

Sujet 101: Architecture système

Présenté par : Mohamed Belhassen
2019-2020

Sujet 101: Architecture système

- ▶ 101.1 Détermination et configuration des paramètres du matériel (**weight 2**)
- ▶ 101.2 Démarrage du système (**weight 3**)
- ▶ 101.3 Changement de niveaux d'exécution / des cibles de démarrage de **systemd** et arrêt ou redémarrage du système (**weight 3**)

Détermination et configuration des paramètres du matériel

- ▶ **Description:** Les candidats doivent être en mesure de **déterminer** et de **configurer** le matériel
- ▶ **Domaines de connaissance les plus importants :**
 - Activer et désactiver les périphériques intégrés.
 - Savoir différencier les types de périphériques de stockage de masse.
 - Déterminer les ressources matérielles des périphériques.
 - Outils et commandes permettant d'obtenir des informations sur les périphériques (par exemple lsusb, lspci, etc.).
 - Outils et commandes permettant de manipuler les périphériques USB.
 - Compréhension des concepts **sysfs**, **udev** et **dbus**.

Détermination et configuration des paramètres du matériel

- ▶ Liste partielle de termes, fichiers et utilitaires utilisés pour cet objectif :
 - /sys/
 - /proc/
 - /dev/
- ▶ modprobe
- ▶ lsmod
- ▶ lspci
- ▶ lsusb

Détermination et configuration des paramètres du matériel

Principaux composants de matériels

- ▶ Les ordinateurs de type PC sont constitués d'un ensemble de composants assurant plusieurs fonctions :
 - Le processeur (CPU)
 - Mémoires
 - Le BIOS (Basic Input/Output System)
 - Les bus
 - Les disques

Les bus

- ▶ Un PC utilise généralement plusieurs types de bus :
 - Le bus **ISA** (Industry Standard Architecture) permet de transférer à 8 Mo/s et a une fréquence de 8,33 MHz.
 - Le bus **PCI** (Peripheral Component Interconnect) est plus rapide. Il fonctionne à 33 Mhz en permettant des transferts jusqu'à 132 Mo/s en 32 bits.
 - Le bus **AGP** (Accelerated Graphical Port), de type PCI, est réservé aux cartes graphiques. Il peut fonctionner **à plus de 33 MHz**.

Allocation de ressources

- ▶ Un **système** informatique alloue des **ressources** aux différents **contrôleurs** de périphériques afin qu'ils puissent **communiquer** avec lui.
- ▶ Lorsqu'un périphérique **veut** communiquer avec le processeur, il envoie une **interruption**.
- ▶ Cette interruption déclenche l'exécution d'un **sous-programme** du **pilote** du périphérique qui va demander du temps CPU.
- ▶ Le CPU **interrompra** alors l'activité en cours pour exécuter les demandes du périphérique.
- ▶ Ces **interruptions** sont identifiées par un numéro, **l'IRQ** (Interrupt Request Number), qui varie de 0 à 15.

Allocation de ressources

- ▶ Les canaux **DMA** (Direct Memory Access) permettent à un contrôleur de périphérique de **transférer** les données **directement** à la mémoire sans passer par le CPU.
- ▶ Ces canaux **améliorent** la performance dans la mesure où ils permettent des **transferts rapides** parfois **simultanés** (par opposition aux transferts octet par octet transitant par le processeur).

Allocation de ressources

- ▶ Les adresses **d'entrées/sorties (I/O ports)** sont utilisées pour que le CPU puisse **communiquer** avec les périphériques en lecture ou écriture.
- ▶ Les **adresses** d'entrées/sorties sont souvent de **0x100** à **0x3ff**.

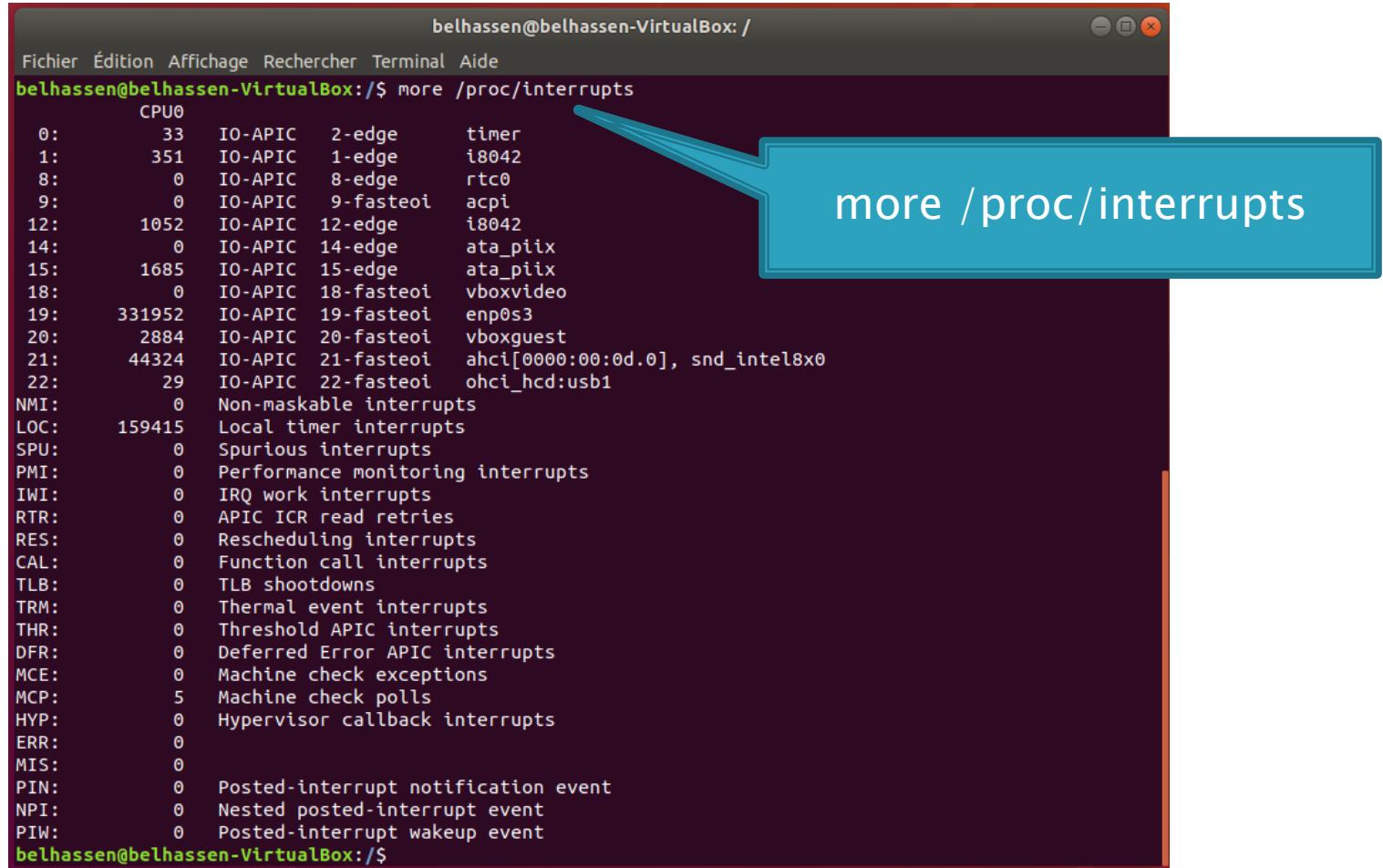
Le pseudo système de fichiers /proc

- ▶ /proc **réside** dans la **mémoire** système.
- ▶ Il **n'a pas** d'existence sur les disques.
- ▶ Il contient des fichiers qui fournissent des **informations** importantes sur l'état du système telles que les informations relatives aux **processus**, aux **paramètres du noyau** et aux **périphériques**.

Le pseudo système de fichiers /proc

- ▶ Le noyau **conserve les informations** relatives aux ressources allouées, à savoir les **interruptions reçues**, la liste des **canaux DMA** et les **entrées-sorties** en cours d'utilisation, respectivement dans les fichiers suivants :
 - **/proc/interrupts**
 - **/proc/dma**
 - **/proc/ioports**

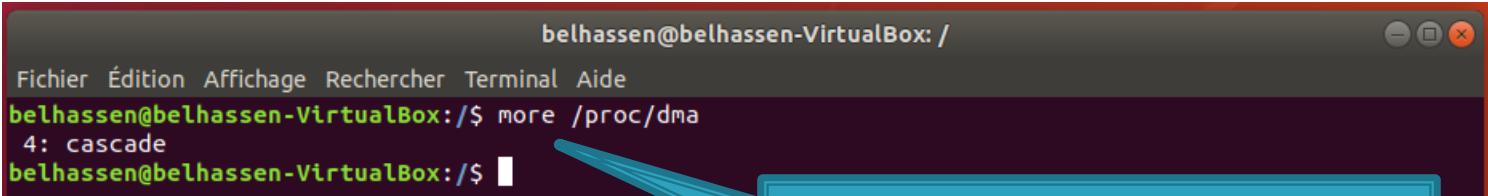
Le pseudo système de fichiers /proc



```
belhassen@belhassen-VirtualBox: /  
Fichier Édition Affichage Rechercher Terminal Aide  
belhassen@belhassen-VirtualBox:/$ more /proc/interrupts  
CPU0  
 0:      33  IO-APIC  2-edge    timer  
 1:     351  IO-APIC  1-edge    i8042  
 8:       0  IO-APIC  8-edge    rtc0  
 9:       0  IO-APIC  9-fasteoi  acpi  
12:    1052  IO-APIC 12-edge    i8042  
14:       0  IO-APIC 14-edge    ata_piix  
15:   1685  IO-APIC 15-edge    ata_piix  
18:       0  IO-APIC 18-fasteoi vboxvideo  
19: 331952  IO-APIC 19-fasteoi enp0s3  
20:   2884  IO-APIC 20-fasteoi vboxguest  
21: 44324  IO-APIC 21-fasteoi ahci[0000:00:0d.0], snd_intel8x0  
22:     29  IO-APIC 22-fasteoi ohci_hcd:usb1  
NMI:       0 Non-maskable interrupts  
LOC: 159415 Local timer interrupts  
SPU:       0 Spurious interrupts  
PMI:       0 Performance monitoring interrupts  
IWI:       0 IRQ work interrupts  
RTR:       0 APIC ICR read retries  
RES:       0 Rescheduling interrupts  
CAL:       0 Function call interrupts  
TLB:       0 TLB shootdowns  
TRM:       0 Thermal event interrupts  
THR:       0 Threshold APIC interrupts  
DFR:       0 Deferred Error APIC interrupts  
MCE:       0 Machine check exceptions  
MCP:       5 Machine check polls  
HYP:       0 Hypervisor callback interrupts  
ERR:       0  
MIS:       0  
PIN:       0 Posted-interrupt notification event  
NPI:       0 Nested posted-interrupt event  
PIW:       0 Posted-interrupt wakeup event  
belhassen@belhassen-VirtualBox:/$
```

more /proc/interrupts

Le pseudo système de fichiers /proc



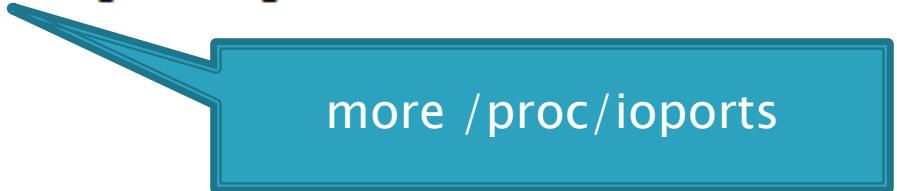
A screenshot of a Linux desktop environment showing a terminal window. The window title is "belhassen@belhassen-VirtualBox: /". The menu bar includes "Fichier", "Édition", "Affichage", "Rechercher", "Terminal", and "Aide". The terminal command history shows:
belhassen@belhassen-VirtualBox:\$ more /proc/dma
4: cascade
belhassen@belhassen-VirtualBox:\$

A large blue callout bubble points from the bottom right towards the terminal window, containing the text "more /proc/dma".

Le pseudo système de fichiers /proc

```
[maître@maestro maître]$ more /proc/ioports
```

```
0000-001f : dma1
0020-0021 : pic1
0040-005f : timer
0060-006f : keyboard
0070-0077 : rtc
0080-008f : dma page reg
00a0-00a1 : pic2
00c0-00df : dma2
00f0-00ff : fpu
0170-0177 : ide1
01f0-01f7 : ide0
```

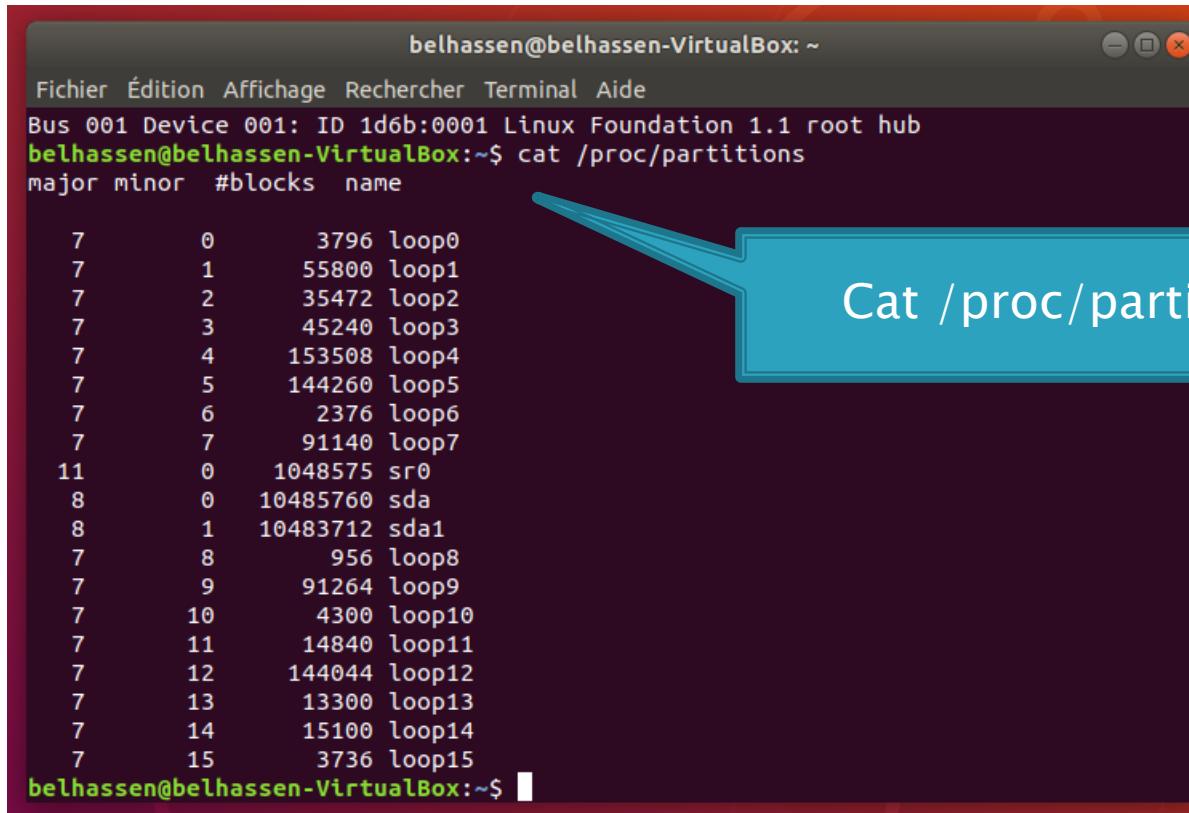


more /proc/ioports

Le pseudo système de fichiers /proc

- ▶ Contient des informations sur le système:
 - Partitions: [**/proc/partitions**](#)
 - Processeur: [**/proc/cpuinfo**](#)
 - Arguments passés au noyau Linux lors du boot:
[**/proc/cmdline**](#)
 - Les quantités de mémoire (physique ou swap) libres et utilisées: [**/proc/meminfo**](#)
 - Informations sur la pile TCP/IP: [**/proc/net**](#)

Le pseudo système de fichiers /proc



```
belhassen@belhassen-VirtualBox: ~
Fichier Édition Affichage Rechercher Terminal Aide
Bus 001 Device 001: ID 1d6b:0001 Linux Foundation 1.1 root hub
belhassen@belhassen-VirtualBox:~$ cat /proc/partitions
major minor #blocks name

    7        0      3796 loop0
    7        1     55800 loop1
    7        2     35472 loop2
    7        3     45240 loop3
    7        4    153508 loop4
    7        5    144260 loop5
    7        6      2376 loop6
    7        7     91140 loop7
   11        0    1048575 sr0
    8        0    10485760 sda
    8        1    10483712 sda1
    7        8       956 loop8
    7        9     91264 loop9
    7       10      4300 loop10
    7       11     14840 loop11
    7       12    144044 loop12
    7       13    13300 loop13
    7       14    15100 loop14
    7       15     3736 loop15
belhassen@belhassen-VirtualBox:~$
```

Cat /proc/partitions

Le pseudo système de fichiers /proc



A screenshot of a terminal window titled "belhassen@belhassen-VirtualBox: ~". The window shows the command "cat /proc/cpuinfo" being run, followed by a large amount of technical CPU information. A blue callout bubble points from the right towards the terminal window, containing the text "Cat /proc/cpuinfo".

```
belhassen@belhassen-VirtualBox:~$ cat /proc/cpuinfo
processor       : 0
vendor_id      : GenuineIntel
cpu family     : 6
model          : 94
model name     : Intel(R) Core(TM) i7-6700HQ CPU @ 2.60GHz
stepping        : 3
cpu MHz        : 2592.000
cache size     : 6144 KB
physical id    : 0
siblings        : 1
core id         : 0
cpu cores      : 1
apicid          : 0
initial apicid : 0
fpu             : yes
fpu_exception   : yes
cpuid level    : 22
wp              : yes
flags           : fpu vme de pse tsc msr pae mce sep mtrr pge mca cmov
pat pse36 clflush mmx fxsr sse sse2 syscall nx rdtscp lm constant_tsc rep_good n
opl xtopology nonstop_tsc cpuid pni pclmulqdq monitor ssse3 cx16 pcid sse4_1 sse
4_2 x2apic movbe popcnt aes xsave avx rdrand hypervisor lahf_lm abm 3dnowprefetc
h invpcid_single pti fsgsbase avx2 invpcid rdseed clflushopt
bugs            : cpu_meltdown spectre_v1 spectre_v2 spec_store_bypass
bogomips       : 5184.00
clflush size   : 64
cache_alignment : 64
address sizes   : 39 bits physical, 48 bits virtual
power management:
```

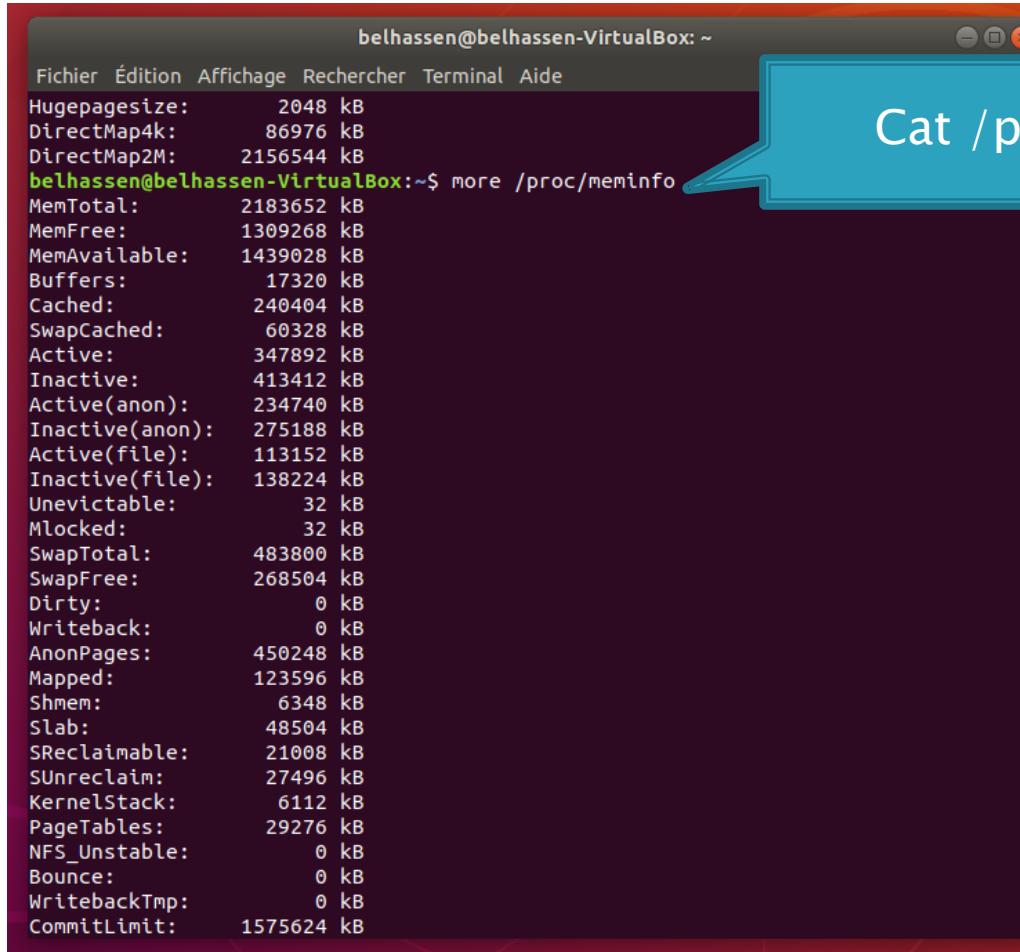
Le pseudo système de fichiers /proc

Cat /proc/cmdline



```
belhassen@belhassen-VirtualBox:~$ cat /proc/cmdline
BOOT_IMAGE=/boot/vmlinuz-4.15.0-29-generic root=UUID=67ffe5b7-c41e-4b4c-9fc9-d83
a7854240d ro quiet splash
belhassen@belhassen-VirtualBox:~$
```

Le pseudo système de fichiers /proc

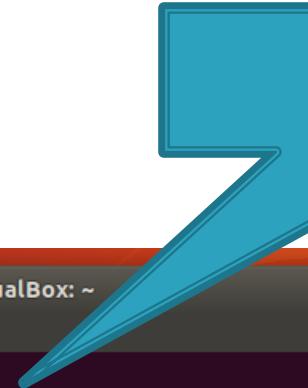


```
belhassen@belhassen-VirtualBox: ~
Fichier Édition Affichage Rechercher Terminal Aide
Hugepagesize:      2048 kB
DirectMap4k:       86976 kB
DirectMap2M:      2156544 kB
belhassen@belhassen-VirtualBox:~$ more /proc/meminfo
MemTotal:        2183652 kB
MemFree:         1309268 kB
MemAvailable:   1439028 kB
Buffers:          17320 kB
Cached:          240404 kB
SwapCached:     60328 kB
Active:          347892 kB
Inactive:        413412 kB
Active(anon):    234740 kB
Inactive(anon):  275188 kB
Active(file):    113152 kB
Inactive(file): 138224 kB
Unevictable:      32 kB
Mlocked:          32 kB
SwapTotal:       483800 kB
SwapFree:        268504 kB
Dirty:             0 kB
Writeback:        0 kB
AnonPages:       450248 kB
Mapped:          123596 kB
Shmem:            6348 kB
Slab:             48504 kB
SReclaimable:    21008 kB
SUnreclaim:      27496 kB
KernelStack:     6112 kB
PageTables:      29276 kB
NFS_Unstable:     0 kB
Bounce:            0 kB
WritebackTmp:     0 kB
CommitLimit:    1575624 kB
```

Cat /proc/meminfo

Le pseudo système de fichiers /proc

Cat /proc/net

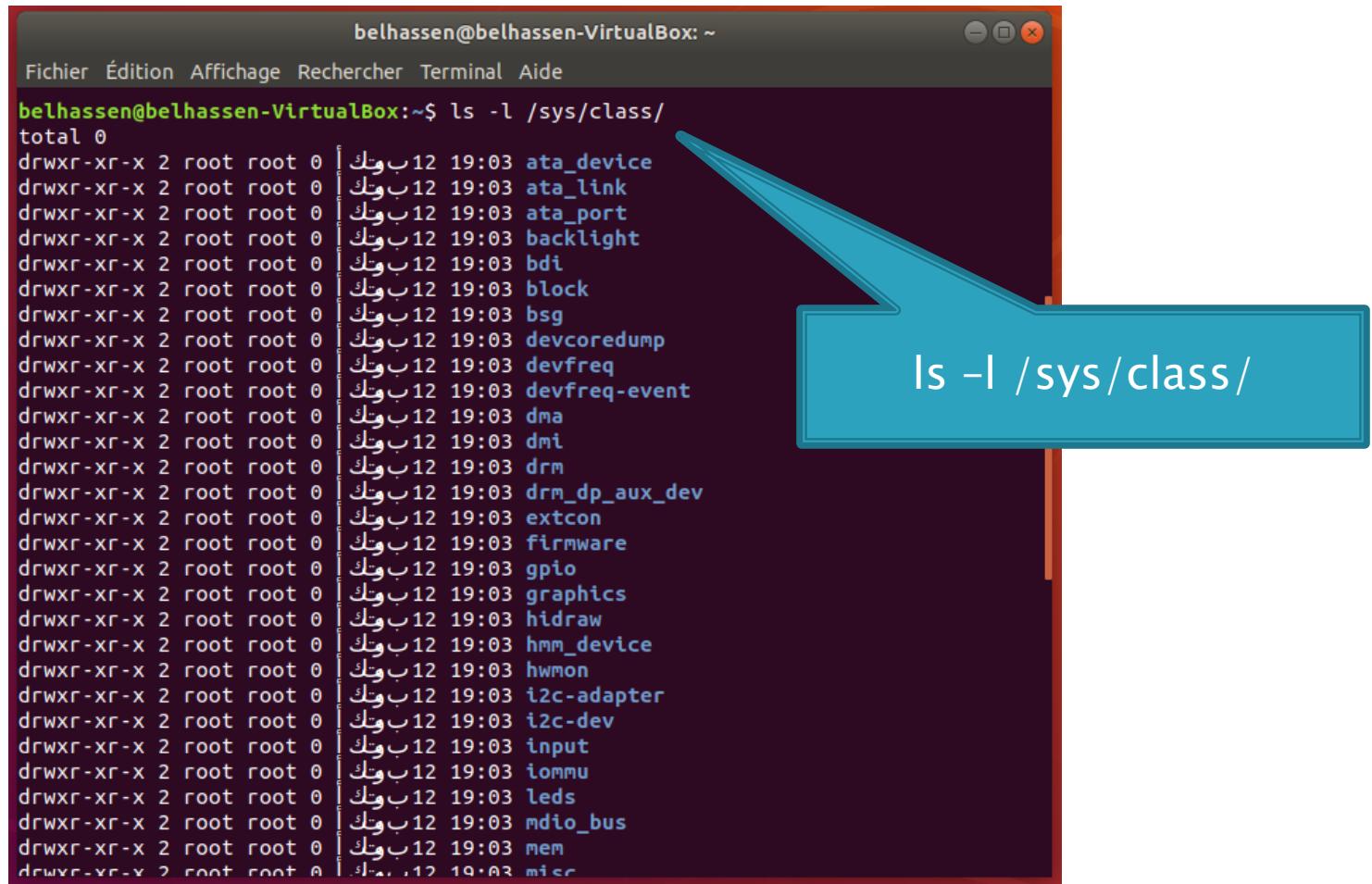


```
belhassen@belhassen-VirtualBox: ~
Fichier Édition Affichage Rechercher Terminal Aide
belhassen@belhassen-VirtualBox:~$ more /proc/net
*** /proc/net : répertoire ***
belhassen@belhassen-VirtualBox:~$
```

Le pseudo système de fichiers /sys ou sysfs

- ▶ Sysfs est un système de fichiers virtuel introduit par le noyau Linux 2.6
- ▶ Sysfs permet **d'exporter** depuis **l'espace noyau** vers **l'espace utilisateur** des **informations** sur les périphériques du système et leurs **pilotes**
- ▶ **/sys/class/**: montre les périphériques regroupés en classes
- ▶ **/sys/block/**: contient les périphériques de type bloc
- ▶ **/sys/bus/**: montre la manière dont chaque périphérique appartient aux différents bus

/sys/class/



```
belhassen@belhassen-VirtualBox:~$ ls -l /sys/class/
total 0
drwxr-xr-x 2 root root 0 | بـ 12 19:03 ata_device
drwxr-xr-x 2 root root 0 | بـ 12 19:03 ata_link
drwxr-xr-x 2 root root 0 | بـ 12 19:03 ata_port
drwxr-xr-x 2 root root 0 | بـ 12 19:03 backlight
drwxr-xr-x 2 root root 0 | بـ 12 19:03 bdi
drwxr-xr-x 2 root root 0 | بـ 12 19:03 block
drwxr-xr-x 2 root root 0 | بـ 12 19:03 bsg
drwxr-xr-x 2 root root 0 | بـ 12 19:03 devcoredump
drwxr-xr-x 2 root root 0 | بـ 12 19:03 devfreq
drwxr-xr-x 2 root root 0 | بـ 12 19:03 devfreq-event
drwxr-xr-x 2 root root 0 | بـ 12 19:03 dma
drwxr-xr-x 2 root root 0 | بـ 12 19:03 dmi
drwxr-xr-x 2 root root 0 | بـ 12 19:03 drm
drwxr-xr-x 2 root root 0 | بـ 12 19:03 drm_dp_aux_dev
drwxr-xr-x 2 root root 0 | بـ 12 19:03 extcon
drwxr-xr-x 2 root root 0 | بـ 12 19:03 firmware
drwxr-xr-x 2 root root 0 | بـ 12 19:03 gpio
drwxr-xr-x 2 root root 0 | بـ 12 19:03 graphics
drwxr-xr-x 2 root root 0 | بـ 12 19:03 hidraw
drwxr-xr-x 2 root root 0 | بـ 12 19:03 hmm_device
drwxr-xr-x 2 root root 0 | بـ 12 19:03 hwmon
drwxr-xr-x 2 root root 0 | بـ 12 19:03 i2c-adapter
drwxr-xr-x 2 root root 0 | بـ 12 19:03 i2c-dev
drwxr-xr-x 2 root root 0 | بـ 12 19:03 input
drwxr-xr-x 2 root root 0 | بـ 12 19:03 iommu
drwxr-xr-x 2 root root 0 | بـ 12 19:03 leds
drwxr-xr-x 2 root root 0 | بـ 12 19:03 mdio_bus
drwxr-xr-x 2 root root 0 | بـ 12 19:03 mem
drwxr-xr-x 2 root root 0 | بـ 12 19:03 misc
```

ls -l /sys/class/

/sys/block/

ls -l /sys/block/

Fichier Édition Affichage Rechercher Terminal Aide

```
belhassen@belhassen-VirtualBox:~$ ls -l /sys/block/
total 0
lrwxrwxrwx 1 root root 0 | بـونـك 12 19:11 loop0 -> ../devices/virtual/block/loop0
lrwxrwxrwx 1 root root 0 | بـونـك 12 19:11 loop1 -> ../devices/virtual/block/loop1
lrwxrwxrwx 1 root root 0 | بـونـك 12 19:11 loop10 -> ../devices/virtual/block/loop10
lrwxrwxrwx 1 root root 0 | بـونـك 12 19:11 loop11 -> ../devices/virtual/block/loop11
lrwxrwxrwx 1 root root 0 | بـونـك 12 19:11 loop12 -> ../devices/virtual/block/loop12
lrwxrwxrwx 1 root root 0 | بـونـك 12 19:11 loop13 -> ../devices/virtual/block/loop13
lrwxrwxrwx 1 root root 0 | بـونـك 12 19:11 loop14 -> ../devices/virtual/block/loop14
lrwxrwxrwx 1 root root 0 | بـونـك 12 19:11 loop15 -> ../devices/virtual/block/loop15
lrwxrwxrwx 1 root root 0 | بـونـك 12 19:11 loop16 -> ../devices/virtual/block/loop16
lrwxrwxrwx 1 root root 0 | بـونـك 12 19:11 loop2 -> ../devices/virtual/block/loop2
lrwxrwxrwx 1 root root 0 | بـونـك 12 19:11 loop3 -> ../devices/virtual/block/loop3
lrwxrwxrwx 1 root root 0 | بـونـك 12 19:11 loop4 -> ../devices/virtual/block/loop4
lrwxrwxrwx 1 root root 0 | بـونـك 12 19:11 loop5 -> ../devices/virtual/block/loop5
lrwxrwxrwx 1 root root 0 | بـونـك 12 19:11 loop6 -> ../devices/virtual/block/loop6
lrwxrwxrwx 1 root root 0 | بـونـك 12 19:11 loop7 -> ../devices/virtual/block/loop7
lrwxrwxrwx 1 root root 0 | بـونـك 12 19:11 loop8 -> ../devices/virtual/block/loop8
lrwxrwxrwx 1 root root 0 | بـونـك 12 19:11 loop9 -> ../devices/virtual/block/loop9
lrwxrwxrwx 1 root root 0 | بـونـك 12 19:11 sda -> ../devices/pci0000:00/0000:00:0d.0/ata3/host2/target2:0:0:2:0:0:0:block/sda
lrwxrwxrwx 1 root root 0 | بـونـك 12 19:11 sr0 -> ../devices/pci0000:00/0000:00:01.1/ata2/host1/target1:0:0:1:0:0:0:block/sr0
belhassen@belhassen-VirtualBox:~$
```

/sys/bus/

ls -l /sys/bus/

```
Fichier Édition Affichage Rechercher Terminal Aide  
belhassen@belhassen-VirtualBox:~$ ls -l /sys/bus/  
total 0  
drwxr-xr-x 4 root root 0 بـ 12 19:13 ac97  
drwxr-xr-x 4 root root 0 بـ 12 19:13 acpi  
drwxr-xr-x 4 root root 0 بـ 12 19:13 clockevents  
drwxr-xr-x 4 root root 0 بـ 12 19:13 clocksource  
drwxr-xr-x 4 root root 0 بـ 12 19:13 container  
drwxr-xr-x 4 root root 0 بـ 12 19:13 cpu  
drwxr-xr-x 4 root root 0 بـ 12 19:13 edac  
drwxr-xr-x 4 root root 0 بـ 12 19:13 event_source  
drwxr-xr-x 4 root root 0 بـ 12 19:13 gpio  
drwxr-xr-x 4 root root 0 بـ 12 19:13 hid  
drwxr-xr-x 4 root root 0 بـ 12 19:13 i2c  
drwxr-xr-x 4 root root 0 بـ 12 19:13 isa  
drwxr-xr-x 4 root root 0 بـ 12 19:13 machinecheck  
drwxr-xr-x 4 root root 0 بـ 12 19:13 mdio_bus  
drwxr-xr-x 4 root root 0 بـ 12 19:13 memory  
drwxr-xr-x 4 root root 0 بـ 12 19:13 mipi-dsi  
drwxr-xr-x 4 root root 0 بـ 12 19:13 mmc  
drwxr-xr-x 4 root root 0 بـ 12 19:13 nd  
drwxr-xr-x 4 root root 0 بـ 12 19:13 node  
drwxr-xr-x 4 root root 0 بـ 12 19:13 nvmem  
drwxr-xr-x 4 root root 0 بـ 12 19:13 parport  
drwxr-xr-x 5 root root 0 بـ 12 18:34 pci  
drwxr-xr-x 4 root root 0 بـ 12 19:13 pci-epf  
drwxr-xr-x 4 root root 0 بـ 12 19:13 pci_express  
drwxr-xr-x 4 root root 0 بـ 12 19:13 platform  
drwxr-xr-x 4 root root 0 بـ 12 19:13 pnp  
drwxr-xr-x 4 root root 0 بـ 12 19:13 rapidio
```

Le démon « udevd »

- ▶ Le démon **udevd** écoute les messages du noyau concernant les **changements** d'état du **périphérique**
- ▶ **udevd** utilise ces **informations**, ainsi que les informations sur le périphérique **fournies par le noyau** au travers du système de fichiers **/sys**, pour effectuer:
 - les opérations de **chargement** des **modules** de **pilotes de périphériques**, de chargement des **firmwares**
 - et de **création** des fichiers spéciaux de périphériques dans le répertoire **/dev**.

Les démons D-bus et Hald

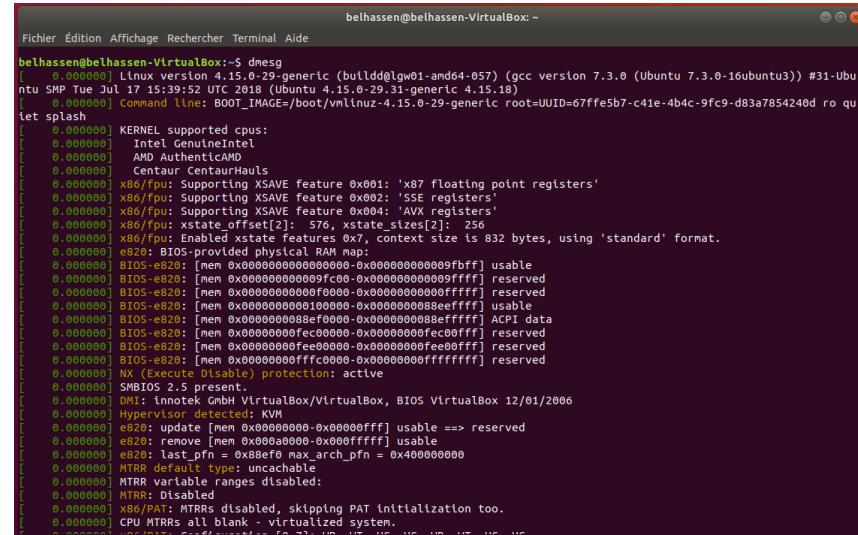
- ▶ **D-Bus**, système de **communication** inter-processus, utilise sysfs pour la **diffusion d'événements** système tels que « nouveau matériel ajouté » ou « file d'attente changée ».
- ▶ **Le démon hald** est connecté à D-Bus afin **d'offrir une API** que les applications peuvent utiliser pour **découvrir**, **surveiller** et **invoquer** des opérations sur les périphériques. Cette API constitue une couche d'abstraction matérielle (**Hardware Abstraction Layer** ou **HAL**).

Les cartes PCI

- ▶ Les cartes d'extension branchées sur les bus **AGP** ou **PCI** sont détectées par le système d'exploitation **au démarrage**.
- ▶ les conflits de ressources sont gérés quasi automatiquement.
- ▶ Ces **ressources** ainsi que d'autres **informations** sur ces périphériques peuvent être visualisées dans les systèmes de fichiers **/proc et /sys**, ou bien en utilisant les commandes **dmesg** et **lspci**

dmesg

- ▶ La liste des **ressources allouées** par le système d'exploitation au démarrage est conservée dans le fichier **/var/log/dmesg**
- ▶ La commande **dmesg** affiche le contenu de ce fichier, où sont stockés les **messages du noyau**.
- ▶ Elle permet également d'afficher les **ressources allouées** par le noyau.

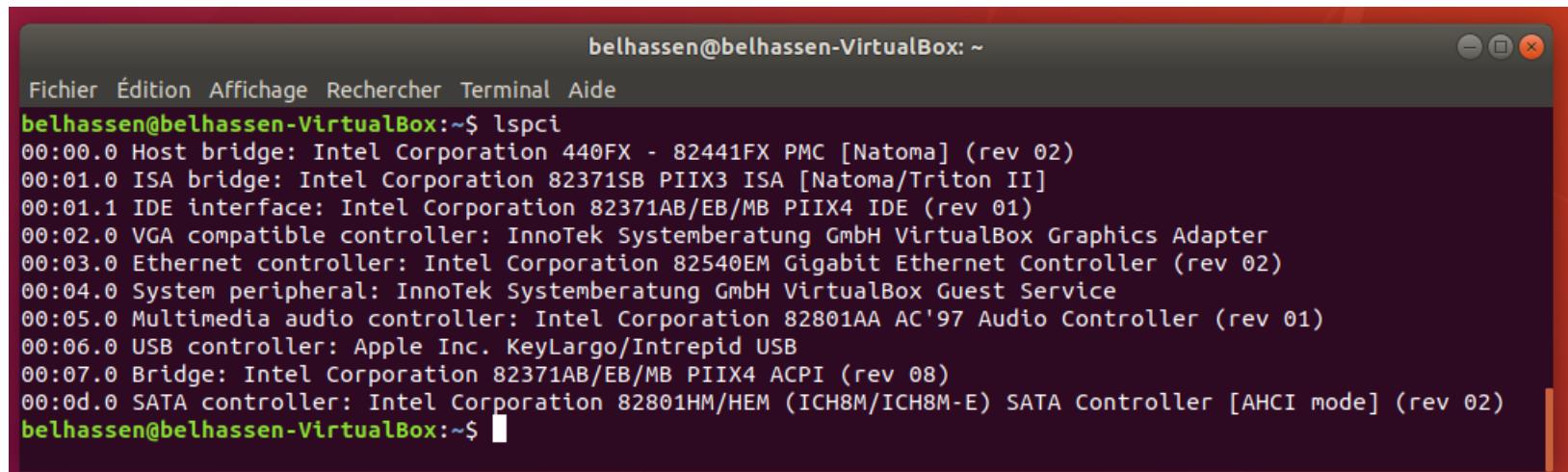


```
belhassen@belhassen-VirtualBox:~$ dmesg
[    0.000000] Linux version 4.15.0-29-generic (buildd@lgw01-amd64-057) (gcc version 7.3.0 (Ubuntu 7.3.0-16ubuntu3)) #31-Ubuntu SMP Tue Jul 17 15:39:52 UTC 2018 (Ubuntu 4.15.0-29.31-generic 4.15.18)
[    0.000000] Command line: BOOT_IMAGE=/boot/vmlinuz-4.15.0-29-generic root=UUID=67ffe5b7-c41e-4b4c-9fc9-d83a7854240d ro quiet splash
[    0.000000] KERNEL supported cpus:
[    0.000000]   Intel GenuineIntel
[    0.000000]   AMD AuthenticAMD
[    0.000000]   Centaur CentaurHauls
[    0.000000] x86/fpu: Supporting XSAVE feature 0x0001: 'x87 floating point registers'
[    0.000000] x86/fpu: Supporting XSAVE feature 0x0002: 'SSE registers'
[    0.000000] x86/fpu: Supporting XSAVE feature 0x0004: 'AVX registers'
[    0.000000] x86/fpu: xstate_offset[2]: 576, xstate_sizes[2]: 256
[    0.000000] x86/fpu: Enabled xstate features 0x7, context size is 832 bytes, using 'standard' format.
[    0.000000] e820: BIOS-provided physical RAM map:
[    0.000000] BIOS-e820: [mem 0x0000000000000000-0x000000000009ffff] usable
[    0.000000] BIOS-e820: [mem 0x0000000000000000-0x000000000009ffff] reserved
[    0.000000] BIOS-e820: [mem 0x0000000000000000-0x00000000000fffff] reserved
[    0.000000] BIOS-e820: [mem 0x0000000000000000-0x000000000088effffff] usable
[    0.000000] BIOS-e820: [mem 0x0000000000000000-0x000000000088effffff] ACPI data
[    0.000000] BIOS-e820: [mem 0x0000000000000000-0x000000000000ffff] reserved
[    0.000000] BIOS-e820: [mem 0x0000000000000000-0x000000000000ffff] reserved
[    0.000000] BIOS-e820: [mem 0x0000000000000000-0x000000000000ffff] reserved
[    0.000000] NX (Execute Disable) protection: active
[    0.000000] SMBIOS 2.5 present
[    0.000000] DMI: innoteck GmbH VirtualBox/VirtualBox, BIOS VirtualBox 12/01/2006
[    0.000000] Hypervisor detected: KVM
[    0.000000] e820: update [mem 0x0000000000-0x000000ffff] usable => reserved
[    0.000000] e820: remove [mem 0x0000a0000-0x0000ffff] usable
[    0.000000] e820: last_pfn = 0x88eff0 max_arch_pfn = 0x40000000
[    0.000000] MTRR default type: uncachable
[    0.000000] MTRR variable ranges disabled:
[    0.000000] MTRR: Disabled
[    0.000000] x86/PAT: MTTRs disabled, skipping PAT initialization too.
[    0.000000] CPU MTTRs all blank - virtualized system.
```

Ispci

- ▶ La commande Ispci, en examinant le contenu du fichier **/proc/bus/pci**, affiche un résumé synthétique des bus et cartes d'extension PCI détectés au démarrage par le système.
- ▶ On utilise en particulier les deux options:
 - **-v**, qui affiche les ressources allouées par le système à ces cartes (IRQ et adresse d'entrée/sortie),
 - et **-b** qui affiche les ressources allouées par le BIOS.

lspci



A screenshot of a terminal window titled "belhassen@belhassen-VirtualBox: ~". The window has a dark theme with white text. The menu bar includes "Fichier", "Édition", "Affichage", "Rechercher", "Terminal", and "Aide". The terminal prompt is "belhassen@belhassen-VirtualBox:~\$". The output of the "lspci" command is displayed, listing various hardware components:

```
belhassen@belhassen-VirtualBox:~$ lspci
00:00.0 Host bridge: Intel Corporation 440FX - 82441FX PMC [Natoma] (rev 02)
00:01.0 ISA bridge: Intel Corporation 82371SB PIIX3 ISA [Natoma/Triton II]
00:01.1 IDE interface: Intel Corporation 82371AB/EB/MB PIIX4 IDE (rev 01)
00:02.0 VGA compatible controller: InnoTek Systemberatung GmbH VirtualBox Graphics Adapter
00:03.0 Ethernet controller: Intel Corporation 82540EM Gigabit Ethernet Controller (rev 02)
00:04.0 System peripheral: InnoTek Systemberatung GmbH VirtualBox Guest Service
00:05.0 Multimedia audio controller: Intel Corporation 82801AA AC'97 Audio Controller (rev 01)
00:06.0 USB controller: Apple Inc. KeyLargo/Intrepid USB
00:07.0 Bridge: Intel Corporation 82371AB/EB/MB PIIX4 ACPI (rev 08)
00:0d.0 SATA controller: Intel Corporation 82801HM/HEM (ICH8M/ICH8M-E) SATA Controller [AHCI mode] (rev 02)
belhassen@belhassen-VirtualBox:~$
```

lspci -v (ressources alloués par le système)

```
belhassen@belhassen-VirtualBox: ~
Fichier Édition Affichage Rechercher Terminal Aide
belhassen@belhassen-VirtualBox:~$ lspci -v
00:00.0 Host bridge: Intel Corporation 440FX - 82441FX PMC [Natoma] (rev 02)
    Flags: fast devsel

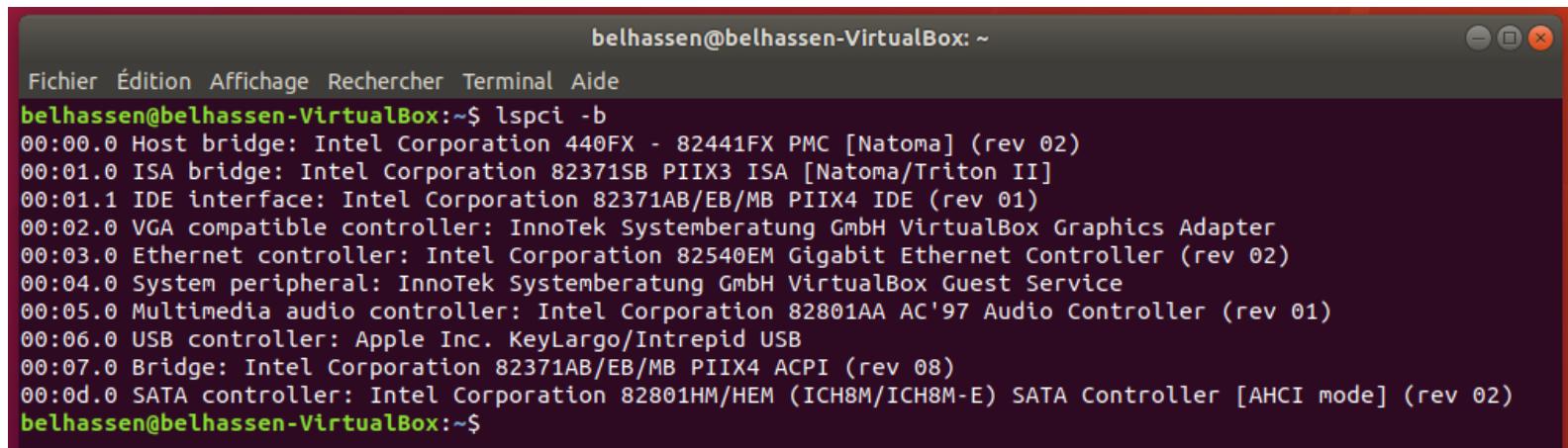
00:01.0 ISA bridge: Intel Corporation 82371SB PIIX3 ISA [Natoma/Triton II]
    Flags: bus master, medium devsel, latency 0

00:01.1 IDE interface: Intel Corporation 82371AB/EB/MB PIIX4 IDE (rev 01) (prog-if 8a [Master SecP PriP])
    Flags: bus master, fast devsel, latency 64
    [virtual] Memory at 000001f0 (32-bit, non-prefetchable) [size=8]
    [virtual] Memory at 000003f0 (type 3, non-prefetchable)
    [virtual] Memory at 00000170 (32-bit, non-prefetchable) [size=8]
    [virtual] Memory at 00000370 (type 3, non-prefetchable)
    I/O ports at d000 [size=16]
    Kernel driver in use: ata_piix
    Kernel modules: pata_acpi

00:02.0 VGA compatible controller: InnoTek Systemberatung GmbH VirtualBox Graphics Adapter (prog-if 00 [VGA controller])
    Flags: fast devsel, IRQ 18
    Memory at e0000000 (32-bit, prefetchable) [size=16M]
    [virtual] Expansion ROM at 000c0000 [disabled] [size=128K]
    Kernel driver in use: vboxvideo
    Kernel modules: vboxvideo

00:03.0 Ethernet controller: Intel Corporation 82540EM Gigabit Ethernet Controller (rev 02)
    Subsystem: Intel Corporation PRO/1000 MT Desktop Adapter
    Flags: bus master, 66MHz, medium devsel, latency 64, IRQ 19
    Memory at f0000000 (32-bit, non-prefetchable) [size=128K]
    I/O ports at d010 [size=8]
```

`lspci -b` (ressources alloués par le BIOS)



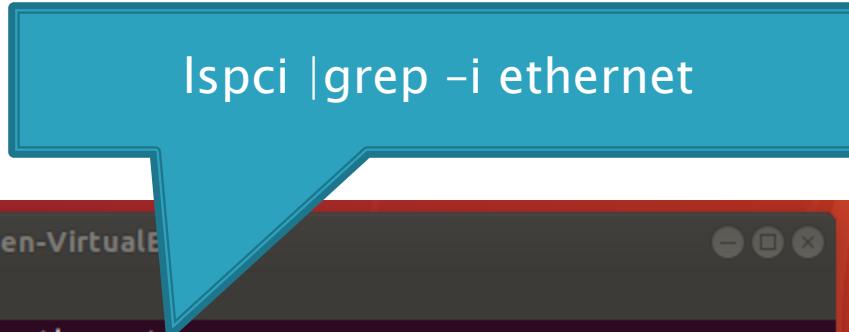
A screenshot of a terminal window titled "belhassen@belhassen-VirtualBox: ~". The window contains a menu bar with "Fichier", "Édition", "Affichage", "Rechercher", "Terminal", and "Aide". Below the menu is a command-line interface where the user has typed `lspci -b`. The output shows various PCI devices and their configurations:

```
Fichier Édition Affichage Rechercher Terminal Aide
belhassen@belhassen-VirtualBox:~$ lspci -b
00:00.0 Host bridge: Intel Corporation 440FX - 82441FX PMC [Natoma] (rev 02)
00:01.0 ISA bridge: Intel Corporation 82371SB PIIX3 ISA [Natoma/Triton II]
00:01.1 IDE interface: Intel Corporation 82371AB/EB/MB PIIX4 IDE (rev 01)
00:02.0 VGA compatible controller: InnoTek Systemberatung GmbH VirtualBox Graphics Adapter
00:03.0 Ethernet controller: Intel Corporation 82540EM Gigabit Ethernet Controller (rev 02)
00:04.0 System peripheral: InnoTek Systemberatung GmbH VirtualBox Guest Service
00:05.0 Multimedia audio controller: Intel Corporation 82801AA AC'97 Audio Controller (rev 01)
00:06.0 USB controller: Apple Inc. KeyLargo/Intrepid USB
00:07.0 Bridge: Intel Corporation 82371AB/EB/MB PIIX4 ACPI (rev 08)
00:0d.0 SATA controller: Intel Corporation 82801HM/HEM (ICH8M/ICH8M-E) SATA Controller [AHCI mode] (rev 02)
belhassen@belhassen-VirtualBox:~$
```

Lspci en pratique

- ▶ Dans l'exemple suivant, nous allons examiner les caractéristiques de la carte réseau attachée à notre machine.

`lspci |grep -i ethernet`



```
belhassen@belhassen-VirtualBox:~$ lspci | grep -i ethernet
00:03.0 Ethernet controller: Intel Corporation 82540EM Gigabit Ethernet Controller (rev 02)
belhassen@belhassen-VirtualBox:~$
```

Plus de détails

- ▶ On peut avoir plus d'informations sur ce périphérique, tels que le pilote associé et les ressources allouées.

`lspci -v -s 00:03.0`

Avec 00:03.0 l'identifiant affiché par `lspci`



```
belhassen@belhassen-Vir
Fichier Édition Affichage Rechercher Terminal Aide
belhassen@belhassen-VirtualBox:~$ lspci -v -s 00:03.0
00:03.0 Ethernet controller: Intel Corporation 82540EM Gigabit Ethernet Controller (rev 02)
    Subsystem: Intel Corporation PRO/1000 MT Desktop Adapter
    Flags: bus master, 66MHz, medium devsel, latency 64, IRQ 19
    Memory at f0000000 (32-bit, non-prefetchable) [size=128K]
    I/O ports at d010 [size=8]
    Capabilities: <access denied>
    Kernel driver in use: e1000
    Kernel modules: e1000

belhassen@belhassen-VirtualBox:~$
```

USB (Universal Serial Bus)



- ▶ Apparu en 1990,
- ▶ Conçu par un consortium réunissant différents constructeurs
- ▶ **Objectif :** Interconnecter en série de nombreux périphériques (caméras vidéo, systèmes audio, modems haute vitesse, disques , imprimantes, ...).
- ▶ Le standard présent sur tous les PC.
- ▶ L'USB est plug and play
- ▶ Connexions / déconnexions à chaud.
- ▶ Peut alimenter la plupart des périphériques qui lui sont raccordés.

Différents types d'USB



**USB
Connector**
for power
source.

2×Micro USB
for Android
phone & table
bluetooth
headphone,
power bank
and more.

Mini USB
for MP3/4
gopro
digital
cameras.

**8-Pin
Lightning**
for iPhone
7/7plus/
6s/6s plus/
6/6plus/SE/
5s/5c/5,
iPad Pro
Air mini &
more

USB Type-C
for Nexus 5x/
6p,Nokia N1
Tablet,One
plus 3/2 LG
G5 Letv
andmore

lsusb : les périphériques attachés au bus USB

```
belhassen@belhassen-VirtualBox: ~
```

```
Fichier Édition Affichage Rechercher Terminal Aide
```

```
belhassen@belhassen-VirtualBox:~$ lsusb
Bus 001 Device 002: ID 80ee:0021 VirtualBox USB Tablet
Bus 001 Device 001: ID 1d6b:0001 Linux Foundation 1.1 root hub
belhassen@belhassen-VirtualBox:~$ █
```

Les contrôleurs USB

- ▶ Les **contrôleurs** USB sont **intégrés** à la carte mère.
- ▶ Ils peuvent être **compatibles** avec les types suivants :
 - **OHCI** (Open Host Controller Interface) de **Compaq** (USB 1) ;
 - **UHCI** (Universal Host Controller Interface) **d'Intel** (USB 1) ;
 - **EHCI** pour la **version 2** de la norme USB.

Démarrage du système

Démarrage du système

▶ **Description :**

Les candidats doivent être capable de comprendre les phases d'amorçage d'un système Linux.

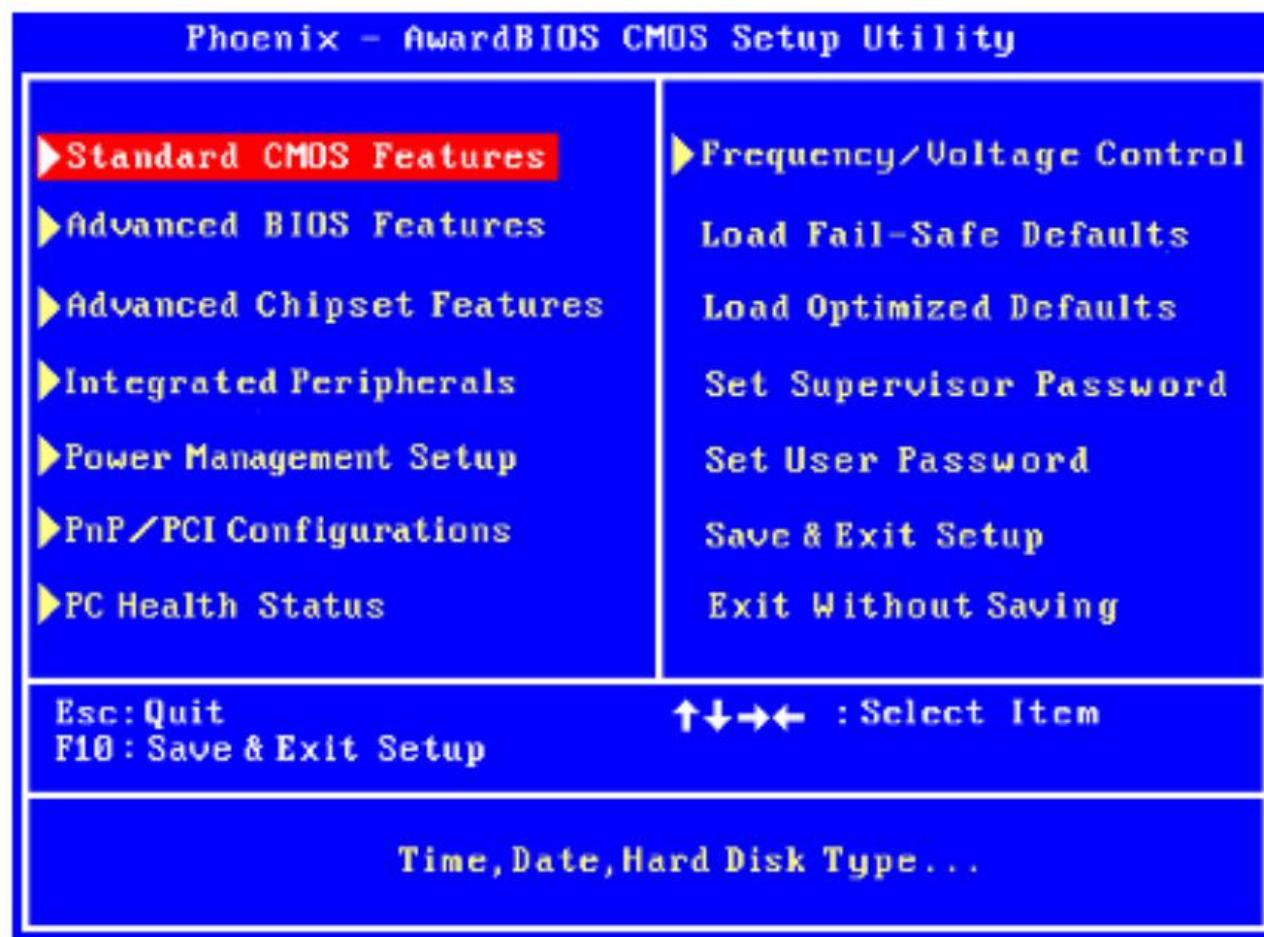
▶ **Termes, fichiers et utilitaires utilisés :**

- /var/log/messages
- dmesg
- BIOS
- bootloader
- kernel
- init

BIOS (Basic Input Output System)

- ▶ **Interface** logicielle entre le **matériel** et le **logiciel** à un niveau très basique.
- ▶ Il **fournit** l'ensemble des **instructions** de base **utilisées** par le système d'exploitation.
- ▶ Il **fournit** le niveau d'interface le plus bas aux **pilotes** et **périphériques**.
- ▶ Présent sur une mémoire **EEPROM** (Electrical Erasable Programmable Read Only Memory)
- ▶ **Déclenche** quand l'ordinateur est électriquement **allumé**,
- ▶ Le BIOS **lit** et **exécute** le **premier secteur** physique du média de démarrage. Il s'agit généralement des **512** premiers octets du premier disque dur (le MBR).

BIOS : configuration



Chargeur de démarrage

- ▶ Le BIOS **active** le MBR
- ▶ Le chargeur est **décomposé** en deux parties.
 - **Le chargeur initial** : charge la seconde phase, basée sur un fichier de configuration.
 - **La seconde phase** fournit une interface pour lancer un système d'exploitation parmi un choix donné.
- ▶ **Passer des paramètres** au **noyau Linux** et au processus **init**

Lilo et le processus de démarrage

- ▶ Au **démarrage** du PC le **BIOS** est lancé et **déetecte** les différents périphériques.
- ▶ Lorsque le BIOS **se termine**, il charge en mémoire un petit programme (**boot loader**).
- ▶ Si le système est chargé à partir du disque dur, ce programme **est enregistré** sur le **premier** secteur du disque dur.
- ▶ Si Linux est installé sur la machine, ce programme peut être le chargeur standard de Linux **LILO** (LInux LOader).

Lilo et le processus de démarrage

- ▶ LILO **charge le noyau** en mémoire et peut **lui passer** certains paramètres.
- ▶ De plus, il donne la possibilité de **choisir** parmi **plusieurs noyaux** compilés et configurés au préalable.
- ▶ Le noyau chargé par LILO **commence** par se **décompresser**,
- ▶ il assure principalement l'**initialisation** du matériel et exécute le **premier processus** du système, **init**.

GRUB : Grand Unified Bootloader

- ▶ Support de plusieurs systèmes de fichiers
- ▶ Support du démarrage depuis un réseau
- ▶ Mode menu et le mode ligne de commandes « un shell »
- ▶ Protéger l'accès à GRUB à l'aide d'un mot de passe crypté.
- ▶ Rôle :
 - Charger le noyau en mémoire et l'exécute
 - Charger le ramdisk initrd.img en mémoire

/etc/grub.conf ou /boot/grub/menu.lst

```
timeout=10
default=0
title Red Hat
    root (hd0,0)
    kernel /vmlinuz-2.6.12-15 ro
root=LABEL=/
    initrd /initrd-2.6.12-15.img
title Windows XP
    rootnoverify (hd0,1)
    chainloader +1
```

Dans Ubuntu 18, le fichier de configuration existe dans :
/etc/default/grub

Forcer l'affichage du Menu Grub

- ▶ Dans une machine contenant un seul système d'exploitation (Linux), le menu Grub ne s'affiche pas
- ▶ Pour l'afficher (Menu Grub), enfoncez « shift » au démarrage du système
- ▶ Editer le fichier `/etc/default/grub` en plaçant un # au début de la ligne:

`GRUB_HIDDEN_TIMEOUT=0.`

Ou `GRUB_TIMEOUT_STYLE=hidden`

- ▶ NB: il faut également avoir un timeout >0 pour le grub:
 - `GRUB_TIMEOUT=20` (par exemple)
- ▶ Enregistrer le fichier et exécuter la commande suivante pour appliquer les changements:
`sudo update-grub`

Grub: Application

- ▶ Changer le temps d'attente à 20 secondes
 - ▶ Définir une image d'arrière plan au menu Grub:
 - Soit mettre un fichier (PNG) dans le dossier /boot/grub/: pas de mise à jour nécessaire au grub
 - Soit définir explicitement le chemin de l'image PNG en :
 - ajoutant la ligne suivante au fichier /etc/default/grub
- GRUB_BACKGROUND="/home/belhassen/image.png"**
- Mettre à jour le grub en exécutant :update-grub

Kernel

- ▶ **/var/log/dmesg** et **dmesg** : le tampon des messages du noyau
- ▶ Le matériel est **détecté** et **initialisé**
- ▶ **initrd** est chargé, les **modules** présents éventuellement chargés
- ▶ Le noyau **monte** le système de fichiers racine en **lecture seule**.
- ▶ Le premier processus est lancé : **init**

init

- ▶ Init est le **premier** démarré et dernier stoppé au sein du système, **PID 1**
- ▶ init est le **père** de tous les autres processus qui seront créés par l'appel system **fork()**
- ▶ init lit le fichier **/etc/inittab** pour savoir :
 - **quel** est le fichier à **exécuter** pour **continuer** le chargement du Système
 - Quel est le **runlevel** (niveau d'exécution) par défaut
 - **comment lancer** les services pour un runlevel donné

Le premier script

- ▶ Après le chargement du noyau, le script correspondant à **sysinit** dans fichier **inittab** est chargé :
 - Sous **Red Hat** : si::sysinit:/etc/rc.d/rc.sysinit
 - Sous **Debian** : si::sysinit:/etc/init.d/rcS
- ▶ Rôle :
 - **Configuration** des paramètres du **noyau** présents dans **/etc/sysctl.conf**
 - **Mise en place** des fichiers **périphériques** (/dev via **udev**)
 - Configuration de **l'horloge** du système
 - Chargement des **tables de caractères** du clavier
 - Activation des **partitions** d'échange **SWAP**
 - Définition du nom d'**hôte**
 - **Contrôle** et **montage** du système de fichiers racine (en lecture/écriture cette fois)

Modification des niveaux d'exécution et arrêt ou redémarrage du système

Modification des niveaux d'exécution et arrêt ou redémarrage du système

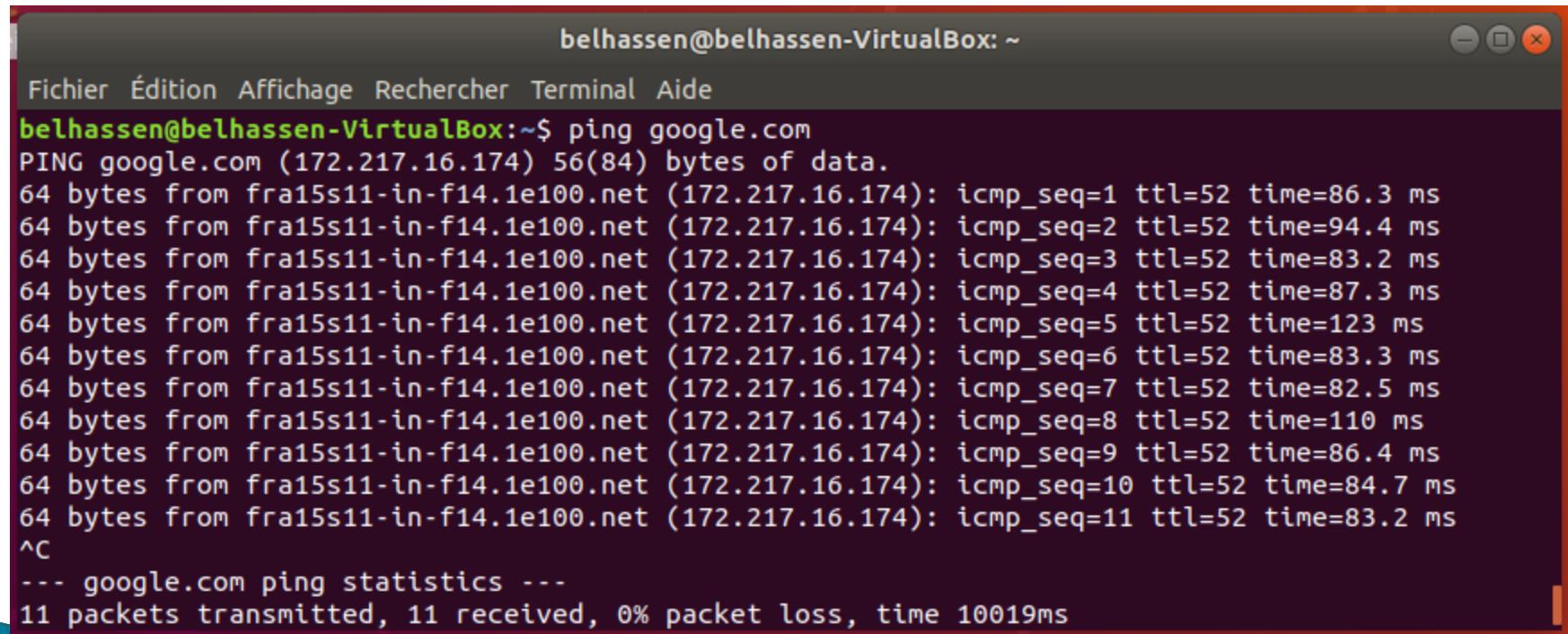
- ▶ **Description :** Modification des niveaux d'exécution et arrêt ou redémarrage du système
- ▶ **Termes, fichiers et utilitaires utilisés :**
 - /etc/inittab
 - shutdown
 - init
 - /etc/init.d
 - telinit

Niveaux d'exécution

Niveau	Effet
0	Halt : stoppe le système d'exploitation, éteint la machine.
1	Mode mono-utilisateur utilisé pour la maintenance, mode console.
2	Multi-utilisateur, sans réseau, console.
3	Multi-utilisateur, avec réseau, console.
4	Idem que le 3, laissé à la convenance de l'administrateur.
5	Multi-utilisateur, avec réseau, avec environnement graphique X Window.
6	Reboot : redémarrage de la machine.
S,s	Single user mode, le mode le plus bas en cas de soucis.

Application

- ▶ Testez la connectivité de votre machine à internet: par exemple: ping google.com



The screenshot shows a terminal window titled "belhassen@belhassen-VirtualBox: ~". The window contains the following text:

```
Fichier Édition Affichage Rechercher Terminal Aide
belhassen@belhassen-VirtualBox:~$ ping google.com
PING google.com (172.217.16.174) 56(84) bytes of data.
64 bytes from fra15s11-in-f14.1e100.net (172.217.16.174): icmp_seq=1 ttl=52 time=86.3 ms
64 bytes from fra15s11-in-f14.1e100.net (172.217.16.174): icmp_seq=2 ttl=52 time=94.4 ms
64 bytes from fra15s11-in-f14.1e100.net (172.217.16.174): icmp_seq=3 ttl=52 time=83.2 ms
64 bytes from fra15s11-in-f14.1e100.net (172.217.16.174): icmp_seq=4 ttl=52 time=87.3 ms
64 bytes from fra15s11-in-f14.1e100.net (172.217.16.174): icmp_seq=5 ttl=52 time=123 ms
64 bytes from fra15s11-in-f14.1e100.net (172.217.16.174): icmp_seq=6 ttl=52 time=83.3 ms
64 bytes from fra15s11-in-f14.1e100.net (172.217.16.174): icmp_seq=7 ttl=52 time=82.5 ms
64 bytes from fra15s11-in-f14.1e100.net (172.217.16.174): icmp_seq=8 ttl=52 time=110 ms
64 bytes from fra15s11-in-f14.1e100.net (172.217.16.174): icmp_seq=9 ttl=52 time=86.4 ms
64 bytes from fra15s11-in-f14.1e100.net (172.217.16.174): icmp_seq=10 ttl=52 time=84.7 ms
64 bytes from fra15s11-in-f14.1e100.net (172.217.16.174): icmp_seq=11 ttl=52 time=83.2 ms
^C
--- google.com ping statistics ---
11 packets transmitted, 11 received, 0% packet loss, time 10019ms
```

- ▶ Passez au niveau d'exécution 1:
init 1
- ▶ Testez de nouveau la connectivité au site
google.com:
- ▶ Ping google.com

```
ping: google.com: Nom ou service inconnu
root@belhassen-VirtualBox:~# _
```

Application 2

- ▶ Changer d'une manière permanente le runlevel à 1 en utilisant le fichier de configuration du grub
- ▶ Astuce:
 - GRUB_CMDLINE_LINUX= "1"
update-grub

N'oubliez pas de restaurer le comportement normal

Le script rc

- ▶ /etc/init.d/rc prend comme argument le niveau d'exécution x selon :
 - **initdefault**
 - Ou la commande **init (telinit)**
- ▶ **/etc/init.d/rc x**
 - Accède au répertoire /etc/rcx.d contenant des liens de la forme **[SK]Nnservice**
 - **S** : lance le script avec l'argument start (démarrage du service)
 - **K** : lance le script avec l'argument stop (arrêt du service)
 - **NN** : est un rang qui fixe l'ordre dans lequel les scripts sont lancés

```
ls /etc/rc*
```

runlevel, init, telinit

- ▶ **runlevel** : Afficher le niveau d'exécution précédent et actuel

```
# runlevel  
3 5
```

- ▶ **Init ou telinit** : Changer le niveau d'exécution

```
$ ls -l /sbin/telinit  
lrwxrwxrwx 1 root root 4 jan  8 16:41 /sbin/telinit -> init  
# init 3  
# init 1
```

Arrêt: Shutdown

Paramètre	Action
-k	N'effectue pas le shutdown mais envoie le message à tout le monde.
-r	C'est un reboot.
-h	(halt) c'est un arrêt.
-f	Empêche l'exécution de fsck au boot.
-F	Force l'exécution de fsck au boot.
-c	Annule le shutdown sans délai,

Serveur Discord de MPSSIR/FSG

► <https://discord.com/invite/3jPd8n4H>

