



Architectures matérielles, systèmes d'exploitation

Enseignant : M. COLOMB



Introduction

Une machine est composée de différents éléments et fonctionne grâce à des programmes.

L'architecture matérielle d'un ordinateur a beaucoup évolué depuis le début des années 1950. L'espace occupé, la consommation d'énergie et le prix se sont considérablement réduits et la puissance de calcul et la vitesse d'accès en mémoire ont connu une croissance continue.



Processeur et mémoire

Le fonctionnement d'un appareil numérique (ordinateur, tablette, smartphone ...) se base sur 2 éléments fondamentaux :

- **Le processeur** : Il est responsable d'effectuer les calculs élémentaires nécessaires au fonctionnement de tout programme. Il porte également le nom de CPU (Central Processing Unit)
- **La mémoire** : Elle est chargée de stocker les données (de manière plus ou moins permanente) nécessaires à toute opération.



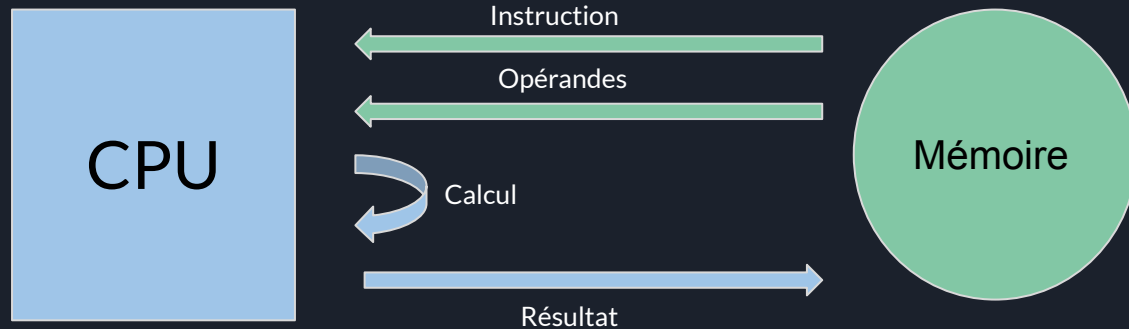
Processeur et mémoire

En utilisant ces 2 éléments, un principe de base permet l'activité numérique :
tout programme est une suite d'opérations simples qui ont toutes la même forme :

1. Une instruction est chargée de la mémoire sur le processeur
2. Les opérandes (données nécessaires à la réalisation de ce calcul) sont chargées sur le processeur
3. Le calcul de l'opération élémentaire est effectuée par le processeur
4. Le résultat de l'opération est éventuellement renvoyé et stocké en mémoire

Processeur et mémoire

On peut établir un schéma simplifié de l'échange entre mémoire et processeur :





Processeur et mémoire

Un processeur possède 2 attributs importants : une **fréquence** et un nombre de **coeurs** (core). La fréquence en Hertz (Hz) donne le nombre d'instructions pouvant être traitées en une seconde par le processeur par un coeur. Un processeur dual-core (2 coeurs) pourra donc effectuer deux instructions en même temps, une sur chacun de ses coeurs.

Pour donner un ordre d'idée, un processeur "standard" possède au moins 2 coeurs et une fréquence comprise entre 1.5GHz et 3GHz. Ils peuvent donc théoriquement réaliser entre 1.5 milliard et 3 milliards d'instructions / seconde sur chacun de leurs coeurs.



Processeur et mémoire

Il existe 2 types de mémoire :

- La mémoire permanente : elle conserve des données même pendant que la machine est éteinte.
- La mémoire volatile : elle conserve les données uniquement pendant la durée de leur utilisation.



Processeur et mémoire

Il existe plusieurs mémoires dans un ordinateur :

- **Le stockage** (exemple : le disque dur) va conserver les données de manière permanente. Il pourra conserver beaucoup de données mais sera “lent” d’accès.
- **La mémoire vive** contient des données nécessaires au processeur. C’est une mémoire volatile mais très rapide d’accès.
- **Le cache** est une petite mémoire très rapide dans laquelle sont stockées des données auxquelles le processeur a besoin d'accéder souvent, permettant ainsi un gain de temps.



Systèmes sur puces

Tous les différents éléments qui composent un ordinateur prennent de l'espace. Comment certains smartphones actuels, beaucoup plus petits qu'un ordinateur, arrivent à avoir d'aussi bonnes performances en si peu de place ?

C'est grâce aux **SoC** (System on Chip ou système sur puces).

L'idée d'un SoC est de miniaturiser chaque composant d'un ordinateur et de l'intégrer au sein d'une même puce. De nombreux éléments peuvent être intégrés dans une puce : microprocesseur, mémoire, des dispositifs de communications, des capteurs ...



Systèmes sur puces

Cette miniaturisation et se regroupement de composants offrent beaucoup d'avantages :

- La vitesse de traitement : La proximité des composants sur le circuit électronique réduit les distances. Les différents composants comme le processeur et la mémoire communiquent beaucoup plus vite entre eux.
- La consommation énergétique est diminuée. Il ne faut plus alimenter chaque composant mais un seul. Cette diminution entraîne une amélioration de la gestion de l'énergie (notamment pour la batterie des smartphones). Dans la plupart des cas, le système peut s'affranchir d'un système de refroidissement et donc rester silencieux.
- Les coûts de matières premières et de fabrication sont réduits.
- Cette miniaturisation offre un fort potentiel d'innovation.



Systèmes sur puces

Quelques exemples d'appareils utilisant des SoC :

- Apple Iphone 11 : SoC A13 Bionic
- Samsung Galaxy S11 : SoC Exynos 990
- Nintendo Switch : SoC Nvidia Tegra

Le marché des SoC a un poids économique très important. Les SoC commencent petit à petit à rattraper les systèmes classiques en terme de puissance.



Systèmes d'exploitation

Le lien entre les composants matériels et l'utilisateur est le **système d'exploitation**.

Le système d'exploitation est un ensemble de programmes qui va permettre d'utiliser les éléments physiques d'un ordinateur pour exécuter les applications nécessaires à l'utilisateur. Il possède une interface conviviale simple d'utilisation, permettant la communication entre l'utilisateur et la machine.

L'élément fondamental d'un système d'exploitation est son **noyau**. Il permet l'accès et la gestion des ressources matérielles.



Systèmes d'exploitation

Les fonctions d'un système d'exploitation peuvent se résumer en :

- la gestion des processus
- la gestion des fichiers
- la gestion de la mémoire
- la gestion des périphériques
- le traitement des entrées et sorties
- la sécurisation du système



Systèmes d'exploitation

Nous allons nous intéresser particulièrement à la gestion des processus.

On appelle processus un programme en cours d'exécution. Attention, il ne faut pas confondre le code source du programme et un processus, qui lui correspond à l'exécution de ce programme par un ordinateur.

Tous les systèmes d'exploitation sont capables de gérer l'exécution de plusieurs processus en même temps. Pour être précis, cela n'est pas véritablement "en même temps", mais plutôt "chacun son tour".



Systèmes d'exploitation

Pour gérer l'ordonnancement des processus , les systèmes d'exploitation attribuent des "états" au processus :

- Élu : Lorsqu'un processus est en train d'exécuter des instructions, on dit que le processus est dans l'état "élu".
- Bloqué : Un processus qui se trouve dans l'état élu peut demander à accéder à une ressource pas forcément disponible instantanément (par exemple lire une donnée sur le disque dur). Le processus ne peut pas poursuivre son exécution tant qu'il n'a pas obtenu cette ressource. En attendant de recevoir cette ressource, il passe de l'état "élu" à l'état "bloqué"



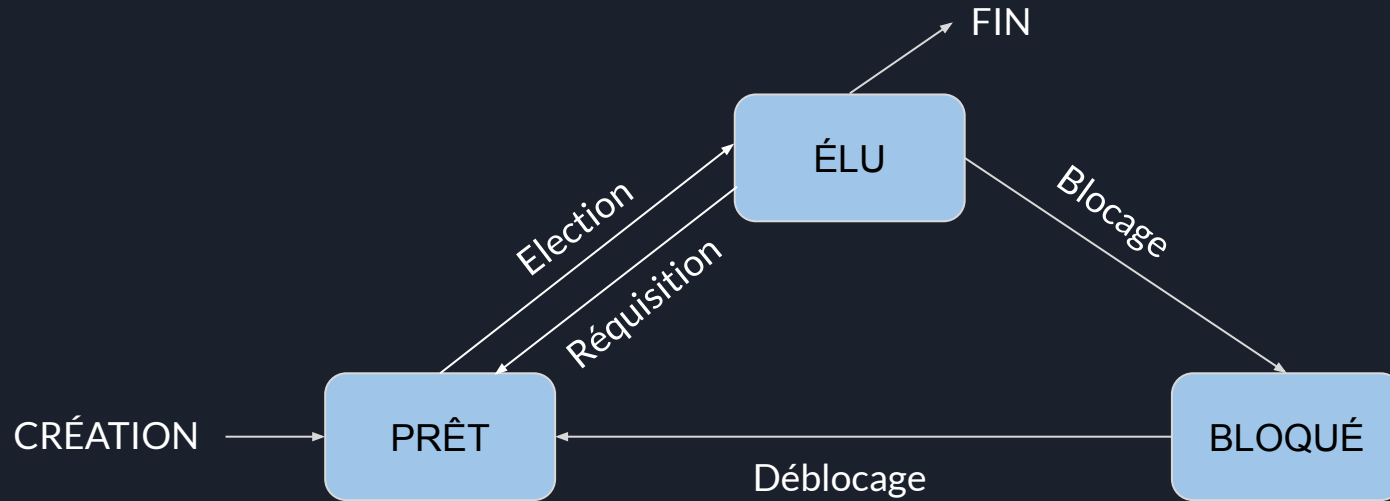
Ordonnancement des processus

- Prêt : Lorsqu'un processus finit par obtenir la ressource attendue, celui-ci peut potentiellement reprendre son exécution. Quand un processus passe d'un état "élu" à un état "bloqué", un autre processus peut "prendre sa place" et passer dans l'état "élu". Le processus qui vient de recevoir la ressource attendue ne va donc pas forcément pouvoir reprendre son exécution tout de suite.

Il va quitter l'état bloqué et passer alors dans l'état "prêt" et attendre de repasser dans l'état "élu".

De manière générale l'état "prêt" signifie que le processus a obtenu les ressources nécessaires à son éléction.

Ordonnancement des processus





Ordonnancement des processus

Cet ordonnancement des processus par le système d'exploitation permet une gestion fluide des différents processus.

Cependant, une situation particulière peut se produire lors de cet ordonnancement : l'**interblocage** (ou deadlock en anglais)



Interblocage

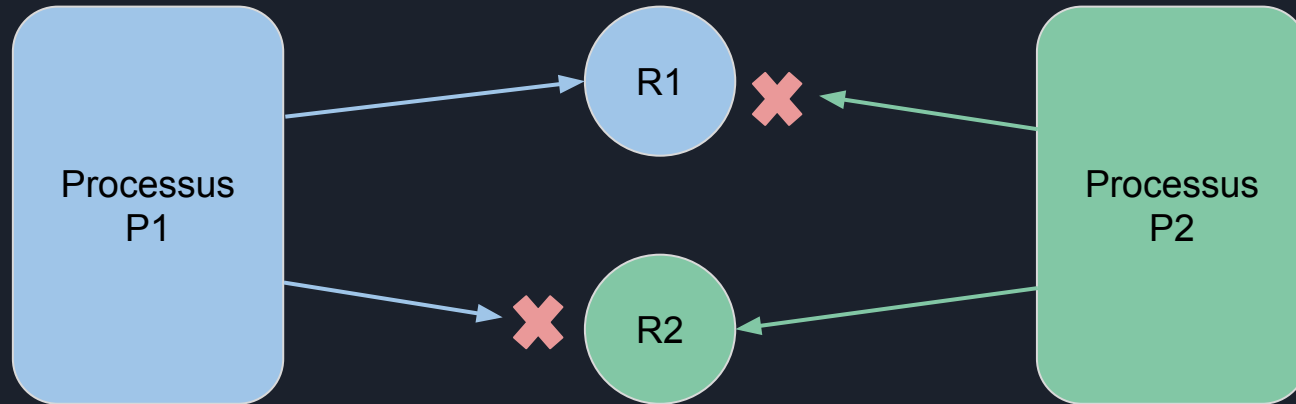
L'interblocage peut se produire quand 2 processus réservent une ressource nécessaire à la suite de l'exécution de l'autre.

Exemple : P1 et P2 deux processus et R1 et R2 deux ressources.

- P1 réserve la ressource R1
- P2 réserve la ressource R2
- P1 à besoin de la ressource R2 pour continuer mais celle-ci est réservée par P2. Il passe alors dans l'état bloqué.
- P2 à besoin de la ressource R1 pour continuer mais celle-ci est réservée par P1. Il passe alors dans l'état bloqué.

Interblocage

P1 doit attendre que P2 libère R2 et P2 doit attendre que P1 libère R1. Les 2 processus se bloquent mutuellement. Il y a interblocage.





Identification des processus

Un processus peut facilement être identifié sur un ordinateur grâce à son PID (Process Identifier). Le PID est un numéro attribué à un processus.

Un processus peut créer un ou plusieurs autres processus. Lorsqu'un processus est à l'origine de la création d'autres processus, on dit que ce processus est "parent".

Les processus créés auront donc chacun un PID différent mais ils auront tous le même PPID (Parent Process Identifier) qui correspondra au PID de leur processus "parent".

Avec les PID et PPID, on peut retracer l'arborescence des différents processus en cours d'exécution.