# Gérer un ordinateur sous Linux

# Table des matières

# I Contexte

**Durée** : 2h

**Environnement de travail** : Linux en ligne de commande

**Pré-requis** : Aucun

Pour bien utiliser son ordinateur, il convient d'en comprendre le fonctionnement. On pense aux composants et à comment ils interagissent entre eux, pour la partie physique, mais aussi être capable de trouver et interpréter des informations sur l'état d'exécution de la machine et des différents programmes, pour la partie logicielle. Ce cours va donner quelques outils pour connaître l'état de fonctionnement d'un ordinateur (utilisation de la mémoire, du disque, etc.) puis donner les méthodes utilisées pour piloter certains programmes essentiels au fonctionnement de l'ordinateur.

# II La mémoire vive sous Linux

## Objectifs

- Savoir obtenir l'utilisation de la RAM sur la machine
- Comprendre la subtilité entre mémoire libre et disponible

Rappel

*Architecture Von Neumann* (cf. p.38)

*Mémoire vive et mémoire secondaire* (cf. p.41)

### Utilisation mémoire vive

Attention

La mémoire vive est essentielle au bon fonctionnement de l'ordinateur : si elle vient à manquer les différents programmes risquent de fortement ralentir (en attendant que de la mémoire se libère pour leur utilisation), voire même de cesser de fonctionner.

Méthode

La commande `free` permet de mesurer l'utilisation globale de mémoire vive sur la machine. Ou utilise l'option `-h` pour utiliser un affichage simple à lire pour un humain.

```
$ free -h
               total        used        free      shared  buff/cache   available
Mem:           7,7Gi       3,7Gi       2,3Gi       832Mi       1,7Gi       2,9Gi
Swap:          3,7Gi       0B          3,7Gi
```

L'information est donnée pour la mémoire RAM ainsi que pour le swap. On y trouve les 3 informations principales :

- la quantité de mémoire sur la machine, ici 7,7 Gio pour la RAM et 3,7 Gio pour le swap
- la quantité de mémoire utilisée actuellement, ici 3,7 Gio
- la quantité de mémoire libre, ici donc 2,3 Gio

Cependant si l'on fait la soustraction entre la mémoire totale et la mémoire utilisée, on n'obtient pas ce qui est indiqué comme mémoire disponible. Pour cela il faut se pencher sur les 3 colonnes suivantes :

- `shared` indique la part de mémoire qui est partagée entre plusieurs programmes, cela n'a pas beaucoup d'importance
- `buff/cache` indique la quantité de mémoire utilisée par l'OS pour ses `buffers` et du `cache`
- `available` indique une estimation de la mémoire qui est disponible si un programme en demande

### Mémoire libre vs mémoire disponible

⊕ Complément

En réalité le système d'exploitation utilise une partie de la mémoire vive pour optimiser son fonctionnement et proposer une meilleure performance, en utilisant deux mécanismes.

Le premier est les `buffers`, qui permettent de stocker de l'information, pour une durée très courte, en attente de son traitement (par exemple un fichier qui vient d'arriver par le réseau et qui va être écrit sur le disque).

Le second est le `cache`, qui permet de garder en mémoire des informations que l'on pense réutiliser prochainement. Par exemple un fichier qui est souvent lu : pour accélérer la lecture, le système d'exploitation peut garder en `cache`, donc dans la RAM, une copie du fichier.

Les mécanismes de `buffers` ou de `cache` pourraient faire l'objet d'un cours entier, ce qu'il est important de retenir c'est que le système d'exploitation utilise une partie de la mémoire vive pour optimiser son fonctionnement. Et cette mémoire utilisée peut-être, en partie, libérée très rapidement car elle n'est pas essentielle au fonctionnement de l'ordinateur. C'est pour cela que l'on distingue la mémoire libre (celle qui est effectivement inutilisée) et la mémoire disponible (la mémoire libre + une partie des `buffers` et `cache` qui peuvent être libérés instantanément si besoin).

### Multiples de l'octet

⚠ Attention

Lorsque l'on manipule des valeurs ayant pour unité des octets, on connaît généralement les multiples suivant :

- kilooctet (ko) pour 1000 octets
- mégaoctet (Mo) pour 1 million d'octets
- gigaoctet(Go) pour un milliard d'octets

C'est ce que l'on appelle les préfixes du Système International d'unités[1], ce sont des puissances de 10.

Historiquement en informatique on manipule souvent des puissances de 2, en particulier lorsque l'on mesure des quantités de donnée. Pour cela on utilise les préfixes binaires[2] :

- kibioctet (Kio) pour 1024 octets
- mébioctet (Mio) pour $2^{20}$ octets (1 048 576)
- gibioctet (Gio) pour $2^{30}$ octets (1 073 741 824)

Il est donc important de ne pas mélanger les deux unités, car même si l'ordre de grandeur reste similaire, la différence devient significative pour les multiples élevées (giga, téra, péta, etc.)

## À retenir

La mémoire vive est utilisée aussi bien par les programmes que par le système d'exploitation, pour stocker des données de fonctionnement mais aussi pour optimiser les performances du système. On peut obtenir rapidement un aperçu de l'utilisation qui est faites grâce à la commande `free`.

1. https://fr.wikipedia.org/wiki/Pr%C3%A9fixes_du_Syst%C3%A8me_international_d%27unit%C3%A9s
2. https://fr.wikipedia.org/wiki/Pr%C3%A9fixe_binaire

# III Exercice : Appliquer la notion

## Question

[solution n°1 p. 30]

Sur votre machine, regardez la consommation mémoire lorsque peu d'applications sont ouvertes, par exemple pas de navigateur Web. Ensuite ouvrez votre navigateur Web avec une dizaine d'onglets et regardez la consommation de mémoire. Quelle quantité semble utiliser le navigateur ?

# IV Utilisation du disque

## Objectifs

- Savoir ce qu'est une partition
- Comprendre la notion de point de montage des disques sous Linux
- Savoir obtenir l'utilisation disque

### Disques et partitions

Az Définition

Le système d'exploitation ne va pas directement utiliser le disque physique mais utiliser ce que l'on appelle une partition sur le disque. Une partition est une partie du disque sur laquelle l'OS va pouvoir gérer de l'espace de stockage comme il le souhaite, en y créant un système de fichier (c'est le protocole qui sera utilisé pour stocker les informations sur le disque).

Les partitions permettent d'isoler sur le disque des espaces de stockages destinés à des usages différents. Par exemple il est courant d'avoir une partition pour le stockage des données et une qui sert pour le `swap`. On peut aussi envisager d'avoir plusieurs systèmes d'exploitations installés sur le même ordinateur, chacun utilisera une partition qui lui est dédié sur le disque.

### Afficher les disques

Méthode

Pour afficher les disques et leurs partitions sur la machine, on utilise la commande `fdisk`, véritable couteau suisse de la gestion des disques.

```
$ sudo fdisk -l
Disque /dev/sda : 232,89 GiB, 250059350016 octets, 488397168 secteurs
Modèle de disque : Crucial_CT250MX2
Unités : secteur de 1 × 512 = 512 octets
Taille de secteur (logique / physique) : 512 octets / 4096 octets
taille d'E/S (minimale / optimale) : 4096 octets / 4096 octets
Type d'étiquette de disque : dos
Identifiant de disque : 0xff6f6034

Périphérique Amorçage   Début       Fin  Secteurs Taille Id Type
/dev/sda1    *           2048   1953791   1951744   953M 83 Linux
/dev/sda5             1955840 488396799 486440962   232G 83 Linux
```

Beaucoup d'informations s'affichent, comme le nom (`/dev/sda`), la taille (`232,89 GiB`) ou le modèle du disque (`Crucial_CT250MX2`). En bas, la liste des partitions qui se trouvent sur le disque :

- `/dev/sda1` qui fait 953 Mo
- `/dev/sda5` qui fait 232 Go

Si il y a plusieurs disques dans la machine, ils s'afficheront à la suite, sous le même format.

# Montage de partition sous Linux

Pour le stockage des fichiers, Linux va associer un point de montage à chaque partition. Un montage indique à un dossier dans l'arborescence qu'il doit stocker tout les fichiers et sous-dossiers qui le compose sur une même partition du disque. Sur les ordinateurs simples, il n'y a souvent qu'une seule partition pour un seul point de montage : `/` qui utilise une unique partition pour stocker la totalité des fichiers. Cependant on peut imaginer qu'une partie de l'arborescence, par exemple `/home`, soit stockée sur une partition à part.

### La commande df

Méthode

La commande `df` permet d'obtenir de nombreuses informations sur l'utilisation du disque sur la machine.

```
$ df -Th
Sys. de fichiers          Type     Taille Utilisé Dispo Uti% Monté sur
udev                      devtmpfs   3,9G       0  3,9G   0% /dev
tmpfs                     tmpfs      785M    1,7M  783M   1% /run
/dev/sda5                 ext4       230G    128G   88G  60% /
tmpfs                     tmpfs      3,9G    242M  3,6G   7% /dev/shm
tmpfs                     tmpfs      5,0M    4,0K  5,0M   1% /run/lock
tmpfs                     tmpfs      4,0M       0  4,0M   0% /sys/fs/cgroup
/dev/sda1                 ext2       938M    209M  730M  23% /boot
tmpfs                     tmpfs      785M     44K  784M   1% /run/user/1000
```

On trouve, des informations dans chaque colonne :

- le nom de la partition
- le type de système de fichier
- la taille totale
- l'espace utilisé
- l'espace disponible
- un pourcentage de l'espace utilisé
- le point de montage de la partition

Le premier constat est qu'il y a beaucoup plus de lignes qu'on ne pensait. En effet la commande affiche, en plus des partitions, les zones mémoires `tmpfs` se trouvant dans la mémoire vive, ainsi qu'un système de fichier nommé `udev`. Ce sont des espaces utilisés et gérés par le système d'exploitation qui ne nous intéresse pas vraiment ici, on peut donc les filtrer.

```
$ df -Th -x tmpfs -x devtmpfs
Sys. de fichiers          Type     Taille Utilisé Dispo Uti% Monté sur
/dev/sda5                 ext4       230G    128G   88G  60% /
/dev/sda1                 ext2       938M    209M  730M  23% /boot
```

On observe donc que la partition `/dev/sda5` est montée sur `/` et qu'elle est utilisée à 60%. L'autre partition `/dev/sda1` est utilisée pour stocker ce qui se trouve dans `/boot` (dossier contenant le nécessaire pour démarrer, en particulier le noyau de Linux).

### Connaître la taille des fichiers

Méthode

Si la commande `df` permet d'obtenir une idée de l'utilisation du disque, cela n'est cependant pas très précis. Par exemple si l'on voit qu'une partition est bientôt remplie, on veut ensuite identifier clairement ce qui prends de la place.

Pour cela on utilise la commande du.

```
$ du -sh documents
13G  documents
```

La commande prends en paramètre un fichier/dossier et retourne la taille de celui-ci grâce à l'option `-s`. Sans cette option, et lorsqu'il s'agit d'un dossier, la commande affiche séparément la taille de la totalité des fichiers et sous-dossiers, de manière récursive (ce qui n'est pas très pratique). On peut aussi donner une liste en paramètres de la fonction.

```
kyane@europa:~$ du -sh ./*
1,8G  ./code
13G  ./documents
28G  ./downloads
12G  ./media
```

## À retenir

Le système d'exploitation utilise des partitions de disque en tant qu'espace de stockage. Chaque partition stocke une partie de l'arborescence des fichiers, souvent la totalité lorsque `/` est monté sur une unique partition. En utilisant les commandes `df` et `du` il est possible d'avoir des informations sur l'utilisation des disques, et la taille des fichiers.

# V Exercice : Appliquer la notion

Après avoir utilisé la commande `df`, vous remarquez qu'une partition est bientôt remplie.

```
$ df -Th -x tmpfs -x devtmpfs
Sys. de fichiers          Type     Taille Utilisé Dispo Uti% Monté sur
/dev/sda1                 ext2       938M    209M  730M  23% /boot
/dev/sda2                 ext4       225G    126G   88G  60% /
/dev/sda3                 ext4       2,5G    2,4G   0,1G 96% /var
```

## Question

[solution n°2 p. 30]

Comment investiguer pour trouver ce qui prends le plus de place ? Quelle commande utiliser pour obtenir une liste classée des dossiers et fichiers dans `/var` ?

# VI Les processus

## Objectifs

- Savoir ce qu'est un processus
- Savoir lister les processus et prendre en compte les ressources qu'ils utilisent

### Processus

Définition

Un processus est un programme en cours d'exécution. Il exécute des instructions sur le processeur et peut utiliser de la mémoire vive ou de l'espace disque. Lorsque l'on démarre un logiciel, celui-ci va créer un ou plusieurs processus pour effectuer ses tâches.

Chaque processus possède un identifiant unique appelé PID

### Processus parent

Définition

Chaque processus possède un processus parent.

En effet chaque processus est créé par un autre processus, qui est donc son processus parent. Le seul processus à ne pas avoir de parent est le premier à être lancé au démarrage : il s'agit du processus `init`, qui a pour PID 1, et qui démarre le système d'exploitation.

### Lister les processus : ps -ax

Syntaxe

```
ps -ax
```

La commande `ps` permet de lister les processus. On utilise l'option `ax` pour afficher tous les processus de la machine (pas uniquement ceux de la console ouverte ou ceux ayant une interface graphique).

Exemple

```
ps ax
   PID TTY      STAT   TIME COMMAND
     1 ?        Ss     0:09 /sbin/init
     2 ?        S      0:00 [kthreadd]
     3 ?        I<     0:00 [rcu_gp]
     4 ?        I<     0:00 [rcu_par_gp]
     6 ?        I<     0:00 [kworker/0:0H-kblockd]
     9 ?        I<     0:00 [mm_percpu_wq]
    10 ?        S      0:00 [ksoftirqd/0]
    11 ?        I      0:12 [rcu_sched]
    12 ?        S      0:00 [migration/0]
    13 ?        S      0:00 [cpuhp/0]
    14 ?        S      0:00 [cpuhp/1]
    15 ?        S      0:00 [migration/1]
    16 ?        S      0:00 [ksoftirqd/1]
    18 ?        I<     0:00 [kworker/1:0H-events_highpri]
    19 ?        S      0:00 [cpuhp/2]
```

```
18     20 ?        S      0:00 [migration/2]
19     21 ?        S      0:19 [ksoftirqd/2]
20 [...]
21  15371 ?        S      0:00 /bin/sh -c /usr/lib/firefox/firefox
22  15372 ?        Sl    16:56 /usr/lib/firefox/firefox
23  15433 ?        Sl     7:14 /usr/lib/firefox/firefox -contentproc -childID 1 -
    isForBrowser -prefsLen 1 -prefMapSize 236261 -parentBuildID 20201112153044 -
    appdir /usr/lib/firefox/browser 153
24  15504 ?        Sl     1:58 /usr/lib/firefox/firefox -contentproc -childID 3 -
    isForBrowser -prefsLen 6414 -prefMapSize 236261 -parentBuildID 20201112153044 -
    appdir /usr/lib/firefox/browser
25  15554 ?        Sl     3:53 /usr/lib/firefox/firefox -contentproc -childID 4 -
    isForBrowser -prefsLen 7212 -prefMapSize 236261 -parentBuildID 20201112153044 -
    appdir /usr/lib/firefox/browser
26   27333 ?         S      0:00 /bin/sh -c spotify
27  27334 ?        Sl     0:43 spotify
28  27337 ?        S      0:00 /usr/share/spotify/spotify --type=zygote --no-
    zygote-sandbox --no-sandbox --log-file=/usr/share/spotify/debug.log --log-
    severity=disable --product-version=Spotif
29  27338 ?        S      0:00 /usr/share/spotify/spotify --type=zygote --no-
    sandbox --log-file=/usr/share/spotify/debug.log --log-severity=disable --
    product-version=Spotify/1.1.42.622 --lang=
30  27352 ?        Sl     0:30 /usr/share/spotify/spotify --type=gpu-process --
    field-trial-handle=10118108429751651102,14475875873737677976,131072 --enable-
    features=CastMediaRouteProvider --di
31  27363 ?        Sl     0:02 /usr/share/spotify/spotify --type=utility --
    utility-sub-type=network.mojom.NetworkService --field-trial-
    handle=10118108429751651102,14475875873737677976,131072 -
32  27379 ?        Sl     1:18 /usr/share/spotify/spotify --type=renderer --no-
    sandbox --log-file=/usr/share/spotify/debug.log --field-trial-
    handle=10118108429751651102,14475875873737677976,13
33  28731 pts/0    R+     0:00 ps ax
34
```

La résultat est ici tronqué, car on constate qu'il y a beaucoup de processus qui s'exécutent en simultané sur la machine. Pour chaque, on peut voir leur PID (première colonne) ainsi que leur nom (dernière colonne). La plupart ont des noms qui ne sont pas très parlant, en fait il s'agit de la commande qui a servi à lancer le processus. Cependant avec un peu de déduction, on peut supposer ici qu'il y a Firefox et Spotify qui sont en train de fonctionner.

On remarque aussi le processus 1 `/sbin/init`, ainsi que le dernier de la liste `ps ax` : c'est la commande que l'on vient de lancer, qui est un processus comme les autres.

### Utilisation des ressources

Remarque

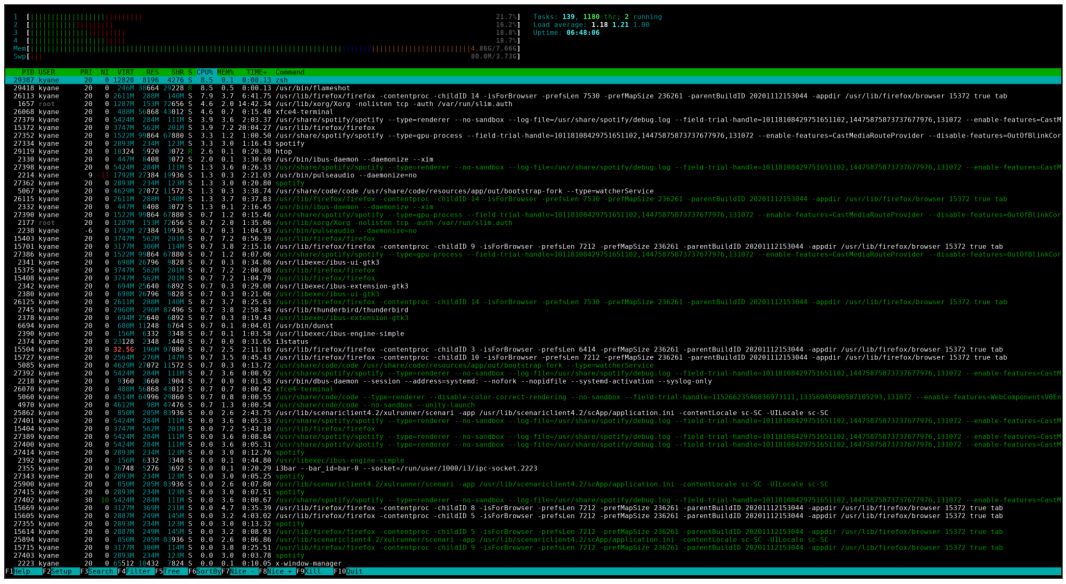
L'un des rôles du système d'exploitation est d'allouer les ressources à chaque processus, en particulier de l'espace en mémoire vive et du temps d'exécution sur le processeur.

Chaque processus utilisant des ressources sur le système, il est intéressant de pouvoir savoir quel processus utilise quoi. Par exemple si l'on manque de mémoire vive, identifier le processus le plus gourmand s'avère intéressant pour ramener le système à un état stable (soit en coupant ce processus si il n'est pas utile, ou en allégeant les tâches qu'il fait, ou en ajoutant de la mémoire, etc.). Il existe de nombreuses manière d'obtenir cette information, l'option "u" de la commande `ps` par exemple. Mais l'outil favori des administrateurs système est sans doute doute `htop`.

## htop

Conseil

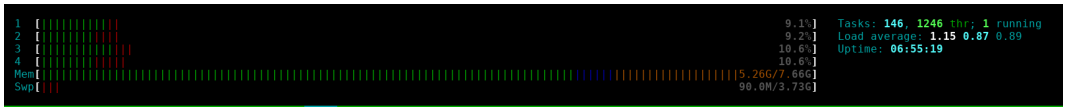
`htop` est une commande qui permet d'obtenir de nombreuses informations sur l'état d'exécution du système.



## État global du système avec htop

Méthode

La partie supérieure donne des informations sur l'état global du système.




On trouve le pourcentage d'utilisation de chaque cœur du processeur (les processeurs sont souvent composés de plusieurs cœurs, plusieurs unités arithmétiques et logique donc), ainsi que le pourcentage d'utilisation de la RAM et du `swap`. Pour la barre indiquant l'utilisation de la RAM, on a plusieurs couleurs :

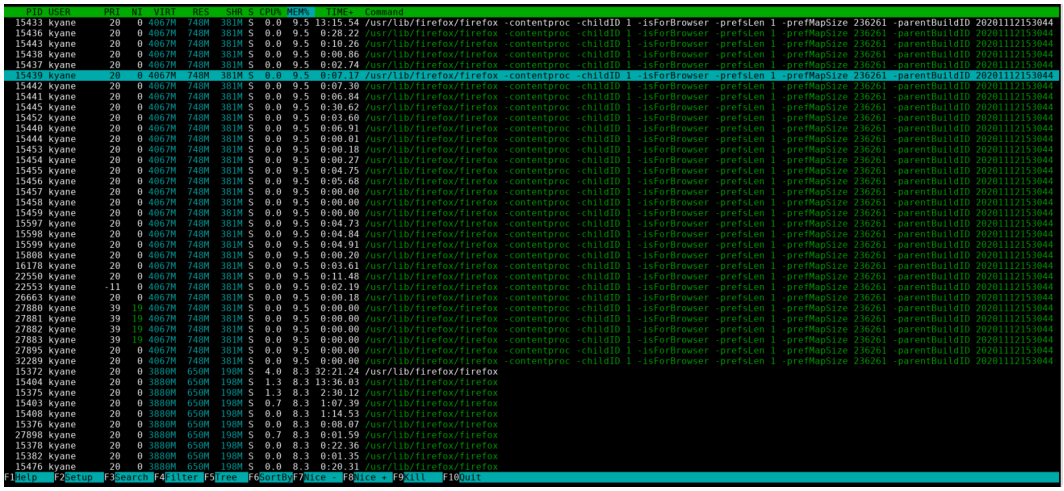
- en vert la mémoire utilisée ;
- en bleu la mémoire utilisée par les `buffers` ;
- en jaune le `cache`.

Sur le côté droit on peut aussi trouver le temps depuis lequel la machine est allumée (*uptime*).

## Surveiller les processus avec htop

Méthode

La liste qui occupe la plus grande place dans l'interface est la liste des processus, actualisée en continu. Elle est similaire au retour de la commande `ps`, mais plus agréable à utiliser pour naviguer dans les processus et effectuer du tri. Par exemple en appuyant sur la touche F6 (pour *Sort By* dans le menu du bas) on peut choisir de trier la liste selon certains critères, comme le pourcentage d'utilisation de la mémoire.




On voit par exemple ici de nombreux processus pour Firefox, qui consomment 9,5% de la RAM de la machine.

## À retenir

Tout les programmes créent des processus sur la machine pour pouvoir exécuter des instructions. Ces processus consomment des ressources (mémoire vive, temps processeur) qui sont réparties par le système d'exploitation. Il est possible de lister les processus et leur utilisation des ressources avec la commande `htop`, pour identifier d'éventuels processus trop gourmands.

⊕ Complément

htop explained: explanation of everything you can see in htop/top on Linux, peteris.rocks/blog/htop, 2019.

# VII Exercice : Appliquer la notion

Nous allons utiliser `htop` pour observer un peu les processus sur la machine.

## Question 1

[solution n°3 p. 31]

Ouvrez `htop` et trouvez le processus qui utilise le plus le processeur.

## Question 2

[solution n°4 p. 31]

On souhaiterais connaître l'arborescence de parents de ce processus. Comment peut-on procéder ?

# VIII Signaux et jobs

## Objectifs

- Savoir ce qu'est un signal
- Faire la différence entre un processus et un job

## Processus et signaux

Le noyau peut vouloir transmettre des signaux à un processus pour diverses raisons, tel que lui dire de s'arrêter ou de se mettre en pause. Par défaut, les processus vont réagir accordement mais certain signaux peuvent être interceptés.

On peut également envoyer des signaux à partir du terminal, pour cela on a la commande `kill -SIG PID` qui permet d'envoyer le signal `SIG` au programme `PID`. Il existe par exemple :

| | |
|---|---|
| `INT` | Demande au programme de s'interrompre immédiatement, quitte à perdre des données. |
| `STP` | Met le processus en pause. |
| `QUIT` | Interromps le processus plus brutalement que `INT`. |
| `KILL` | Arrête le processus sans même lui demander son avis. |

Il existe également des raccourcis clavier qui, quand tapés dans un terminal avec une commande lancée, permettent d'envoyer des signaux au processus en cours :

| | |
|---|---|
| Ctrl+C | `SIGINT` |
| Ctrl+Z | `SIGSTP` |
| Ctrl+J | `SIGQUIT` |
| Ctrl+] | ?? |

Exemple

Après avoir installé `sl` (`sudo apt install sl`), lancez la commande et essayez de l'arrêter avec Ctrl+C. Le train continue de passer, mais essayez avec Ctrl+], que se passe t-il d'après vous ?

## Jobs

Depuis le début on lance en fait les commandes en *premier plan*. Mais il est également possible de les lancer en *arrière plan* pour continuer de travailler avec son *shell* après. Pour cela, il suffit d'ajouter **&** à la fin de la commande.

Une autre technique est de mettre en pause le processus avec Ctrl+Z, puis d'utiliser la commande bg, qui va passer le processus ainsi endormi en *background*.

```
$ xeyes
^Z
[1]+  Arrêté                 xeyes
$ bg
[1]+ xeyes &
$
```

Le processus est ainsi transformé en ce que l'on va appeler un ***job***. On peut les lister avec `jobs`, les ramener au premier plan avec `fg`, ou les tuer avec `kill`.

```
$ xeyes &
[1] 13507
$ jobs
[1]+  En cours d'exécution   xeyes &
$ kill %1
$
[1]+  Complété               xeyes
$
```

## À retenir

Tout les programmes créent des processus sur la machine pour pouvoir exécuter des instructions. Ces processus consomment des ressources (mémoire vive, temps processeur) qui sont réparties par le système d'exploitation. Il est possible de lister les processus et leur utilisation des ressources avec la commande `htop`, pour identifier d'éventuels processus trop gourmands.

# IX Les services

## Objectifs

- Savoir ce qu'est un service, ou `daemon`.
- Savoir piloter les services avec `systemctl`.

## Mise en situation

Lorsque l'on liste les processus en cours d'exécution, on peut effectivement voir les programmes que l'on a démarré ou les commandes que l'on a lancé. Cependant, en cherchant un peu, on peut aussi voir des processus qui semblent inconnus, comme `rsyslogd`, `ntpd`, etc. Ce sont en fait des programmes qui s'exécutent en arrière plan et que l'on appelle des services.

**Service** Az Définition

Un service (parfois appelé *daemon*) est un programme qui s'exécute en arrière-plan, plutôt contrôlé par le système d'exploitation que par l'utilisateur directement.

Exemple

Les services peuvent remplir de nombreuses fonctions différentes, quelques exemple :

- `NetworkManager` est un service sur certaines distribution Linux qui permet de gérer la configuration réseau
- NTPD est un service qui sert à gérer l'heure de la machine (grâce au protocole NTP[3])
- `unattended-upgrades` permet de gérer les mises à jour automatiquement, en arrière plan, sur les systèmes utilisant APT

## Systemd

Sur Ubuntu, comme beaucoup autres distributions Linux, un logiciel est au coeur du système d'exploitation et permet, entre autre, de gérer les différents services : Systemd. Systemd est le logiciel qui initialise le système d'exploitation au démarrage (dont le fameux processus `init` fait partie) et qui démarre et pilote les différents services de la machine.

**systemctl** Méthode

Systemd est un logiciel très complexe, nous ne nous intéresseront ici que à la partie qui permet de gérer les services de la machine. Pour cela on peut utiliser la commande `systemctl`

```
1 systemctl --type=service
```

3. https://fr.wikipedia.org/wiki/Network_Time_Protocol

Cette commande permet de lister tout les services sur la machine, associé à leur description. On peut voir qu'il y en a plusieurs dizaines par défaut. Il est possible d'afficher le statut d'un service :

```
kyane@europa:~$ systemctl status rsyslog
● rsyslog.service - System Logging Service
     Loaded: loaded (/lib/systemd/system/rsyslog.service; enabled; vendor
preset: enabled)
     Active: active (running) since Mon 2020-12-14 09:54:21 CET; 4h 54min ago
TriggeredBy: ● syslog.socket
       Docs: man:rsyslogd(8)
             man:rsyslog.conf(5)
             https://www.rsyslog.com/doc/
   Main PID: 777 (rsyslogd)
      Tasks: 4 (limit: 9345)
     Memory: 2.5M
     CGroup: /system.slice/rsyslog.service
             └─777 /usr/sbin/rsyslogd -n -iNONE

déc. 14 09:54:20 europa systemd[1]: Starting System Logging Service...
déc. 14 09:54:21 europa rsyslogd[777]: imuxsock: Acquired UNIX socket
'/run/systemd/journal/syslog' (fd 3) from systemd.  [v8.2010.0]
déc. 14 09:54:21 europa systemd[1]: Started System Logging Service.
déc. 14 09:54:21 europa rsyslogd[777]: [origin software="rsyslogd"
swVersion="8.2010.0" x-pid="777" x-info="https://www.rsyslog.com"] start
```

Ici on voit le statut du service `rsyslog`, un service qui gère les messages d'erreurs ou d'information pour les autres logiciels sur la machine. L'information importante (qui s'affiche en couleur dans le terminal) est que le service est `active (running)`, donc qu'il est en fonctionnement. On peut aussi voir, sur la seconde ligne de résultat, que le service est `enabled`, ce qui signifie qu'il est lancé automatiquement au démarrage de l'ordinateur.

## Cycle de vie d'un service

Un service peut-être dans plusieurs états, les principaux étant :

- `active` lorsqu'il est démarré (ou `activating` pendant la phase de démarrage)
- `inactive` lorsqu'il est arrêté (ou `deactivating` pendant la phase d'extinction)
- `failed` lorsqu'il s'est arrêté suite à une erreur

Méthode

L'état d'un service peut-être modifié avec les commandes suivantes :

- `systemctl start SERVICE` pour démarrer un service stoppé
- `systemctl stop SERVICE` pour stopper un service en fonctionnement
- `systemctl restart SERVICE` pour redémarrer un service, cela revient à faire un `stop` puis un `start`
- `systemctl reload SERVICE` pour demander à un service de recharger sa configuration sans s'arrêter

Remarque

Dans le cas d'une utilisation comme ordinateur personnel, il est peu courant de manipuler les services, ou même Systemd. En effet les services sont gérés par Systemd, qui les démarre et les arrêtent en fonction du besoin. Cependant dans le cas d'un serveur, il arrive que l'on ajoute des services à la machine (par exemple un serveur web, ou une base de donnée) et qu'il soit nécessaire de les piloter avec `systemctl`. il est donc important de garder en tête ces notions et commandes de base.

## À retenir

Un programme qui s'exécute en arrière plan est un service. Les services sont gérés par Systemd sous Ubuntu, mais il est possible de les piloter soi même à l'aide de la commande `systemctl`.

# X Exercice : Appliquer la notion

## Question 1

[solution n°5 p. 32]

Un service nommé `cron` est installé par défaut sur la plupart des distributions Linux. D'après sa description, à quoi sert-il ?

## Question 2

[solution n°6 p. 32]

Quel est son état ? Est-il systématiquement démarré ?

# XI Lire les logs

## Objectifs

- Comprendre ce que sont les logs
- Savoir trouver les fichiers de logs
- Savoir consulter les logs d'un service

### Les logs

Az Définition

Les logs sont des messages produits par les programmes pour donner des informations sur leur état de fonctionnement et/ou les erreurs qui surviennent lors de l'exécution.

Les différents programmes ou services du système d'exploitation peuvent écrire des logs qui seront consultables de différentes manières. La plupart se trouvent dans un dossier nommé `/var/log`, mais certains sont gérés par Systemd.

Exemple

Dans le dossier `/var/log` d'une machine, on constate qu'il y a de nombreux fichiers et dossiers pour contenir les logs de différents types.

```
$ ls /var/log/
alternatives.log  boot.log         cups        dpkg.log        fsck
lastlog    mail.warn   runit     tallylog            vbox-setup.log
apache2           bootstrap.log    daemon.log  exim4           hp
lpr.log    messages    samba     tor                 wtmp
apt               borg-backup.log  debug       faillog         installer
mail.err   ntpstats    slim.log  ufw.log             Xorg.0.log
aptitude          btmp             dibbler     firebird        journal
mail.info  private     snort     unattended-upgrades
auth.log          cron.log         dmesg       fontconfig.log  kern.log
mail.log   prometheus  syslog    user.log
```

Il n'est pas important de savoir à quoi sert chaque fichier de log. Ils portent généralement un nom explicite (celui du service ou du logiciel).

### Syslog

Az Définition

Pour faciliter le traitement des messages de tout les programmes existant, un protocole existe : Syslog[4]. C'est un protocole qui définit aussi bien la manière d'envoyer des messages de logs entre différents programmes que le format standardisé que doivent avoir des messages.

4. https://fr.wikipedia.org/wiki/Syslog

### Syslog et rsyslog

Méthode

Sous Linux, un fichier `/var/log/syslog` va contenir tout les logs échangés sur la machine en utilisant le protocole Syslog. Généralement, le service ne charge de la gestion de ces messages est le service `rsyslog`.

```
$ tail /var/log/syslog
Dec 14 16:12:18 europa prometheus-node-exporter[1564]: level=error ts=2020-12-14T15:12:18.884Z caller=collector.go:161 msg="collector failed" name=rapl duration_seconds=0.005177803 err="open /sys/class/powercap/intel-rapl:0/energy_uj: permission denied"
Dec 14 16:13:08 europa systemd[1]: Starting Collect apt metrics for prometheus-node-exporter...
Dec 14 16:13:08 europa systemd[1]: Starting Collect SMART metrics for prometheus-node-exporter...
Dec 14 16:13:08 europa systemd[1]: prometheus-node-exporter-smartmon.service: Succeeded.
Dec 14 16:13:08 europa systemd[1]: Finished Collect SMART metrics for prometheus-node-exporter.
Dec 14 16:13:09 europa systemd[1]: prometheus-node-exporter-apt.service: Succeeded.
Dec 14 16:13:09 europa systemd[1]: Finished Collect apt metrics for prometheus-node-exporter.
Dec 14 16:13:18 europa prometheus-node-exporter[1564]: level=error ts=2020-12-14T15:13:18.880Z caller=collector.go:161 msg="collector failed" name=rapl duration_seconds=0.000294815 err="open /sys/class/powercap/intel-rapl:0/energy_uj: permission denied"
Dec 14 16:14:18 europa prometheus-node-exporter[1564]: level=error ts=2020-12-14T15:14:18.891Z caller=collector.go:161 msg="collector failed" name=rapl duration_seconds=0.002966102 err="open /sys/class/powercap/intel-rapl:0/energy_uj: permission denied"
Dec 14 16:15:18 europa prometheus-node-exporter[1564]: level=error ts=2020-12-14T15:15:18.890Z caller=collector.go:161 msg="collector failed" name=rapl duration_seconds=0.000811931 err="open /sys/class/powercap/intel-rapl:0/energy_uj: permission denied"
```

Ce fichier est un bon point d'entrée pour investiguer un problème sur la machine. Chaque ligne représente un log avec le format suivant :

- la date où le log a été émis ;
- le nom de la machine (ici `europa`), le protocole Syslog permet de centraliser les logs de plusieurs machines au même endroit si besoin ;
- le nom du processus qui a émis le log, et son PID entre crochet. Ici on voit des logs émis par `systemd` (PID 1) et `prometheus-node-exporter` (PID 1564) ;
- le message effectivement émis par le programme.

## Journald

Systemd s'accompagne d'un service, `journald`, qui gère les logs de tout les services de la machine. En fait, lorsque l'on utilise la commande `systemctl status SERVICE` on peut observer une partie des logs les plus récents du service, gérés par `journald`.

Méthode

La commande `journalctl` qui va avec `journald` permet de consulter des logs de manière plus pratique que de simplement regarder dans des fichiers de logs. Par exemple elle permet de n'obtenir les messages de logs que d'un service en particulier.

```
journalctl -u cron
```

On peut aussi lister tout les logs, mais uniquement pour depuis l'allumage de la machine (et non ceux des précédentes sessions d'utilisation).

```
journalctl -b
```

Il est même possible d'être plus précis, et de demander les logs d'une durée spécifique

```
journalctl --since "1 hour ago"
```

```
journalctl --since "2020-12-01 20:15:00" --until "2020-12-10 14:21:42"
```

Enfin ajouter l'option `-f` permet d'afficher en direct les nouveaux logs produits. Très utile lors d'une phase de debug.

## À retenir

Tout les programmes produisent des messages pour donner des informations sur leur état de fonctionnement. Ces messages sont écrits dans le dossier `/var/log` de la machine, mais peuvent être consultés de manière plus ergonomique, dans le cas des services, à l'aide de la commande `journalctl`.

# XII Exercice : Appliquer la notion

Sur votre machine, choisissez un service existant pour lequel consulter les logs. Cela peut-être `apache2` pour un serveur web, ou `NetworkManager` sur un ordinateur personnel.

## Question

[solution n°7 p. 32]

Comment afficher les logs de ce service uniquement, sur les 2 derniers jours, en affichant en continu les nouveaux logs produits ?

# XIII Quiz

## Exercice 1 : Quiz - Culture

[solution n°8 p. 32]

### Exercice

À quel endroit le système d'exploitation peut stocker une information en cache, pour y accéder plus rapidement ?

- **A** Dans la mémoire vive (RAM)
- **B** Sur le disque
- **C** Dans un *buffer*
- **D** Sur un service `systemd`

### Exercice

Une partition est :

- **A** Un bout de fichier stocké sur le disque
- **B** Le buffer utilisé par le système d'exploitation avant de jouer les sons sur le haut-parleur
- **C** Une partie de disque physique utilisée par le système d'exploitation

### Exercice

Combien d'octets représente 1 Mo

- **A** 1 000 000
- **B** 1 048 576
- **C** 1000
- **D** 1024

## Exercice 5 : Quiz - Méthode

[solution n°9 p. 33]

### Exercice

Comment obtenir un aperçu de la mémoire vive utilisée sur la machine

- **A** Avec la commande `free`.
- **B** Avec la commande `memory`.
- **C** Avec la commande `usage`.
- **D** Avec la commande `htop`.

### Exercice

Comment redémarrer le service nommé `rsyslog` ?

- **A** `rsyslog restart`
- **B** `service rsyslog restart`
- **C** `systemctl rsyslog restart`
- **D** `service restart rsyslog`
- **E** `systemctl restart rsyslog`

### Exercice

Comment obtenir une liste des processus en exécution sur la machine ?

- **A** Avec la commande `htop`
- **B** En faisant `ls /proc`
- **C** Avec la commande `ps`
- **D** Avec la commande `proc`

## Exercice 9 : Quiz - Code

[solution n°10 p. 34]

### Exercice

Dans quel état se trouve le service suivant ?

```
$ systemctl status minissdpd.service
● minissdpd.service - keep memory of all UPnP devices that announced themselves
     Loaded: loaded (/lib/systemd/system/minissdpd.service; enabled; vendor preset: enabled)
     Active: failed (Result: exit-code) since Mon 2020-12-14 09:54:38 CET; 7h ago
       Docs: man:minissdpd(1)
    Process: 1385 ExecCondition=/usr/lib/minissdpd/minissdpd-systemd-wrapper -t ${MiniSSDPd_INTERFACE_ADDRESS} (code=exited, status=0/SUCCESS)
```

```
    Process: 1403 ExecStart=/usr/lib/minissdpd/minissdpd-systemd-wrapper
${MiniSSDPd_INTERFACE_ADDRESS} $MiniSSDPd_OTHER_OPTIONS (code=exited,
status=1/FAILURE)

déc. 14 09:54:38 europa minissdpd-systemd-wrapper[1403]: Error parsing address/mask
(or interface name) : eth0
déc. 14 09:54:38 europa minissdpd-systemd-wrapper[1403]: can't parse "eth0" as a
valid address or interface name
déc. 14 09:54:38 europa minissdpd-systemd-wrapper[1403]: Usage: /usr/sbin/minissdpd
[-d] [-6] [-s socket] [-p pidfile] [-t TTL] [-f device] -i <interface> [-i
<interface2>] ...
déc. 14 09:54:38 europa minissdpd-systemd-wrapper[1403]:   <interface> is either an
IPv4 address with mask such as
déc. 14 09:54:38 europa minissdpd-systemd-wrapper[1403]:
192.168.1.42/255.255.255.0, or an interface name such as eth0.
déc. 14 09:54:38 europa minissdpd-systemd-wrapper[1403]:   By default, socket will
be open as /var/run/minissdpd.sock
déc. 14 09:54:38 europa minissdpd-systemd-wrapper[1403]:   and pid written to file
/var/run/minissdpd.pid
déc. 14 09:54:38 europa systemd[1]: minissdpd.service: Control process exited,
code=exited, status=1/FAILURE
déc. 14 09:54:38 europa systemd[1]: minissdpd.service: Failed with result 'exit-
code'.
déc. 14 09:54:38 europa systemd[1]: Failed to start keep memory of all UPnP devices
that announced themselves.

```

- **A** active
- **B** inactive
- **C** failed

## Exercice

Que pouvons nous déduire de la ligne, au format Syslog, suivante ?

```
Dec 14 15:54:38 europa dbus-daemon[762]: [system] Successfully activated service
'org.freedesktop.nm_dispatcher'
```

- **A** La machine se nomme `dbus-daemon`
- **B** Le log date du 14 décembre
- **C** Le service ayant produit le log est `system`
- **D** Le PID du service est 762

## Exercice

Voici le résultat d'une commande. Combien est-ce qu'il y a de disques et de partitions ?

```
$ sudo fdisk -l
Disk /dev/vda: 9.3 GiB, 10000000000 bytes, 19531250 sectors
Units: sectors of 1 * 512 = 512 bytes
Sector size (logical/physical): 512 bytes / 512 bytes
I/O size (minimum/optimal): 512 bytes / 512 bytes
Disklabel type: gpt
Disk identifier: 041DD09F-F16E-1546-9C36-8FDB06DB31EA

```

```
Device      Start      End  Sectors  Size Type
/dev/vda1  262144 19529202 19267059  9.2G Linux filesystem
/dev/vda14   2048     8191     6144    3M BIOS boot
/dev/vda15   8192   262143   253952  124M EFI System

Partition table entries are not in disk order.
```

**A** Trois disques de une partition

**B** Un disque de trois partitions

**C** Un disque de une partition

**D** Un disque de 15 partitions

# Solutions des exercices

## Solution n°1

[exercice p. 6]

On utilise la commande `free -h` pour avoir une mesure de l'utilisation mémoire, par exemple ici sur un ordinateur avec quelques programmes ouverts.

```
               total        used        free      shared  buff/cache   available
Mem:           7,7Gi       2,1Gi       4,3Gi       397Mi       1,3Gi       4,9Gi
Swap:          3,7Gi       0,0Ki       3,7Gi

```

On ouvre ensuite un navigateur web Firefox avec 20 onglets.

```
               total        used        free      shared  buff/cache   available
Mem:           7,7Gi       3,4Gi       2,5Gi       559Mi       1,7Gi       3,5Gi
Swap:          3,7Gi       0,0Ki       3,7Gi

```

On constate une utilisation de 1,3 Gio supplémentaires. De plus le navigateur semble provoquer l'utilisation d'un peu de `cache` ou de `buffers` car la valeur est passée de 1,3 à 1,7 Gio (c'est normal pour ce type d'application qui utilise le réseau). Au total, la mémoire réellement disponible est passée de 4,9 à 3,5 Gio, soit 1,4 Gio entièrement monopolisés par le navigateur.

## Solution n°2

[exercice p. 10]

On peut utiliser la commande du sur le dossier `/var` avec la commande `sort` pour faire un tri.

```
$ sudo du -sh /var/* | sort -h
0  /var/lock
0  /var/run
4,0K  /var/local
4,0K  /var/opt
8,0K  /var/www
1,1M  /var/mail
2,2M  /var/spool
15M  /var/backups
26M  /var/tmp
205M  /var/cache
804M  /var/lib
1,5G  /var/log
```

On voit ici que le dossier `/var/log` est assez important par rapport aux autres. On peut continuer dans son arborescence.

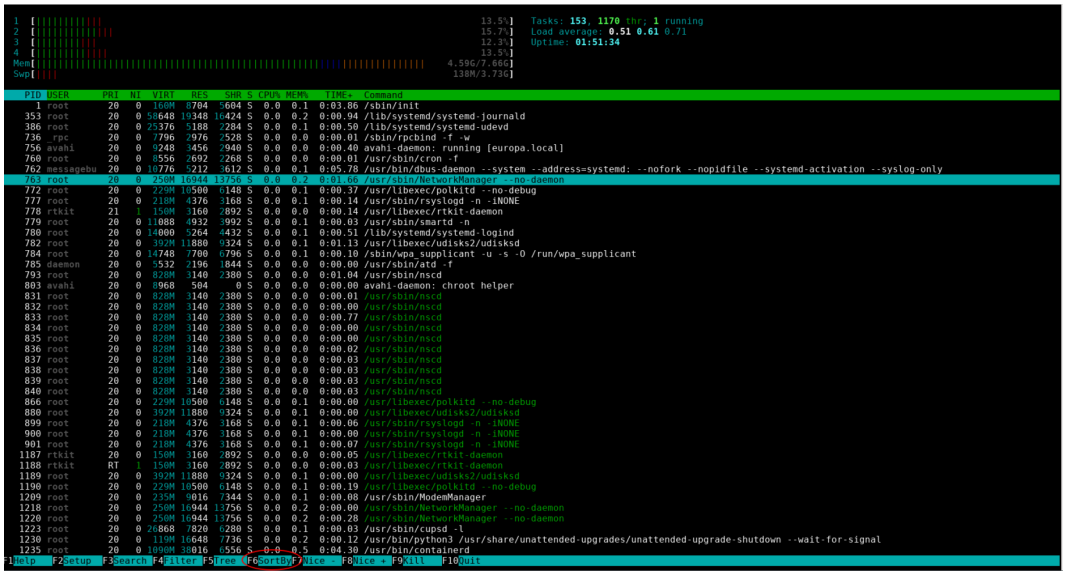
```
$ sudo du -sh /var/log/* | sort -h
[...]
1,1M  /var/log/wtmp.1
1,4M  /var/log/daemon.log
1,6M  /var/log/syslog.1
1,9M  /var/log/kern.log.1
2,1M  /var/log/messages.1
5,7M  /var/log/daemon.log.1
12M  /var/log/boot.log
15M  /var/log/installer
1,4G  /var/log/journal
```

Le dossier `journal` occupe à lui seul presque tout l'espace utilisé du dossier. À partir de là, il faudra investiguer pour savoir ce que contient ce dossier et si il est possible de faire de la place.

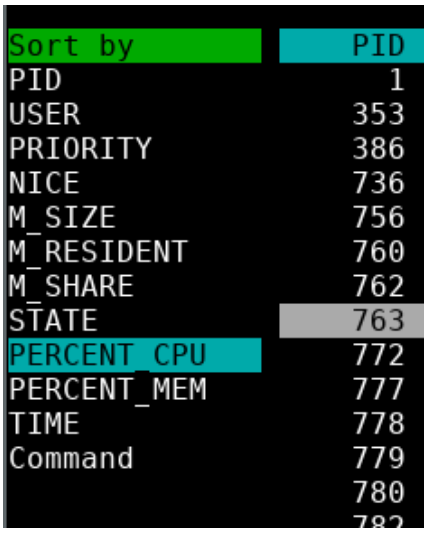
# Solution n°3

[exercice p. 15]

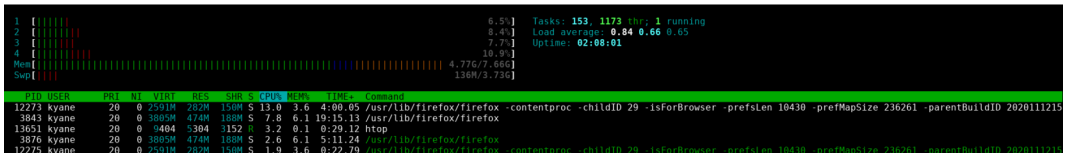
Dans l'interface de `htop`, on voit que la touche F6 permet d'ouvrir le menu pour trier les processus.



Un menu s'ouvre sur le côté et l'on peut choisir notre critère de tri, ici le pourcentage d'utilisation CPU.




On peut constater, dans ce cas précis, que le processus le plus gourmand en CPU est Firefox.

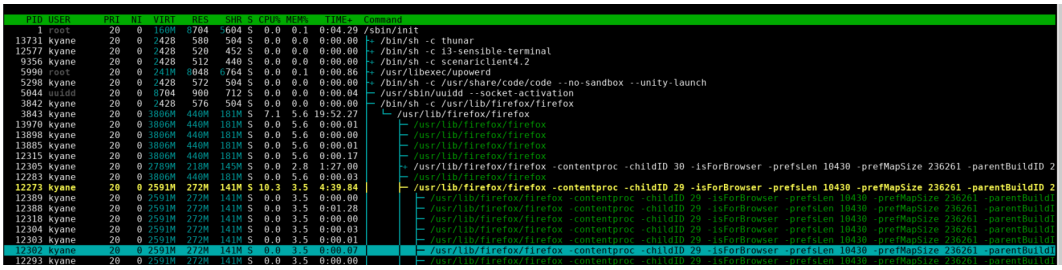


# Solution n°4

[exercice p. 15]

`htop` permet d'afficher les processus sous la forme d'un arbre en appuyant sur la touche F5.

Dans cet affichage on peut repérer le parent de chaque processus. Pour plus de lisibilité il est possible de marquer un processus d'une couleur jaune (pour mieux le repérer) en appuyant sur la touche Espace, et de réduire l'arborescence des processus qui ne nous intéressent pas à l'aide de la touche F6.




Sur cette vue, on voit que notre processus a pour parent un processus `/usr/lib/firefox/firefox`, qui a lui même pour parent `/bin/sh -c usr/lib/firefox/firefox`, qui a pour parent le premier processus `/sbin/init`.

## Solution n°5

[exercice p. 21]

On peut obtenir la description du service grâce à `systemctl`.

```
$ systemctl status cron
● cron.service - Regular background program processing daemon
```

Il s'agit d'un service, très connu sous Linux, qui permet d'exécuter des tâches à intervalles réguliers sur la machine.

## Solution n°6

[exercice p. 21]

Toujours dans le retour de la commande `systemctl status`, on peut voir que le service est `active` et `enabled` ce qui signifie qu'il est en cours de fonctionnement et est lancé au démarrage de l'ordinateur.

```
$ systemctl status cron
● cron.service - Regular background program processing daemon
     Loaded: loaded (/lib/systemd/system/cron.service; enabled; vendor preset:
enabled)
     Active: active (running) since Mon 2020-12-14 09:54:20 CET; 5h 19min ago

```

## Solution n°7

[exercice p. 25]

On utilise plutôt la commande `journalctl` lorsqu'il s'agit d'un service précis et sur lequel on souhaite appliquer des filtres ?

```
journalctl --since "2 days ago" -u NetworkManager -f
```

L'option `--since` permet de filtrer sur les 2 derniers jours, l'option `-u` permet de spécifier un service en particulier et l'option `-f` l'affichage continu des logs.

## Solution n°8

[exercice p. 26]

**Exercice**

À quel endroit le système d'exploitation peut stocker une information en cache, pour y accéder plus rapidement ?

- **A** Dans la mémoire vive (RAM)
- **B** Sur le disque

**C** Dans un *buffer*

**D** Sur un service `systemd`

Pour stocker une information (par exemple un fichier qui est souvent lu) en cache, le système d'exploitation utilise la mémoire vive, qui offre de meilleures performances que le disque.

**Exercice**

Une partition est :

**A** Un bout de fichier stocké sur le disque

**B** Le buffer utilisé par le système d'exploitation avant de jouer les sons sur le haut-parleur

**C** Une partie de disque physique utilisée par le système d'exploitation

**Exercice**

Combien d'octets représente 1 Mo

**A** 1 000 000

**B** 1 048 576

**C** 1000

**D** 1024

Nous avons :

- 1 Mo = 1 000 000 octets
- 1 Mio = 1 048 576 octets
- 1 ko = 1000 octets
- 1 kio = 1024 octets

## Solution n°9

[exercice p. 26]

**Exercice**

Comment obtenir un aperçu de la mémoire vive utilisée sur la machine

**A** Avec la commande `free`.

- **B** Avec la commande `memory`.
- **C** Avec la commande `usage`.
- **D** Avec la commande `htop`.

**Exercice**

Comment redémarrer le service nommé `rsyslog` ?

- **A** `rsyslog restart`
- **B** `service rsyslog restart`
- **C** `systemctl rsyslog restart`
- **D** `service restart rsyslog`
- **E** `systemctl restart rsyslog`

**Exercice**

Comment obtenir une liste des processus en exécution sur la machine ?

- **A** Avec la commande `htop`
- **B** En faisant `ls /proc`
- **C** Avec la commande `ps`
- **D** Avec la commande `proc`

## Solution n°10

[exercice p. 27]

**Exercice**

Dans quel état se trouve le service suivant ?

```
1 $ systemctl status minissdpd.service
2 ● minissdpd.service - keep memory of all UPnP devices that announced themselves
3      Loaded: loaded (/lib/systemd/system/minissdpd.service; enabled; vendor preset:
  enabled)
4      Active: failed (Result: exit-code) since Mon 2020-12-14 09:54:38 CET; 7h ago
5        Docs: man:minissdpd(1)
6     Process: 1385 ExecCondition=/usr/lib/minissdpd/minissdpd-systemd-wrapper -t
  ${MiniSSDPd_INTERFACE_ADDRESS} (code=exited, status=0/SUCCESS)
7     Process: 1403 ExecStart=/usr/lib/minissdpd/minissdpd-systemd-wrapper
  ${MiniSSDPd_INTERFACE_ADDRESS} $MiniSSDPd_OTHER_OPTIONS (code=exited,
  status=1/FAILURE)
8
```

```
déc. 14 09:54:38 europa minissdpd-systemd-wrapper[1403]: Error parsing address/mask (or interface name) : eth0
déc. 14 09:54:38 europa minissdpd-systemd-wrapper[1403]: can't parse "eth0" as a valid address or interface name
déc. 14 09:54:38 europa minissdpd-systemd-wrapper[1403]: Usage: /usr/sbin/minissdpd [-d] [-6] [-s socket] [-p pidfile] [-t TTL] [-f device] -i <interface> [-i <interface2>] ...
déc. 14 09:54:38 europa minissdpd-systemd-wrapper[1403]:   <interface> is either an IPv4 address with mask such as
déc. 14 09:54:38 europa minissdpd-systemd-wrapper[1403]: 192.168.1.42/255.255.255.0, or an interface name such as eth0.
déc. 14 09:54:38 europa minissdpd-systemd-wrapper[1403]:   By default, socket will be open as /var/run/minissdpd.sock
déc. 14 09:54:38 europa minissdpd-systemd-wrapper[1403]:   and pid written to file /var/run/minissdpd.pid
déc. 14 09:54:38 europa systemd[1]: minissdpd.service: Control process exited, code=exited, status=1/FAILURE
déc. 14 09:54:38 europa systemd[1]: minissdpd.service: Failed with result 'exit-code'.
déc. 14 09:54:38 europa systemd[1]: Failed to start keep memory of all UPnP devices that announced themselves.

```

**A** active

**B** inactive

**C** failed

**Exercice**

Que pouvons nous déduire de la ligne, au format Syslog, suivante ?

```
Dec 14 15:54:38 europa dbus-daemon[762]: [system] Successfully activated service 'org.freedesktop.nm_dispatcher'
```

**A** La machine se nomme `dbus-daemon`

**B** Le log date du 14 décembre

**C** Le service ayant produit le log est `system`

**D** Le PID du service est 762

**Exercice**

Voici le résultat d'une commande. Combien est-ce qu'il y a de disques et de partitions ?

```
$ sudo fdisk -l
Disk /dev/vda: 9.3 GiB, 10000000000 bytes, 19531250 sectors
Units: sectors of 1 * 512 = 512 bytes
Sector size (logical/physical): 512 bytes / 512 bytes
I/O size (minimum/optimal): 512 bytes / 512 bytes
Disklabel type: gpt
Disk identifier: 041DD09F-F16E-1546-9C36-8FDB06DB31EA

Device      Start      End  Sectors  Size Type
/dev/vda1  262144 19529202 19267059  9.2G Linux filesystem
/dev/vda14   2048     8191     6144    3M BIOS boot
/dev/vda15   8192   262143   253952  124M EFI System
```

```
13
14 Partition table entries are not in disk order.
```

**A** Trois disques de une partition

**B** Un disque de trois partitions

**C** Un disque de une partition

**D** Un disque de 15 partitions

# Crédits des ressources

**Schéma d'une architecture Von Neumann** p. 39
*Attribution - Partage dans les Mêmes Conditions - Schéma original Kapooht, traduction Quentin Duchemin*

**Ordinateur portable ouvert** p. 40
*Attribution - Quentin Duchemin*

# Contenus annexes

## 1. Architecture Von Neumann

### Objectif

- Connaître le modèle conceptuel à l'origine du fonctionnement des ordinateurs modernes.

### Mise en situation

Tous les ordinateurs partagent un modèle de conception similaire, hérité de l'**architecture de Von Neumann**. Cette architecture repose en premier lieu sur une unité de calcul et de contrôle qui est capable de manipuler l'information. On peut voir cela comme le bureau où on réalise tous les opérations. L'unité de calcul ne traite qu'une petite quantité d'information à la fois, et seulement des nombres binaires, mais il fait cela très rapidement.

Ensuite, l'ordinateur est doté d'une mémoire vive qui permet de stocker une plus grosse quantité d'informations. C'est là que l'ordinateur dépose les résultats des calculs une fois effectués et où il prend les nouvelles données à traiter. On peut voir cela comme une armoire avec des casiers où l'on range les données.

Enfin, il y a les périphériques qui permettent d'interagir avec le monde.

### Architecture de Von Neumann

Cette architecture est un modèle conceptuel décrivant le fonctionnement d'un ordinateur. Elle est utilisée par la quasi-totalité des ordinateurs.

Ce modèle se compose de quatre parties :

- L'unité arithmétique et logique (UAL ou ALU en anglais),
- L'unité de contrôle,
- La mémoire,
- Les entrées/sorties.

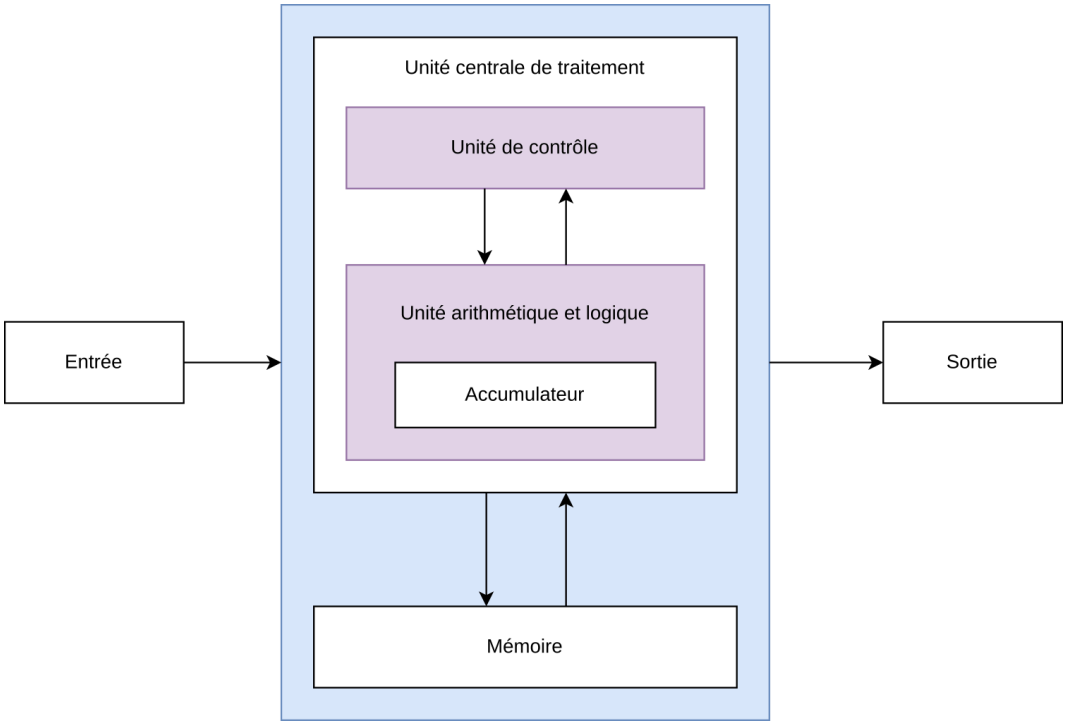



*Schéma d'une architecture Von Neumann*

## L'unité arithmétique et logique

Ce composant est chargé de réaliser toutes les opérations de base : les opérations arithmétiques sur les nombres (addition, multiplication, etc.) et des opérations binaires (OR, AND, etc.).

### Masques logiques

⊕ Complément

Les masques logiques diffèrent de l'arithmétique sur les nombres. Ces masques travaillent sur la représentation binaire des données, et effectuent des opérations bit à bit. Une explication plus complète est disponible ici : https://fr.wikibooks.org/wiki/Les_op%C3%A9rations_bit_%C3%A0_bit/Les_masques.

## L'unité de contrôle

Ce composant est chargé d'ordonnancer les instructions et d'envoyer tous les calculs à effectuer à l'unité arithmétique et logique.

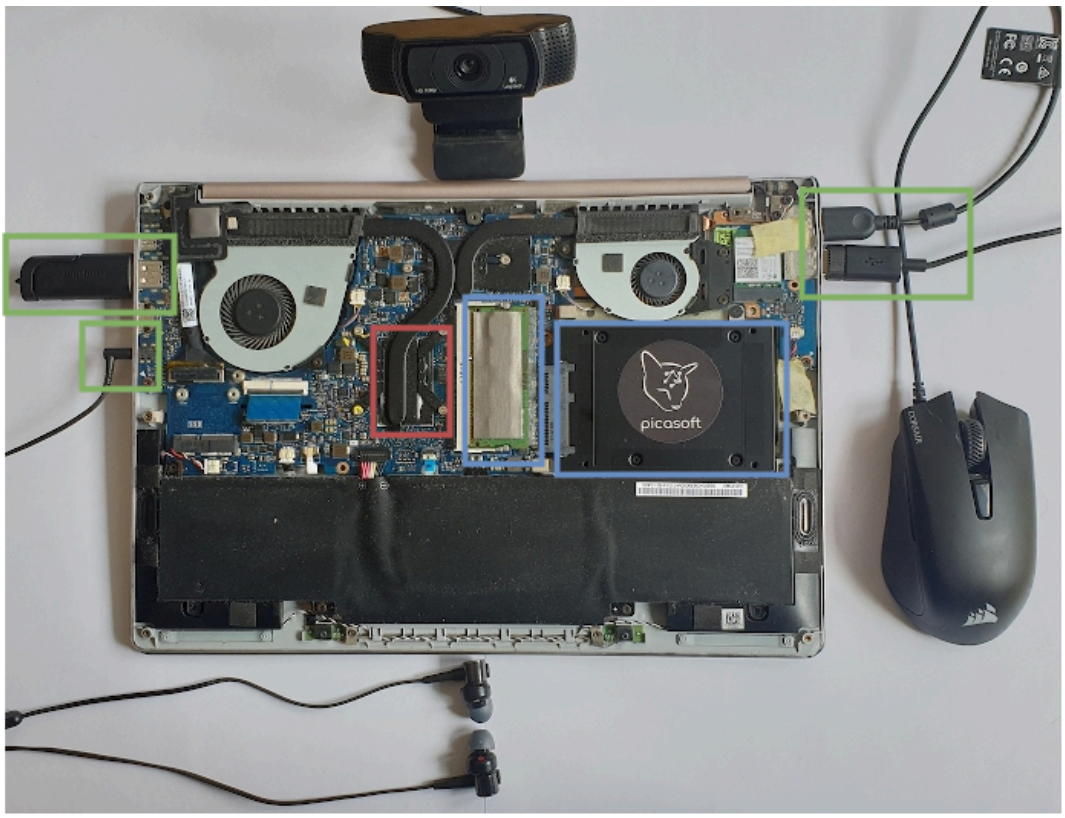
## La mémoire

Cette mémoire stocke à la fois les instructions et les données. D'un côté, elle sera utilisée par l'unité de contrôle pour stocker les séquences d'instructions. De l'autre, elle sera utilisé par l'ALU pour stocker les données d'entrée d'un calcul et le résultat.

## Entrées/Sorties

Il s'agit de toutes les interfaces permettant d'interagir avec l'ordinateur. Classiquement un clavier peut être vu comme une entrée et un écran comme une sortie.

Exemple




*Ordinateur portable ouvert*

Sur cette image d'un ordinateur portable moderne, on observe bien l'architecture Von Neumann :

- En rouge, l'unité de contrôle et l'ALU, dont l'ensemble forme un processeur,
- En bleu, la mémoire (ici, RAM et SSD),
- En vert, les périphériques (ici, USB et JACK).

L'écran et la clavier intégrés à l'ordinateur portable sont aussi des périphériques.

## Processeurs et Architecture de Von Neumann

Les processeurs modernes (aussi appelé CPU, pour *Central Processing Unit*) regroupent l'unité de contrôle et l'ALU. Beaucoup de processeurs ont de multiples **cœurs**, c'est à dire plusieurs ALU.

### En quoi est-il différent d'autres modèles ?

Complément

Une autre architecture très connue (mais moins répandue) existe : l'architecture Harvard. Elle se différencie de l'architecture de Von Neumann notamment par une séparation de la mémoire des instructions exécutée par la machine et de la mémoire de données.

### À retenir

- Les ordinateurs modernes utilisent l'architecture dite de Von Neumann.
- L'architecture Von Neumann se compose en quatre parties : ALU, unité de contrôle, mémoire et entrées/sorties.
- Avec les avancées technologiques récentes (processeurs multi-cœurs, etc.), ce modèle perdure tout en évoluant.

## 2. Mémoire vive et mémoire secondaire

### Objectifs

- Connaître la différence entre mémoire vive et mémoire secondaire ;
- Découvrir la notion de *swap*.

### Mise en situation

La mémoire secondaire est la mémoire de stockage de l'ordinateur. Elle conserve les données même si l'ordinateur est éteint. C'est par exemple le cas d'un disque dur.

La mémoire vive est la mémoire de travail de l'ordinateur. Pour exécuter un programme l'ordinateur doit copier les données depuis une mémoire de stockage vers la mémoire vive.

Le développeur doit comprendre ce principe d'architecture. En effet, les copies entre les mémoires de stockage et la mémoire vive sont des actions très lentes, chaque fois qu'on en fait, on ralentit le programme. Pour une application web cela peut vite devenir un goulot d'étranglement. À l'inverse la mémoire vive est souvent assez limitée en volume, il n'est donc pas possible de remonter trop d'information à la fois dans la mémoire de travail.

**Mémoire vive** Az Définition

La mémoire vive (ou RAM, pour *Random Access Memory*) est caractérisée par sa volatilité : les données s'effacent lors de l'extinction du système.

Elle contient les données des processus qui s'exécutent sur l'ordinateur et est constamment sollicitée par le processeur pour traiter ces données.

**Mémoire secondaire** Az Définition

La mémoire secondaire est caractérisée par sa non-volatilité : les données sont conservées même lorsque le système est éteint.

Elle est moins sollicitée pas le CPU et contient les fichiers et données des programmes qui ne sont pas utilisés.

### Types de mémoire secondaire

Il existe plusieurs types de mémoire secondaire classées selon la possibilité de les modifier, comme par exemple :

- ROM (pour *Read-Only Memory*) : ce type de mémoire n'est pas effaçable et est utilisé, par exemple, pour stocker les instructions de démarrage d'un ordinateur. Les données stockées sont enregistrées par le constructeur et ne pourront pas être altérées.

- EEPROM (pour *Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*) : ce type est le plus répandu - c'est celui des clés USB, des cartes SD, etc. La suppression et la modification des données est possible.

**Stockage de la mémoire secondaire** — Exemple

Les **disques durs** sont des exemples de mémoire secondaire.

Deux grandes familles se distinguent : les disques durs utilisant des variantes d'EEPROM - les **SDD** - et les disques durs à disques - appelés **HDD**.

On utilise improprement le nom de disque dur, même si seul ce deuxième type de disque historique correspond à cette appellation.

**Dépassement de pile** — Attention

La mémoire vive étant limitée en taille, il peut arriver que des programmes essaient de stocker plus de données que ne le permet la mémoire vive. Lorsque cela arrive, on parle de **dépassement de pile** (ou *stack overflow*).

En tant que développeur, il faut faire attention à l'utilisation de la mémoire vive pour éviter que les programme ne dysfonctionnent. Avant le dépassement de pile, il peut également arriver que la vitesse d'exécution soit fortement ralentie.

## La mémoire swap

Pour éviter le problème de dépassement de pile, certains systèmes d'exploitation placent des parties de la mémoire vive inutilisée sur la mémoire secondaire pour économiser la première.

Ce processus est appelé **échange** et on appelle **swap** la mémoire associée à ce procédé.

Si le processeur a besoin de données qui se trouvent dans le swap, un échange a de nouveau lieu. Cet échange est plus lent qu'un accès direct en RAM, mais en contrepartie de la mémoire vive aura pu être mieux utilisée.

**Mémoire virtuelle** — Définition

La mémoire swap est étroitement lié au concept de mémoire virtuelle[5]. La mémoire virtuelle est le regroupement de la mémoire vive et du swap.

**Comparaison des temps d'accès mémoire** — Remarque

La mémoire vive a un temps d'accès en mémoire bien plus rapide que la mémoire secondaire.

À titre informatif, voici quelques exemples dans le tableau ci dessous.

5. https://fr.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9moire_virtuelle

| Type d'accès mémoire | Temps en nano-secondes |
|---|---|
| Mémoire vive | 100 |
| Mémoire secondaire (HDD) | 10 000 000 |

### ramfs pour accélérer ses programmes

Complément

`ramfs` est un système de fichiers temporaire, sur Linux, placé sur la RAM.

Cette pratique est intéressante lorsque le développeur souhaite accéder à un petit nombre de fichiers avec rapidité d'accès très haute. Il faut absolument limiter la taille des fichiers pour éviter le dépassement de pile. Une telle pratique peut accélérer significativement certaines opérations.

## À retenir

- La mémoire vive est dédiée à des données peu nombreuses qui nécessitent un accès rapide.
- La mémoire secondaire est dédiée à des données potentiellement volumineuses qui ne nécessitent pas un accès immédiat.
- La mémoire vive est limitée en taille et certains mécanismes optimisent son utilisation et évitent des dépassements de pile.