité de temps, en multipliant sa largeur par sa fréquence.

# Bus: Liaisons entre le processeur et la mémoire

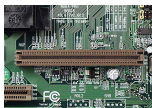
- D'autre part, la vitesse du bus est également définie par sa fréquence (exprimée en Hertz), c'est-à-dire le nombre de paquets de données envoyés ou reçus par seconde.
- On parle de cycle pour désigner chaque envoi ou réception de données. De cette façon, il est possible de connaître le débit maximal du bus (ou taux de transfert maximal), c'est-à-dire la quantité de données qu'il peut transporter par unité de temps, en multipliant sa largeur par sa fréquence.

# Types de bus informatiques

Les bus interconnectent tous les circuits internes. C'est-à-dire que les différents sous-systèmes de l'ordinateur échangent des données grâce à eux.



Ce sont presque tous ces chemins que vous voyez sur la carte mère.



Mais il y a aussi des bus périphériques... et autres.

Bus: Le processeur dialogue avec la mémoire via trois sortes de fils électriques groupés en paquets

---

- Le bus d'adresses (appelé parfois bus d'adressage ou bus mémoire) transporte les adresses mémoire auxquelles le processeur souhaite accéder pour lire ou écrire une donnée. Il s'agit d'un bus unidirectionnel.
- Le bus de données véhicule les instructions en provenance ou à destination du processeur. Il s'agit d'un bus bidirectionnel.
- Le bus de contrôle (parfois bus de commandes) transporte les ordres et les signaux de synchronisation en provenance de l'unité de commande et à destination de l'ensemble des composants matériels.

Bus: Le processeur dialogue avec la mémoire via trois sortes de fils électriques groupés en paquets

---

- Le bus d'adresses (appelé parfois bus d'adressage ou bus mémoire) transporte les adresses mémoire auxquelles le processeur souhaite accéder pour lire ou écrire une donnée. Il s'agit d'un bus unidirectionnel.
- Le bus de données véhicule les instructions en provenance ou à destination du processeur. Il s'agit d'un bus bidirectionnel.
- Le bus de contrôle (parfois bus de commandes) transporte les ordres et les signaux de synchronisation en provenance de l'unité de commande et à destination de l'ensemble des composants matériels.

Bus: Le processeur dialogue avec la mémoire via trois sortes de fils électriques groupés en paquets

---

- Le bus d'adresses (appelé parfois bus d'adressage ou bus mémoire) transporte les adresses mémoire auxquelles le processeur souhaite accéder pour lire ou écrire une donnée. Il s'agit d'un bus unidirectionnel.
- Le bus de données véhicule les instructions en provenance ou à destination du processeur. Il s'agit d'un bus bidirectionnel.
- Le bus de contrôle (parfois bus de commandes) transporte les ordres et les signaux de synchronisation en provenance de l'unité de commande et à destination de l'ensemble des composants matériels.

# Principaux bus

- Le bus système (appelé aussi bus interne, en anglais internal bus ou front-side bus, noté FSB). Le bus système permet au processeur de communiquer avec la mémoire centrale du système (mémoire vive ou RAM).
- Le bus d'extension (parfois appelé bus d'entrée/sortie) permet aux divers composants de la carte-mère (USB, disques durs, lecteurs et graveurs de CD-ROM, etc.) de communiquer entre eux mais il permet surtout l'ajout de nouveaux périphériques grâce aux connecteurs d'extension (appelés slots) connectés sur le bus d'entrées-sorties.

# Principaux bus

- Le bus système (appelé aussi bus interne, en anglais internal bus ou front-side bus, noté FSB). Le bus système permet au processeur de communiquer avec la mémoire centrale du système (mémoire vive ou RAM).
- Le bus d'extension (parfois appelé bus d'entrée/sortie) permet aux divers composants de la carte-mère (USB, disques durs, lecteurs et graveurs de CD-ROM, etc.) de communiquer entre eux mais il permet surtout l'ajout de nouveaux périphériques grâce aux connecteurs d'extension (appelés slots) connectés sur le bus d'entrées-sorties.



# CPU ou processeur

L'unité centrale de traitement CPU (connue sous l'acronyme CPU, de l'anglais Central Processing Unit) ou processeur est le hardware à l'intérieur d'un ordinateur.



Un ordinateur peut contenir plus d'un processeur (multitraitement). Actuellement, les microprocesseurs sont constitués d'un seul circuit intégré bien qu'il existe des processeurs multicœurs (plusieurs CPU dans un seul circuit intégré).

# SSD Vs. HDD

- HDD : un boîtier contient une série de plateaux recouverts d'un revêtement ferromagnétique. La direction de l'aimantation représente les éléments binaires individuels. Les données sont lues et écrites par une tête (similaire au fonctionnement des albums de disques vinyle, lien en anglais) qui se déplace extrêmement rapidement d'une zone du disque à l'autre.
- SSD : ces nouveaux types de disques stockent des informations sur une mémoire flash composée de cellules de mémoire individuelles stockant des éléments binaires qui sont instantanément accessibles par le contrôleur.
- La mémoire flash est un type de mémoire morte qui permet la modification de plusieurs espaces mémoires en une seule opération.

# SSD Vs. HDD

- HDD : un boîtier contient une série de plateaux recouverts d'un revêtement ferromagnétique. La direction de l'aimantation représente les éléments binaires individuels. Les données sont lues et écrites par une tête (similaire au fonctionnement des albums de disques vinyle, lien en anglais) qui se déplace extrêmement rapidement d'une zone du disque à l'autre.
- SSD : ces nouveaux types de disques stockent des informations sur une mémoire flash composée de cellules de mémoire individuelles stockant des éléments binaires qui sont instantanément accessibles par le contrôleur.
- La mémoire flash est un type de mémoire morte qui permet la modification de plusieurs espaces mémoires en une seule opération.

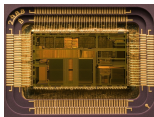
# SSD Vs. HDD

- HDD : un boîtier contient une série de plateaux recouverts d'un revêtement ferromagnétique. La direction de l'aimantation représente les éléments binaires individuels. Les données sont lues et écrites par une tête (similaire au fonctionnement des albums de disques vinyle, lien en anglais) qui se déplace extrêmement rapidement d'une zone du disque à l'autre.
- SSD : ces nouveaux types de disques stockent des informations sur une mémoire flash composée de cellules de mémoire individuelles stockant des éléments binaires qui sont instantanément accessibles par le contrôleur.
- La mémoire flash est un type de mémoire morte qui permet la modification de plusieurs espaces mémoires en une seule opération.

# CPU – > Microprocesseur

Dans les années 1970, les inventions de Federico Faggin (Silicon Gate MOS ICs avec portes à alignement automatique ainsi que sa nouvelle méthodologie de conception de logique aléatoire) ont changé la conception et la mise en œuvre du processeur.

Depuis l'introduction du premier microprocesseur disponible dans le commerce, l'Intel 4004, en 1970 et du premier microprocesseur largement utilisé, l'Intel 8080, en 1974, cette classe de processeurs a presque entièrement remplacé toutes les autres méthodes de mise en œuvre de l'unité centrale de traitement.

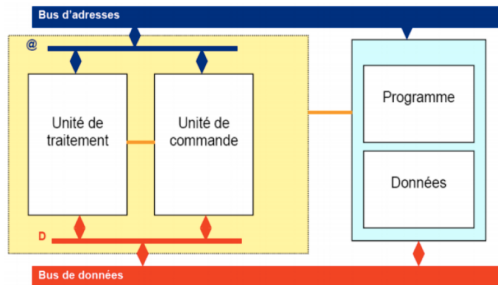


Microprocesseur Intel 80486DX2 (taille :  $12 \times 6,75$  mm)

# Microprocesseur

Un microprocesseur est construit autour de 2 éléments principaux :

- Unité de traitement (UAL: Unité Arithmétique et Logique)
- Unité de commande (de contrôle) (UC) : Séquenceur, Décodeur.

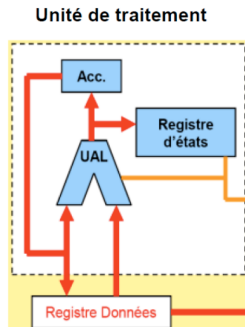


# Microprocesseur: Unité de traitement

**Unité de traitement** regroupe les circuits qui assurent les traitements nécessaires à l'exécution des instructions.

Elle contient :

- Les accumulateurs sont des registres de travail qui servent à stocker une opérande au début d'une opération arithmétique et le résultat à la fin de l'opération.
- Le registre d'état est généralement composé de 8 bits à considérer individuellement. Chacun de ces bits est un indicateur dont l'état dépend du résultat de la dernière opération effectuée par l'UAL. On les appelle indicateur d'état ou flag ou drapeaux. Dans un programme le résultat du test de leur état conditionne souvent le déroulement de la suite du programme.

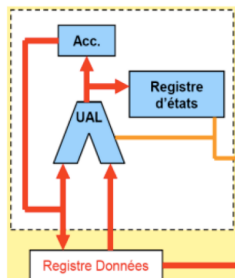


# Microprocesseur: Unité de traitement

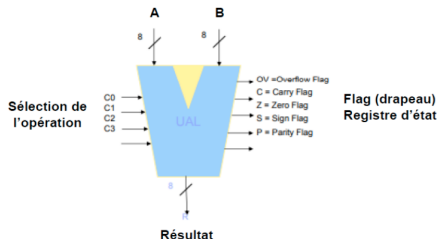
Elle contient :

- L'Unité Arithmétique et Logique (UAL) est un circuit complexe qui assure les fonctions logiques (ET, OU, Comparaison, Décalage, etc...) ou arithmétique (Addition, Soustraction...).

## Unité de traitement



## UAL : Unité Arithmétique et Logique (ALU)



9



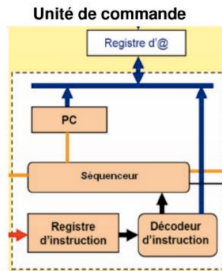
L'unité de contrôle (UC): sa fonction est de rechercher les instructions dans la mémoire principale, de les décoder (interprétation) et de les exécuter en utilisant pour cela l'unité de traitement.

## Microprocesseur

### Unité de commande (ou de contrôle)

#### Unité de commande permet de :

- Séquencer le déroulement des instructions
- Effectuer la recherche en mémoire de l'instruction
- Décoder l'instruction codée sous forme binaire
- Piloter l'exécution de l'instruction

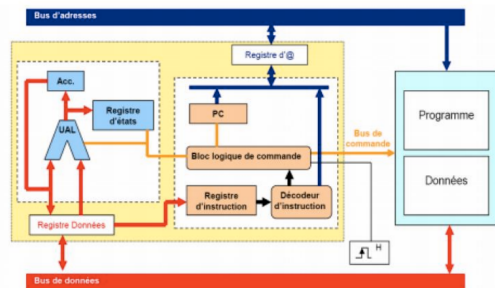


#### Elle contient :

- Le compteur de programme (PC : Program Counter ou CO : Compteur Ordinal ou IP : Instruction Pointer) contient toujours l'adresse de la prochaine instruction à exécuter.
- Le registre d'instruction (IR) : il contient l'instruction en cours de traitement ; et le décodeur d'instruction.
- Bloc logique de commande (ou séquenceur) : Il organise l'exécution des instructions au rythme d'une horloge

# Microprocesseur: Architecture interne complète

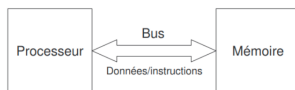
- **Registre d'adresses** : il contient toujours l'adresse de la prochaine information à lire par l'UAL : soit la suite de l'instruction en cours, soit la prochaine instruction ;
- **Registre de données** (mémoire rapide) a pour fonction de contenir les données transitant entre l'unité de traitement et l'extérieur.
- **L'horloge** qui synchronise toutes les actions de l'unité centrale ;



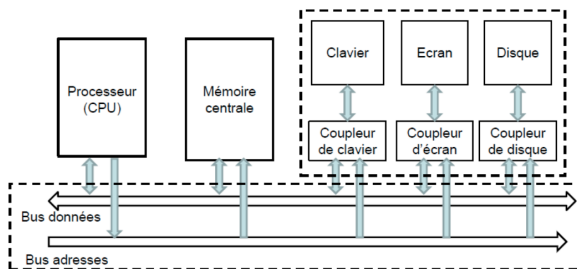
# Architecture de Von Neuman

Les premières machines de calcul se basaient sur des programmes fixes (non modifiables, ex:calculatrice).

- L'architecture de Von Neuman (1945) est un modèle qui utilise une structure unique pour les instructions et les données
  - Notion de programme stocké en mémoire
  - Possibilité de programmer la machine
  - Séparation entre le stockage et le processeur
- Inconvénient: Architecture limitée par l'élément le plus lent (transfert mémoire)



# Architecture de Von Neuman



# Architecture de Harvard

L'architecture de Harvard sépare physiquement la mémoire de données de la mémoire de programme.

- Permet de transférer simultanément les données et les instructions à exécuter.
- L'accès à chaque mémoire par deux bus distincts.
- Plus rapide que le modèle Von Neuman, mais structure plus complexe.



# Architecture de Harvard

L'architecture de Harvard sépare physiquement la mémoire de données de la mémoire de programme.

- Permet de transférer simultanément les données et les instructions à exécuter.
- L'accès à chaque mémoire par deux bus distincts.
- Plus rapide que le modèle Von Neuman, mais structure plus complexe.



# Architecture de Harvard

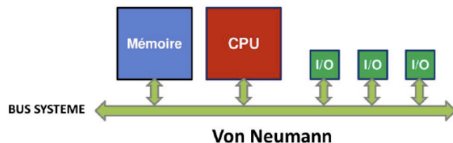
L'architecture de Harvard sépare physiquement la mémoire de données de la mémoire de programme.

- Permet de transférer simultanément les données et les instructions à exécuter.
- L'accès à chaque mémoire par deux bus distincts.
- Plus rapide que le modèle Von Neuman, mais structure plus complexe.

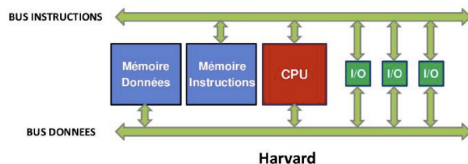


# Von Neumann Vs Harvard

- Un seul chemin d'accès à la mémoire
  - bus de données (programme et données)
  - bus d'adresse (programme et données)
- Gestion unifiée de la mémoire



- Séparation des mémoires programme et données
  - Un bus de données programme
  - Un bus d'adresse programme
  - Un bus de données pour les données
  - Un bus d'adresse pour les données.





# Von Neumann Vs Harvard

## Modèle de Von Neumann

- 1 seule mémoire pour les instructions et les données
- 1 bus d'adresse, 1 bus de donnée

**Avantage:** gestion unifiée de la mémoire

**Inconvénient:** goulot d'étranglement pour l'accès à la mémoire

## Modèle Harvard

- 2 mémoires : 1 pour les instructions, 1 pour les données
- 2 bus d'instructions (adresses / instructions), 2 bus de données (adresses / données)

**Avantage:** plus grande rapidité d'accès car données et programme peuvent transiter simultanément.

**Inconvénients:** le prix, à cause du doublement des bus + gestion plus complexe car le contrôle des accès données et programme différencié.

# Von Neumann Vs Harvard

<u>Von Neumann</u>	<u>Harvard</u>
<u>Architecture simple</u>	<u>Architecture plus complexe</u>
<u>Plus lent</u>	<u>Plus rapide</u>
<u>Moins cher</u>	<u>Plus cher</u>
<u>Utilisée dans tous les ordis de bureau, portables et stations de travail (haute performance)</u>	<u>Concept relativement nouveau utilisé principalement dans les microcontrôleurs et le traitement numérique du signal (signal processing*)</u>

\*Le **traitement du signal** est la discipline qui développe et étudie les techniques de traitement, d'analyse et d'interprétation des signaux. Parmi les types d'opérations possibles sur ces signaux, on peut dénoter le contrôle, le filtrage, la compression et la transmission de données, la réduction du bruit, la déconvolution, la prédiction, l'identification, la classification, etc.

# Traitement des instructions

- Une instruction est l'unité de travail que peut réaliser un processeur.
- Une instruction est composée de deux éléments :
  - Le code opération : C'est un code binaire qui correspond à l'action à effectuer par le processeur.
  - Le champ opérande : Donnée ou bien adresse de la donnée.
- La taille d'une instruction peut varier, elle est généralement de quelques octets (1 à 8), elle dépend également de l'architecture du processeur.

# Traitement des instructions

- Une instruction est l'unité de travail que peut réaliser un processeur.
- Une instruction est composée de deux éléments :
  - Le code opération : C'est un code binaire qui correspond à l'action à effectuer par le processeur.
  - Le champ opérande : Donnée ou bien adresse de la donnée.
- La taille d'une instruction peut varier, elle est généralement de quelques octets (1 à 8), elle dépend également de l'architecture du processeur.

# Traitement des instructions

- Une instruction est l'unité de travail que peut réaliser un processeur.
- Une instruction est composée de deux éléments :
  - Le code opération : C'est un code binaire qui correspond à l'action à effectuer par le processeur.
  - Le champ opérande : Donnée ou bien adresse de la donnée.
- La taille d'une instruction peut varier, elle est généralement de quelques octets (1 à 8), elle dépend également de l'architecture du processeur.

# Jeu d'instructions

- Le jeu d'instructions est l'ensemble des instructions-machine qu'un processeur d'ordinateur peut exécuter.
- Ces instructions-machines permettent d'effectuer des opérations élémentaires (addition, ET logique...) ou plus complexes (division, passage en mode basse consommation...).
- Le jeu d'instructions définit quelles sont les instructions supportées par le processeur.
- Le jeu d'instructions précise aussi quels sont les registres du processeur manipulables par le programmeur (les registres architecturaux).

# Jeu d'instructions

- Le jeu d'instructions est l'ensemble des instructions-machine qu'un processeur d'ordinateur peut exécuter.
- Ces instructions-machines permettent d'effectuer des opérations élémentaires (addition, ET logique...) ou plus complexes (division, passage en mode basse consommation...).
- Le jeu d'instructions définit quelles sont les instructions supportées par le processeur.
- Le jeu d'instructions précise aussi quels sont les registres du processeur manipulables par le programmeur (les registres architecturaux).

# Jeu d'instructions

- Le jeu d'instructions est l'ensemble des instructions-machine qu'un processeur d'ordinateur peut exécuter.
- Ces instructions-machines permettent d'effectuer des opérations élémentaires (addition, ET logique...) ou plus complexes (division, passage en mode basse consommation...).
- Le jeu d'instructions définit quelles sont les instructions supportées par le processeur.
- Le jeu d'instructions précise aussi quels sont les registres du processeur manipulables par le programmeur (les registres architecturaux).



# Jeu d'instructions

- Le jeu d'instructions est l'ensemble des instructions-machine qu'un processeur d'ordinateur peut exécuter.
- Ces instructions-machines permettent d'effectuer des opérations élémentaires (addition, ET logique. . .) ou plus complexes (division, passage en mode basse consommation. . .).
- Le jeu d'instructions définit quelles sont les instructions supportées par le processeur.
- Le jeu d'instructions précise aussi quels sont les registres du processeur manipulables par le programmeur (les registres architecturaux).

# Jeu d'instructions: Architecture RISC et CISC

- On distingue généralement les jeux d'instructions complexes (CISC) et les jeux d'instructions réduits (RISC).
- Ces deux philosophies de conception cohabitent.
- La plupart des architectures actuelles sont de type RISC, mais l'architecture x86 d'Intel est de type CISC.

# Jeu d'instructions: Architecture RISC et CISC

- On distingue généralement les jeux d'instructions complexes (CISC) et les jeux d'instructions réduits (RISC).
- Ces deux philosophies de conception cohabitent.
- La plupart des architectures actuelles sont de type RISC, mais l'architecture x86 d'Intel est de type CISC.

# Jeu d'instructions: Architecture RISC et CISC

---

- On distingue généralement les jeux d'instructions complexes (CISC) et les jeux d'instructions réduits (RISC).
- Ces deux philosophies de conception cohabitent.
- La plupart des architectures actuelles sont de type RISC, mais l'architecture x86 d'Intel est de type CISC.

# Processeur CISC (Complex Instruction Set Computing)

- Les processeurs CISC embarquent un maximum d'instructions souvent très complexes mais prenant plusieurs cycles d'horloge. Leurs instructions gèrent aussi un grand nombre de modes d'adressage.
- Les processeurs CISC possèdent un jeu étendu d'instructions complexes. Chacune de ces instructions peut effectuer plusieurs opérations élémentaires comme charger une valeur en mémoire, faire une opération arithmétique et ranger le résultat en mémoire.
- Permettait d'éviter l'appel à plusieurs instructions et donc plusieurs accès (lents) à la mémoire.

# Processeur CISC (Complex Instruction Set Computing)

- Les processeurs CISC embarquent un maximum d'instructions souvent très complexes mais prenant plusieurs cycles d'horloge. Leurs instructions gèrent aussi un grand nombre de modes d'adressage.
- Les processeurs CISC possèdent un jeu étendu d'instructions complexes. Chacune de ces instructions peut effectuer plusieurs opérations élémentaires comme charger une valeur en mémoire, faire une opération arithmétique et ranger le résultat en mémoire.
- Permettait d'éviter l'appel à plusieurs instructions et donc plusieurs accès (lents) à la mémoire.

# Processeur CISC (Complex Instruction Set Computing)

- Les processeurs CISC embarquent un maximum d'instructions souvent très complexes mais prenant plusieurs cycles d'horloge. Leurs instructions gèrent aussi un grand nombre de modes d'adressage.
- Les processeurs CISC possèdent un jeu étendu d'instructions complexes. Chacune de ces instructions peut effectuer plusieurs opérations élémentaires comme charger une valeur en mémoire, faire une opération arithmétique et ranger le résultat en mémoire.
- Permettait d'éviter l'appel à plusieurs instructions et donc plusieurs accès (lents) à la mémoire.

# Processeur CISC (Complex Instruction Set Computing)

- Le jeu d'instructions x86 (CISC) équipe tous les processeurs compatibles avec l'architecture Intel (qu'ils soient construits par Intel, AMD ou Cyrix). Il a reçu plusieurs extensions dont le passage à une architecture 64 bits, AMD64 (appelé plus génériquement x86-64).
- Parmi les processeurs CISC notables, on peut citer, en plus du x86, Zilog Z80 et 6502, qui à eux seuls ont équipé la grande majorité des micro-ordinateurs 8 bits. La famille 680x0, qui a équipé différents micro-ordinateurs 16/32, puis 32 bits de la fin des années 80 aux années 1990, dont l'Amiga, l'Atari ST, l'Apple Macintosh ou le NeXTcube.



# Processeur CISC (Complex Instruction Set Computing)

- Le jeu d'instructions x86 (CISC) équipe tous les processeurs compatibles avec l'architecture Intel (qu'ils soient construits par Intel, AMD ou Cyrix). Il a reçu plusieurs extensions dont le passage à une architecture 64 bits, AMD64 (appelé plus génériquement x86-64).
- Parmi les processeurs CISC notables, on peut citer, en plus du x86, Zilog Z80 et 6502, qui à eux seuls ont équipé la grande majorité des micro-ordinateurs 8 bits. La famille 680x0, qui a équipé différents micro-ordinateurs 16/32, puis 32 bits de la fin des années 80 aux années 1990, dont l'Amiga, l'Atari ST, l'Apple Macintosh ou le NeXTcube.

# Processeur RISC (Reduced Instruction Set Computer)

- Architecture beaucoup plus simple à concevoir.
- Il n'utilise que quelques cycles d'horloge.
- Architecture load-store: les instructions de traitement opèrent sur des registres et sont séparées des instructions d'accès à la mémoire.
- Une file de registres importante (32) pour permettre à l'architecture load-store d'opérer efficacement.

# Processeur RISC (Reduced Instruction Set Computer)

- Architecture beaucoup plus simple à concevoir.
- Il n'utilise que quelques cycles d'horloge.
- Architecture load-store: les instructions de traitement opèrent sur des registres et sont séparées des instructions d'accès à la mémoire.
- Une file de registres importante (32) pour permettre à l'architecture load-store d'opérer efficacement.

# Processeur RISC (Reduced Instruction Set Computer)

- Architecture beaucoup plus simple à concevoir.
- Il n'utilise que quelques cycles d'horloge.
- Architecture load-store: les instructions de traitement opèrent sur des registres et sont séparées des instructions d'accès à la mémoire.
- Une file de registres importante (32) pour permettre à l'architecture load-store d'opérer efficacement.

# Processeur RISC (Reduced Instruction Set Computer)

- Architecture beaucoup plus simple à concevoir.
- Il n'utilise que quelques cycles d'horloge.
- Architecture load-store: les instructions de traitement opèrent sur des registres et sont séparées des instructions d'accès à la mémoire.
- Une file de registres importante (32) pour permettre à l'architecture load-store d'opérer efficacement.

# Processeur RISC (Reduced Instruction Set Computer)

Il existe de nombreuses familles de processeurs RISC :

- PowerPC
- SPARC
- ARM
- Alpha
- MIPS
- RISC-V