

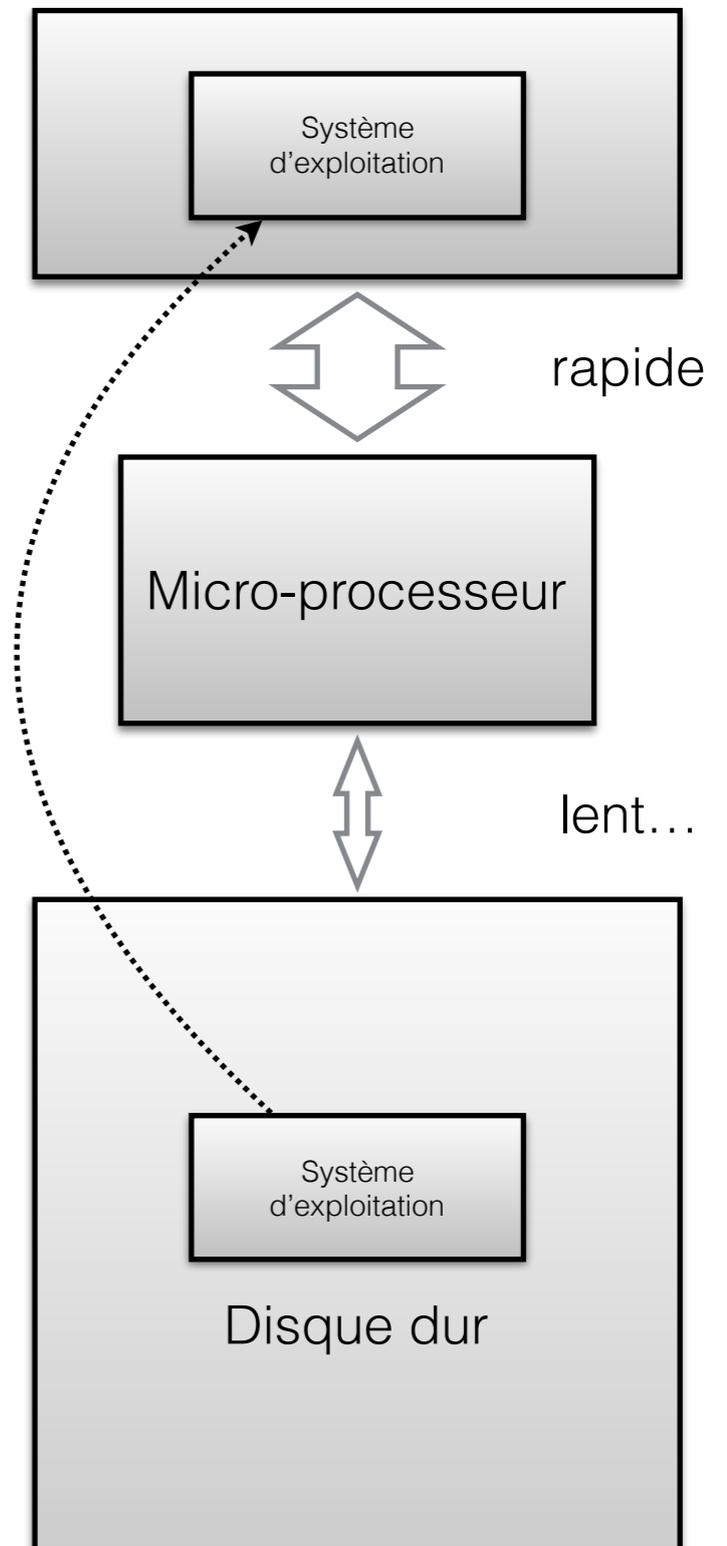
Le démarrage d'un ordinateur



GIF-1001 Ordinateurs: Structure et Applications, Hiver 2019
Jean-François Lalonde

Démarrage: objectifs

- L'objectif de la séquence de démarrage est de démarrer le système d'exploitation (SE)
- Où est-il situé?
 - Sur le disque dur
- Peut-on l'exécuter s'il est sur le disque dur?
 - Non, le disque dur est un périphérique de stockage *lent*
- Donc, il nous faut le transférer dans la mémoire principale (RAM)



Démarrage: défis

- La RAM *n'est pas initialisée* au démarrage (elle perd son contenu lorsqu'on coupe l'alimentation), que faire?
- Comment faire pour savoir *où* le SE est-il situé sur le disque dur?
- Que faire s'il y a *plusieurs* SE sur le disque dur?

Démarrage: défis & solutions

- La RAM *n'est pas initialisée* au démarrage (elle perd son contenu lorsqu'on coupe l'alimentation), que faire?
 - Utilise une **ROM** qui contient un petit programme qui sera exécuté au démarrage
- Comment faire pour savoir *où* le SE est-il situé sur le disque dur?
 - Un programme «spécial» (nommé le «bootloader») est toujours situé au même endroit sur le disque
- Que faire s'il y a *plusieurs* SE sur le disque dur?
 - C'est le «bootloader» qui demandera à l'utilisateur de faire un choix

Séquence de démarrage

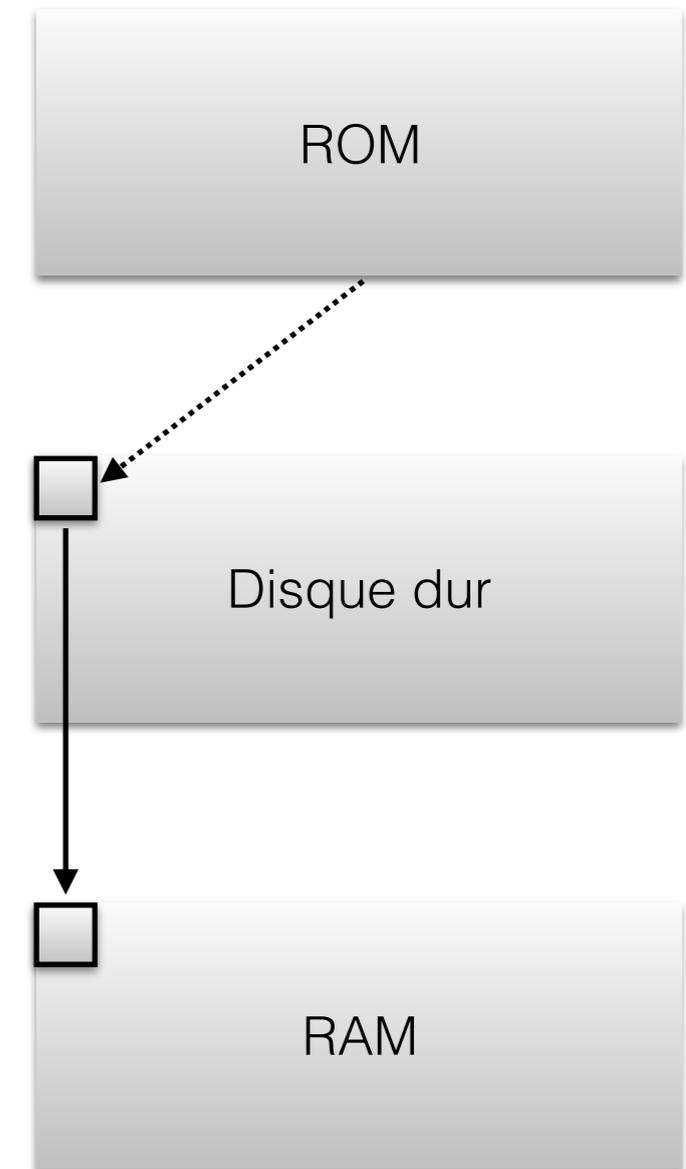
- Lorsque le microprocesseur est démarré, il commence à exécuter des instructions à partir de l'adresse 0.
- L'adresse 0 correspond à une mémoire ROM qui contient les premières instructions à exécuter.
- Ces instructions débutent une chaîne de programmes qui se donneront le relais jusqu'au système d'exploitation
- Cette chaîne de programmes représente le «boot», soit le processus démarrant l'ordinateur.

Comment donner le relais?

- Trouver les candidats potentiels auxquels il est possible de donner le relais
- Choisir selon la priorité ou donner le choix à l'utilisateur
- Copier le code de la prochaine étape (ou « stage ») en mémoire
- Faire un saut à la première instruction de la prochaine étape

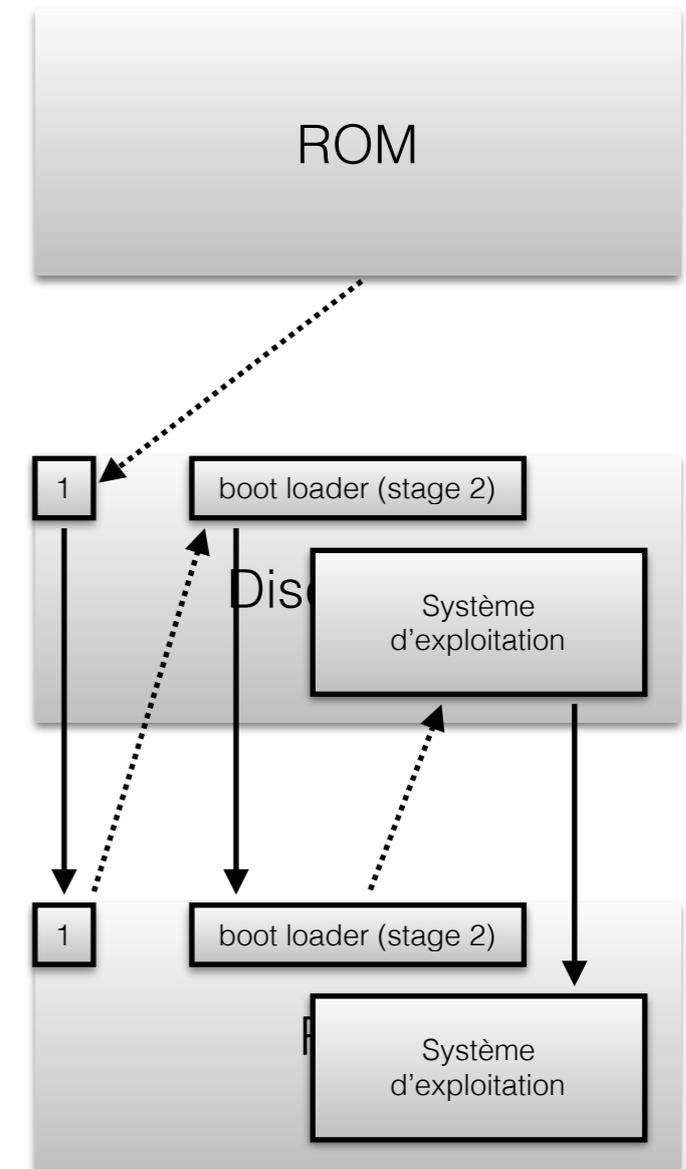
Démarrer un ordinateur—SE simplifié

1. Exécution du BIOS (stocké dans la ROM)
2. Le BIOS trouve l'emplacement du système d'exploitation sur le disque dur
3. Le BIOS copie le SE en RAM
4. Branchement vers la RAM pour que le SE puisse s'exécuter

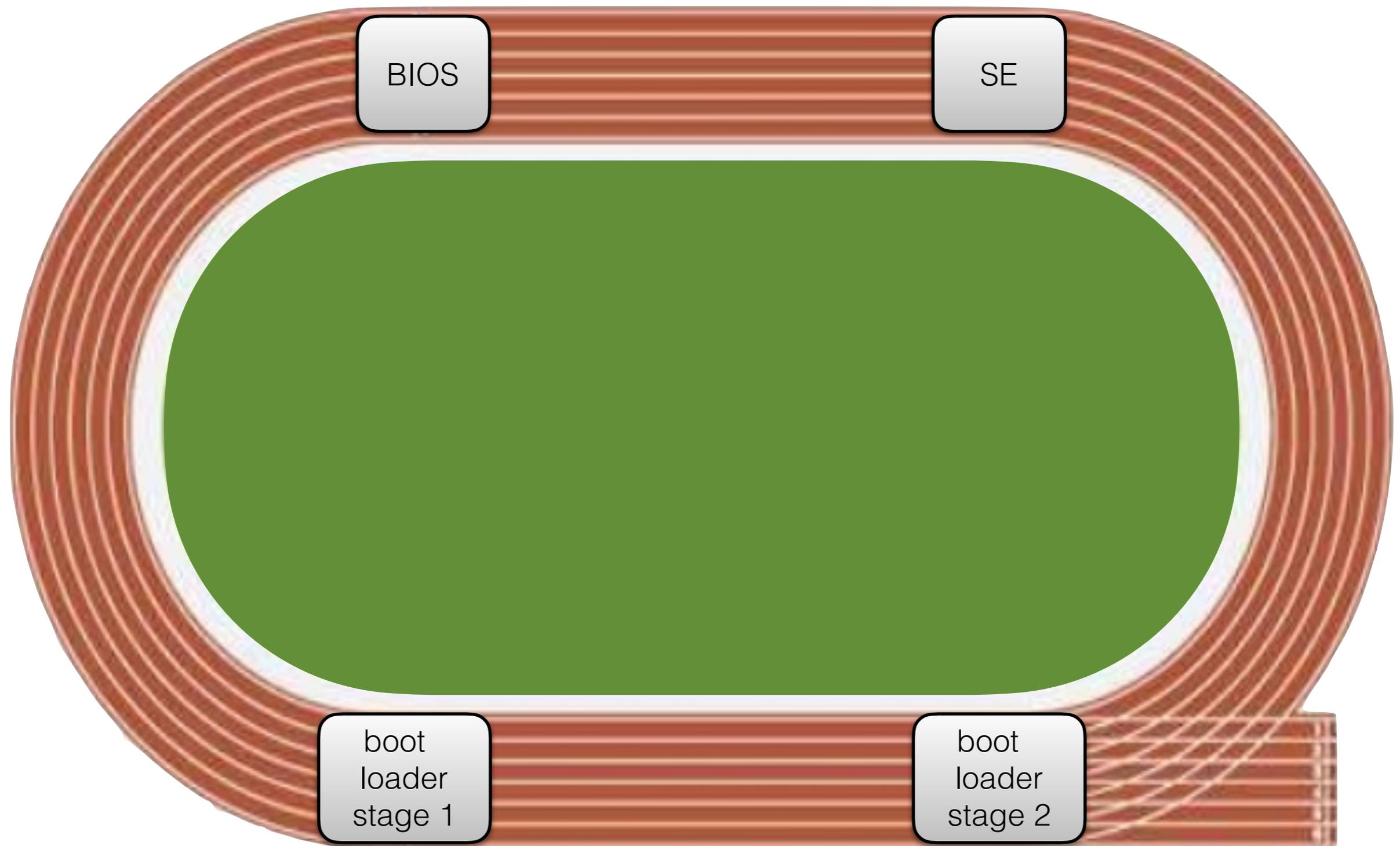


Démarrer un ordinateur—SE moderne

1. Exécution du BIOS (stocké dans la ROM)
2. Le BIOS charge le « boot loader stage 1 » situé dans le « Master Boot Record » (MBR) dans la RAM, et démarre l'exécution de ce programme
3. Le programme charge un autre programme, le « boot loader stage 2 » en mémoire, et démarre l'exécution de ce programme
4. Le « boot loader stage 2 » demande à l'utilisateur quoi faire (si désiré). Il charge le SE en mémoire, et démarre son exécution



Démarrer un ordinateur—une course à relais!



Séquences de démarrage typiques

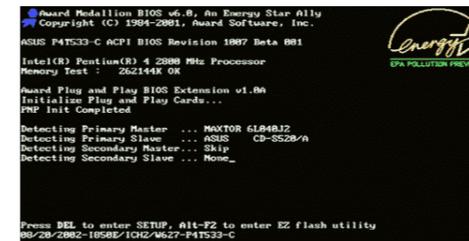
BIOS



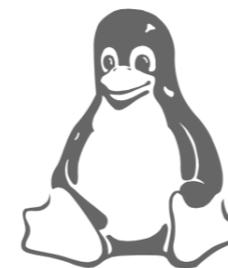
NTLDR
(NT loader)



BIOS



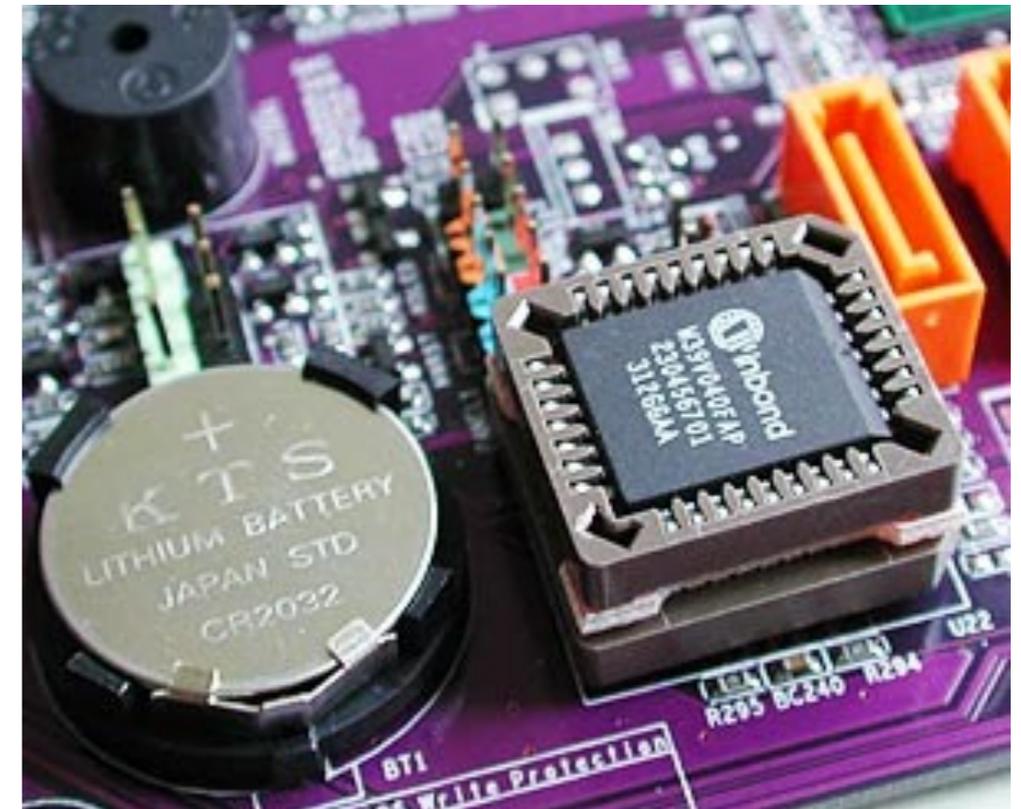
GRUB
(Grand Unified
Bootloader)



Linux

Le BIOS

- BIOS: **B**asic **I**nput **O**utput **S**ystem
- Programme
 - Stocké dans une petite mémoire ROM, soudée sur la carte mère
- Paramètres
 - Stockés dans une petite mémoire “RAM CMOS” nonvolatile
 - Mémoire alimentée par batterie (2–10 ans de longévité)



La RAM CMOS

- CMOS (complementary metal-oxide semiconductor)
- RAM CMOS
 - très petite zone de mémoire (64 octets initialement) maintenue alimentée par une pile lorsque l'ordinateur est éteint.
 - contient plusieurs informations relatives au matériel d'un PC telles que les types de disque dur, de clavier, d'écran, etc.
 - contient aussi la date et le temps du système qui est mis à jour par un circuit qui compte le temps, alimenté aussi par la pile.
- L'information contenue dans la RAM CMOS est utilisée par le BIOS.

Le BIOS

Interface pour configurer le BIOS (modifier les paramètres)

The image shows a BIOS setup screen with a dark blue background and white text. At the top, it reads 'CMOS Setup Utility - Copyright (C) 1984-2010 Award Software' and 'Advanced BIOS Features'. The main menu on the left lists various settings, with 'Hard Disk Boot Priority' selected. A sub-menu titled 'First Boot Device' is open, showing a list of boot options: CDROM, ZIP, USB-FDD, USB-ZIP, USB-CDROM, USB-HDD (highlighted with a vertical bar and a small square), Legacy LAN, and Disabled. To the right of this sub-menu is an 'Item Help' section with a 'Menu Level' indicator and a right-pointing arrow. The help text describes the boot device priority: 'ect Boot Device ority', 'oppy]', 't from floppy', '120]', 't from LS120', 'rd Disk]', 't from HDD', and 'ROM]', 't from CDROM'. At the bottom of the screen, a legend explains the navigation keys: '↑↓→←:Move', 'Enter:Select', '+/-/PU/PD:Value', 'F10:Save', 'ESC:Exit', 'F1:General Help', 'F5:Previous Values', 'F6:Fail-Safe Defaults', and 'F7:Optimized Defaults'.

```
CMOS Setup Utility - Copyright (C) 1984-2010 Award Software
Advanced BIOS Features

▶ Hard Disk Boot Priority [Press Enter]
Quick Boot [Disabled]
First Boot Device [USB-HDD]
Second Boot Device [CDROM]
Third Boot Device
Password Check
HDD S.M.A.R.T. Ca
Limit CPUID Max.
No-Execute Memory
Delay For HDD (Se
Full Screen LOGO
Backup BIOS Image
Init Display Firs

First Boot Device
-----
CDROM ..... [ ] ▲
ZIP ..... [ ]
USB-FDD ..... [ ]
USB-ZIP ..... [ ]
USB-CDROM ..... [ ]
USB-HDD ..... [■]
Legacy LAN ..... [ ]
Disabled ..... [ ] ▼

↑↓:Move          ENTER:Accept
ESC:Abort

Item Help
-----
Menu Level ▶

ect Boot Device
ority

oppy]
t from floppy

120]
t from LS120

rd Disk]
t from HDD

ROM]
t from CDROM

↑↓→←:Move  Enter:Select  +/-/PU/PD:Value  F10:Save  ESC:Exit  F1:General Help
F5:Previous Values  F6:Fail-Safe Defaults  F7:Optimized Defaults
```

Les rôles du BIOS

1. **Test** de l'ordinateur (POST)
2. Lancer le **système d'exploitation**
3. Acquérir et maintenir l'information de base sur les périphériques du système.
4. Fournir une librairie de fonctions au système d'exploitation afin de contrôler les périphériques (sous la forme d'interruptions).
 - Beaucoup moins utilisées avec les systèmes d'exploitation récents.
5. Dans les ordinateurs modernes, le BIOS a acquis plusieurs autres tâches secondaires, souvent reliées aux périphériques: gestion de la puissance, gestion de la température, support pour le plug N play, etc.

Le POST: Power On Self Test

- Les tests suivants sont effectués dans l'ordre sur les PC compatibles:
 1. Test du microprocesseur lui-même (test des registres en écriture et en lecture)
 2. Test de la ROM contenant le programme de démarrage et le BIOS
 3. Initialisation du contrôleur de mémoire
 4. Test des 16 premiers K de mémoire RAM
 5. Initialisation du contrôleur d'interruption et des interruptions
 6. Test du temporisateur servant à compter le temps
 7. Test de l'adaptateur d'écran et affichage du curseur
 8. Test de l'ensemble de la mémoire RAM
 9. Test du clavier
 10. Vérification de la présence d'un lecteur de disquette ou d'un disque dur
 11. Test de l'imprimante et des ports de communication
 12. Comparaison des résultats obtenus lors des tests avec la configuration sauvegardée en mémoire CMOS
 13. «Beep» du haut-parleur

Le « Master Boot Record » (MBR)

- Contient:
 - le stage 1 du « boot loader »
 - de l'information sur les partitions principales du disque
- Se situe dans les 512 premiers octets d'un disque

Structure d'un MBR « classique »

Description	Taille (octets)
« Boot loader stage 1 »	446
Table des partitions	64
Signature	2

BIOS et périphériques

- Le BIOS fournit une interface avec le matériel de l'ordinateur au système d'exploitation sous la forme d'une librairie d'interruptions.
- Utilisées par les systèmes d'exploitation?
 - Initialement (ex: DOS), oui
 - Maintenant (ex: Unix/Windows), non!
 - elles sont remplacées par celles du système d'exploitation qui réécrit la table des vecteurs d'interruption.
- Le BIOS offre des options à l'utilisateur liées au démarrage de l'ordinateur ou aux périphériques.

Exemples d'options du BIOS

- Boot Sequence
 - Cette option permet de définir par ordre de priorité sur quel support/périphérique doit démarrer votre PC.
- IDE (Primary, secondary) Master / Slave
 - Ces options permettent de définir le disque rattaché aux ports IDE de la carte mère.
- Processeur
 - Bus, vitesse
- Date & heure du système

« Overclocking »

- On peut modifier le BIOS pour « overclocker » le processeur
 - augmenter la fréquence d'horloge au delà de la limite prévue
 - ...mais attention!



Unified Extensible Firmware Interface (UEFI)

- Le UEFI est un programme qui est conçu pour remplacer le BIOS
- Il tient plus du système d'exploitation que du « Basic Input/Output System »
 - Interface graphique à fenêtre
 - Accès à Internet
 - Mesures de sécurité et anti-virus intégrés
 - Détection de logiciels problématiques intégrés (ex. Linux en « dual boot »)
 - Support GPT (GUID Partition Table—remplacement du MBR) pour démarrer sur des partitions de plus de 2TB
 - Architecture modulaire et une grande partie est écrite en C au lieu d'en assembleur ce qui rend l'adaptation pour d'autres plateformes plus facile