Version : **2026.01**

Dernière mise-à-jour : 2025/12/12 12:47

LDF409 - Gestion de la Sécurité de Docker

Contenu du Module

Présentation de la Virtualisation par Isolation

Un isolateur est un logiciel qui permet d'isoler l'exécution des applications dans des **containers**, des **contextes** ou des **zones d'exécution**.

Historique

- **1979** - chroot - l'isolation par changement de racine,
- **2000** - BSD Jails - l'isolation en espace utilisateur,
- **2004** - Solaris Containers - l'isolation par **zones**,

- **2005** - OpenVZ - l'isolation par **partitionnement du noyau** sous Linux,
- **2008** - LXC - LinuX Containers - l'isolation en utilisant des **namespaces** et des **CGroups** avec **liblxc**,
- **2013** - Docker - l'isolation en utilisant des **namespaces** et des **CGroups** avec **libcontainer**,
- **2014** - LXD - LinuX Container Daemon - l'isolation en utilisant des **namespaces** et des **CGroups** avec **liblxc**.

Présentation des Namespaces

Les espaces de noms permettent de regrouper des processus dans un même espace et d'attribuer des droits sur des ressources par espace. Ceci permet l'exécution de plusieurs init, chacun dans un namespace, afin de recréer un environnement pour les processus qui doivent être isolés.

Présentation des CGroups

LAB #1 - cgroups v1

1.1 - Préparation

Debian 11 utilise cgroups v2 par défault. Pour revenir à l'utilisation de cgroups v1, éditez le fichier **/etc/boot/grub** et ajoutez la directive **systemd.unified_cgroup_hierarchy=0** à la ligne **GRUB_CMDLINE_LINUX_DEFAULT** :

```
root@debian11:~# vi /etc/default/grub
root@debian11:~# cat /etc/default/grub
# If you change this file, run 'update-grub' afterwards to update
# /boot/grub/grub.cfg.
# For full documentation of the options in this file, see:
#   info -f grub -n 'Simple configuration'

GRUB_DEFAULT=0
GRUB_TIMEOUT=5
GRUB_DISTRIBUTOR=`lsb_release -i -s 2> /dev/null || echo Debian`
```

```
GRUB_CMDLINE_LINUX_DEFAULT="quiet systemd.unified_cgroup_hierarchy=0"
GRUB_CMDLINE_LINUX=""

# Uncomment to enable BadRAM filtering, modify to suit your needs
# This works with Linux (no patch required) and with any kernel that obtains
# the memory map information from GRUB (GNU Mach, kernel of FreeBSD ...)
#GRUB_BADRAM="0x01234567,0xfefefefe,0x89abcdef,0xefefefef"

# Uncomment to disable graphical terminal (grub-pc only)
#GRUB_TERMINAL=console

# The resolution used on graphical terminal
# note that you can use only modes which your graphic card supports via VBE
# you can see them in real GRUB with the command `vbeinfo'
#GRUB_GFXMODE=640x480

# Uncomment if you don't want GRUB to pass "root=UUID=xxx" parameter to Linux
#GRUB_DISABLE_LINUX_UUID=true

# Uncomment to disable generation of recovery mode menu entries
#GRUB_DISABLE_RECOVERY="true"

# Uncomment to get a beep at grub start
#GRUB_INIT_TUNE="480 440 1"

root@debian11:~# grub-mkconfig -o /boot/grub/grub.cfg
Generating grub configuration file ...
Found background image: /usr/share/images/desktop-base/desktop-grub.png
Found linux image: /boot/vmlinuz-5.10.0-13-amd64
Found initrd image: /boot/initrd.img-5.10.0-13-amd64
done
```

Redémarrez ensuite votre VM :

```
root@debian11:~# reboot
```

1.2 - Présentation

Les **Groupes de Contrôles** (*Control Groups*) aussi appelés **CGroups**, sont une façon de contrôler et de limiter des ressources. Les groupes de contrôle permettent l'allocation de ressources, même d'une manière dynamique pendant que le système fonctionne, telles le temps processeur, la mémoire système, la bande réseau, ou une combinaison de ces ressources parmi des groupes de tâches (processus) définis par l'utilisateur et exécutés sur un système.

Les groupes de contrôle sont organisés de manière hiérarchique, comme des processus. Par contre, la comparaison entre les deux démontre que tandis que les processus se trouvent dans une arborescence unique descandant tous du processus init et héritant de l'environnement de leurs parents, les contrôles groupes peuvent être multiples donnant lieu à des arborescences ou **hiérarchies** multiples qui héritent de certains attributs de leurs groupes de contrôle parents.

Ces hiérarchies multiples et séparés sont necéssaires parce que chaque hiérarchie est attaché à un ou plusieurs **sous-système(s)** aussi appelés des **Contrôleurs de Ressources** ou simplement des **Contrôleurs**. Les contrôleurs disponibles sous Debian 11 sont :

- **blkio** - utilisé pour établir des limites sur l'accès des entrées/sorties à partir et depuis des périphériques blocs,
- **cpu** - utilisé pour fournir aux tâches des groupes de contrôle accès au CPU grâce au planificateur,
- **cpuacct** - utilisé pour produire des rapports automatiques sur les ressources CPU utilisées par les tâches dans un groupe de contrôle,
- **cpuset** - utilisé pour assigner des CPU individuels sur un système multicoeur et des noeuds de mémoire à des tâches dans un groupe de contrôle,
- **devices** - utilisé pour autoriser ou pour refuser l'accès des tâches aux périphériques dans un groupe de contrôle,
- **freezer** - utilisé pour suspendre ou pour réactiver les tâches dans un groupe de contrôle,
- **memory** - utilisé pour établir les limites d'utilisation de la mémoire par les tâches d'un groupe de contrôle et pour génèrer des rapports automatiques sur les ressources rmémoire utilisées par ces tâches,
- **net_cls** - utilisé pour repèrer les paquets réseau avec un identifiant de classe (*classid*) afin de permettre au contrôleur de trafic Linux, **tc**, d'identifier les paquets provenant d'une tâche particulière d'un groupe de contrôle.
- **perf_event** - utilisé pour permettre le monitoring des CGroups avec l'outil perf,
- **hugetlb** - utilisé pour limiter des ressources sur des pages de mémoire virtuelle de grande taille.

Il est à noter que :

- chaque processus du système appartient à un cgroup et seulement à un cgroup à la fois,
- tous les threads d'un processus appartiennent au même cgroup,
- à la création d'un processus, celui-ci est mis dans le même cgroup que son processus parent,
- un processus peut être migré d'un cgroup à un autre cgroup. Par contre, la migration d'un processus n'a pas d'impact sur l'appartenance au cgroup de ses processus fils.

Commencez par installer le paquet **cgroup-tools** :

```
root@debian11:~# apt -y install cgroup-tools
```

Pour visualiser les hiérarchies, il convient d'utiliser la commande **lssubsys** :

```
root@debian11:~# lssubsys -am
cpuset /sys/fs/cgroup/cpuset
cpu,cpuacct /sys/fs/cgroup/cpu,cpuacct
blkio /sys/fs/cgroup/blkio
memory /sys/fs/cgroup/memory
devices /sys/fs/cgroup/devices
freezer /sys/fs/cgroup/freezer
net_cls,net_prio /sys/fs/cgroup/net_cls,net_prio
perf_event /sys/fs/cgroup/perf_event
hugetlb /sys/fs/cgroup/hugetlb
pids /sys/fs/cgroup/pids
rdma /sys/fs/cgroup/rdma
```

Sous Debian 11, **Systemd** organise les processus dans chaque CGroup. Par exemple tous les processus démarrés par le serveur Apache se trouveront dans le même CGroup, y compris les scripts CGI. Ceci implique que la gestion des ressources en utilisant des hiérarchies est couplé avec l'arborescence des unités de Systemd.

En haut de l'arborescence des unités de Systemd se trouve la tranche root - **-.slice**, dont dépend :

- le **system.slice** - l'emplacement des services système,
- le **user.slice** - l'emplacement des sessions des utilisateurs,
- le **machine.slice** - l'emplacement des machines virtuelles et conteneurs.

En dessous des tranches peuvent se trouver :

- des **scopes** - des processus crées par **fork**,
- des **services** - des processus créés par une **Unité**.

Les slices peuvent être visualisés avec la commande suivante :

```
root@debian11:~# systemctl list-units --type=slice
  UNIT                               LOAD   ACTIVE SUB    DESCRIPTION
  -.slice                            loaded active active Root Slice
  system-getty.slice                 loaded active active system-getty.slice
  system-lvm2\x2dpvscan.slice        loaded active active system-lvm2\x2dpvscan.slice
  system-modprobe.slice              loaded active active system-modprobe.slice
  system-systemd\x2dcryptsetup.slice loaded active active Cryptsetup Units Slice
  system.slice                       loaded active active System Slice
  user-1000.slice                    loaded active active User Slice of UID 1000
  user.slice                         loaded active active User and Session Slice

LOAD   = Reflects whether the unit definition was properly loaded.
ACTIVE = The high-level unit activation state, i.e. generalization of SUB.
SUB    = The low-level unit activation state, values depend on unit type.
8 loaded units listed. Pass --all to see loaded but inactive units, too.
To show all installed unit files use 'systemctl list-unit-files'.
```

L'arborescence des unités de Systemd est la suivante :

```
root@debian11:~# systemd-cgls
Control group /:
-.slice
├─user.slice
│ └─user-1000.slice
│   ├─user@1000.service …
│   │ ├─app.slice
│   │ │ ├─pulseaudio.service
```

```
│   │ │ │ └─974 /usr/bin/pulseaudio --daemonize=no --log-target=journal
│   │ │ ├─pipewire.service
│   │ │ │ ├─973 /usr/bin/pipewire
│   │ │ │ └─984 /usr/bin/pipewire-media-session
│   │ │ └─dbus.service
│   │ │   └─982 /usr/bin/dbus-daemon --session --address=systemd: --nofork --nopidfile --systemd-activation --
syslog-only
│   │ └─init.scope
│   │   ├─958 /lib/systemd/systemd --user
│   │   └─959 (sd-pam)
│   ├─session-3.scope
│   │ ├─ 993 sshd: trainee [priv]
│   │ ├─ 999 sshd: trainee@pts/0
│   │ ├─1000 -bash
│   │ ├─1003 su -
│   │ ├─1004 -bash
│   │ ├─1010 systemd-cgls
│   │ └─1011 less
│   └─session-1.scope
│     ├─578 /bin/login -p --
│     ├─975 -bash
│     ├─986 su -
│     └─987 -bash
├─init.scope
│ └─1 /sbin/init
└─system.slice
  ├─apache2.service
  │ ├─595 /usr/sbin/apache2 -k start
  │ ├─597 /usr/sbin/apache2 -k start
  │ └─598 /usr/sbin/apache2 -k start
  ├─systemd-udevd.service
  │ └─317 /lib/systemd/systemd-udevd
  ├─cron.service
  │ └─491 /usr/sbin/cron -f
```

```
   ├─polkit.service
   │ └─495 /usr/libexec/polkitd --no-debug
   ├─rtkit-daemon.service
   │ └─979 /usr/libexec/rtkit-daemon
   ├─auditd.service
   │ └─460 /sbin/auditd
   ├─wpa_supplicant.service
   │ └─498 /sbin/wpa_supplicant -u -s -O /run/wpa_supplicant
   ├─ModemManager.service
   │ └─515 /usr/sbin/ModemManager
   ├─inetd.service
   │ └─694 /usr/sbin/inetd
   ├─systemd-journald.service
   │ └─296 /lib/systemd/systemd-journald
   ├─mdmonitor.service
   │ └─432 /sbin/mdadm --monitor --scan
   ├─ssh.service
   │ └─580 sshd: /usr/sbin/sshd -D [listener] 0 of 10-100 startups
lines 1-58
[q]
```

En utilisant Systemd, plusieurs ressources peuvent être limitées :

- **CPUShares** - par défault 1024,
- **MemoryLimit** - limite exprimée en Mo ou en Go. Pas de valeur par défaut,
- **BlockIOWeight** - valeur entre 10 et 1000. Pas de valeur par défaut,
- **StartupCPUShares** - comme CPUShares mais uniquement appliqué pendant le démarrage,
- **StartupBlockIOWeight** - comme BlockIOWeight mais uniquement appliqué pendant le démarrage,
- **CPUQuota** - utilisé pour limiter le temps CPU, même quand le système ne fait rien.

1.3 - Limitation de la Mémoire

Commencez par créer le script **hello-world.sh** qui servira à générer un processus pour travailler avec les CGroups :

```
root@debian11:~# vi hello-world.sh
root@debian11:~# cat hello-world.sh
#!/bin/bash
while [ 1 ]; do
        echo "hello world"
        sleep 360
done
```

Rendez le script exécutable et testez-le :

```
root@debian11:~# chmod u+x hello-world.sh
root@debian11:~# ./hello-world.sh
hello world
^C
```

Créez maintenant un CGroup dans le sous-système **memory** appelé **helloworld** :

```
root@debian11:~# mkdir /sys/fs/cgroup/memory/helloworld
```

Par défaut, ce CGroup héritera de l'ensemble de la mémoire disponible. Pour éviter cela, créez maintenant une limite de **40000000** octets pour ce CGroup :

```
root@debian11:~# echo 40000000 > /sys/fs/cgroup/memory/helloworld/memory.limit_in_bytes
root@debian11:~# cat /sys/fs/cgroup/memory/helloworld/memory.limit_in_bytes
39997440
```

Important - Notez que les 40 000 000 demandés sont devenus 39 997 440 ce qui correspond à un nombre entier de pages mémoire du noyau de 4Ko. (39 997 440 / 4096 = 9 765).

Lancez maintenant le script **helloworld.sh** :

```
root@debian11:~# ./hello-world.sh &
[1] 1073
root@debian11:~# hello world
[Entrée]

root@debian11:~# ps aux | grep hello-world
root        1073  0.0  0.0   6756  3100 pts/0    S    06:33   0:00 /bin/bash ./hello-world.sh
root        1077  0.0  0.0   6180   712 pts/0    R+   06:34   0:00 grep hello-world
```

Notez qu'il n'y a pas de limite de la mémoire, ce qui implique l'héritage par défaut :

```
root@debian11:~# ps -ww -o cgroup 1073
CGROUP
8:devices:/user.slice,7:pids:/user.slice/user-1000.slice/session-3.scope,5:memory:/user.slice/user-1000.slice/ses
sion-3.scope,1:name=systemd:/user.slice/user-1000.slice/session-3.scope,0::/user.slice/user-1000.slice/session-3.
scope
```

Insérer le PID de notre script dans le CGroup **helloworld** :

```
root@debian11:~# echo 1073 > /sys/fs/cgroup/memory/helloworld/cgroup.procs
```

Notez maintenant l'héritage de la limitation de la mémoire - **5:memory:/helloworld** :

```
root@debian11:~# ps -ww -o cgroup 1073
CGROUP
8:devices:/user.slice,7:pids:/user.slice/user-1000.slice/session-3.scope,5:memory:/helloworld,1:name=systemd:/use
r.slice/user-1000.slice/session-3.scope,0::/user.slice/user-1000.slice/session-3.scope
```

Constatez ensuite l'occupation mémoire réelle :

```
root@debian11:~# cat /sys/fs/cgroup/memory/helloworld/memory.usage_in_bytes
274432
```

Tuez le script **hello-world.sh** :

```
root@debian11:~# kill 1073
root@debian11:~# ps aux | grep hello-world
root        1086  0.0  0.0   6180   716 pts/0    S+   06:37   0:00 grep hello-world
[1]+  Terminated              ./hello-world.sh
```

Créez un second CGroup beaucoup plus restrictif :

```
root@debian11:~# mkdir /sys/fs/cgroup/memory/helloworld1
root@debian11:~# echo 6000 > /sys/fs/cgroup/memory/helloworld1/memory.limit_in_bytes
root@debian11:~# cat /sys/fs/cgroup/memory/helloworld1/memory.limit_in_bytes
4096
```

Relancez le script **hello-world.sh** et insérez-le dans le nouveau CGroup :

```
root@debian11:~# ./hello-world.sh &
[1] 1089

root@debian11:~# hello world
[Entrée]

root@debian11:~# echo 1089 > /sys/fs/cgroup/memory/helloworld1/cgroup.procs
```

Attendez la prochaine sortie de **hello world** sur le canal standard puis constatez que le script s'arrête :

```
root@debian11:~# ps aux | grep hello-world
root        1100  0.0  0.0   6180   720 pts/0    S+   06:45   0:00 grep hello-world
[1]+  Killed                  ./hello-world.sh
```

Notez la trace dans le fichier **/var/log/messages** :

```
root@debian11:~# tail /var/log/messages
```

```
May  4 06:44:43 debian11 kernel: [  994.012423] workingset_nodereclaim 0
May  4 06:44:43 debian11 kernel: [  994.012423] pgfault 0
May  4 06:44:43 debian11 kernel: [  994.012423] pgmajfault 0
May  4 06:44:43 debian11 kernel: [  994.012423] pgrefill 0
May  4 06:44:43 debian11 kernel: [  994.012423] pgscan 0
May  4 06:44:43 debian11 kernel: [  994.012423] pgsteal 0
May  4 06:44:43 debian11 kernel: [  994.012425] Tasks state (memory values in pages):
May  4 06:44:43 debian11 kernel: [  994.012426] [  pid  ]   uid  tgid total_vm      rss pgtables_bytes swapents
oom_score_adj name
May  4 06:44:43 debian11 kernel: [  994.012428] [   1089]     0  1089     1689      780    53248        0
0 hello-world.sh
May  4 06:44:43 debian11 kernel: [  994.012430] oom-
kill:constraint=CONSTRAINT_MEMCG,nodemask=(null),cpuset=/,mems_allowed=0,oom_memcg=/helloworld1,task_memcg=/hello
world1,task=hello-world.sh,pid=1089,uid=0
```

1.4 - La Commande cgcreate

Cette commande permet la création d'un CGroup :

```
root@debian11:~# cgcreate -g memory:helloworld2

root@debian11:~# ls -l /sys/fs/cgroup/memory/helloworld2/
total 0
-rw-r--r-- 1 root root 0 May  4 06:47 cgroup.clone_children
--w--w--w- 1 root root 0 May  4 06:47 cgroup.event_control
-rw-r--r-- 1 root root 0 May  4 06:47 cgroup.procs
-rw-r--r-- 1 root root 0 May  4 06:47 memory.failcnt
--w------- 1 root root 0 May  4 06:47 memory.force_empty
-rw-r--r-- 1 root root 0 May  4 06:47 memory.kmem.failcnt
-rw-r--r-- 1 root root 0 May  4 06:47 memory.kmem.limit_in_bytes
-rw-r--r-- 1 root root 0 May  4 06:47 memory.kmem.max_usage_in_bytes
-r--r--r-- 1 root root 0 May  4 06:47 memory.kmem.slabinfo
-rw-r--r-- 1 root root 0 May  4 06:47 memory.kmem.tcp.failcnt
```

```
-rw-r--r-- 1 root root 0 May  4 06:47 memory.kmem.tcp.limit_in_bytes
-rw-r--r-- 1 root root 0 May  4 06:47 memory.kmem.tcp.max_usage_in_bytes
-r--r--r-- 1 root root 0 May  4 06:47 memory.kmem.tcp.usage_in_bytes
-r--r--r-- 1 root root 0 May  4 06:47 memory.kmem.usage_in_bytes
-rw-r--r-- 1 root root 0 May  4 06:47 memory.limit_in_bytes
-rw-r--r-- 1 root root 0 May  4 06:47 memory.max_usage_in_bytes
-rw-r--r-- 1 root root 0 May  4 06:47 memory.memsw.failcnt
-rw-r--r-- 1 root root 0 May  4 06:47 memory.memsw.limit_in_bytes
-rw-r--r-- 1 root root 0 May  4 06:47 memory.memsw.max_usage_in_bytes
-r--r--r-- 1 root root 0 May  4 06:47 memory.memsw.usage_in_bytes
-rw-r--r-- 1 root root 0 May  4 06:47 memory.move_charge_at_immigrate
-r--r--r-- 1 root root 0 May  4 06:47 memory.numa_stat
-rw-r--r-- 1 root root 0 May  4 06:47 memory.oom_control
---------- 1 root root 0 May  4 06:47 memory.pressure_level
-rw-r--r-- 1 root root 0 May  4 06:47 memory.soft_limit_in_bytes
-r--r--r-- 1 root root 0 May  4 06:47 memory.stat
-rw-r--r-- 1 root root 0 May  4 06:47 memory.swappiness
-r--r--r-- 1 root root 0 May  4 06:47 memory.usage_in_bytes
-rw-r--r-- 1 root root 0 May  4 06:47 memory.use_hierarchy
-rw-r--r-- 1 root root 0 May  4 06:47 notify_on_release
-rw-r--r-- 1 root root 0 May  4 06:47 tasks
```

Il n'existe cependant pas de commande pour affecter une limitation de la mémoire :

```
root@debian11:~# echo 40000000 > /sys/fs/cgroup/memory/helloworld2/memory.limit_in_bytes
```

1.5 - La Commande cgexec

Cette commande permet d'insérer la limitation dans le CGroup **et** de lancer le script en une seule ligne :

```
root@debian11:~# cgexec -g memory:helloworld2 ./hello-world.sh &
[1] 1106
```

```
root@debian11:~# hello world
[Entrée]

root@debian11:~# cat /sys/fs/cgroup/memory/helloworld2/cgroup.procs
1106
1107
root@debian11:~# ps aux | grep 110
root        1106  0.0  0.0   6756  3060 pts/0    S    06:48   0:00 /bin/bash ./hello-world.sh
root        1107  0.0  0.0   5304   508 pts/0    S    06:48   0:00 sleep 360
root        1108  0.0  0.0      0     0 ?        I    06:49   0:00 [kworker/1:0-events_freezable]
root        1113  0.0  0.0   6180   652 pts/0    S+   06:50   0:00 grep 110
```

1.6 - La Commande cgdelete

Une fois le script terminé, cette commande permet de supprimer le cgroup :

```
root@debian11:~# kill 1106
root@debian11:~# ps aux | grep 110
root        1107  0.0  0.0   5304   508 pts/0    S    06:48   0:00 sleep 360
root        1108  0.0  0.0      0     0 ?        I    06:49   0:00 [kworker/1:0-mm_percpu_wq]
root        1115  0.0  0.0   6180   716 pts/0    R+   06:51   0:00 grep 110
[1]+  Terminated              cgexec -g memory:helloworld2 ./hello-world.sh

root@debian11:~# cgdelete memory:helloworld2

root@debian11:~# ls -l /sys/fs/cgroup/memory/helloworld2/
ls: cannot access '/sys/fs/cgroup/memory/helloworld2/': No such file or directory
```

1.7 - Le Fichier /etc/cgconfig.conf

Afin de les rendre persistants, il convient d'éditer le fichier **/etc/cgconfig.conf** :

```
root@debian11:~# vi /etc/cgconfig.conf
root@debian11:~# cat /etc/cgconfig.conf
group helloworld2 {
        cpu {
                cpu.shares = 100;
        }
        memory {
                memory.limit_in_bytes = 40000;
        }
}
```

Important - Notez la création de **deux** limitations, une de 40 000 octets de mémoire et l'autre de **100 cpu.shares**. Cette dernière est une valeur exprimée sur 1 024, où 1 024 représente 100% du temps CPU. La limite fixée est donc équivalente à 9,77% du temps CPU.

Créez donc les deux CGroups concernés :

```
root@debian11:~# cgcreate -g memory:helloworld2

root@debian11:~# ls -l /sys/fs/cgroup/memory/helloworld2/
total 0
-rw-r--r-- 1 root root 0 May  4 06:53 cgroup.clone_children
--w--w--w- 1 root root 0 May  4 06:53 cgroup.event_control
-rw-r--r-- 1 root root 0 May  4 06:53 cgroup.procs
-rw-r--r-- 1 root root 0 May  4 06:53 memory.failcnt
--w------- 1 root root 0 May  4 06:53 memory.force_empty
-rw-r--r-- 1 root root 0 May  4 06:53 memory.kmem.failcnt
-rw-r--r-- 1 root root 0 May  4 06:53 memory.kmem.limit_in_bytes
-rw-r--r-- 1 root root 0 May  4 06:53 memory.kmem.max_usage_in_bytes
-r--r--r-- 1 root root 0 May  4 06:53 memory.kmem.slabinfo
```

```
-rw-r--r-- 1 root root 0 May  4 06:53 memory.kmem.tcp.failcnt
-rw-r--r-- 1 root root 0 May  4 06:53 memory.kmem.tcp.limit_in_bytes
-rw-r--r-- 1 root root 0 May  4 06:53 memory.kmem.tcp.max_usage_in_bytes
-r--r--r-- 1 root root 0 May  4 06:53 memory.kmem.tcp.usage_in_bytes
-r--r--r-- 1 root root 0 May  4 06:53 memory.kmem.usage_in_bytes
-rw-r--r-- 1 root root 0 May  4 06:53 memory.limit_in_bytes
-rw-r--r-- 1 root root 0 May  4 06:53 memory.max_usage_in_bytes
-rw-r--r-- 1 root root 0 May  4 06:53 memory.memsw.failcnt
-rw-r--r-- 1 root root 0 May  4 06:53 memory.memsw.limit_in_bytes
-rw-r--r-- 1 root root 0 May  4 06:53 memory.memsw.max_usage_in_bytes
-r--r--r-- 1 root root 0 May  4 06:53 memory.memsw.usage_in_bytes
-rw-r--r-- 1 root root 0 May  4 06:53 memory.move_charge_at_immigrate
-r--r--r-- 1 root root 0 May  4 06:53 memory.numa_stat
-rw-r--r-- 1 root root 0 May  4 06:53 memory.oom_control
---------- 1 root root 0 May  4 06:53 memory.pressure_level
-rw-r--r-- 1 root root 0 May  4 06:53 memory.soft_limit_in_bytes
-r--r--r-- 1 root root 0 May  4 06:53 memory.stat
-rw-r--r-- 1 root root 0 May  4 06:53 memory.swappiness
-r--r--r-- 1 root root 0 May  4 06:53 memory.usage_in_bytes
-rw-r--r-- 1 root root 0 May  4 06:53 memory.use_hierarchy
-rw-r--r-- 1 root root 0 May  4 06:53 notify_on_release
-rw-r--r-- 1 root root 0 May  4 06:53 tasks
```

```
root@debian11:~# cgcreate -g cpu:helloworld2

root@debian11:~# ls -l /sys/fs/cgroup/cpu/helloworld2/
total 0
-rw-r--r-- 1 root root 0 May  4 06:54 cgroup.clone_children
-rw-r--r-- 1 root root 0 May  4 06:54 cgroup.procs
-r--r--r-- 1 root root 0 May  4 06:54 cpuacct.stat
-rw-r--r-- 1 root root 0 May  4 06:54 cpuacct.usage
-r--r--r-- 1 root root 0 May  4 06:54 cpuacct.usage_all
-r--r--r-- 1 root root 0 May  4 06:54 cpuacct.usage_percpu
-r--r--r-- 1 root root 0 May  4 06:54 cpuacct.usage_percpu_sys
```

```
-r--r--r-- 1 root root 0 May  4 06:54 cpuacct.usage_percpu_user
-r--r--r-- 1 root root 0 May  4 06:54 cpuacct.usage_sys
-r--r--r-- 1 root root 0 May  4 06:54 cpuacct.usage_user
-rw-r--r-- 1 root root 0 May  4 06:54 cpu.cfs_period_us
-rw-r--r-- 1 root root 0 May  4 06:54 cpu.cfs_quota_us
-rw-r--r-- 1 root root 0 May  4 06:54 cpu.shares
-r--r--r-- 1 root root 0 May  4 06:54 cpu.stat
-rw-r--r-- 1 root root 0 May  4 06:54 notify_on_release
-rw-r--r-- 1 root root 0 May  4 06:54 tasks
```

1.8 - La Commande cgconfigparser

Appliquez le contenu du fichier **/etc/cgconfig.conf** grâce à l'utilisation de la commande **cgconfigparser** :

```
root@debian11:~# cgconfigparser -l /etc/cgconfig.conf

root@debian11:~# cat /sys/fs/cgroup/memory/helloworld2/memory.limit_in_bytes
36864

root@debian11:~# cat /sys/fs/cgroup/cpu/helloworld2/cpu.shares
100
```

LAB #2 - cgroups v2

2.1 - Préparation

Pour revenir à l'utilisation de cgroups v2, éditez le fichier **/etc/boot/grub** et modifiez la directive **systemd.unified_cgroup_hierarchy=0** à **systemd.unified_cgroup_hierarchy=1** dans la ligne **GRUB_CMDLINE_LINUX_DEFAULT** :

```
root@debian11:~# vi /etc/default/grub
root@debian11:~# cat /etc/default/grub
```

```
# If you change this file, run 'update-grub' afterwards to update
# /boot/grub/grub.cfg.
# For full documentation of the options in this file, see:
#   info -f grub -n 'Simple configuration'

GRUB_DEFAULT=0
GRUB_TIMEOUT=5
GRUB_DISTRIBUTOR=`lsb_release -i -s 2> /dev/null || echo Debian`
GRUB_CMDLINE_LINUX_DEFAULT="quiet systemd.unified_cgroup_hierarchy=1"
GRUB_CMDLINE_LINUX=""

# Uncomment to enable BadRAM filtering, modify to suit your needs
# This works with Linux (no patch required) and with any kernel that obtains
# the memory map information from GRUB (GNU Mach, kernel of FreeBSD ...)
#GRUB_BADRAM="0x01234567,0xfefefefe,0x89abcdef,0xefefefef"

# Uncomment to disable graphical terminal (grub-pc only)
#GRUB_TERMINAL=console

# The resolution used on graphical terminal
# note that you can use only modes which your graphic card supports via VBE
# you can see them in real GRUB with the command `vbeinfo'
#GRUB_GFXMODE=640x480

# Uncomment if you don't want GRUB to pass "root=UUID=xxx" parameter to Linux
#GRUB_DISABLE_LINUX_UUID=true

# Uncomment to disable generation of recovery mode menu entries
#GRUB_DISABLE_RECOVERY="true"

# Uncomment to get a beep at grub start
#GRUB_INIT_TUNE="480 440 1"

root@debian11:~# grub-mkconfig -o /boot/grub/grub.cfg
```

```
Generating grub configuration file ...
Found background image: /usr/share/images/desktop-base/desktop-grub.png
Found linux image: /boot/vmlinuz-5.10.0-13-amd64
Found initrd image: /boot/initrd.img-5.10.0-13-amd64
done
```

Redémarrez ensuite votre VM :

```
root@debian11:~# reboot
```

2.2 - Présentation

A l'opposé des cgroups v1, cgroup v2 n'a qu'une seule arborescence ou hiérarchie et donc un seul point de montage. Tous les contrôleurs compatibles v2 qui ne sont pas liés à une hiérarchie v1 sont automatiquement liés à la hiérarchie v2. Un contrôleur inactif dans la hiérarchie v2 peut être lié à un autre hiérarchie. La migration d'un contrôleur d'une hiérarchie à une autre hiérarchie n'est possible que dans le cas où le contrôleur est désactivé et n'est plus référencé dans la hiérarchie d'origine.

Pour vérifier l'utilisation de cgroups v2, il convient de visualiser le point de montage :

```
root@debian11:~# mount -l | grep cgroup
cgroup2 on /sys/fs/cgroup type cgroup2 (rw,nosuid,nodev,noexec,relatime,nsdelegate,memory_recursiveprot)
```

et de consulter le contenu de ce point de montage :

```
root@debian11:~# ls -l /sys/fs/cgroup/
total 0
-r--r--r--  1 root root 0 Jul  6 10:58 cgroup.controllers
-rw-r--r--  1 root root 0 Jul  6 11:32 cgroup.max.depth
-rw-r--r--  1 root root 0 Jul  6 11:32 cgroup.max.descendants
-rw-r--r--  1 root root 0 Jul  6 10:58 cgroup.procs
-r--r--r--  1 root root 0 Jul  6 11:32 cgroup.stat
-rw-r--r--  1 root root 0 Jul  6 10:58 cgroup.subtree_control
```

```
-rw-r--r--  1 root root 0 Jul  6 11:32 cgroup.threads
-rw-r--r--  1 root root 0 Jul  6 11:32 cpu.pressure
-r--r--r--  1 root root 0 Jul  6 11:32 cpuset.cpus.effective
-r--r--r--  1 root root 0 Jul  6 11:32 cpuset.mems.effective
-r--r--r--  1 root root 0 Jul  6 11:32 cpu.stat
drwxr-xr-x  2 root root 0 Jul  6 10:58 dev-hugepages.mount
drwxr-xr-x  2 root root 0 Jul  6 10:58 dev-mqueue.mount
drwxr-xr-x  2 root root 0 Jul  6 10:58 init.scope
-rw-r--r--  1 root root 0 Jul  6 11:32 io.cost.model
-rw-r--r--  1 root root 0 Jul  6 11:32 io.cost.qos
-rw-r--r--  1 root root 0 Jul  6 11:32 io.pressure
-r--r--r--  1 root root 0 Jul  6 11:32 io.stat
-r--r--r--  1 root root 0 Jul  6 11:32 memory.numa_stat
-rw-r--r--  1 root root 0 Jul  6 11:32 memory.pressure
-r--r--r--  1 root root 0 Jul  6 11:32 memory.stat
drwxr-xr-x  2 root root 0 Jul  6 10:58 sys-fs-fuse-connections.mount
drwxr-xr-x  2 root root 0 Jul  6 10:58 sys-kernel-config.mount
drwxr-xr-x  2 root root 0 Jul  6 10:58 sys-kernel-debug.mount
drwxr-xr-x  2 root root 0 Jul  6 10:58 sys-kernel-tracing.mount
drwxr-xr-x 23 root root 0 Jul  6 11:26 system.slice
drwxr-xr-x  4 root root 0 Jul  6 11:30 user.slice
```

Dans la version 2 de cgroup, certains noms ont changé par rapport à ceux utilisés dans la version 1 :

Version 1	Version 2
CPUShares	CPUWeight
StartupCPUShares	StartupCPUWeight
MemoryLimit	MemoryMax

Commencez par créer le cgroup enfant **pids** dans le cgroup racine :

```
root@debian11:~# mkdir /sys/fs/cgroup/pids
```

Placez le PID du terminal courant dans le fichier **cgroup.procs** du cgroup enfant :

```
root@debian11:~# echo $$
1230
root@debian11:~# echo $$ > /sys/fs/cgroup/pids/cgroup.procs
```

Contrôlez maintenant le contenu du fichier cgroup.procs ainsi que le nombre de PIDs dans le cgroup **pids** :

```
root@debian11:~# cat /sys/fs/cgroup/pids/cgroup.procs
1230
1281

root@debian11:~# cat /sys/fs/cgroup/pids/pids.current
2
```

Important - Notez que le fichier cgroup.procs contient **deux** PIDs. Le premier est celui du Shell tandis que le deuxième est celui de la commande cat.

Injectez maintenant la valeur de **5** dans le fichier **pids.max** du cgroup **pids** :

```
root@debian11:~# echo 5 > /sys/fs/cgroup/pids/pids.max
```

Lancez la commande suivante pour créer 6 pids dans le cgroup :

```
root@debian11:~# for a in $(seq 1 5); do sleep 60 & done
[1] 1290
[2] 1291
[3] 1292
[4] 1293
-bash: fork: retry: Resource temporarily unavailable
-bash: fork: retry: Resource temporarily unavailable
-bash: fork: retry: Resource temporarily unavailable
```

```
-bash: fork: retry: Resource temporarily unavailable
-bash: fork: Resource temporarily unavailable
```

Important - Notez qu'à la tentative de création du 6ème processus, une erreur est retournée. Le système tente ensuite 4 fois de plus puis renonce finalement avec le message d'erreur **-bash: fork: Resource temporarily unavailable**.

Dernièrement, essayez de supprimer le cgroup **pids** :

```
root@debian11:~# rmdir /sys/fs/cgroup/pids
rmdir: failed to remove '/sys/fs/cgroup/pids': Device or resource busy
```

Important - Notez qu'il n'est pas possible de supprimer un cgroup tant que celui-ci contient un processus.

Déplacez le processus du terminal courant dans le cgroup racine :

```
root@debian11:~# echo $$ > /sys/fs/cgroup/cgroup.procs
```

Il est maintenant possible de supprimer le cgroup **pids** :

```
root@debian11:~# rmdir /sys/fs/cgroup/pids
root@debian11:~#
```

2.3 - Limitation de la CPU

Il existe deux façons de limiter les ressources de la CPU :

- **CPU bandwidth**,
  - un système de limitation basé sur un pourcentage de CPU pour un ou plusieurs processus,
- **CPU weight**,
  - un système de limitation basé sur la prioritisassion d'un ou de plusieurs processus par rapports aux autres processus.

Dans l'exemple suivant, vous allez mettre en place une limite de type **CPU bandwidth**.

Commencez par créer un service appelé **foo** :

```
root@debian11:~# vi /lib/systemd/system/foo.service
root@debian11:~# cat /lib/systemd/system/foo.service
[Unit]
Description=The foo service that does nothing useful
After=remote-fs.target nss-lookup.target

[Service]
ExecStart=/usr/bin/sha1sum /dev/zero
ExecStop=/bin/kill -WINCH ${MAINPID}

[Install]
WantedBy=multi-user.target
```

Démarrez et activez le service :

```
root@debian11:~# systemctl start foo.service
root@debian11:~# systemctl enable foo.service
Created symlink /etc/systemd/system/multi-user.target.wants/foo.service → /lib/systemd/system/foo.service.
root@debian11:~# systemctl status foo.service
● foo.service - The foo service that does nothing useful
     Loaded: loaded (/lib/systemd/system/foo.service; enabled; vendor preset: enabled)
     Active: active (running) since Wed 2022-07-06 11:41:18 CEST; 19s ago
   Main PID: 997 (sha1sum)
```

```
      Tasks: 1 (limit: 19155)
     Memory: 296.0K
        CPU: 19.114s
     CGroup: /system.slice/foo.service
             └─997 /usr/bin/sha1sum /dev/zero

Jul 06 11:41:18 debian11 systemd[1]: Started The foo service that does nothing useful.
```

Utilisez la commande **ps** pour voir le pourcentage de la CPU utilisé par ce service :

```
root@debian11:~# ps -p 997 -o pid,comm,cputime,%cpu
    PID COMMAND             TIME %CPU
    997 sha1sum         00:01:33  100
```

Créez maintenant un autre service dénommé **bar** :

```
root@debian11:~# vi /lib/systemd/system/bar.service
root@debian11:~# cat /lib/systemd/system/bar.service
[Unit]
Description=The bar service that does nothing useful
After=remote-fs.target nss-lookup.target

[Service]
ExecStart=/usr/bin/md5sum /dev/zero
ExecStop=/bin/kill -WINCH ${MAINPID}

[Install]
WantedBy=multi-user.target
```

Démarrez et activez le service :

```
root@debian11:~# systemctl start bar.service

root@debian11:~# systemctl enable bar.service
```

```
Created symlink /etc/systemd/system/multi-user.target.wants/bar.service → /lib/systemd/system/bar.service.

root@debian11:~# systemctl status bar.service
● bar.service - The bar service that does nothing useful
     Loaded: loaded (/lib/systemd/system/bar.service; enabled; vendor preset: enabled)
     Active: active (running) since Wed 2022-07-06 11:45:24 CEST; 15s ago
   Main PID: 1020 (md5sum)
      Tasks: 1 (limit: 19155)
     Memory: 236.0K
        CPU: 15.079s
     CGroup: /system.slice/bar.service
             └─1020 /usr/bin/md5sum /dev/zero

Jul 06 11:45:24 debian11 systemd[1]: Started The bar service that does nothing useful.
```

Utilisez la commande **ps** pour voir le pourcentage de la CPU utilisé par ce service :

```
root@debian11:~# ps -p 1020 -o pid,comm,cputime,%cpu
    PID COMMAND             TIME %CPU
   1020 md5sum          00:01:03 99.4
```

Vérifiez maintenant la présence des contrôleurs **cpuset** et **cpu** dans l'arborescence du cgroup racine qui est monté à **/sys/fs/cgroup/** :

```
root@debian11:~# cat /sys/fs/cgroup/cgroup.controllers
cpuset cpu io memory hugetlb pids rdma
```

Activez maintenant les deux contrôleurs **cpuset** et **cpu** :

```
root@debian11:~# cat /sys/fs/cgroup/cgroup.subtree_control
memory pids

root@debian11:~# echo "+cpu" >> /sys/fs/cgroup/cgroup.subtree_control

root@debian11:~# echo "+cpuset" >> /sys/fs/cgroup/cgroup.subtree_control
```

```
root@debian11:~# cat /sys/fs/cgroup/cgroup.subtree_control
cpuset cpu memory pids
```

Créez le cgroup **enfant** appelé **FooBar** :

```
root@debian11:~# mkdir /sys/fs/cgroup/FooBar/

root@debian11:~# ls -l /sys/fs/cgroup/FooBar/
total 0
-r--r--r-- 1 root root 0 Jul  6 12:18 cgroup.controllers
-r--r--r-- 1 root root 0 Jul  6 12:18 cgroup.events
-rw-r--r-- 1 root root 0 Jul  6 12:18 cgroup.freeze
-rw-r--r-- 1 root root 0 Jul  6 12:18 cgroup.max.depth
-rw-r--r-- 1 root root 0 Jul  6 12:18 cgroup.max.descendants
-rw-r--r-- 1 root root 0 Jul  6 12:18 cgroup.procs
-r--r--r-- 1 root root 0 Jul  6 12:18 cgroup.stat
-rw-r--r-- 1 root root 0 Jul  6 12:18 cgroup.subtree_control
-rw-r--r-- 1 root root 0 Jul  6 12:18 cgroup.threads
-rw-r--r-- 1 root root 0 Jul  6 12:18 cgroup.type
-rw-r--r-- 1 root root 0 Jul  6 12:18 cpu.max
-rw-r--r-- 1 root root 0 Jul  6 12:18 cpu.pressure
-rw-r--r-- 1 root root 0 Jul  6 12:18 cpuset.cpus
-r--r--r-- 1 root root 0 Jul  6 12:18 cpuset.cpus.effective
-rw-r--r-- 1 root root 0 Jul  6 12:18 cpuset.cpus.partition
-rw-r--r-- 1 root root 0 Jul  6 12:18 cpuset.mems
-r--r--r-- 1 root root 0 Jul  6 12:18 cpuset.mems.effective
-r--r--r-- 1 root root 0 Jul  6 12:18 cpu.stat
-rw-r--r-- 1 root root 0 Jul  6 12:18 cpu.weight
-rw-r--r-- 1 root root 0 Jul  6 12:18 cpu.weight.nice
-rw-r--r-- 1 root root 0 Jul  6 12:18 io.pressure
-r--r--r-- 1 root root 0 Jul  6 12:18 memory.current
-r--r--r-- 1 root root 0 Jul  6 12:18 memory.events
-r--r--r-- 1 root root 0 Jul  6 12:18 memory.events.local
-rw-r--r-- 1 root root 0 Jul  6 12:18 memory.high
```

```
-rw-r--r-- 1 root root 0 Jul  6 12:18 memory.low
-rw-r--r-- 1 root root 0 Jul  6 12:18 memory.max
-rw-r--r-- 1 root root 0 Jul  6 12:18 memory.min
-r--r--r-- 1 root root 0 Jul  6 12:18 memory.numa_stat
-rw-r--r-- 1 root root 0 Jul  6 12:18 memory.oom.group
-rw-r--r-- 1 root root 0 Jul  6 12:18 memory.pressure
-r--r--r-- 1 root root 0 Jul  6 12:18 memory.stat
-r--r--r-- 1 root root 0 Jul  6 12:18 memory.swap.current
-r--r--r-- 1 root root 0 Jul  6 12:18 memory.swap.events
-rw-r--r-- 1 root root 0 Jul  6 12:18 memory.swap.high
-rw-r--r-- 1 root root 0 Jul  6 12:18 memory.swap.max
-r--r--r-- 1 root root 0 Jul  6 12:18 pids.current
-r--r--r-- 1 root root 0 Jul  6 12:18 pids.events
-rw-r--r-- 1 root root 0 Jul  6 12:18 pids.max
```

Activez les contrôleurs **cpuset** et **cpu** pour le cgroup **FooBar** :

```
root@debian11:~# echo "+cpu" >> /sys/fs/cgroup/FooBar/cgroup.subtree_control

root@debian11:~# echo "+cpuset" >> /sys/fs/cgroup/FooBar/cgroup.subtree_control

root@debian11:~# cat /sys/fs/cgroup/cgroup.subtree_control /sys/fs/cgroup/FooBar/cgroup.subtree_control
cpuset cpu memory pids
cpuset cpu
```

Important - Notez qu'il n'est pas possible d'activer les contrôleurs pour un cgroup enfant si ces mêmes contrôleurs ne sont pas déjà activés pour le cgroup parent. Notez aussi que dans le cgroup **FooBar**, les contrôleurs **memory** et **pids** ne sont **pas** activés.

Créez maintenant le répertoire **/sys/fs/cgroup/FooBar/tasks** :

```
root@debian11:~# mkdir /sys/fs/cgroup/FooBar/tasks
root@debian11:~# ls -l /sys/fs/cgroup/FooBar/tasks
total 0
-r--r--r-- 1 root root 0 Jul  6 12:20 cgroup.controllers
-r--r--r-- 1 root root 0 Jul  6 12:20 cgroup.events
-rw-r--r-- 1 root root 0 Jul  6 12:20 cgroup.freeze
-rw-r--r-- 1 root root 0 Jul  6 12:20 cgroup.max.depth
-rw-r--r-- 1 root root 0 Jul  6 12:20 cgroup.max.descendants
-rw-r--r-- 1 root root 0 Jul  6 12:20 cgroup.procs
-r--r--r-- 1 root root 0 Jul  6 12:20 cgroup.stat
-rw-r--r-- 1 root root 0 Jul  6 12:20 cgroup.subtree_control
-rw-r--r-- 1 root root 0 Jul  6 12:20 cgroup.threads
-rw-r--r-- 1 root root 0 Jul  6 12:20 cgroup.type
-rw-r--r-- 1 root root 0 Jul  6 12:20 cpu.max
-rw-r--r-- 1 root root 0 Jul  6 12:20 cpu.pressure
-rw-r--r-- 1 root root 0 Jul  6 12:20 cpuset.cpus
-r--r--r-- 1 root root 0 Jul  6 12:20 cpuset.cpus.effective
-rw-r--r-- 1 root root 0 Jul  6 12:20 cpuset.cpus.partition
-rw-r--r-- 1 root root 0 Jul  6 12:20 cpuset.mems
-r--r--r-- 1 root root 0 Jul  6 12:20 cpuset.mems.effective
-r--r--r-- 1 root root 0 Jul  6 12:20 cpu.stat
-rw-r--r-- 1 root root 0 Jul  6 12:20 cpu.weight
-rw-r--r-- 1 root root 0 Jul  6 12:20 cpu.weight.nice
-rw-r--r-- 1 root root 0 Jul  6 12:20 io.pressure
-rw-r--r-- 1 root root 0 Jul  6 12:20 memory.pressure
```

Important - Le répertoire **/sys/fs/cgroup/FooBar/tasks** définit un groupe *enfant* du cgroup FooBar qui ne concerne que les contrôleurs **cpuset** et **cpu**.

De façon à ce que les deux processus issus des services **foo** et **bar** se font concurrence sur la même CPU, injectez la valeur de **1** dans le fichier

/sys/fs/cgroup/FooBar/tasks/cpuset.cpus :

```
root@debian11:~# echo "1" > /sys/fs/cgroup/FooBar/tasks/cpuset.cpus

root@debian11:~# cat /sys/fs/cgroup/FooBar/tasks/cpuset.cpus
1
```

Important - Notez que dans les faits, le contrôleur **cpu** n'est activé **que** dans le cas où le cgroup contient au moins 2 processus qui se font concurrence sur la même CPU.

Mettez en place une limitation des ressources de la CPU avec la commande suivante :

```
root@debian11:~# echo "200000 1000000" > /sys/fs/cgroup/FooBar/tasks/cpu.max
```

Important - Dans la commande ci-dessus, le premier nombre est un quota en microsecondes pendant lequel les processus dans le cgroup peuvent s'exécuter dans une **période** de temps donnée. Le deuxième nombre, également exprimé en microsecondes, et la **période**. Autrement dit, les processus dans le cgroup seront limités à une exécution de 200 000 / 1 000 000 = 0.2 secondes pendant chaque seconde.

Ajoutez maintenant les processus des services **foo** et **bar** au cgroup **FooBar** :

```
echo "997" > /sys/fs/cgroup/FooBar/tasks/cgroup.procs

echo "1020" > /sys/fs/cgroup/FooBar/tasks/cgroup.procs
```

Vérifiez la prise en compte par le système de la commande précédente :

```
root@debian11:~# cat /proc/997/cgroup /proc/1020/cgroup
0::/FooBar/tasks
0::/FooBar/tasks
```

Dernièrement, utilisez la commande **top** pour constater que la consommation de la CPU et limitée à 20% sur l'ensemble des processus du cgroup **FooBar et** que ces 20% sont répartis en parts égales sur les deux processus **foo** et **bar** :

```
top - 12:36:33 up  1:37,  2 users,  load average: 0.01, 0.70, 1.39
Tasks: 154 total,   3 running, 151 sleeping,   0 stopped,   0 zombie
%Cpu(s):  2.5 us,  0.0 sy,  0.0 ni, 97.5 id,  0.0 wa,  0.0 hi,  0.0 si,  0.0 st
MiB Mem :  16007.9 total,  15503.7 free,    203.6 used,    300.6 buff/cache
MiB Swap:    975.0 total,    975.0 free,      0.0 used.  15536.4 avail Mem

    PID USER      PR  NI    VIRT    RES    SHR S  %CPU  %MEM     TIME+ COMMAND
    997 root      20   0    5312    572    508 R  10.0   0.0  50:12.26 sha1sum
   1020 root      20   0    5308    508    444 R  10.0   0.0  47:00.56 md5sum
```

2.4 - La Commande systemctl set-property

Comme déjà vu, systemd organise les processus dans des **slices**, par exemple les utilisateurs sont regroupés dans **/sys/fs/cgroup/user.slice** :

```
root@debian11:~# ls -l /sys/fs/cgroup/user.slice
total 0
-r--r--r-- 1 root root 0 Jul  6 16:13 cgroup.controllers
-r--r--r-- 1 root root 0 Jul  6 10:58 cgroup.events
-rw-r--r-- 1 root root 0 Jul  6 16:13 cgroup.freeze
-rw-r--r-- 1 root root 0 Jul  6 16:13 cgroup.max.depth
-rw-r--r-- 1 root root 0 Jul  6 16:13 cgroup.max.descendants
-rw-r--r-- 1 root root 0 Jul  6 16:13 cgroup.procs
-r--r--r-- 1 root root 0 Jul  6 16:13 cgroup.stat
```

```
-rw-r--r-- 1 root root 0 Jul  6 15:05 cgroup.subtree_control
-rw-r--r-- 1 root root 0 Jul  6 16:13 cgroup.threads
-rw-r--r-- 1 root root 0 Jul  6 16:13 cgroup.type
-rw-r--r-- 1 root root 0 Jul  6 16:13 cpu.max
-rw-r--r-- 1 root root 0 Jul  6 16:13 cpu.pressure
-rw-r--r-- 1 root root 0 Jul  6 16:13 cpuset.cpus
-r--r--r-- 1 root root 0 Jul  6 16:13 cpuset.cpus.effective
-rw-r--r-- 1 root root 0 Jul  6 16:13 cpuset.cpus.partition
-rw-r--r-- 1 root root 0 Jul  6 16:13 cpuset.mems
-r--r--r-- 1 root root 0 Jul  6 16:13 cpuset.mems.effective
-r--r--r-- 1 root root 0 Jul  6 10:58 cpu.stat
-rw-r--r-- 1 root root 0 Jul  6 16:13 cpu.weight
-rw-r--r-- 1 root root 0 Jul  6 16:13 cpu.weight.nice
-rw-r--r-- 1 root root 0 Jul  6 16:13 io.pressure
-r--r--r-- 1 root root 0 Jul  6 16:13 memory.current
-r--r--r-- 1 root root 0 Jul  6 16:13 memory.events
-r--r--r-- 1 root root 0 Jul  6 16:13 memory.events.local
-rw-r--r-- 1 root root 0 Jul  6 10:58 memory.high
-rw-r--r-- 1 root root 0 Jul  6 10:58 memory.low
-rw-r--r-- 1 root root 0 Jul  6 10:58 memory.max
-rw-r--r-- 1 root root 0 Jul  6 10:58 memory.min
-r--r--r-- 1 root root 0 Jul  6 16:13 memory.numa_stat
-rw-r--r-- 1 root root 0 Jul  6 10:58 memory.oom.group
-rw-r--r-- 1 root root 0 Jul  6 16:13 memory.pressure
-r--r--r-- 1 root root 0 Jul  6 16:13 memory.stat
-r--r--r-- 1 root root 0 Jul  6 16:13 memory.swap.current
-r--r--r-- 1 root root 0 Jul  6 16:13 memory.swap.events
-rw-r--r-- 1 root root 0 Jul  6 16:13 memory.swap.high
-rw-r--r-- 1 root root 0 Jul  6 10:58 memory.swap.max
-r--r--r-- 1 root root 0 Jul  6 16:13 pids.current
-r--r--r-- 1 root root 0 Jul  6 16:13 pids.events
-rw-r--r-- 1 root root 0 Jul  6 10:58 pids.max
drwxr-xr-x 8 root root 0 Jul  6 15:22 user-1000.slice
drwxr-xr-x 5 root root 0 Jul  6 11:41 user-113.slice
```

et les processus d'un utilisateur spécifique dans un slice dénommé **user-UID.slice** :

```
root@debian11:~# ls -l /sys/fs/cgroup/user.slice/user-1000.slice
total 0
-r--r--r-- 1 root    root    0 Jul  6 16:14 cgroup.controllers
-r--r--r-- 1 root    root    0 Jul  6 11:30 cgroup.events
-rw-r--r-- 1 root    root    0 Jul  6 16:14 cgroup.freeze
-rw-r--r-- 1 root    root    0 Jul  6 16:14 cgroup.max.depth
-rw-r--r-- 1 root    root    0 Jul  6 16:14 cgroup.max.descendants
-rw-r--r-- 1 root    root    0 Jul  6 16:14 cgroup.procs
-r--r--r-- 1 root    root    0 Jul  6 16:14 cgroup.stat
-rw-r--r-- 1 root    root    0 Jul  6 15:05 cgroup.subtree_control
-rw-r--r-- 1 root    root    0 Jul  6 16:14 cgroup.threads
-rw-r--r-- 1 root    root    0 Jul  6 16:14 cgroup.type
-rw-r--r-- 1 root    root    0 Jul  6 16:14 cpu.pressure
-r--r--r-- 1 root    root    0 Jul  6 11:30 cpu.stat
-rw-r--r-- 1 root    root    0 Jul  6 16:14 io.pressure
-r--r--r-- 1 root    root    0 Jul  6 16:14 memory.current
-r--r--r-- 1 root    root    0 Jul  6 16:14 memory.events
-r--r--r-- 1 root    root    0 Jul  6 16:14 memory.events.local
-rw-r--r-- 1 root    root    0 Jul  6 11:30 memory.high
-rw-r--r-- 1 root    root    0 Jul  6 11:30 memory.low
-rw-r--r-- 1 root    root    0 Jul  6 11:30 memory.max
-rw-r--r-- 1 root    root    0 Jul  6 11:30 memory.min
-r--r--r-- 1 root    root    0 Jul  6 16:14 memory.numa_stat
-rw-r--r-- 1 root    root    0 Jul  6 11:30 memory.oom.group
-rw-r--r-- 1 root    root    0 Jul  6 16:14 memory.pressure
-r--r--r-- 1 root    root    0 Jul  6 16:14 memory.stat
-r--r--r-- 1 root    root    0 Jul  6 16:14 memory.swap.current
-r--r--r-- 1 root    root    0 Jul  6 16:14 memory.swap.events
-rw-r--r-- 1 root    root    0 Jul  6 16:14 memory.swap.high
-rw-r--r-- 1 root    root    0 Jul  6 11:30 memory.swap.max
-r--r--r-- 1 root    root    0 Jul  6 16:14 pids.current
-r--r--r-- 1 root    root    0 Jul  6 16:14 pids.events
```

```
-rw-r--r-- 1 root    root    0 Jul  6 11:30 pids.max
drwxr-xr-x 2 root    root    0 Jul  6 14:56 session-13.scope
drwxr-xr-x 2 root    root    0 Jul  6 15:22 session-15.scope
drwxr-xr-x 2 root    root    0 Jul  6 11:30 session-4.scope
drwxr-xr-x 2 root    root    0 Jul  6 12:12 session-6.scope
drwxr-xr-x 4 trainee trainee 0 Jul  6 11:30 user@1000.service
drwxr-xr-x 2 root    root    0 Jul  6 11:41 user-runtime-dir@1000.service
```

De ce fait, il est possible d'utiliser systemd pour la mise en place des limitations des ressources en utilisant la commande **systemd set-property** :

CPU

```
root@debian11:~# systemctl set-property user-1000.slice CPUQuota=40%
root@debian11:~# cat /sys/fs/cgroup/user.slice/user-1000.slice/cpu.max
40000 100000
```

Mémoire

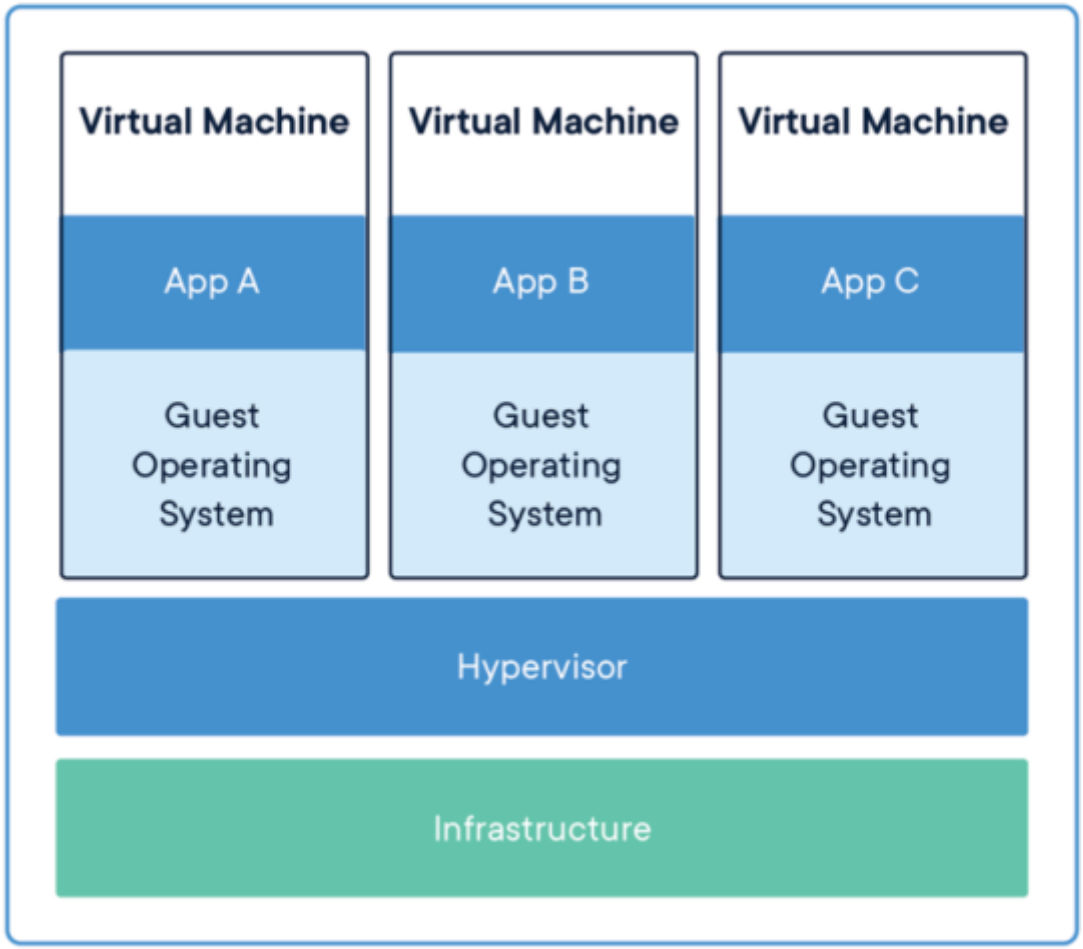
```
root@debian11:~# systemctl set-property user-1000.slice MemoryMax=1G
root@debian11:~# cat /sys/fs/cgroup/user.slice/user-1000.slice/memory.max
1073741824
```

Important - Notez que l'utilisation de **MemoryMax** met en place un **hard limit**. Il est aussi possible de mettre en place un **soft limit** en utilisant **MemoryHigh**.

Présentation de Docker

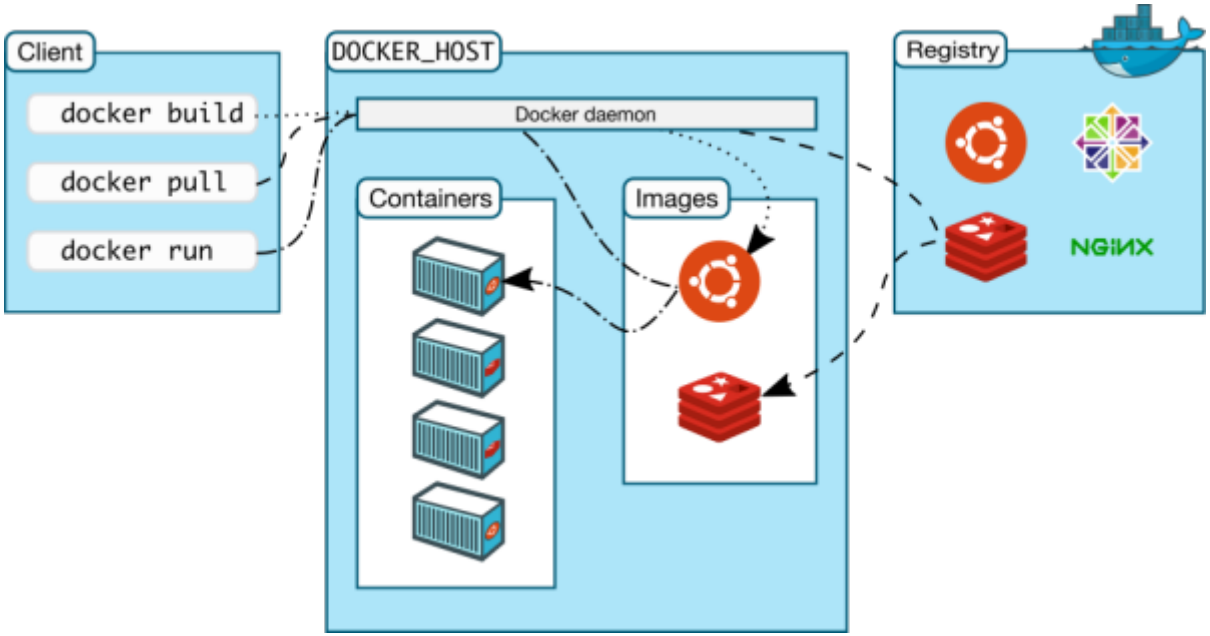
Virtualisation et Containérisation

La virtualisation classique nécessite l'utilisation d'un hyperviseur :



Docker est une application de virtualisation légère lancé en 2013 qui utilise des **images** et des **conteneurs**.

Docker est composé de trois éléments : un serveur, un client et un ou plusieurs Repositories ou Dépôts :

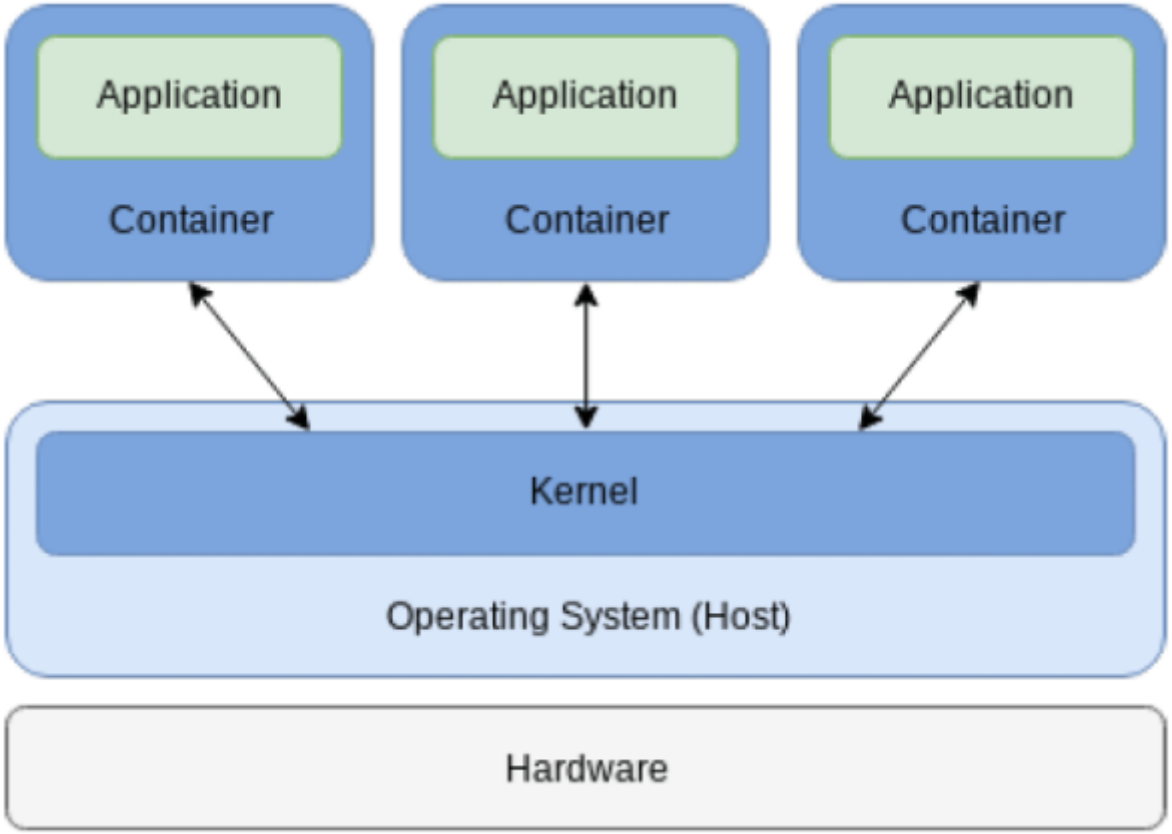


Une **image** est un paquet exécutable contenant tout ce qu'il est nécessaire afin d'exécuter un logiciel donné, incluant :

- le code
- un runtime
- des bibliothèques,
- des variables d'environnement
- des fichiers de configuration

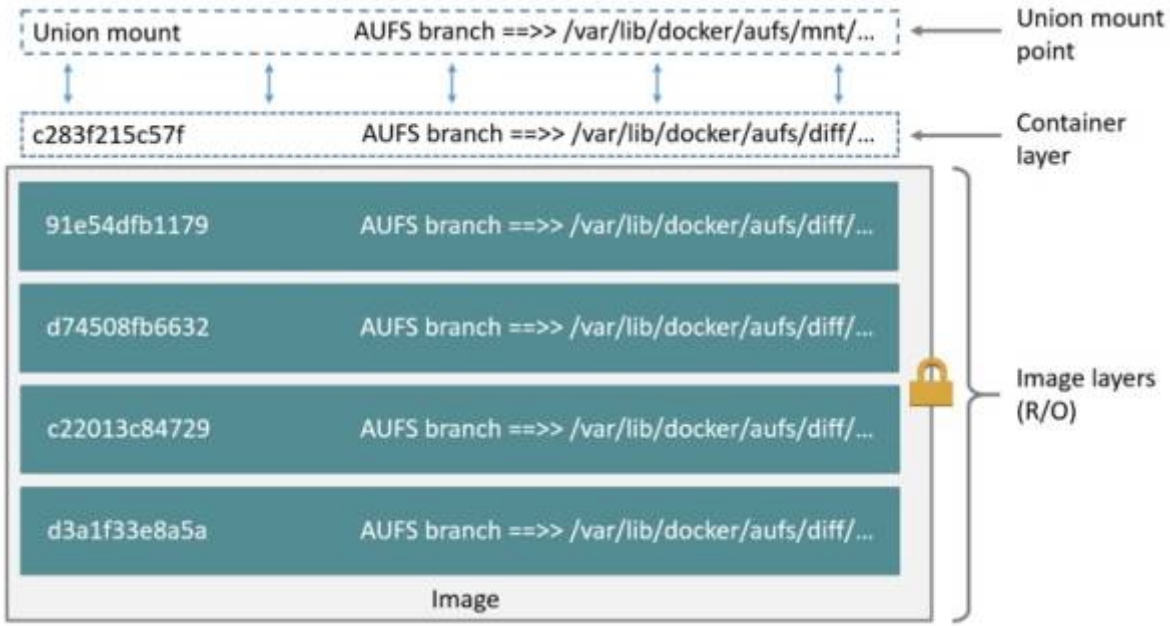
Un **conteneur** est une instance de l'image en cours d'exécution en mémoire. Elle est isolée de l'environnement de l'hôte par défaut mais peut accéder à des fichiers et de ports de l'hôte selon la configuration.

Les conteneurs exécutent des applications nativement en utilisant le noyau de la machine hôte. De ce fait les performances d'un conteneur sont supérieures à celles d'une machine virtuelle qui doit passer par un hyperviseur pour accéder aux ressources de la machine hôte.



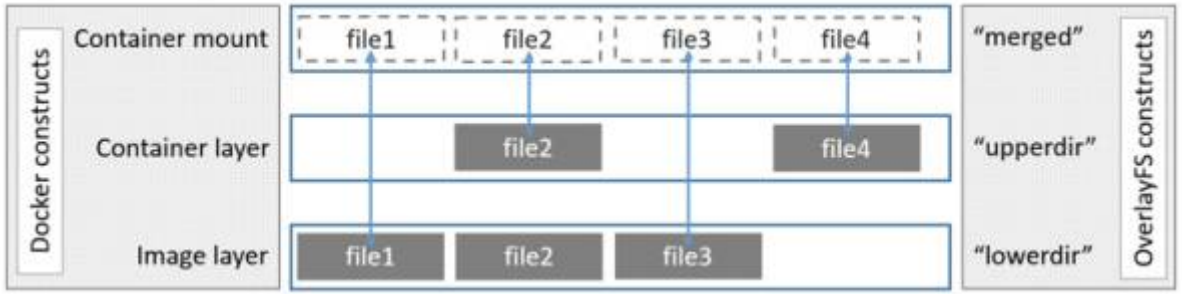
Le Système de Fichier AUFS

Pour gérer le système de fichiers du conteneur, Docker utilisait au départ le filesystem AUFS. AUFS est un système de fichiers de la famille UnionFS. Un système de fichier de type UnionFS assemble des repertoires multiples les uns sur les autres pour ensuite les présenter sous forme d'un repertoire unique contenant les objets les plus récents grâce à un union mount. Les repertoires sous AUFS sont appelés des **branches** et se trouvent dans **/var/lib/docker/aufs** :



OverlayFS et Overlay2

Le système de fichiers AUFS a été ensuite remplacé dans Docker par le système de fichiers **OverlayFS**. Ce système de fichiers combine deux répertoires appelés **Layers**. Le layer inférieur porte le nom **lowerdir** tandis que le niveau au dessus est appelé le **upperdir**. La vue unifiée porte le nom **merged**. Dans le cas où les layers de conteneur et de l'image contiennent le même objet, le conteneur “gagne” et cache l'objet dans l'image :



Le système de fichiers OverlayFS ne sait gérer que deux niveaux. Ceci implique une utilisation excessive d'inodes dans la cas d'une image à de niveaux multiples car chaque image doit résider dans son propre repertoire qui se situe dans **/var/lib/docker/overlay**. Des liens physiques sont ensuite utilisés pour référencer des données dans les niveaux inférieurs.

Cette limitation a donné lieu à l'introduction du système de fichiers **Overlay2** actuellement utilisé par Docker. Overlay2 est capable de gérer 128 layers.

Important - Notez que Docker peut aussi utiliser le système de fichiers BTRFS.

Docker Daemon et Docker Engine

Le Docker Daemon, appelé **dockerd**, accompagné du REST API et du Docker CLI s'appellent collectivement le **Docker Engine** :

- Le Docker Daemon est le serveur,
- Le Docker CLI est le client,
- Le REST API permet la communication entre le serveur et le client.

Le Docker Engine peut utiliser des **plugins**. Ces plugins, disponibles pour téléchargement à partir du **Docker Registry** public, appelé le **Docker Hub**, ajoutent des fonctionnalités supplémentaires au Docker Engine. Actuellement, des plugins existent pour :

- Volumes (le partage et la réutilisation de volumes entre conteneurs, des sauvegardes et de la migration),
- Network
- Authorization
- Cloud (AWS, GCP et Azure)
- Jenkins

Il est aussi possible de créer son propre plugin.

Docker CE et Docker EE

Docker CE

Docker existe en deux versions **Docker CE** (Docker Community Edition) et **Docker EE** (Docker Enterprise Edition).

Docker CE est :

- un logiciel libre,
- gratuit.

Docker CE vient en deux sous-versions :

- **Stable** - mis à jour tous les trois mois. La stabilité est garantie,
- **Edge** - mis à jour tous les mois et contient des nouvelles fonctionnalités mais parfois au prix de la stabilité.

Docker EE

Docker EE est :

- plus puissant que la version Docker CE,
- disponible pour des processeurs différents (x86-64, ARM, IBM Z, s390x IBM Z).

Docker EE comprend :

- Docker Engine Enterprise,
    - le Docker Engine qui bénéficie de support commercial. Il permet de créer de images et des conteneurs,
- Docker Universal Control Plane (UCP),
    - est diviser en deux composants : UCP Worker et UCP Manager,
    - permet le déploiement des applications et et conçu pour la haute disponibilité,
    - permet de lier plusieurs noeuds de type UCP Manager en tant que cluster,
- Docker Trusted Registry (DTR),
    - une solution de stockage sécurisée des images,

    - est conçu pour une scalabilité horizontale,
- Docker Desktop Enterprise (DDE),
    - une application Windows et Mac permettant la construction locale d'images Docker, le support de multiples IDE et l'intégration native de Docker avec l'OS.

Docker EE est disponible en trois sous-versions, appelées des **Tiers** :

- **Basic** - (support Docker officiel (J) et des conteneurs et plugins certifiés),
    - $1 500 par noeud par an (2022),
- **Standard** - (Basic + la gestion avancée des images et des conteneurs, le support de l'authentification des utilisateurs via LDAP/AD, le RBAC),
    - $3 000 par noeud par an (2022),
- **Advanced** - (Standard + l'analyse de sécurité et la surveillance continue des vulnérabilités),
    - $3 500 par noeud par an (2022).

Pour consulter les différences entre les deux versions, consultez le lien **https://docs.docker.com/engine/installation/**.

Docker et Mirantis

Docker EE a été acquis par la société **Mirantis** en novembre 2019.

De ce fait Miratis a renommé certains composants de Docker EE :

- Docker Enterprise/UCP –> Mirantis Kubernetes Engine (MKE),
- Docker Trusted Registry (DTR) –> Mirantis Secure Registry (MSR),
- Docker Engine Enterprise –> Mirantis container Runtime,
- Docker Enterprise Container Cloud –> Mirantis Container Cloud.

LAB #3 - Travailler avec Docker

Docker est disponible pour Windows™ et Mac en tant que binaire :

Platform	x86_64 / amd64
Docker Desktop for macOS	pkg
Docker Desktop for Windows™	exe ou msi

Docker est disponible pour Linux en tant que paquet rpm ou deb :

Platform	x86_64 / amd64	ARM	ARM64 / AARCH64
CentOS	rpm		rpm
Fedora	rpm		rpm
Debian	deb	deb	deb
Ubuntu	deb	deb	deb
Raspian		deb	deb

Les paquets sont disponibles soit à partir du dépôt Docker soit dans le gestionnaire des paquets de l'OS. Docker peut aussi être installé en utilisant des scripts automatisés fournis par Docker.

Veuillez noter que depuis le changement de noms des paquets Docker, il convient de désinstaller toute version antérieure de Docker avant de procéder à l'installation de la version courante :

Par exemple sous Debian et Ubuntu :

```
# apt-get remove docker docker-engine docker.io containerd runc
```

Sous CentOS et Fedora :

```
# yum remove docker docker-client docker-client-latest docker-latest docker-common docker-engine docker-logrotate
docker-latest-logrotate
```

Docker est disponible dans trois canaux :

- **Stable**,
  - La dernière version GA (General Availability),
- **Test**,
  - La version en pre-release,

- **Nightly**,
  - Une version instable de travaux en cours.

3.1 - Installer docker sous Linux

3.1.1 - Debian 11

Docker n'est pas dans le dépôts de Debian. Afin de l'installer il convient d'ajouter le dépôt de docker. Premièrement, il est nécessaire d'installer les paquets permettant à Debian d'utiliser un dépôt en https :

```
root@debian11:~# apt-get update
...
root@debian11:~# apt-get install apt-transport-https ca-certificates curl gnupg2 software-properties-common
Reading package lists... Done
Building dependency tree... Done
Reading state information... Done
ca-certificates is already the newest version (20210119).
gnupg2 is already the newest version (2.2.27-2+deb11u2).
The following packages were automatically installed and are no longer required:
  libopengl0 linux-headers-5.10.0-15-amd64 linux-headers-5.10.0-15-common
Use 'apt autoremove' to remove them.
The following additional packages will be installed:
  python3-distro-info python3-software-properties unattended-upgrades
Suggested packages:
  bsd-mailx default-mta | mail-transport-agent needrestart powermgmt-base
The following NEW packages will be installed:
  apt-transport-https curl python3-distro-info python3-software-properties
  software-properties-common unattended-upgrades
0 upgraded, 6 newly installed, 0 to remove and 0 not upgraded.
Need to get 661 kB of archives.
After this operation, 1,567 kB of additional disk space will be used.
Do you want to continue? [Y/n] y
```

Téléchargez la clef GPG officielle de docker :

```
root@debian11:~# curl -fsSL https://download.docker.com/linux/debian/gpg | apt-key add -
Warning: apt-key is deprecated. Manage keyring files in trusted.gpg.d instead (see apt-key(8)).
OK
```

Vérifiez que l'ID de la clef est **9DC8 5822 9FC7 DD38 854A E2D8 8D81 803C 0EBF CD88** :

```
root@debian11:~# apt-key fingerprint 0EBFCD88
Warning: apt-key is deprecated. Manage keyring files in trusted.gpg.d instead (see apt-key(8)).
pub   rsa4096 2017-02-22 [SCEA]
      9DC8 5822 9FC7 DD38 854A  E2D8 8D81 803C 0EBF CD88
uid           [ unknown] Docker Release (CE deb) <docker@docker.com>
sub   rsa4096 2017-02-22 [S]
```

Ajoutez le dépôt **stable** de docker :

```
root@debian11:~# add-apt-repository "deb [arch=amd64] https://download.docker.com/linux/debian $(lsb_release -cs)
stable"
```

Important - Notez que la commande **lsb_release -cs** retourne le nom de la distribution Debian, à savoir dans ce cas **stretch**.

Installez maintenant le paquet **docker-ce** :

```
root@debian11docker:~# apt-get update
...
root@debian11:~# apt-get install docker-ce
Reading package lists... Done
Building dependency tree... Done
Reading state information... Done
```

```
The following packages were automatically installed and are no longer required:
  libopengl0 linux-headers-5.10.0-15-amd64 linux-headers-5.10.0-15-common
Use 'apt autoremove' to remove them.
The following additional packages will be installed:
  containerd.io docker-buildx-plugin docker-ce-cli docker-ce-rootless-extras
  docker-compose-plugin git git-man liberror-perl libslirp0 pigz slirp4netns
Suggested packages:
  aufs-tools cgroupfs-mount | cgroup-lite git-daemon-run | git-daemon-sysvinit
  git-doc git-el git-email git-gui gitk gitweb git-cvs git-mediawiki git-svn
The following NEW packages will be installed:
  containerd.io docker-buildx-plugin docker-ce docker-ce-cli
  docker-ce-rootless-extras docker-compose-plugin git git-man liberror-perl
  libslirp0 pigz slirp4netns
0 upgraded, 12 newly installed, 0 to remove and 0 not upgraded.
Need to get 121 MB of archives.
After this operation, 452 MB of additional disk space will be used.
Do you want to continue? [Y/n] y
```

Dernièrement, vérifiez la version de Docker client et serveur :

```
root@debian11:~# docker version
Client: Docker Engine - Community
 Version:           24.0.5
 API version:       1.43
 Go version:        go1.20.6
 Git commit:        ced0996
 Built:             Fri Jul 21 20:35:45 2023
 OS/Arch:           linux/amd64
 Context:           default

Server: Docker Engine - Community
 Engine:
  Version:          24.0.5
  API version:      1.43 (minimum version 1.12)
```

```
 Go version:       go1.20.6
 Git commit:       a61e2b4
 Built:            Fri Jul 21 20:35:45 2023
 OS/Arch:          linux/amd64
 Experimental:     false
containerd:
 Version:          1.6.22
 GitCommit:        8165feabfdfe38c65b599c4993d227328c231fca
runc:
 Version:          1.1.8
 GitCommit:        v1.1.8-0-g82f18fe
docker-init:
 Version:          0.19.0
 GitCommit:        de40ad0
```

Important - Notez que le paquet docker-ce a besoin des paquets **containerd.io** et **docker-ce-cli**. Notez aussi que la procédure ci-dessus installe la version la plus récente de Docker.

Dans le cas où vous souhaitez installer une version différente, il convient d'abord de constater les versions disponibles :

```
root@debian11:~# apt-cache madison docker-ce
 docker-ce | 5:24.0.5-1~debian.11~bullseye | https://download.docker.com/linux/debian bullseye/stable amd64
Packages
 docker-ce | 5:24.0.4-1~debian.11~bullseye | https://download.docker.com/linux/debian bullseye/stable amd64
Packages
 docker-ce | 5:24.0.3-1~debian.11~bullseye | https://download.docker.com/linux/debian bullseye/stable amd64
Packages
 docker-ce | 5:24.0.2-1~debian.11~bullseye | https://download.docker.com/linux/debian bullseye/stable amd64
Packages
 docker-ce | 5:24.0.1-1~debian.11~bullseye | https://download.docker.com/linux/debian bullseye/stable amd64
```

```
Packages
 docker-ce | 5:24.0.0-1~debian.11~bullseye | https://download.docker.com/linux/debian bullseye/stable amd64
Packages
 docker-ce | 5:23.0.6-1~debian.11~bullseye | https://download.docker.com/linux/debian bullseye/stable amd64
Packages
 docker-ce | 5:23.0.5-1~debian.11~bullseye | https://download.docker.com/linux/debian bullseye/stable amd64
Packages
 docker-ce | 5:23.0.4-1~debian.11~bullseye | https://download.docker.com/linux/debian bullseye/stable amd64
Packages
 docker-ce | 5:23.0.3-1~debian.11~bullseye | https://download.docker.com/linux/debian bullseye/stable amd64
Packages
 docker-ce | 5:23.0.2-1~debian.11~bullseye | https://download.docker.com/linux/debian bullseye/stable amd64
Packages
 docker-ce | 5:23.0.1-1~debian.11~bullseye | https://download.docker.com/linux/debian bullseye/stable amd64
Packages
 docker-ce | 5:23.0.0-1~debian.11~bullseye | https://download.docker.com/linux/debian bullseye/stable amd64
Packages
 docker-ce | 5:20.10.24~3-0~debian-bullseye | https://download.docker.com/linux/debian bullseye/stable amd64
Packages
 docker-ce | 5:20.10.23~3-0~debian-bullseye | https://download.docker.com/linux/debian bullseye/stable amd64
Packages
 docker-ce | 5:20.10.22~3-0~debian-bullseye | https://download.docker.com/linux/debian bullseye/stable amd64
Packages
 docker-ce | 5:20.10.21~3-0~debian-bullseye | https://download.docker.com/linux/debian bullseye/stable amd64
Packages
 docker-ce | 5:20.10.20~3-0~debian-bullseye | https://download.docker.com/linux/debian bullseye/stable amd64
Packages
 docker-ce | 5:20.10.19~3-0~debian-bullseye | https://download.docker.com/linux/debian bullseye/stable amd64
Packages
 docker-ce | 5:20.10.18~3-0~debian-bullseye | https://download.docker.com/linux/debian bullseye/stable amd64
Packages
 docker-ce | 5:20.10.17~3-0~debian-bullseye | https://download.docker.com/linux/debian bullseye/stable amd64
Packages
 docker-ce | 5:20.10.16~3-0~debian-bullseye | https://download.docker.com/linux/debian bullseye/stable amd64
```

```
Packages
 docker-ce | 5:20.10.15~3-0~debian-bullseye | https://download.docker.com/linux/debian bullseye/stable amd64
Packages
 docker-ce | 5:20.10.14~3-0~debian-bullseye | https://download.docker.com/linux/debian bullseye/stable amd64
Packages
 docker-ce | 5:20.10.13~3-0~debian-bullseye | https://download.docker.com/linux/debian bullseye/stable amd64
Packages
 docker-ce | 5:20.10.12~3-0~debian-bullseye | https://download.docker.com/linux/debian bullseye/stable amd64
Packages
 docker-ce | 5:20.10.11~3-0~debian-bullseye | https://download.docker.com/linux/debian bullseye/stable amd64
Packages
 docker-ce | 5:20.10.10~3-0~debian-bullseye | https://download.docker.com/linux/debian bullseye/stable amd64
Packages
 docker-ce | 5:20.10.9~3-0~debian-bullseye | https://download.docker.com/linux/debian bullseye/stable amd64
Packages
 docker-ce | 5:20.10.8~3-0~debian-bullseye | https://download.docker.com/linux/debian bullseye/stable amd64
Packages
 docker-ce | 5:20.10.7~3-0~debian-bullseye | https://download.docker.com/linux/debian bullseye/stable amd64
Packages
 docker-ce | 5:20.10.6~3-0~debian-bullseye | https://download.docker.com/linux/debian bullseye/stable amd64
Packages
```

Dans le cas où vous souhaiteriez installer la version **24.0.1** de Docker, la commande d'installation deviendrait :

```
# apt-get install docker-ce=5:24.0.1-1~debian.11~bullseye docker-ce-cli=5:24.0.1-1~debian.11~bullseye
containerd.io
```

Si vous préférez utiliser le script d'installation de Docker, il convient d'abord de le télécharger :

Important - Notez que ces scripts ne doivent pas être utilisés dans un environnement de production.

```
root@debian11:~# curl -fsSL https://get.docker.com -o get-docker.sh

root@debian11:~# ls
get-docker.sh
```

Ensuite, il convient d'exécuter le script :

```
root@debian11:~# chmod +x get-docker.sh

root@debian11:~# ./get-docker.sh
# Executing docker install script, commit: c2de0811708b6d9015ed1a2c80f02c9b70c8ce7b
Warning: the "docker" command appears to already exist on this system.

If you already have Docker installed, this script can cause trouble, which is
why we're displaying this warning and provide the opportunity to cancel the
installation.

If you installed the current Docker package using this script and are using it
again to update Docker, you can safely ignore this message.

You may press Ctrl+C now to abort this script.
+ sleep 20
^C
```

Important - Notez l'utilisation de **^C** pour ne PAS continuer l'exécution du script.

Démarrez un conteneur de l'image hello-world :

```
root@debian11:~# docker run hello-world
Unable to find image 'hello-world:latest' locally
```

```
latest: Pulling from library/hello-world
719385e32844: Pull complete
Digest: sha256:dcba6daec718f547568c562956fa47e1b03673dd010fe6ee58ca806767031d1c
Status: Downloaded newer image for hello-world:latest

Hello from Docker!
This message shows that your installation appears to be working correctly.

To generate this message, Docker took the following steps:
 1. The Docker client contacted the Docker daemon.
 2. The Docker daemon pulled the "hello-world" image from the Docker Hub.
    (amd64)
 3. The Docker daemon created a new container from that image which runs the
    executable that produces the output you are currently reading.
 4. The Docker daemon streamed that output to the Docker client, which sent it
    to your terminal.

To try something more ambitious, you can run an Ubuntu container with:
 $ docker run -it ubuntu bash

Share images, automate workflows, and more with a free Docker ID:
 https://hub.docker.com/

For more examples and ideas, visit:
 https://docs.docker.com/get-started/
```

Important - Notez que si l'image servant à générer le conteneur n'est pas présente sur le système hôte, celle-ci est téléchargée automatiquement depuis un dépôt (par défaut le dépôt **docker.io**) en utilisant la commande **docker pull**.

3.1.2 - CentOS 8

Connectez-vous à votre VM **CentOS_10.0.2.45_SSH** à partir de votre VM **Debian_10.0.2.46_SSH** :

```
root@debian11:~# ssh -l trainee 10.0.2.45
The authenticity of host '10.0.2.45 (10.0.2.45)' can't be established.
ECDSA key fingerprint is SHA256:Q7T/CP0SLiMbMAIgVzTuEHegYS/spPE5zzQchCHD5Vw.
Are you sure you want to continue connecting (yes/no/[fingerprint])? yes
Warning: Permanently added '10.0.2.45' (ECDSA) to the list of known hosts.
trainee@10.0.2.45's password: trainee
Activate the web console with: systemctl enable --now cockpit.socket

Last login: Wed Nov 15 05:24:16 2023 from 10.0.2.1
[trainee@centos8 ~]$
```

Devenez root :

```
[trainee@centos8 ~]$ su -
Password: fenestros
[root@centos8 ~]#
```

Ajouter le dépôt de docker :

```
[root@centos8 ~]# yum install -y yum-utils
Last metadata expiration check: 0:05:37 ago on Fri 18 Aug 2023 15:53:49 CEST.
Package yum-utils-4.0.21-3.el8.noarch is already installed.
Dependencies resolved.
Nothing to do.
Complete!

[root@centos8 ~]# yum-config-manager --add-repo https://download.docker.com/linux/centos/docker-ce.repo
Adding repo from: https://download.docker.com/linux/centos/docker-ce.repo
```

Supprimez le paquet **podman** et installez **Docker** :

```
[root@centos8 ~]# yum remove podman
Dependencies resolved.
================================================================================
 Package           Arch    Version                                  Repository   Size
================================================================================
Removing:
 podman            x86_64  3.3.1-9.module_el8.5.0+988+b1f0b741      @appstream   48 M
Removing dependent packages:
 cockpit-podman    noarch  33-1.module_el8.5.0+890+6b136101         @appstream  438 k
Removing unused dependencies:
 conmon            x86_64  2:2.0.29-1.module_el8.5.0+890+6b136101   @appstream  164 k
 podman-catatonit  x86_64  3.3.1-9.module_el8.5.0+988+b1f0b741      @appstream  760 k

Transaction Summary
================================================================================
Remove  4 Packages

Freed space: 49 M
Is this ok [y/N]: y
Running transaction check
Transaction check succeeded.
Running transaction test
Transaction test succeeded.
Running transaction
  Preparing        :                                                        1/1
  Running scriptlet: cockpit-podman-33-1.module_el8.5.0+890+6b136101.noarch       1/1
  Erasing          : cockpit-podman-33-1.module_el8.5.0+890+6b136101.noarch       1/4
  Erasing          : podman-3.3.1-9.module_el8.5.0+988+b1f0b741.x86_64            2/4
  Running scriptlet: podman-3.3.1-9.module_el8.5.0+988+b1f0b741.x86_64            2/4
  Erasing          : podman-catatonit-3.3.1-9.module_el8.5.0+988+b1f0b741.x86_6   3/4
  Erasing          : conmon-2:2.0.29-1.module_el8.5.0+890+6b136101.x86_64         4/4
  Running scriptlet: conmon-2:2.0.29-1.module_el8.5.0+890+6b136101.x86_64         4/4
```

```
  Verifying        : cockpit-podman-33-1.module_el8.5.0+890+6b136101.noarch       1/4
  Verifying        : conmon-2:2.0.29-1.module_el8.5.0+890+6b136101.x86_64         2/4
  Verifying        : podman-3.3.1-9.module_el8.5.0+988+b1f0b741.x86_64            3/4
  Verifying        : podman-catatonit-3.3.1-9.module_el8.5.0+988+b1f0b741.x86_6   4/4
Installed products updated.

Removed:
  cockpit-podman-33-1.module_el8.5.0+890+6b136101.noarch
  conmon-2:2.0.29-1.module_el8.5.0+890+6b136101.x86_64
  podman-3.3.1-9.module_el8.5.0+988+b1f0b741.x86_64
  podman-catatonit-3.3.1-9.module_el8.5.0+988+b1f0b741.x86_64

Complete!

[root@centos8 ~]# yum install docker-ce docker-ce-cli containerd.io --allowerasing
Last metadata expiration check: 0:05:43 ago on Fri 18 Aug 2023 16:04:20 CEST.
Dependencies resolved.
================================================================================
 Package                    Arch   Version                        Repository        Size
================================================================================
Installing:
 containerd.io              x86_64 1.6.22-3.1.el8                 docker-ce-stable  34 M
     replacing  runc.x86_64 1.0.2-1.module_el8.5.0+911+f19012f9
 docker-ce                  x86_64 3:24.0.5-1.el8                 docker-ce-stable  24 M
 docker-ce-cli              x86_64 1:24.0.5-1.el8                 docker-ce-stable 7.2 M
Installing dependencies:
 docker-ce-rootless-extras x86_64 24.0.5-1.el8                    docker-ce-stable 4.9 M
 libcgroup                  x86_64 0.41-19.el8                    baseos            70 k
Installing weak dependencies:
 docker-buildx-plugin       x86_64 0.11.2-1.el8                   docker-ce-stable  13 M
 docker-compose-plugin      x86_64 2.20.2-1.el8                   docker-ce-stable  13 M
Removing dependent packages:
 buildah                    x86_64 1.22.3-2.module_el8.5.0+911+f19012f9
                                                                  @appstream        28 M
```

```
 containers-common         noarch 2:1-2.module_el8.5.0+890+6b136101
                                                              @appstream       236 k

Transaction Summary
================================================================================
Install  7 Packages
Remove   2 Packages

Total download size: 96 M
Is this ok [y/N]: y

Transaction Summary
================================================================================
Install  7 Packages
Remove   2 Packages

Total download size: 96 M
Is this ok [y/N]: y
Downloading Packages:
(1/7): libcgroup-0.41-19.el8.x86_64.rpm               279 kB/s |  70 kB     00:00
(2/7): docker-buildx-plugin-0.11.2-1.el8.x86_64.rpm   3.2 MB/s |  13 MB     00:04
(3/7): docker-ce-cli-24.0.5-1.el8.x86_64.rpm          3.1 MB/s | 7.2 MB     00:02
(4/7): docker-ce-24.0.5-1.el8.x86_64.rpm              2.0 MB/s |  24 MB     00:11
(5/7): containerd.io-1.6.22-3.1.el8.x86_64.rpm        1.6 MB/s |  34 MB     00:20
(6/7): docker-ce-rootless-extras-24.0.5-1.el8.x86_64. 322 kB/s | 4.9 MB     00:15
(7/7): docker-compose-plugin-2.20.2-1.el8.x86_64.rpm  961 kB/s |  13 MB     00:13
--------------------------------------------------------------------------------
Total                                                 3.7 MB/s |  96 MB     00:25
Docker CE Stable - x86_64                              67 kB/s | 1.6 kB     00:00
Importing GPG key 0x621E9F35:
 Userid     : "Docker Release (CE rpm) <docker@docker.com>"
 Fingerprint: 060A 61C5 1B55 8A7F 742B 77AA C52F EB6B 621E 9F35
 From       : https://download.docker.com/linux/centos/gpg
Is this ok [y/N]: y
```

```
Key imported successfully
Running transaction check
Transaction check succeeded.
Running transaction test
Transaction test succeeded.
Running transaction
  Preparing        :                                                        1/1
  Installing       : docker-compose-plugin-2.20.2-1.el8.x86_64              1/10
  Running scriptlet: docker-compose-plugin-2.20.2-1.el8.x86_64              1/10
  Installing       : docker-buildx-plugin-0.11.2-1.el8.x86_64               2/10
  Running scriptlet: docker-buildx-plugin-0.11.2-1.el8.x86_64               2/10
  Installing       : docker-ce-cli-1:24.0.5-1.el8.x86_64                    3/10
  Running scriptlet: docker-ce-cli-1:24.0.5-1.el8.x86_64                    3/10
  Installing       : containerd.io-1.6.22-3.1.el8.x86_64                    4/10
  Running scriptlet: containerd.io-1.6.22-3.1.el8.x86_64                    4/10
  Running scriptlet: libcgroup-0.41-19.el8.x86_64                           5/10
  Installing       : libcgroup-0.41-19.el8.x86_64                           5/10
  Running scriptlet: libcgroup-0.41-19.el8.x86_64                           5/10
  Installing       : docker-ce-rootless-extras-24.0.5-1.el8.x86_64          6/10
  Running scriptlet: docker-ce-rootless-extras-24.0.5-1.el8.x86_64          6/10
  Installing       : docker-ce-3:24.0.5-1.el8.x86_64                        7/10
  Running scriptlet: docker-ce-3:24.0.5-1.el8.x86_64                        7/10
  Erasing          : buildah-1.22.3-2.module_el8.5.0+911+f19012f9.x86_64    8/10
  Erasing          : containers-common-2:1-2.module_el8.5.0+890+6b136101.noar  9/10
  Obsoleting       : runc-1.0.2-1.module_el8.5.0+911+f19012f9.x86_64       10/10
  Running scriptlet: runc-1.0.2-1.module_el8.5.0+911+f19012f9.x86_64       10/10
  Verifying        : libcgroup-0.41-19.el8.x86_64                           1/10
  Verifying        : containerd.io-1.6.22-3.1.el8.x86_64                    2/10
  Verifying        : runc-1.0.2-1.module_el8.5.0+911+f19012f9.x86_64        3/10
  Verifying        : docker-buildx-plugin-0.11.2-1.el8.x86_64               4/10
  Verifying        : docker-ce-3:24.0.5-1.el8.x86_64                        5/10
  Verifying        : docker-ce-cli-1:24.0.5-1.el8.x86_64                    6/10
  Verifying        : docker-ce-rootless-extras-24.0.5-1.el8.x86_64          7/10
  Verifying        : docker-compose-plugin-2.20.2-1.el8.x86_64              8/10
```

```
  Verifying        : buildah-1.22.3-2.module_el8.5.0+911+f19012f9.x86_64         9/10
  Verifying        : containers-common-2:1-2.module_el8.5.0+890+6b136101.noar   10/10
Installed products updated.

Installed:
  containerd.io-1.6.22-3.1.el8.x86_64
  docker-buildx-plugin-0.11.2-1.el8.x86_64
  docker-ce-3:24.0.5-1.el8.x86_64
  docker-ce-cli-1:24.0.5-1.el8.x86_64
  docker-ce-rootless-extras-24.0.5-1.el8.x86_64
  docker-compose-plugin-2.20.2-1.el8.x86_64
  libcgroup-0.41-19.el8.x86_64
Removed:
  buildah-1.22.3-2.module_el8.5.0+911+f19012f9.x86_64
  containers-common-2:1-2.module_el8.5.0+890+6b136101.noarch

Complete!
```

Démarrez ensuite le service docker :

```
[root@centos8 ~]# systemctl status docker
● docker.service - Docker Application Container Engine
   Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/docker.service; disabled; vendor preset: d>
   Active: inactive (dead)
     Docs: https://docs.docker.com
[q] <<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<Appuyez sur la touche q

[root@centos8 ~]# systemctl start docker

[root@centos8 ~]# systemctl status docker
● docker.service - Docker Application Container Engine
   Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/docker.service; disabled; vendor preset: d>
   Active: active (running) since Fri 2023-08-18 16:19:35 CEST; 3s ago
     Docs: https://docs.docker.com
```

```
 Main PID: 49974 (dockerd)
    Tasks: 13
   Memory: 32.1M
   CGroup: /system.slice/docker.service
           └─49974 /usr/bin/dockerd -H fd:// --containerd=/run/containerd/containerd.>

Aug 18 16:19:33 centos8.ittraining.loc systemd[1]: Starting Docker Application Contai>
Aug 18 16:19:33 centos8.ittraining.loc dockerd[49974]: time="2023-08-18T16:19:33.5501>
Aug 18 16:19:33 centos8.ittraining.loc dockerd[49974]: time="2023-08-18T16:19:33.8396>
Aug 18 16:19:34 centos8.ittraining.loc dockerd[49974]: time="2023-08-18T16:19:34.9656>
Aug 18 16:19:35 centos8.ittraining.loc dockerd[49974]: time="2023-08-18T16:19:35.1732>
Aug 18 16:19:35 centos8.ittraining.loc dockerd[49974]: time="2023-08-18T16:19:35.2581>
Aug 18 16:19:35 centos8.ittraining.loc dockerd[49974]: time="2023-08-18T16:19:35.2583>
Aug 18 16:19:35 centos8.ittraining.loc dockerd[49974]: time="2023-08-18T16:19:35.6677>
Aug 18 16:19:35 centos8.ittraining.loc systemd[1]: Started Docker Application Contain>
[q] <<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<Appuyez sur la touche q
[root@centos8 ~]#
```

Dans le cas où vous souhaitez installer une version différente, il convient d'abord de constater les versions disponibles :

```
[root@centos8 ~]# yum list docker-ce --showduplicates | sort -r
Last metadata expiration check: 0:03:42 ago on Fri 18 Aug 2023 16:11:47 CEST.
Installed Packages
docker-ce.x86_64 3:24.0.5-1.el8 docker-ce-stable
docker-ce.x86_64 3:24.0.5-1.el8 @docker-ce-stable
docker-ce.x86_64 3:24.0.4-1.el8 docker-ce-stable
docker-ce.x86_64 3:24.0.3-1.el8 docker-ce-stable
docker-ce.x86_64 3:24.0.2-1.el8 docker-ce-stable
docker-ce.x86_64 3:24.0.1-1.el8 docker-ce-stable
docker-ce.x86_64 3:24.0.0-1.el8 docker-ce-stable
docker-ce.x86_64 3:23.0.6-1.el8 docker-ce-stable
docker-ce.x86_64 3:23.0.5-1.el8 docker-ce-stable
docker-ce.x86_64 3:23.0.4-1.el8 docker-ce-stable
docker-ce.x86_64 3:23.0.3-1.el8 docker-ce-stable
```

```
docker-ce.x86_64 3:23.0.2-1.el8 docker-ce-stable
docker-ce.x86_64 3:23.0.1-1.el8 docker-ce-stable
docker-ce.x86_64 3:23.0.0-1.el8 docker-ce-stable
docker-ce.x86_64 3:20.10.9-3.el8 docker-ce-stable
docker-ce.x86_64 3:20.10.8-3.el8 docker-ce-stable
docker-ce.x86_64 3:20.10.7-3.el8 docker-ce-stable
docker-ce.x86_64 3:20.10.6-3.el8 docker-ce-stable
docker-ce.x86_64 3:20.10.5-3.el8 docker-ce-stable
docker-ce.x86_64 3:20.10.4-3.el8 docker-ce-stable
docker-ce.x86_64 3:20.10.3-3.el8 docker-ce-stable
docker-ce.x86_64 3:20.10.24-3.el8 docker-ce-stable
docker-ce.x86_64 3:20.10.2-3.el8 docker-ce-stable
docker-ce.x86_64 3:20.10.23-3.el8 docker-ce-stable
docker-ce.x86_64 3:20.10.22-3.el8 docker-ce-stable
docker-ce.x86_64 3:20.10.21-3.el8 docker-ce-stable
docker-ce.x86_64 3:20.10.20-3.el8 docker-ce-stable
docker-ce.x86_64 3:20.10.19-3.el8 docker-ce-stable
docker-ce.x86_64 3:20.10.18-3.el8 docker-ce-stable
docker-ce.x86_64 3:20.10.17-3.el8 docker-ce-stable
docker-ce.x86_64 3:20.10.16-3.el8 docker-ce-stable
docker-ce.x86_64 3:20.10.15-3.el8 docker-ce-stable
docker-ce.x86_64 3:20.10.14-3.el8 docker-ce-stable
docker-ce.x86_64 3:20.10.1-3.el8 docker-ce-stable
docker-ce.x86_64 3:20.10.13-3.el8 docker-ce-stable
docker-ce.x86_64 3:20.10.12-3.el8 docker-ce-stable
docker-ce.x86_64 3:20.10.11-3.el8 docker-ce-stable
docker-ce.x86_64 3:20.10.10-3.el8 docker-ce-stable
docker-ce.x86_64 3:20.10.0-3.el8 docker-ce-stable
docker-ce.x86_64 3:19.03.15-3.el8 docker-ce-stable
docker-ce.x86_64 3:19.03.14-3.el8 docker-ce-stable
docker-ce.x86_64 3:19.03.13-3.el8 docker-ce-stable
Available Packages

[root@centos8 ~]# yum list docker-ce-cli --showduplicates | sort -r
```

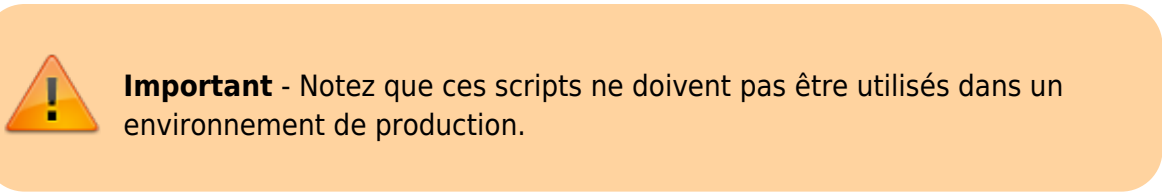
```
Last metadata expiration check: 0:08:33 ago on Thu 14 Dec 2023 09:52:33 EST.
docker-ce-cli.x86_64              1:24.0.7-1.el8               docker-ce-stable
docker-ce-cli.x86_64              1:24.0.6-1.el8               docker-ce-stable
docker-ce-cli.x86_64              1:24.0.5-1.el8               docker-ce-stable
docker-ce-cli.x86_64              1:24.0.4-1.el8               docker-ce-stable
docker-ce-cli.x86_64              1:24.0.3-1.el8               docker-ce-stable
docker-ce-cli.x86_64              1:24.0.2-1.el8               docker-ce-stable
docker-ce-cli.x86_64              1:24.0.1-1.el8               docker-ce-stable
docker-ce-cli.x86_64              1:24.0.0-1.el8               docker-ce-stable
docker-ce-cli.x86_64              1:23.0.6-1.el8               docker-ce-stable
docker-ce-cli.x86_64              1:23.0.5-1.el8               docker-ce-stable
docker-ce-cli.x86_64              1:23.0.4-1.el8               docker-ce-stable
docker-ce-cli.x86_64              1:23.0.3-1.el8               docker-ce-stable
docker-ce-cli.x86_64              1:23.0.2-1.el8               docker-ce-stable
docker-ce-cli.x86_64              1:23.0.1-1.el8               docker-ce-stable
docker-ce-cli.x86_64              1:23.0.0-1.el8               docker-ce-stable
docker-ce-cli.x86_64              1:20.10.9-3.el8              docker-ce-stable
docker-ce-cli.x86_64              1:20.10.8-3.el8              docker-ce-stable
docker-ce-cli.x86_64              1:20.10.7-3.el8              docker-ce-stable
docker-ce-cli.x86_64              1:20.10.6-3.el8              docker-ce-stable
docker-ce-cli.x86_64              1:20.10.5-3.el8              docker-ce-stable
docker-ce-cli.x86_64              1:20.10.4-3.el8              docker-ce-stable
docker-ce-cli.x86_64              1:20.10.3-3.el8              docker-ce-stable
docker-ce-cli.x86_64              1:20.10.24-3.el8             docker-ce-stable
docker-ce-cli.x86_64              1:20.10.2-3.el8              docker-ce-stable
docker-ce-cli.x86_64              1:20.10.23-3.el8             docker-ce-stable
docker-ce-cli.x86_64              1:20.10.22-3.el8             docker-ce-stable
docker-ce-cli.x86_64              1:20.10.21-3.el8             docker-ce-stable
docker-ce-cli.x86_64              1:20.10.20-3.el8             docker-ce-stable
docker-ce-cli.x86_64              1:20.10.19-3.el8             docker-ce-stable
docker-ce-cli.x86_64              1:20.10.18-3.el8             docker-ce-stable
docker-ce-cli.x86_64              1:20.10.17-3.el8             docker-ce-stable
docker-ce-cli.x86_64              1:20.10.16-3.el8             docker-ce-stable
docker-ce-cli.x86_64              1:20.10.15-3.el8             docker-ce-stable
```

```
docker-ce-cli.x86_64              1:20.10.14-3.el8              docker-ce-stable
docker-ce-cli.x86_64              1:20.10.1-3.el8               docker-ce-stable
docker-ce-cli.x86_64              1:20.10.13-3.el8              docker-ce-stable
docker-ce-cli.x86_64              1:20.10.12-3.el8              docker-ce-stable
docker-ce-cli.x86_64              1:20.10.11-3.el8              docker-ce-stable
docker-ce-cli.x86_64              1:20.10.10-3.el8              docker-ce-stable
docker-ce-cli.x86_64              1:20.10.0-3.el8               docker-ce-stable
docker-ce-cli.x86_64              1:19.03.15-3.el8              docker-ce-stable
docker-ce-cli.x86_64              1:19.03.14-3.el8              docker-ce-stable
docker-ce-cli.x86_64              1:19.03.13-3.el8              docker-ce-stable
Available Packages
```

Dans le cas où vous souhaiteriez installer la version **24.0.4** de Docker, la commande d'installation deviendrait :

```
# yum install docker-ce-3:24.0.4-1.el8  docker-ce-cli-1:24.0.4-1.el8  containerd.io
```

Si vous préférez utiliser le script d'installation de Docker, il convient d'abord de le télécharger :




```
[root@centos8 ~]# curl -fsSL https://get.docker.com -o get-docker.sh

[root@centos8 ~]# ls
anaconda-ks.cfg                 Downloads             Music      Videos
CentOS-8.1.1911-x86_64-boot.iso  get-docker.sh         Pictures
Desktop                         home                  Public
Documents                       initial-setup-ks.cfg  Templates
```

Ensuite, il convient d'exécuter le script :

```
[root@centos8 ~]# chmod +x get-docker.sh

[root@centos8 ~]# ./get-docker.sh
# Executing docker install script, commit: c2de0811708b6d9015ed1a2c80f02c9b70c8ce7b
Warning: the "docker" command appears to already exist on this system.

If you already have Docker installed, this script can cause trouble, which is
why we're displaying this warning and provide the opportunity to cancel the
installation.

If you installed the current Docker package using this script and are using it
again to update Docker, you can safely ignore this message.

You may press Ctrl+C now to abort this script.
+ sleep 20
^C
```

Important - Notez l'utilisation de **^C** pour ne PAS continuer l'exécution du script.

Démarrez un conteneur de l'image hello-world :

```
[root@centos8 ~]# docker run hello-world
Unable to find image 'hello-world:latest' locally
latest: Pulling from library/hello-world
719385e32844: Pull complete
Digest: sha256:dcba6daec718f547568c562956fa47e1b03673dd010fe6ee58ca806767031d1c
Status: Downloaded newer image for hello-world:latest

Hello from Docker!
This message shows that your installation appears to be working correctly.
```

```
To generate this message, Docker took the following steps:
 1. The Docker client contacted the Docker daemon.
 2. The Docker daemon pulled the "hello-world" image from the Docker Hub.
    (amd64)
 3. The Docker daemon created a new container from that image which runs the
    executable that produces the output you are currently reading.
 4. The Docker daemon streamed that output to the Docker client, which sent it
    to your terminal.

To try something more ambitious, you can run an Ubuntu container with:
 $ docker run -it ubuntu bash

Share images, automate workflows, and more with a free Docker ID:
 https://hub.docker.com/

For more examples and ideas, visit:
 https://docs.docker.com/get-started/
```

Important - Notez que si l'image servant à générer le conteneur n'est pas présente sur le système hôte, celle-ci est téléchargée automatiquement depuis un dépôt (par défaut le dépôt **docker.io**) en utilisant la commande **docker pull**.

3.2 - Démarrer un Conteneur

Démarrez un conteneur de l'image ubuntu:latest en mode interactif grâce à l'utilisation des options **-i** et **-t** en lui passant en argument **bash** pour que celui-ci soient lancé au démarrage du conteneur :

```
root@debian11:~# docker run -it ubuntu bash
Unable to find image 'ubuntu:latest' locally
```

```
latest: Pulling from library/ubuntu
b237fe92c417: Pull complete
Digest: sha256:ec050c32e4a6085b423d36ecd025c0d3ff00c38ab93a3d71a460ff1c44fa6d77
Status: Downloaded newer image for ubuntu:latest

root@83b0d8979a33:/# ls
bin  boot  dev  etc  home  lib  lib32  lib64  libx32  media  mnt  opt  proc  root  run  sbin  srv  sys  tmp  usr
var

root@83b0d8979a33:/# cat /etc/lsb-release
DISTRIB_ID=Ubuntu
DISTRIB_RELEASE=22.04
DISTRIB_CODENAME=jammy
DISTRIB_DESCRIPTION="Ubuntu 22.04.3 LTS"
```

Important - Notez que dans ce cas le conteneur est lancé avec comme argument **bash** qui lancera /bin/bash dans le conteneur.

Consulter la liste des paquets installés dans le conteneur ubuntu :

```
root@83b0d8979a33:/# dpkg -l
Desired=Unknown/Install/Remove/Purge/Hold
| Status=Not/Inst/Conf-files/Unpacked/halF-conf/Half-inst/trig-aWait/Trig-pend
|/ Err?=(none)/Reinst-required (Status,Err: uppercase=bad)
||/ Name                  Version                                 Architecture Description
+++-=====================-=======================================-============-
==============================================================
ii  adduser               3.118ubuntu5                            all          add and remove users and groups
ii  apt                   2.4.9                                   amd64        commandline package manager
ii  base-files            12ubuntu4.4                             amd64        Debian base system miscellaneous
files
```

```
ii  base-passwd             3.5.52build1                            amd64        Debian base system master
password and group files
ii  bash                    5.1-6ubuntu1                            amd64        GNU Bourne Again SHell
ii  bsdutils                1:2.37.2-4ubuntu3                       amd64        basic utilities from 4.4BSD-Lite
ii  coreutils               8.32-4.1ubuntu1                         amd64        GNU core utilities
ii  dash                    0.5.11+git20210903+057cd650a4ed-3build1 amd64        POSIX-compliant shell
ii  debconf                 1.5.79ubuntu1                           all          Debian configuration management
system
ii  debianutils             5.5-1ubuntu2                            amd64        Miscellaneous utilities specific
to Debian
ii  diffutils               1:3.8-0ubuntu2                          amd64        File comparison utilities
ii  dpkg                    1.21.1ubuntu2.2                         amd64        Debian package management system
ii  e2fsprogs               1.46.5-2ubuntu1.1                       amd64        ext2/ext3/ext4 file system
utilities
ii  findutils               4.8.0-1ubuntu3                          amd64        utilities for finding files--
find, xargs
ii  gcc-12-base:amd64       12.3.0-1ubuntu1~22.04                   amd64        GCC, the GNU Compiler Collection
(base package)
ii  gpgv                    2.2.27-3ubuntu2.1                       amd64        GNU privacy guard - signature
verification tool
ii  grep                    3.7-1build1                             amd64        GNU grep, egrep and fgrep
ii  gzip                    1.10-4ubuntu4.1                         amd64        GNU compression utilities
ii  hostname                3.23ubuntu2                             amd64        utility to set/show the host
name or domain name
ii  init-system-helpers     1.62                                    all          helper tools for all init
systems
ii  libacl1:amd64           2.3.1-1                                 amd64        access control list - shared
library
ii  libapt-pkg6.0:amd64     2.4.9                                   amd64        package management runtime
library
ii  libattr1:amd64          1:2.5.1-1build1                         amd64        extended attribute handling -
shared library
ii  libaudit-common         1:3.0.7-1build1                         all          Dynamic library for security
auditing - common files
```

```
ii  libaudit1:amd64         1:3.0.7-1build1                         amd64        Dynamic library for security
auditing
ii  libblkid1:amd64         2.37.2-4ubuntu3                         amd64        block device ID library
ii  libbz2-1.0:amd64        1.0.8-5build1                           amd64        high-quality block-sorting file
compressor library - runtime
ii  libc-bin                2.35-0ubuntu3.1                         amd64        GNU C Library: Binaries
ii  libc6:amd64             2.35-0ubuntu3.1                         amd64        GNU C Library: Shared libraries
ii  libcap-ng0:amd64        0.7.9-2.2build3                         amd64        An alternate POSIX capabilities
library
ii  libcap2:amd64           1:2.44-1ubuntu0.22.04.1                 amd64        POSIX 1003.1e capabilities
(library)
ii  libcom-err2:amd64       1.46.5-2ubuntu1.1                       amd64        common error description library
ii  libcrypt1:amd64         1:4.4.27-1                              amd64        libcrypt shared library
ii  libdb5.3:amd64          5.3.28+dfsg1-0.8ubuntu3                 amd64        Berkeley v5.3 Database Libraries
[runtime]
ii  libdebconfclient0:amd64 0.261ubuntu1                            amd64        Debian Configuration Management
System (C-implementation library)
ii  libext2fs2:amd64        1.46.5-2ubuntu1.1                       amd64        ext2/ext3/ext4 file system
libraries
ii  libffi8:amd64           3.4.2-4                                 amd64        Foreign Function Interface
library runtime
ii  libgcc-s1:amd64         12.3.0-1ubuntu1~22.04                   amd64        GCC support library
ii  libgcrypt20:amd64       1.9.4-3ubuntu3                          amd64        LGPL Crypto library - runtime
library
ii  libgmp10:amd64          2:6.2.1+dfsg-3ubuntu1                   amd64        Multiprecision arithmetic
library
ii  libgnutls30:amd64       3.7.3-4ubuntu1.2                        amd64        GNU TLS library - main runtime
library
ii  libgpg-error0:amd64     1.43-3                                  amd64        GnuPG development runtime
library
ii  libgssapi-krb5-2:amd64  1.19.2-2ubuntu0.2                       amd64        MIT Kerberos runtime libraries -
krb5 GSS-API Mechanism
ii  libhogweed6:amd64       3.7.3-1build2                           amd64        low level cryptographic library
(public-key cryptos)
```

```
ii  libidn2-0:amd64         2.3.2-2build1                          amd64        Internationalized domain names
(IDNA2008/TR46) library
ii  libk5crypto3:amd64      1.19.2-2ubuntu0.2                      amd64        MIT Kerberos runtime libraries -
Crypto Library
ii  libkeyutils1:amd64      1.6.1-2ubuntu3                         amd64        Linux Key Management Utilities
(library)
ii  libkrb5-3:amd64         1.19.2-2ubuntu0.2                      amd64        MIT Kerberos runtime libraries
ii  libkrb5support0:amd64   1.19.2-2ubuntu0.2                      amd64        MIT Kerberos runtime libraries -
Support library
ii  liblz4-1:amd64          1.9.3-2build2                          amd64        Fast LZ compression algorithm
library - runtime
ii  liblzma5:amd64          5.2.5-2ubuntu1                         amd64        XZ-format compression library
ii  libmount1:amd64         2.37.2-4ubuntu3                        amd64        device mounting library
ii  libncurses6:amd64       6.3-2ubuntu0.1                         amd64        shared libraries for terminal
handling
ii  libncursesw6:amd64      6.3-2ubuntu0.1                         amd64        shared libraries for terminal
handling (wide character support)
ii  libnettle8:amd64        3.7.3-1build2                          amd64        low level cryptographic library
(symmetric and one-way cryptos)
ii  libnsl2:amd64           1.3.0-2build2                          amd64        Public client interface for
NIS(YP) and NIS+
ii  libp11-kit0:amd64       0.24.0-6build1                         amd64        library for loading and
coordinating access to PKCS#11 modules - runtime
ii  libpam-modules:amd64    1.4.0-11ubuntu2.3                      amd64        Pluggable Authentication Modules
for PAM
ii  libpam-modules-bin      1.4.0-11ubuntu2.3                      amd64        Pluggable Authentication Modules
for PAM - helper binaries
ii  libpam-runtime          1.4.0-11ubuntu2.3                      all          Runtime support for the PAM
library
ii  libpam0g:amd64          1.4.0-11ubuntu2.3                      amd64        Pluggable Authentication Modules
library
ii  libpcre2-8-0:amd64      10.39-3ubuntu0.1                       amd64        New Perl Compatible Regular
Expression Library- 8 bit runtime files
ii  libpcre3:amd64          2:8.39-13ubuntu0.22.04.1               amd64        Old Perl 5 Compatible Regular
```

```
Expression Library - runtime files
ii  libprocps8:amd64        2:3.3.17-6ubuntu2                       amd64        library for accessing process
information from /proc
ii  libseccomp2:amd64       2.5.3-2ubuntu2                          amd64        high level interface to Linux
seccomp filter
ii  libselinux1:amd64       3.3-1build2                             amd64        SELinux runtime shared libraries
ii  libsemanage-common      3.3-1build2                             all          Common files for SELinux policy
management libraries
ii  libsemanage2:amd64      3.3-1build2                             amd64        SELinux policy management
library
ii  libsepol2:amd64         3.3-1build1                             amd64        SELinux library for manipulating
binary security policies
ii  libsmartcols1:amd64     2.37.2-4ubuntu3                         amd64        smart column output alignment
library
ii  libss2:amd64            1.46.5-2ubuntu1.1                       amd64        command-line interface parsing
library
ii  libssl3:amd64           3.0.2-0ubuntu1.10                       amd64        Secure Sockets Layer toolkit -
shared libraries
ii  libstdc++6:amd64        12.3.0-1ubuntu1~22.04                   amd64        GNU Standard C++ Library v3
ii  libsystemd0:amd64       249.11-0ubuntu3.9                       amd64        systemd utility library
ii  libtasn1-6:amd64        4.18.0-4build1                          amd64        Manage ASN.1 structures
(runtime)
ii  libtinfo6:amd64         6.3-2ubuntu0.1                          amd64        shared low-level terminfo
library for terminal handling
ii  libtirpc-common         1.3.2-2ubuntu0.1                        all          transport-independent RPC
library - common files
ii  libtirpc3:amd64         1.3.2-2ubuntu0.1                        amd64        transport-independent RPC
library
ii  libudev1:amd64          249.11-0ubuntu3.9                       amd64        libudev shared library
ii  libunistring2:amd64     1.0-1                                   amd64        Unicode string library for C
ii  libuuid1:amd64          2.37.2-4ubuntu3                         amd64        Universally Unique ID library
ii  libxxhash0:amd64        0.8.1-1                                 amd64        shared library for xxhash
ii  libzstd1:amd64          1.4.8+dfsg-3build1                      amd64        fast lossless compression
algorithm
```

```
ii  login                  1:4.8.1-2ubuntu2.1                  amd64        system login tools
ii  logsave                1.46.5-2ubuntu1.1                   amd64        save the output of a command in
a log file
ii  lsb-base               11.1.0ubuntu4                       all          Linux Standard Base init script
functionality
ii  mawk                   1.3.4.20200120-3                    amd64        Pattern scanning and text
processing language
ii  mount                  2.37.2-4ubuntu3                     amd64        tools for mounting and
manipulating filesystems
ii  ncurses-base           6.3-2ubuntu0.1                      all          basic terminal type definitions
ii  ncurses-bin            6.3-2ubuntu0.1                      amd64        terminal-related programs and
man pages
ii  passwd                 1:4.8.1-2ubuntu2.1                  amd64        change and administer password
and group data
ii  perl-base              5.34.0-3ubuntu1.2                   amd64        minimal Perl system
ii  procps                 2:3.3.17-6ubuntu2                   amd64        /proc file system utilities
ii  sed                    4.8-1ubuntu2                        amd64        GNU stream editor for
filtering/transforming text
ii  sensible-utils         0.0.17                              all          Utilities for sensible
alternative selection
ii  sysvinit-utils         3.01-1ubuntu1                       amd64        System-V-like utilities
ii  tar                    1.34+dfsg-1ubuntu0.1.22.04.1        amd64        GNU version of the tar archiving
utility
ii  ubuntu-keyring         2021.03.26                          all          GnuPG keys of the Ubuntu archive
ii  usrmerge               25ubuntu2                           all          Convert the system to the merged
/usr directories scheme
ii  util-linux             2.37.2-4ubuntu3                     amd64        miscellaneous system utilities
ii  zlib1g:amd64           1:1.2.11.dfsg-2ubuntu9.2            amd64        compression library - runtime
root@83b0d8979a33:/# exit
exit
root@debian11:~#
```

Les options de la commande docker run peuvent être visualisées avec la commande :

```
root@debian11:~# docker run --help

Usage:  docker run [OPTIONS] IMAGE [COMMAND] [ARG...]

Create and run a new container from an image

Aliases:
  docker container run, docker run

Options:
      --add-host list                  Add a custom host-to-IP mapping (host:ip)
      --annotation map                 Add an annotation to the container (passed through to the OCI runtime)
(default map[])
  -a, --attach list                    Attach to STDIN, STDOUT or STDERR
      --blkio-weight uint16            Block IO (relative weight), between 10 and 1000, or 0 to disable (default
0)
      --blkio-weight-device list       Block IO weight (relative device weight) (default [])
      --cap-add list                   Add Linux capabilities
      --cap-drop list                  Drop Linux capabilities
      --cgroup-parent string           Optional parent cgroup for the container
      --cgroupns string                Cgroup namespace to use (host|private)
                                       'host':    Run the container in the Docker host's cgroup namespace
                                       'private': Run the container in its own private cgroup namespace
                                       '':        Use the cgroup namespace as configured by the
                                                  default-cgroupns-mode option on the daemon (default)
      --cidfile string                 Write the container ID to the file
      --cpu-period int                 Limit CPU CFS (Completely Fair Scheduler) period
      --cpu-quota int                  Limit CPU CFS (Completely Fair Scheduler) quota
      --cpu-rt-period int              Limit CPU real-time period in microseconds
      --cpu-rt-runtime int             Limit CPU real-time runtime in microseconds
  -c, --cpu-shares int                 CPU shares (relative weight)
      --cpus decimal                   Number of CPUs
      --cpuset-cpus string             CPUs in which to allow execution (0-3, 0,1)
      --cpuset-mems string             MEMs in which to allow execution (0-3, 0,1)
```

```
  -d, --detach                          Run container in background and print container ID
      --detach-keys string              Override the key sequence for detaching a container
      --device list                     Add a host device to the container
      --device-cgroup-rule list         Add a rule to the cgroup allowed devices list
      --device-read-bps list            Limit read rate (bytes per second) from a device (default [])
      --device-read-iops list           Limit read rate (IO per second) from a device (default [])
      --device-write-bps list           Limit write rate (bytes per second) to a device (default [])
      --device-write-iops list          Limit write rate (IO per second) to a device (default [])
      --disable-content-trust           Skip image verification (default true)
      --dns list                        Set custom DNS servers
      --dns-option list                 Set DNS options
      --dns-search list                 Set custom DNS search domains
      --domainname string               Container NIS domain name
      --entrypoint string               Overwrite the default ENTRYPOINT of the image
  -e, --env list                        Set environment variables
      --env-file list                   Read in a file of environment variables
      --expose list                     Expose a port or a range of ports
      --gpus gpu-request                GPU devices to add to the container ('all' to pass all GPUs)
      --group-add list                  Add additional groups to join
      --health-cmd string               Command to run to check health
      --health-interval duration        Time between running the check (ms|s|m|h) (default 0s)
      --health-retries int              Consecutive failures needed to report unhealthy
      --health-start-period duration    Start period for the container to initialize before starting health-
retries countdown (ms|s|m|h) (default 0s)
      --health-timeout duration         Maximum time to allow one check to run (ms|s|m|h) (default 0s)
      --help                            Print usage
  -h, --hostname string                 Container host name
      --init                            Run an init inside the container that forwards signals and reaps processes
  -i, --interactive                     Keep STDIN open even if not attached
      --ip string                       IPv4 address (e.g., 172.30.100.104)
      --ip6 string                      IPv6 address (e.g., 2001:db8::33)
      --ipc string                      IPC mode to use
      --isolation string                Container isolation technology
      --kernel-memory bytes             Kernel memory limit
```

```
  -l, --label list                    Set meta data on a container
      --label-file list               Read in a line delimited file of labels
      --link list                     Add link to another container
      --link-local-ip list            Container IPv4/IPv6 link-local addresses
      --log-driver string             Logging driver for the container
      --log-opt list                  Log driver options
      --mac-address string            Container MAC address (e.g., 92:d0:c6:0a:29:33)
  -m, --memory bytes                  Memory limit
      --memory-reservation bytes      Memory soft limit
      --memory-swap bytes             Swap limit equal to memory plus swap: '-1' to enable unlimited swap
      --memory-swappiness int         Tune container memory swappiness (0 to 100) (default -1)
      --mount mount                   Attach a filesystem mount to the container
      --name string                   Assign a name to the container
      --network network               Connect a container to a network
      --network-alias list            Add network-scoped alias for the container
      --no-healthcheck                Disable any container-specified HEALTHCHECK
      --oom-kill-disable              Disable OOM Killer
      --oom-score-adj int             Tune host's OOM preferences (-1000 to 1000)
      --pid string                    PID namespace to use
      --pids-limit int                Tune container pids limit (set -1 for unlimited)
      --platform string               Set platform if server is multi-platform capable
      --privileged                    Give extended privileges to this container
  -p, --publish list                  Publish a container's port(s) to the host
  -P, --publish-all                   Publish all exposed ports to random ports
      --pull string                   Pull image before running ("always", "missing", "never") (default
"missing")
  -q, --quiet                         Suppress the pull output
      --read-only                     Mount the container's root filesystem as read only
      --restart string                Restart policy to apply when a container exits (default "no")
      --rm                            Automatically remove the container when it exits
      --runtime string                Runtime to use for this container
      --security-opt list             Security Options
      --shm-size bytes                Size of /dev/shm
      --sig-proxy                     Proxy received signals to the process (default true)
```

```
      --stop-signal string             Signal to stop the container
      --stop-timeout int               Timeout (in seconds) to stop a container
      --storage-opt list               Storage driver options for the container
      --sysctl map                     Sysctl options (default map[])
      --tmpfs list                     Mount a tmpfs directory
  -t, --tty                            Allocate a pseudo-TTY
      --ulimit ulimit                  Ulimit options (default [])
  -u, --user string                    Username or UID (format: <name|uid>[:<group|gid>])
      --userns string                  User namespace to use
      --uts string                     UTS namespace to use
  -v, --volume list                    Bind mount a volume
      --volume-driver string           Optional volume driver for the container
      --volumes-from list              Mount volumes from the specified container(s)
  -w, --workdir string                 Working directory inside the container
```

3.3 - Consulter la Liste des Conteneurs et Images

Pour consulter tous les conteneurs, utilisez la commande **docker ps** avec l'option **-a** :

```
root@debian11:~# docker ps -a
CONTAINER ID   IMAGE         COMMAND    CREATED         STATUS                     PORTS     NAMES
83b0d8979a33   ubuntu        "bash"     4 minutes ago   Exited (0) 2 minutes ago             upbeat_diffie
5d17db3bbb20   hello-world   "/hello"   16 hours ago    Exited (0) 16 hours ago              charming_hoover
```

Important - Notez que chaque conteneur peut être référencé par son **CONTAINER ID** ou par son **NAME**.

Pour consulter la liste des images, utilisez la commande **docker images** :

```
root@debian11:~# docker images
```

```
REPOSITORY    TAG       IMAGE ID       CREATED         SIZE
ubuntu        latest    01f29b872827   2 weeks ago     77.8MB
hello-world   latest    9c7a54a9a43c   3 months ago    13.3kB
```

Important - Notez que chaque image est référencée par son IMAGE ID.

3.4 - Rechercher une Image dans un Dépôt

Pour rechercher une image docker dans le dépôt par défaut, utilisez la commande **docker search** :

```
root@debian11:~# docker search --filter=stars=5 centos
NAME                      DESCRIPTION                                     STARS     OFFICIAL   AUTOMATED
centos                    DEPRECATED; The official build of CentOS.       7627      [OK]
kasmweb/centos-7-desktop  CentOS 7 desktop for Kasm Workspaces            40
couchbase/centos7-systemd centos7-systemd images with additional debug…  8                    [OK]
dokken/centos-7           CentOS 7 image for kitchen-dokken               5
eclipse/centos_jdk8       CentOS, JDK8, Maven 3, git, curl, nmap, mc, …   5                    [OK]
dokken/centos-stream-9                                                    6
```

Important - Notez que chaque image est référencée par la colonne NAME. Le NAME est sous le format **repository/mainteneur/nom** sauf dans le cas où il s'agit de l'image “officielle” de l'éditeur au quel cas le format est simplement **repository/nom**. La notion de STARS (étoiles) vient de Docker Hub et est une indication de la satisfaction de la communauté.

3.5 - Supprimer un Conteneur d'une Image

Pour supprimer un conteneur d'une image, il convient d'utiliser la commande **docker rm** en référencant le conteneur soit par son **NAME** soit par son CONTAINER ID :

```
root@debian11:~# docker ps -a
CONTAINER ID   IMAGE         COMMAND    CREATED         STATUS                      PORTS     NAMES
83b0d8979a33   ubuntu        "bash"     5 minutes ago   Exited (0) 4 minutes ago              upbeat_diffie
5d17db3bbb20   hello-world   "/hello"   16 hours ago    Exited (0) 16 hours ago               charming_hoover

root@debian11:~# docker rm upbeat_diffie
upbeat_diffie

root@debian11:~# docker ps -a
CONTAINER ID   IMAGE         COMMAND    CREATED         STATUS                      PORTS     NAMES
5d17db3bbb20   hello-world   "/hello"   16 hours ago    Exited (0) 16 hours ago               charming_hoover

root@debian11:~# docker images
REPOSITORY    TAG       IMAGE ID       CREATED        SIZE
ubuntu        latest    01f29b872827   2 weeks ago    77.8MB
hello-world   latest    9c7a54a9a43c   3 months ago   13.3kB
```

Important - Notez que dans le cas de l'utilisation du CONTAINER ID, il n'est pas necéssaire d'utiliser la totalité de l'ID. Par exemple, dans le cas ci-dessus, le CONTAINER ID du conteneur **upbeat_diffie** était **83b0d8979a33**. La commande de suppression aurait pu utilisé **83b0d8979a33**, **83b0d8** ou même **83b**.

3.6 -Créer une Image à partir d'un Conteneur Modifié

Modifier un conteneur d'une image :

```
root@debian11:~# docker run -it ubuntu

root@4377355f88c2:/# ls
bin  boot  dev  etc  home  lib  lib32  lib64  libx32  media  mnt  opt  proc  root  run  sbin  srv  sys  tmp  usr
var

root@4377355f88c2:/# rm -rf /home

root@4377355f88c2:/# ls
bin  boot  dev  etc  lib  lib32  lib64  libx32  media  mnt  opt  proc  root  run  sbin  srv  sys  tmp  usr  var

root@4377355f88c2:/# exit
exit
root@debian11:~#
```

Important - Notez ici la suppression du répertoire **home** dans le conteneur **4377355f88c2**.

Consultez la différence entre le conteneur et l'image de base :

```
root@debian11:~# docker ps -a
CONTAINER ID   IMAGE         COMMAND       CREATED              STATUS                          PORTS     NAMES
4377355f88c2   ubuntu        "/bin/bash"   About a minute ago   Exited (0) About a minute ago             
romantic_northcutt
5d17db3bbb20   hello-world   "/hello"      16 hours ago         Exited (0) 16 hours ago                   
charming_hoover
```

```
root@debian11:~# docker diff romantic_northcutt
C /root
A /root/.bash_history
D /home
```

Important - La sortie de la commande **docker diff** comporte des lettres dont les significations sont les suivantes : C = Create, D = Delete, A = Add.

Créez un autre conteneur à partir de l'image de base :

```
root@debian11:~# docker run -it ubuntu

root@e4caf92a5ceb:/# ls
bin  boot  dev  etc  home  lib  lib32  lib64  libx32  media  mnt  opt  proc  root  run  sbin  srv  sys  tmp  usr
var

root@e4caf92a5ceb:/# exit
exit

root@debian11:~#
```

Important - Dans ce nouveau conteneur, le répertoire **/home** est présent compte tenu du fait qu'il a été généré à partir de l'image d'origine, inchangée depuis sa compilation.

Créez maintenant l'image **ubuntu_1** à partir du premier conteneur ubuntu (dans le cas ci-dessous - **romantic_northcutt**) en utilisant la commande **docker commit** :

```
root@debian11:~# docker ps -a
CONTAINER ID   IMAGE         COMMAND       CREATED          STATUS                       PORTS     NAMES
e4caf92a5ceb   ubuntu        "/bin/bash"   44 seconds ago   Exited (0) 32 seconds ago              
affectionate_ishizaka
4377355f88c2   ubuntu        "/bin/bash"   6 hours ago      Exited (0) 6 hours ago                 
romantic_northcutt
5d17db3bbb20   hello-world   "/hello"      22 hours ago     Exited (0) 22 hours ago                charming_hoover

root@debian11:~# docker commit romantic_northcutt ubuntu_1
sha256:50d66f88b992b65d0a38c4b662fbdcc906477916240a90d214b35a42b939ea5f

root@debian11:~# docker images
REPOSITORY    TAG       IMAGE ID       CREATED          SIZE
ubuntu_1      latest    50d66f88b992   13 seconds ago   77.8MB
ubuntu        latest    01f29b872827   2 weeks ago      77.8MB
hello-world   latest    9c7a54a9a43c   3 months ago     13.3kB

root@debian11:~#
```

3.7 - Supprimer une Image

Créez maintenant un conteneur à partir de la nouvelle image **ubuntu_1** :

```
root@debian11:~# docker run -it ubuntu_1

root@86e777ebaf2b:/# ls
bin  boot  dev  etc  lib  lib32  lib64  libx32  media  mnt  opt  proc  root  run  sbin  srv  sys  tmp  usr  var

root@86e777ebaf2b:/# exit
exit

root@debian11:~#
```

Important - Notez l'absence du répertoire **home** dans le conteneur **904215fb79b4**.

Essayez de supprimer l'image **ubuntu_1** :

```
root@debian11:~# docker rmi ubuntu_1
Error response from daemon: conflict: unable to remove repository reference "ubuntu_1" (must force) - container
86e777ebaf2b is using its referenced image 50d66f88b992

root@debian11:~# docker ps -a
CONTAINER ID   IMAGE         COMMAND       CREATED              STATUS                          PORTS     NAMES
86e777ebaf2b   ubuntu_1      "/bin/bash"   About a minute ago   Exited (0) About a minute ago
focused_colden
e4caf92a5ceb   ubuntu        "/bin/bash"   7 minutes ago        Exited (0) 7 minutes ago
affectionate_ishizaka
4377355f88c2   ubuntu        "/bin/bash"   6 hours ago          Exited (0) 6 hours ago
romantic_northcutt
5d17db3bbb20   hello-world   "/hello"      22 hours ago         Exited (0) 22 hours ago
charming_hoover
```

Important - Notez qu'il n'est pas possible de supprimer l'image **ubuntu_1** tant que le conteneur **86e777ebaf2b** soit actif.

Supprimez donc le conteneur identifié par le message d'erreur (dans le cas ci-dessus - **focused_colden**) ainsi que l'image **ubuntu_1** :

```
root@debian11:~# docker rm focused_colden
focused_colden
```

```
root@debian11:~# docker ps -a
CONTAINER ID   IMAGE         COMMAND       CREATED          STATUS                      PORTS     NAMES
e4caf92a5ceb   ubuntu        "/bin/bash"   10 minutes ago   Exited (0) 9 minutes ago              
affectionate_ishizaka
4377355f88c2   ubuntu        "/bin/bash"   6 hours ago      Exited (0) 6 hours ago                
romantic_northcutt
5d17db3bbb20   hello-world   "/hello"      22 hours ago     Exited (0) 22 hours ago               charming_hoover

root@debian11:~# docker rmi ubuntu_1
Untagged: ubuntu_1:latest
Deleted: sha256:50d66f88b992b65d0a38c4b662fbdcc906477916240a90d214b35a42b939ea5f
Deleted: sha256:c5fdbe1dd17356fd868456c44949e0ca50c78a610a8917d7ad6ab372aeebce20

root@debian11:~# docker images
REPOSITORY    TAG       IMAGE ID       CREATED        SIZE
ubuntu        latest    01f29b872827   2 weeks ago    77.8MB
hello-world   latest    9c7a54a9a43c   3 months ago   13.3kB
```

Pour pouvoir supprimer tous les conteneurs, listez-les par leur **Container ID** :

```
root@debian11:~# docker ps -aq
e4caf92a5ceb
4377355f88c2
5d17db3bbb20
```

Supprimer toutes les conteneurs :

```
root@debian11:~# docker rm `docker ps -aq`
e4caf92a5ceb
4377355f88c2
5d17db3bbb20

root@debian11:~# docker ps -aq
```

```
root@debian11:~#
```

Pour supprimer un conteneur dès la fin de son exécution, utilisez l'option **–rm** :

```
root@debian11:~# docker run -it --rm ubuntu

root@3b3d4d7be82b:/# ls
bin  boot  dev  etc  home  lib  lib32  lib64  libx32  media  mnt  opt  proc  root  run  sbin  srv  sys  tmp  usr
var

root@3b3d4d7be82b:/# exit
exit

root@debian11:~# docker ps -aq

root@debian11:~#
```

3.8 - Créer un Conteneur avec un Nom Spécifique

Créez maintenant un conteneur avec un nom spécifique :

```
root@debian11:~# docker run -it --name=ittraining ubuntu

root@d838ea83033e:/# ls
bin  boot  dev  etc  home  lib  lib32  lib64  libx32  media  mnt  opt  proc  root  run  sbin  srv  sys  tmp  usr
var

root@d838ea83033e:/# exit
exit

root@debian11:~# docker ps -a
CONTAINER ID   IMAGE     COMMAND       CREATED          STATUS                      PORTS     NAMES
```

```
d838ea83033e   ubuntu    "/bin/bash"   12 seconds ago   Exited (0) 4 seconds ago             ittraining
```

Pour obtenir de l'information concernant un conteneur, utilisez la commande **docker inspect** :

```
root@debian11:~# docker inspect ittraining
[
    {
        "Id": "d838ea83033e6a5b324676ed6734e7ff9c69084dd453c52eedd367f31bcb83f3",
        "Created": "2023-08-19T11:47:56.464134219Z",
        "Path": "/bin/bash",
        "Args": [],
        "State": {
            "Status": "exited",
            "Running": false,
            "Paused": false,
            "Restarting": false,
            "OOMKilled": false,
            "Dead": false,
            "Pid": 0,
            "ExitCode": 0,
            "Error": "",
            "StartedAt": "2023-08-19T11:47:57.979606971Z",
            "FinishedAt": "2023-08-19T11:48:04.066624168Z"
        },
        "Image": "sha256:01f29b872827fa6f9aed0ea0b2ede53aea4ad9d66c7920e81a8db6d1fd9ab7f9",
        "ResolvConfPath":
"/var/lib/docker/containers/d838ea83033e6a5b324676ed6734e7ff9c69084dd453c52eedd367f31bcb83f3/resolv.conf",
        "HostnamePath":
"/var/lib/docker/containers/d838ea83033e6a5b324676ed6734e7ff9c69084dd453c52eedd367f31bcb83f3/hostname",
        "HostsPath":
"/var/lib/docker/containers/d838ea83033e6a5b324676ed6734e7ff9c69084dd453c52eedd367f31bcb83f3/hosts",
        "LogPath":
"/var/lib/docker/containers/d838ea83033e6a5b324676ed6734e7ff9c69084dd453c52eedd367f31bcb83f3/d838ea83033e6a5b3246
76ed6734e7ff9c69084dd453c52eedd367f31bcb83f3-json.log",
```

```
        "Name": "/ittraining",
        "RestartCount": 0,
        "Driver": "overlay2",
        "Platform": "linux",
        "MountLabel": "",
        "ProcessLabel": "",
        "AppArmorProfile": "docker-default",
        "ExecIDs": null,
        "HostConfig": {
            "Binds": null,
            "ContainerIDFile": "",
            "LogConfig": {
                "Type": "json-file",
                "Config": {}
            },
            "NetworkMode": "default",
            "PortBindings": {},
            "RestartPolicy": {
                "Name": "no",
                "MaximumRetryCount": 0
            },
            "AutoRemove": false,
            "VolumeDriver": "",
            "VolumesFrom": null,
            "ConsoleSize": [
                59,
                210
            ],
            "CapAdd": null,
            "CapDrop": null,
            "CgroupnsMode": "private",
            "Dns": [],
            "DnsOptions": [],
            "DnsSearch": [],
```

```
            "ExtraHosts": null,
            "GroupAdd": null,
            "IpcMode": "private",
            "Cgroup": "",
            "Links": null,
            "OomScoreAdj": 0,
            "PidMode": "",
            "Privileged": false,
            "PublishAllPorts": false,
            "ReadonlyRootfs": false,
            "SecurityOpt": null,
            "UTSMode": "",
            "UsernsMode": "",
            "ShmSize": 67108864,
            "Runtime": "runc",
            "Isolation": "",
            "CpuShares": 0,
            "Memory": 0,
            "NanoCpus": 0,
            "CgroupParent": "",
            "BlkioWeight": 0,
            "BlkioWeightDevice": [],
            "BlkioDeviceReadBps": [],
            "BlkioDeviceWriteBps": [],
            "BlkioDeviceReadIOps": [],
            "BlkioDeviceWriteIOps": [],
            "CpuPeriod": 0,
            "CpuQuota": 0,
            "CpuRealtimePeriod": 0,
            "CpuRealtimeRuntime": 0,
            "CpusetCpus": "",
            "CpusetMems": "",
            "Devices": [],
            "DeviceCgroupRules": null,
```

```
            "DeviceRequests": null,
            "MemoryReservation": 0,
            "MemorySwap": 0,
            "MemorySwappiness": null,
            "OomKillDisable": null,
            "PidsLimit": null,
            "Ulimits": null,
            "CpuCount": 0,
            "CpuPercent": 0,
            "IOMaximumIOps": 0,
            "IOMaximumBandwidth": 0,
            "MaskedPaths": [
                "/proc/asound",
                "/proc/acpi",
                "/proc/kcore",
                "/proc/keys",
                "/proc/latency_stats",
                "/proc/timer_list",
                "/proc/timer_stats",
                "/proc/sched_debug",
                "/proc/scsi",
                "/sys/firmware"
            ],
            "ReadonlyPaths": [
                "/proc/bus",
                "/proc/fs",
                "/proc/irq",
                "/proc/sys",
                "/proc/sysrq-trigger"
            ]
        },
        "GraphDriver": {
            "Data": {
                "LowerDir":
```

```
"/var/lib/docker/overlay2/b8f594ac72f3c9a57be0645a8d5686259ff8799d341626458808d999e35fbf8f-
init/diff:/var/lib/docker/overlay2/f932b6b3764a556a570060fd607da5e9082eb6d816e3568574a6104ebc80df5e/diff",
                "MergedDir":
"/var/lib/docker/overlay2/b8f594ac72f3c9a57be0645a8d5686259ff8799d341626458808d999e35fbf8f/merged",
                "UpperDir":
"/var/lib/docker/overlay2/b8f594ac72f3c9a57be0645a8d5686259ff8799d341626458808d999e35fbf8f/diff",
                "WorkDir":
"/var/lib/docker/overlay2/b8f594ac72f3c9a57be0645a8d5686259ff8799d341626458808d999e35fbf8f/work"
            },
            "Name": "overlay2"
        },
        "Mounts": [],
        "Config": {
            "Hostname": "d838ea83033e",
            "Domainname": "",
            "User": "",
            "AttachStdin": true,
            "AttachStdout": true,
            "AttachStderr": true,
            "Tty": true,
            "OpenStdin": true,
            "StdinOnce": true,
            "Env": [
                "PATH=/usr/local/sbin:/usr/local/bin:/usr/sbin:/usr/bin:/sbin:/bin"
            ],
            "Cmd": [
                "/bin/bash"
            ],
            "Image": "ubuntu",
            "Volumes": null,
            "WorkingDir": "",
            "Entrypoint": null,
            "OnBuild": null,
            "Labels": {
```

```
                "org.opencontainers.image.ref.name": "ubuntu",
                "org.opencontainers.image.version": "22.04"
            }
        },
        "NetworkSettings": {
            "Bridge": "",
            "SandboxID": "8896374679af4eed6bc5825722ef4f1d802910fba2d12cd87c777fad1338ebac",
            "HairpinMode": false,
            "LinkLocalIPv6Address": "",
            "LinkLocalIPv6PrefixLen": 0,
            "Ports": {},
            "SandboxKey": "/var/run/docker/netns/8896374679af",
            "SecondaryIPAddresses": null,
            "SecondaryIPv6Addresses": null,
            "EndpointID": "",
            "Gateway": "",
            "GlobalIPv6Address": "",
            "GlobalIPv6PrefixLen": 0,
            "IPAddress": "",
            "IPPrefixLen": 0,
            "IPv6Gateway": "",
            "MacAddress": "",
            "Networks": {
                "bridge": {
                    "IPAMConfig": null,
                    "Links": null,
                    "Aliases": null,
                    "NetworkID": "33b1d61a638b6114462bd420314077791ed32b132a4536ad7725420a58e11d3f",
                    "EndpointID": "",
                    "Gateway": "",
                    "IPAddress": "",
                    "IPPrefixLen": 0,
                    "IPv6Gateway": "",
                    "GlobalIPv6Address": "",
```

```
                    "GlobalIPv6PrefixLen": 0,
                    "MacAddress": "",
                    "DriverOpts": null
                }
            }
        }
    }
]
```

3.9 - Exécuter une Commande dans un Conteneur

Pour exécuter une commande spécifique dans un conteneur, passez la commande en argument :

```
root@debian11:~# docker run --rm ubuntu env
PATH=/usr/local/sbin:/usr/local/bin:/usr/sbin:/usr/bin:/sbin:/bin
HOSTNAME=9b7b7547c023
HOME=/root

root@debian11:~#
```

3.10 - Injecter des Variables d'Environnement dans un Conteneur

Pour injecter une ou des variables d'environnement dans un conteneur, utilisez un fichier pré-établi :

```
root@debian11:~# vi env.list

root@debian11:~# cat env.list
EDITOR=vim
HOSTNAME=ubuntudocker
```

```
root@debian11:~# docker run --rm --env-file=env.list ubuntu env
```

```
PATH=/usr/local/sbin:/usr/local/bin:/usr/sbin:/usr/bin:/sbin:/bin
HOSTNAME=ubuntudocker
EDITOR=vim
HOME=/root

root@debian11:~#
```

3.11 - Modifier le Nom d'Hôte d'un Conteneur

Pour modifier le nom d'hôte d'un conteneur, utilisez l'option **-h** :

```
root@debian11:~# docker run -it --rm -h ubuntudocker ubuntu

root@ubuntudocker:/# hostname
ubuntudocker

root@ubuntudocker:/# exit
exit
```

3.12 - Mapper des Ports d'un Conteneur

Démarrer un conteneur de nginx sur le port localhost 81 :

```
root@debian11:~# docker run -it -p 81:80 nginx
Unable to find image 'nginx:latest' locally
latest: Pulling from library/nginx
52d2b7f179e3: Pull complete
fd9f026c6310: Pull complete
055fa98b4363: Pull complete
96576293dd29: Pull complete
a7c4092be904: Pull complete
```

```
e3b6889c8954: Pull complete
da761d9a302b: Pull complete
Digest: sha256:104c7c5c54f2685f0f46f3be607ce60da7085da3eaa5ad22d3d9f01594295e9c
Status: Downloaded newer image for nginx:latest

^C

root@debian11:~#
```

Notez que c'est bloquant. Le fait d'avoir utiliser ^C a interrompu le processus du conteneur :

```
root@debian11:~# docker ps -a
CONTAINER ID   IMAGE     COMMAND                  CREATED          STATUS                      PORTS     NAMES
37cb0af1e97f   nginx     "/docker-entrypoint.…"   46 seconds ago   Created                               
intelligent_fermi
d838ea83033e   ubuntu    "/bin/bash"              5 minutes ago    Exited (0) 5 minutes ago              
ittraining
```

3.13 - Démarrer un Conteneur en mode Détaché

Démarrez maintenant le conteneur de nginx en mode détaché grâce à l'utilisation de l'option **-d** :

```
root@debian11:~# docker run -d -p 81:80 nginx
5c2fe852965f700fff2d11baff034557c4956a7cd5eb54c51967d362415a76b4

root@debian11:~# docker ps -a
CONTAINER ID   IMAGE     COMMAND                  CREATED              STATUS                      PORTS                                   
NAMES
5c2fe852965f   nginx     "/docker-entrypoint.…"   8 seconds ago        Up 6 seconds                0.0.0.0:81->80/tcp, :::81->80/tcp   priceless_yonath
37cb0af1e97f   nginx     "/docker-entrypoint.…"   About a minute ago   Created                                                         
intelligent_fermi
d838ea83033e   ubuntu    "/bin/bash"              5 minutes ago        Exited (0) 5 minutes ago                                        
```

```
ittraining
```

3.14 - Accèder aux Services d'un Conteneur de l'Extérieur

Installez le navigateur texte **lynx** :

```
root@debian11:~# apt-get install lynx
Reading package lists... Done
Building dependency tree... Done
Reading state information... Done
The following packages were automatically installed and are no longer required:
  libopengl0 linux-headers-5.10.0-15-amd64 linux-headers-5.10.0-15-common
Use 'apt autoremove' to remove them.
The following additional packages will be installed:
  lynx-common
The following NEW packages will be installed:
  lynx lynx-common
0 upgraded, 2 newly installed, 0 to remove and 0 not upgraded.
Need to get 1,844 kB of archives.
After this operation, 5,768 kB of additional disk space will be used.
Do you want to continue? [Y/n] y
```

Vérifiez que nginx répond aux requetes :

```
root@debian11:~# lynx --dump http://localhost:81
                              Welcome to nginx!

   If you see this page, the nginx web server is successfully installed
   and working. Further configuration is required.

   For online documentation and support please refer to [1]nginx.org.
   Commercial support is available at [2]nginx.com.
```

```
   Thank you for using nginx.

References

   1. http://nginx.org/
   2. http://nginx.com/

root@debian11:~#
```

3.15 - Arrêter et Démarrer un Conteneur

Arrêtez le conteneur nginx :

```
root@debian11:~# docker ps -a
CONTAINER ID   IMAGE     COMMAND                  CREATED         STATUS                     PORTS
NAMES
5c2fe852965f   nginx     "/docker-entrypoint.…"   2 minutes ago   Up 2 minutes               0.0.0.0:81->80/tcp,
:::81->80/tcp   priceless_yonath
37cb0af1e97f   nginx     "/docker-entrypoint.…"   3 minutes ago   Created
intelligent_fermi
d838ea83033e   ubuntu    "/bin/bash"              8 minutes ago   Exited (0) 8 minutes ago
                                 ittraining
root@debian11:~# docker stop 5c2f
5c2f

root@debian11:~# docker ps -a
CONTAINER ID   IMAGE     COMMAND                  CREATED         STATUS                     PORTS     NAMES
5c2fe852965f   nginx     "/docker-entrypoint.…"   3 minutes ago   Exited (0) 5 seconds ago
priceless_yonath
37cb0af1e97f   nginx     "/docker-entrypoint.…"   4 minutes ago   Created
intelligent_fermi
d838ea83033e   ubuntu    "/bin/bash"              8 minutes ago   Exited (0) 8 minutes ago             ittraining
```

Démarrez de nouveau le conteneur de nginx :

```
root@debian11:~# docker start 5c2f
5c2f

root@debian11:~# docker ps -a
CONTAINER ID   IMAGE     COMMAND                  CREATED         STATUS                     PORTS
NAMES
5c2fe852965f   nginx     "/docker-entrypoint.…"   3 minutes ago   Up 2 seconds               0.0.0.0:81->80/tcp,
:::81->80/tcp   priceless_yonath
37cb0af1e97f   nginx     "/docker-entrypoint.…"   4 minutes ago   Created
intelligent_fermi
d838ea83033e   ubuntu    "/bin/bash"              9 minutes ago   Exited (0) 9 minutes ago
ittraining
```

3.16 - Utiliser des Signaux avec un Conteneur

Utilisez un signal pour tuer le processus du conteneur de nginx :

```
root@debian11:~# docker kill -s 9 5c2f
5c2f

root@debian11:~# docker ps -a
CONTAINER ID   IMAGE     COMMAND                  CREATED          STATUS                         PORTS     NAMES
5c2fe852965f   nginx     "/docker-entrypoint.…"   5 minutes ago    Exited (137) 5 seconds ago
priceless_yonath
37cb0af1e97f   nginx     "/docker-entrypoint.…"   6 minutes ago    Created
intelligent_fermi
d838ea83033e   ubuntu    "/bin/bash"              11 minutes ago   Exited (0) 11 minutes ago
ittraining
```

Redémarrez le conteneur :

```
root@debian11:~# docker start 5c2f
5c2f

root@debian11:~# docker ps -a
CONTAINER ID   IMAGE     COMMAND                  CREATED          STATUS                       PORTS
NAMES
5c2fe852965f   nginx     "/docker-entrypoint.…"   6 minutes ago    Up 2 seconds
0.0.0.0:81->80/tcp, :::81->80/tcp   priceless_yonath
37cb0af1e97f   nginx     "/docker-entrypoint.…"   7 minutes ago    Created
intelligent_fermi
d838ea83033e   ubuntu    "/bin/bash"              11 minutes ago   Exited (0) 11 minutes ago
ittraining

root@debian11:~# docker restart 5c2f
5c2f

root@debian11:~# docker ps -a
CONTAINER ID   IMAGE     COMMAND                  CREATED          STATUS                       PORTS
NAMES
5c2fe852965f   nginx     "/docker-entrypoint.…"   6 minutes ago    Up 2 seconds
0.0.0.0:81->80/tcp, :::81->80/tcp   priceless_yonath
37cb0af1e97f   nginx     "/docker-entrypoint.…"   7 minutes ago    Created
intelligent_fermi
d838ea83033e   ubuntu    "/bin/bash"              12 minutes ago   Exited (0) 12 minutes ago
ittraining
```

3.17 - Forcer la Suppression d'un Conteneur en cours d'Exécution

Supprimez un conteneur en cours d'exécution :

```
root@debian11:~# docker rm 5c2f
Error response from daemon: You cannot remove a running container
```

```
5c2fe852965f700fff2d11baff034557c4956a7cd5eb54c51967d362415a76b4. Stop the container before attempting removal or
force remove

root@debian11:~# docker ps -a
CONTAINER ID   IMAGE     COMMAND                  CREATED          STATUS                       PORTS
NAMES
5c2fe852965f   nginx     "/docker-entrypoint.…"   7 minutes ago    Up 58 seconds
0.0.0.0:81->80/tcp, :::81->80/tcp   priceless_yonath
37cb0af1e97f   nginx     "/docker-entrypoint.…"   8 minutes ago    Created
intelligent_fermi
d838ea83033e   ubuntu    "/bin/bash"              13 minutes ago   Exited (0) 12 minutes ago
ittraining

root@debian11:~# docker rm -f 5c2f
5c2f

root@debian11:~# docker ps -a
CONTAINER ID   IMAGE     COMMAND                  CREATED          STATUS                       PORTS     NAMES
37cb0af1e97f   nginx     "/docker-entrypoint.…"   8 minutes ago    Created
intelligent_fermi
d838ea83033e   ubuntu    "/bin/bash"              13 minutes ago   Exited (0) 13 minutes ago
ittraining
```

3.18 - Utilisation Simple d'un Volume

Créez le fichier index.html et placez-le dans le répertoire /root/www :

```
root@debian11:~# vi index.html

root@debian11:~# cat index.html
<html>
<body>
<center>Accueil du site nginx</center>
```

```
</body>
</html>

root@debian11:~# mv index.html www/

root@debian11:~#
```

Indiquez au conteneur que son répertoire **/usr/share/nginx/html/** est remplacé par le répertoire **/root/www/** de la machine hôte :

```
root@debian11:~# docker run -d -p 81:80 -v /root/www:/usr/share/nginx/html:ro nginx
5bec576b4b69b3dbd4cb58305a80d5ac94d42312b486e99dac94f82ba6541e3c

root@debian11:~# lynx --dump http://localhost:81
                           Accueil du site nginx

root@debian11:~#
```

Important - Notez ici l'utilisation de **ro** - lecture seule.

3.19 - Télécharger une image sans créer un conteneur

Téléchargez l'image de centos sans créer un conteneur :

```
root@debian11:~# docker pull centos
Using default tag: latest
latest: Pulling from library/centos
a1d0c7532777: Pull complete
Digest: sha256:a27fd8080b517143cbbbab9dfb7c8571c40d67d534bbdee55bd6c473f432b177
Status: Downloaded newer image for centos:latest
```

```
docker.io/library/centos:latest
```

Vérifiez le contenu de l'image en créant un conteneur :

```
root@debian11:~# docker run -it centos bash

[root@b45b7b136f06 /]# cat /etc/redhat-release
CentOS Linux release 8.4.2105

[root@b45b7b136f06 /]# rpm -qa | more
crypto-policies-20210209-1.gitbfb6bed.el8_3.noarch
python3-pip-wheel-9.0.3-19.el8.noarch
ncurses-base-6.1-7.20180224.el8.noarch
dnf-data-4.4.2-11.el8.noarch
dhcp-common-4.3.6-44.0.1.el8.noarch
centos-gpg-keys-8-2.el8.noarch
centos-linux-repos-8-2.el8.noarch
filesystem-3.8-3.el8.x86_64
pcre2-10.32-2.el8.x86_64
ncurses-libs-6.1-7.20180224.el8.x86_64
glibc-common-2.28-151.el8.x86_64
bash-4.4.19-14.el8.x86_64
zlib-1.2.11-17.el8.x86_64
bzip2-libs-1.0.6-26.el8.x86_64
libgpg-error-1.31-1.el8.x86_64
elfutils-libelf-0.182-3.el8.x86_64
libcom_err-1.45.6-1.el8.x86_64
libxml2-2.9.7-9.el8.x86_64
expat-2.2.5-4.el8.x86_64
libuuid-2.32.1-27.el8.x86_64
chkconfig-1.13-2.el8.x86_64
gmp-6.1.2-10.el8.x86_64
libattr-2.4.48-3.el8.x86_64
coreutils-single-8.30-8.el8.x86_64
```

```
sed-4.5-2.el8.x86_64
libcap-ng-0.7.9-5.el8.x86_64
libsmartcols-2.32.1-27.el8.x86_64
lz4-libs-1.8.3-2.el8.x86_64
file-libs-5.33-16.el8_3.1.x86_64
p11-kit-0.23.22-1.el8.x86_64
cracklib-2.9.6-15.el8.x86_64
libunistring-0.9.9-3.el8.x86_64
libassuan-2.5.1-3.el8.x86_64
keyutils-libs-1.5.10-6.el8.x86_64
libnl3-3.5.0-1.el8.x86_64
p11-kit-trust-0.23.22-1.el8.x86_64
pcre-8.42-4.el8.x86_64
systemd-libs-239-45.el8.x86_64
dbus-tools-1.12.8-12.el8.x86_64
libusbx-1.0.23-4.el8.x86_64
ca-certificates-2020.2.41-80.0.el8_2.noarch
libdb-5.3.28-40.el8.x86_64
iproute-5.9.0-4.el8.x86_64
libdb-utils-5.3.28-40.el8.x86_64
tpm2-tss-2.3.2-3.el8.x86_64
xz-5.2.4-3.el8.x86_64
ethtool-5.8-5.el8.x86_64
libsemanage-2.9-6.el8.x86_64
dbus-daemon-1.12.8-12.el8.x86_64
libfdisk-2.32.1-27.el8.x86_64
mpfr-3.1.6-1.el8.x86_64
gnutls-3.6.14-7.el8_3.x86_64
snappy-1.1.8-3.el8.x86_64
libmetalink-0.1.3-7.el8.x86_64
libksba-1.3.5-7.el8.x86_64
ipcalc-0.2.4-4.el8.x86_64
libseccomp-2.5.1-1.el8.x86_64
gawk-4.2.1-2.el8.x86_64
```

```
--More--
[q]
[root@b45b7b136f06 /]#
```

3.20 - S'attacher à un conteneur en cours d'exécution

Arretez le conteneur. Démarrez le conteneur puis rattachez-vous au conteneur :

```
[root@b45b7b136f06 /]# exit
exit

root@debian11:~# docker ps -a
CONTAINER ID   IMAGE     COMMAND                  CREATED          STATUS                       PORTS
NAMES
b45b7b136f06   centos    "bash"                   3 minutes ago    Exited (0) 8 seconds ago
quizzical_cray
5bec576b4b69   nginx     "/docker-entrypoint.…"   4 minutes ago    Up 4 minutes
0.0.0.0:81->80/tcp, :::81->80/tcp   elegant_shockley
37cb0af1e97f   nginx     "/docker-entrypoint.…"   27 minutes ago   Created
intelligent_fermi
d838ea83033e   ubuntu    "/bin/bash"              32 minutes ago   Exited (0) 31 minutes ago
ittraining

root@debian11:~# docker start b45b
b45b

root@debian11:~# docker attach b45b

[root@b45b7b136f06 /]# ls
bin  dev  etc  home  lib  lib64  lost+found  media  mnt  opt  proc  root  run  sbin  srv  sys  tmp  usr  var

[root@b45b7b136f06 /]#
```

3.21 - Installer un logiciel dans le conteneur

Réparez les dépôts de CentOS 8 :

```
[root@b45b7b136f06 /]# sed -i 's/mirrorlist/#mirrorlist/g' /etc/yum.repos.d/CentOS-Linux-*

[root@b45b7b136f06 /]# sed -i 's|#baseurl=http://mirror.centos.org|baseurl=http://vault.centos.org|g'
/etc/yum.repos.d/CentOS-Linux-*

[root@b45b7b136f06 /]# yum upgrade -y
...
```

Créez le fichier **/etc/yum.repos.d/mongodb-org-4.2.repo** :

```
[root@b45b7b136f06 /]# vi /etc/yum.repos.d/mongodb-org-4.2.repo

[root@b45b7b136f06 /]# cat /etc/yum.repos.d/mongodb-org-4.2.repo
[mongodb-org-4.2]
name=MongoDB Repository
baseurl=https://repo.mongodb.org/yum/redhat/$releasever/mongodb-org/4.2/x86_64/
gpgcheck=1
enabled=1
gpgkey=https://www.mongodb.org/static/pgp/server-4.2.as[mongodb-org-4.2]
name=MongoDB Repository
baseurl=https://repo.mongodb.org/yum/redhat/$releasever/mongodb-org/4.2/x86_64/
gpgcheck=1
enabled=1
gpgkey=https://www.mongodb.org/static/pgp/server-4.2.asc
```

Installez mongo :

```
[root@b45b7b136f06 /]# yum install -y mongodb-org
...
```

Démarrez mongod :

```
[root@b45b7b136f06 /]# mongod --config /etc/mongod.conf &
[1] 440

[root@b45b7b136f06 /]# about to fork child process, waiting until server is ready for connections.
forked process: 442
[Enter] <<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<  Appuyer sur la touche Entrée
[root@b45b7b136f06 /]# child process started successfully, parent exiting
[Enter] <<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<  Appuyer sur la touche Entrée
[1]+  Done                    mongod --config /etc/mongod.conf
```

Vérifiez que mongod est démarré :

```
[root@b45b7b136f06 /]# ps aux
USER         PID %CPU %MEM    VSZ   RSS TTY      STAT START   TIME COMMAND
root           1  0.0  0.0  12156  3324 pts/0    Ss   12:20   0:00 bash
root         442  0.5  0.6 1525168 111704 ?      Sl   13:53   0:00 mongod --config /etc/mongod.conf
root         475  0.0  0.0  47604  3668 pts/0    R+   13:55   0:00 ps aux
```

Utilisez le client mongo pour se connecter au serveur :

```
[root@b45b7b136f06 /]# mongo
MongoDB shell version v4.2.24
connecting to: mongodb://127.0.0.1:27017/?compressors=disabled&gssapiServiceName=mongodb
Implicit session: session { "id" : UUID("b864990d-ab42-45cc-b9e3-0935f566a41a") }
MongoDB server version: 4.2.24
Welcome to the MongoDB shell.
For interactive help, type "help".
For more comprehensive documentation, see
        https://docs.mongodb.com/
Questions? Try the MongoDB Developer Community Forums
        https://community.mongodb.com
Server has startup warnings:
```

```
2023-08-19T13:53:35.327+0000 I  CONTROL  [initandlisten]
2023-08-19T13:53:35.327+0000 I  CONTROL  [initandlisten] ** WARNING: Access control is not enabled for the
database.
2023-08-19T13:53:35.327+0000 I  CONTROL  [initandlisten] **          Read and write access to data and
configuration is unrestricted.
2023-08-19T13:53:35.327+0000 I  CONTROL  [initandlisten] ** WARNING: You are running this process as the root
user, which is not recommended.
2023-08-19T13:53:35.327+0000 I  CONTROL  [initandlisten]
2023-08-19T13:53:35.327+0000 I  CONTROL  [initandlisten]
2023-08-19T13:53:35.327+0000 I  CONTROL  [initandlisten] ** WARNING: /sys/kernel/mm/transparent_hugepage/enabled
is 'always'.
2023-08-19T13:53:35.327+0000 I  CONTROL  [initandlisten] **        We suggest setting it to 'never'
2023-08-19T13:53:35.327+0000 I  CONTROL  [initandlisten]
---
Enable MongoDB's free cloud-based monitoring service, which will then receive and display
metrics about your deployment (disk utilization, CPU, operation statistics, etc).

The monitoring data will be available on a MongoDB website with a unique URL accessible to you
and anyone you share the URL with. MongoDB may use this information to make product
improvements and to suggest MongoDB products and deployment options to you.

To enable free monitoring, run the following command: db.enableFreeMonitoring()
To permanently disable this reminder, run the following command: db.disableFreeMonitoring()
---

>
```

Sortez de mongo et du conteneur :

```
> exit
bye
[root@b45b7b136f06 /]# exit
exit
```

```
root@debian11:~#
```

3.22 - Utilisation de la commande docker commit

Créez maintenant une nouvelle image à partir de votre conteneur :

```
root@debian11:~# docker ps -a
CONTAINER ID   IMAGE     COMMAND                  CREATED       STATUS                       PORTS
NAMES
b45b7b136f06   centos    "bash"                   2 hours ago   Exited (0) 31 seconds ago
quizzical_cray
5bec576b4b69   nginx     "/docker-entrypoint.…"   2 hours ago   Up 2 hours                   0.0.0.0:81->80/tcp,
:::81->80/tcp   elegant_shockley
37cb0af1e97f   nginx     "/docker-entrypoint.…"   2 hours ago   Created
intelligent_fermi
d838ea83033e   ubuntu    "/bin/bash"              2 hours ago   Exited (0) 2 hours ago
ittraining

root@debian11:~# docker commit b45b ittraining/mongodb
sha256:0ebd6759e69e3c345087dea3c9743a9d0fad81ca750842f1ff0004cbffabd8ae

root@debian11:~#
```

Supprimez le conteneur utilisé pour créer l'image :

```
root@debian11:~# docker rm b45b
b45b

root@debian11:~# docker ps -a
CONTAINER ID   IMAGE     COMMAND                  CREATED       STATUS                   PORTS
NAMES
5bec576b4b69   nginx     "/docker-entrypoint.…"   2 hours ago   Up 2 hours               0.0.0.0:81->80/tcp,
:::81->80/tcp   elegant_shockley
```

```
37cb0af1e97f   nginx     "/docker-entrypoint.…"   2 hours ago   Created
intelligent_fermi
d838ea83033e   ubuntu    "/bin/bash"              2 hours ago   Exited (0) 2 hours ago
ittraining
```

Utilisez la nouvelle image pour lancer un conteneur nommé **mongo** :

```
root@debian11:~# docker run -it --name mongo ittraining/mongodb

[root@0c597fe7b628 /]# ls  /usr/bin/mongo*
/usr/bin/mongo  /usr/bin/mongod  /usr/bin/mongodump  /usr/bin/mongoexport  /usr/bin/mongofiles
/usr/bin/mongoimport  /usr/bin/mongorestore  /usr/bin/mongos  /usr/bin/mongostat  /usr/bin/mongotop

[root@0c597fe7b628 /]# ps aux
USER         PID %CPU %MEM    VSZ   RSS TTY      STAT START   TIME COMMAND
root           1  0.0  0.0  15100  3704 pts/0    Ss   14:01   0:00 bash
root          18  0.0  0.0  47604  3696 pts/0    R+   14:01   0:00 ps aux
```

Editez le fichier /etc/bashrc :

```
[root@0c597fe7b628 /]# echo "/usr/bin/mongod --config /etc/mongod.conf &" >> /etc/bashrc

[root@0c597fe7b628 /]# tail /etc/bashrc
        fi
    done

    unset i
    unset -f pathmunge
  fi

fi
# vim:ts=4:sw=4
/usr/bin/mongod --config /etc/mongod.conf &
```

```
[root@0c597fe7b628 /]#
```

Consultez la liste des conteneurs et relevez le CONTAINER ID du conteneur **mongo** :

```
[root@0c597fe7b628 /]# exit
exit

root@debian11:~# docker ps -a
CONTAINER ID   IMAGE                COMMAND                  CREATED              STATUS
PORTS                                NAMES
0c597fe7b628   ittraining/mongodb   "bash"                   About a minute ago   Exited (0) 7 seconds ago
mongo
5bec576b4b69   nginx                "/docker-entrypoint.…"   2 hours ago          Up 2 hours
0.0.0.0:81->80/tcp, :::81->80/tcp   elegant_shockley
37cb0af1e97f   nginx                "/docker-entrypoint.…"   2 hours ago          Created
intelligent_fermi
d838ea83033e   ubuntu               "/bin/bash"              2 hours ago          Exited (0) 2 hours ago
ittraining

root@debian11:~#
```

Utilisez la commande commit pour “sauvegarder” la modification dans l'image :

```
root@debian11:~# docker commit 0c59 ittraining/mongodb
sha256:3daa95515db6c3f1bd7e30a29c52d3bd5ea14207c05d9401bc2da91d54adbb3f
```

Démarrez de nouveau le conteneur pour vérifier que mongod fonctionne :

```
root@debian11:~# docker rm 0c59
0c59

root@debian11:~# docker ps -a
CONTAINER ID   IMAGE     COMMAND                  CREATED       STATUS                     PORTS
NAMES
```

```
5bec576b4b69   nginx     "/docker-entrypoint.…"   2 hours ago   Up 2 hours              0.0.0.0:81->80/tcp,
:::81->80/tcp   elegant_shockley
37cb0af1e97f   nginx     "/docker-entrypoint.…"   2 hours ago   Created
intelligent_fermi
d838ea83033e   ubuntu    "/bin/bash"              2 hours ago   Exited (0) 2 hours ago
ittraining

root@debian11:~# docker run -it --name mongo ittraining/mongodb
about to fork child process, waiting until server is ready for connections.
forked process: 19
[root@4e8fc8b07afe /]# child process started successfully, parent exiting
[Enter] <<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<  Appuyer sur la touche Entrée
[1]+  Done                    /usr/bin/mongod --config /etc/mongod.conf

[root@4e8fc8b07afe /]# ps aux
USER         PID %CPU %MEM    VSZ   RSS TTY      STAT START   TIME COMMAND
root           1  0.0  0.0  14980  3592 pts/0    Ss   14:05   0:00 bash
root          19  3.5  0.6 1534072 105260 ?      Sl   14:05   0:00 /usr/bin/mongod --config /etc/mongod.conf
root          56  0.0  0.0  47604  3672 pts/0    R+   14:05   0:00 ps aux

[root@4e8fc8b07afe /]#
```

3.23 - Se connecter au serveur du conteneur de l'extérieur

Pour pouvoir se connecter à mongodb depuis la machine hôte, il convient d'éditer le fichier /etc/mongod.conf :

```
[root@4e8fc8b07afe /]# vi /etc/mongod.conf

[root@4e8fc8b07afe /]# cat /etc/mongod.conf | grep bindIp
  bindIp: 0.0.0.0  # Enter 0.0.0.0,:: to bind to all IPv4 and IPv6 addresses or, alternatively, use the
net.bindIpAll setting.
```

Sortez du conteneur, re-créez une image, supprimez le conteneur utilisé et relancez de nouveau le conteneur :

```
[root@4e8fc8b07afe /]# exit
exit

root@debian11:~# docker commit mongo ittraining/mongodb
sha256:eaf8432e4d74fbc4c1f805279fc7d62cb927c5c60010f1ef33f099cc483a9471

root@debian11:~# docker rm mongo
mongo

root@debian11:~# docker run -it --name mongo ittraining/mongodb
about to fork child process, waiting until server is ready for connections.
forked process: 19
[root@e2ace1b2a6a2 /]# child process started successfully, parent exiting
[Enter] <<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<  Appuyer sur la touche Entrée
[1]+  Done                    /usr/bin/mongod --config /etc/mongod.conf

[root@e2ace1b2a6a2 /]#
```

Dans votre machine hôte, configurez le dépôt de mongodb :

```
[root@e2ace1b2a6a2 /]# exit
exit
root@debian11:~#

root@debian11:~# apt-key adv --keyserver hkp://keyserver.ubuntu.com:80 --recv
9DA31620334BD75D9DCB49F368818C72E52529D4
Warning: apt-key is deprecated. Manage keyring files in trusted.gpg.d instead (see apt-key(8)).
Executing: /tmp/apt-key-gpghome.f5dbDP3oUn/gpg.1.sh --keyserver hkp://keyserver.ubuntu.com:80 --recv
9DA31620334BD75D9DCB49F368818C72E52529D4
gpg: key 68818C72E52529D4: public key "MongoDB 4.0 Release Signing Key <packaging@mongodb.com>" imported
gpg: Total number processed: 1
gpg:               imported: 1

root@debian11:~# echo "deb [trusted=yes] http://repo.mongodb.org/apt/debian stretch/mongodb-org/4.0 main" | tee
```

```
/etc/apt/sources.list.d/mongodb-org-4.0.list
deb [trusted=yes] http://repo.mongodb.org/apt/debian stretch/mongodb-org/4.0 main

root@debian11:~# apt-get update
...
```

Cette fois, installez uniquement le client de mongodb :

```
root@debian11:~# apt-get install mongodb-org-shell
Reading package lists... Done
Building dependency tree... Done
Reading state information... Done
The following packages were automatically installed and are no longer required:
  libopengl0 linux-headers-5.10.0-15-amd64 linux-headers-5.10.0-15-common
Use 'apt autoremove' to remove them.
The following NEW packages will be installed:
  mongodb-org-shell
0 upgraded, 1 newly installed, 0 to remove and 5 not upgraded.
Need to get 9,970 kB of archives.
After this operation, 40.3 MB of additional disk space will be used.
Get:1 http://repo.mongodb.org/apt/debian stretch/mongodb-org/4.0/main amd64 mongodb-org-shell amd64 4.0.28 [9,970
kB]
Fetched 9,970 kB in 1s (10.8 MB/s)
Selecting previously unselected package mongodb-org-shell.
(Reading database ... 166761 files and directories currently installed.)
Preparing to unpack .../mongodb-org-shell_4.0.28_amd64.deb ...
Unpacking mongodb-org-shell (4.0.28) ...
Setting up mongodb-org-shell (4.0.28) ...
Processing triggers for man-db (2.9.4-2) ...
```

Notez qu'à ce stade le conteneur ne possède pas d'adresse IP car il n'est pas démarré :

```
root@debian11:~# docker inspect mongo | grep IP
            "LinkLocalIPv6Address": "",
```

```
            "LinkLocalIPv6PrefixLen": 0,
            "SecondaryIPAddresses": null,
            "SecondaryIPv6Addresses": null,
            "GlobalIPv6Address": "",
            "GlobalIPv6PrefixLen": 0,
            "IPAddress": "",
            "IPPrefixLen": 0,
            "IPv6Gateway": "",
                    "IPAMConfig": null,
                    "IPAddress": "",
                    "IPPrefixLen": 0,
                    "IPv6Gateway": "",
                    "GlobalIPv6Address": "",
                    "GlobalIPv6PrefixLen": 0,
```

Démarrez donc le conteneur et cherchez l'adresse IP de celui-ci :

```
root@debian11:~# docker start mongo
mongo

root@debian11:~# docker inspect mongo | grep IP
            "LinkLocalIPv6Address": "",
            "LinkLocalIPv6PrefixLen": 0,
            "SecondaryIPAddresses": null,
            "SecondaryIPv6Addresses": null,
            "GlobalIPv6Address": "",
            "GlobalIPv6PrefixLen": 0,
            "IPAddress": "172.17.0.3",
            "IPPrefixLen": 16,
            "IPv6Gateway": "",
                    "IPAMConfig": null,
                    "IPAddress": "172.17.0.3",
                    "IPPrefixLen": 16,
                    "IPv6Gateway": "",
```

```
                    "GlobalIPv6Address": "",
                    "GlobalIPv6PrefixLen": 0,

root@debian11:~#
```

Connectez-vous maintenant à votre mongodb à partir de la machine hôte :

```
root@debian11:~# mongo --host 172.17.0.3
MongoDB shell version v4.0.28
connecting to: mongodb://172.17.0.3:27017/?gssapiServiceName=mongodb
Implicit session: session { "id" : UUID("c1fadd17-a76c-4ca2-aa0e-b06498c55ba5") }
MongoDB server version: 4.2.24
WARNING: shell and server versions do not match
Welcome to the MongoDB shell.
For interactive help, type "help".
For more comprehensive documentation, see
        http://docs.mongodb.org/
Questions? Try the support group
        http://groups.google.com/group/mongodb-user
Server has startup warnings:
2023-08-19T14:43:49.070+0000 I  CONTROL  [initandlisten]
2023-08-19T14:43:49.070+0000 I  CONTROL  [initandlisten] ** WARNING: Access control is not enabled for the
database.
2023-08-19T14:43:49.070+0000 I  CONTROL  [initandlisten] **          Read and write access to data and
configuration is unrestricted.
2023-08-19T14:43:49.070+0000 I  CONTROL  [initandlisten] ** WARNING: You are running this process as the root
user, which is not recommended.
2023-08-19T14:43:49.070+0000 I  CONTROL  [initandlisten]
2023-08-19T14:43:49.070+0000 I  CONTROL  [initandlisten]
2023-08-19T14:43:49.070+0000 I  CONTROL  [initandlisten] ** WARNING: /sys/kernel/mm/transparent_hugepage/enabled
is 'always'.
2023-08-19T14:43:49.070+0000 I  CONTROL  [initandlisten] **        We suggest setting it to 'never'
2023-08-19T14:43:49.070+0000 I  CONTROL  [initandlisten]
---
```

```
Enable MongoDB's free cloud-based monitoring service, which will then receive and display
metrics about your deployment (disk utilization, CPU, operation statistics, etc).

The monitoring data will be available on a MongoDB website with a unique URL accessible to you
and anyone you share the URL with. MongoDB may use this information to make product
improvements and to suggest MongoDB products and deployment options to you.

To enable free monitoring, run the following command: db.enableFreeMonitoring()
To permanently disable this reminder, run the following command: db.disableFreeMonitoring()
---

> exit
bye
root@debian11:~#
```

LAB #4 - Utilisation des Docker Secrets

Les secrets Docker sont une façon sécurisée de stocker des informations sensibles telles les noms d'utiisateurs, les mots de passe voire les fichiers. Ils ne sont compatibles qu'avec Docker en mode Swarm.

Considérez l'exemple suivant d'un fichier Docker stack servant à créer un conteneur PostgreSQL :

```
version: '3.1'

services:

  db:
    image: postgres
    environment:
      POSTGRES_USER: postgres
      POSTGRES_PASSWORD: postgres
      POSTGRES_DB: database
```

```
  adminer:
    image: adminer
    ports:
     - 8080:8080
```

On peut constater dans ce fichier la présence des informations sensibles en non-sécurisées :

- POSTGRES_USER
- POSTGRES_PASSWORD
- POSTGRES_DB

Afin de sécuriser ces informations, commencez par créer le contexte **postgres** :

```
root@manager:~# mkdir postgres
```

Créez ensuite un Docker Secret appelé **pg_user** :

```
root@manager:~# cd postgres
root@manager:~/postgres# echo "postgres" | docker secret create pg_user -
lpk8eq80qvfiqw7z1686fmj5t
```

Important : Notez l'utilisation du caractère **-** à la fin de la ligne. Celui-ci indique à la commande **docker secret** de lire le contenu du secret pg_user à partir de l'entrée standard.

Pour visualiser la liste des secrets, utilisez la commande docker secrets **ls** :

```
root@manager:~/postgres# docker secret ls
ID                          NAME                DRIVER              CREATED               UPDATED
lpk8eq80qvfiqw7z1686fmj5t   pg_user                                 About a minute ago    About a minute ago
```

Important : Notez que la colonne **DRIVER** est vide. Ceci indique que le gestion des secrets est accomplie par Docker lui-même au lieu d'être déléguée à un plugin tiers.

Créez maintenant les secrets **pg_password** et **pg_database** :

```
root@manager:~/postgres# echo "postgres" | docker secret create pg_password -
h9tsfbfwz6o0sd35roklwpopi
root@manager:~/postgres# echo "database" | docker secret create pg_database -
5lx4zydpfocwgpdto0yy1jod9
```

Important : Notez qu'un secret Docker est immuable.

Vérifiez la prise en compte de vos commandes :

```
root@manager:~/postgres# docker secret ls
ID                          NAME                DRIVER              CREATED             UPDATED
5lx4zydpfocwgpdto0yy1jod9   pg_database                             2 minutes ago       2 minutes ago
h9tsfbfwz6o0sd35roklwpopi   pg_password                             3 minutes ago       3 minutes ago
lpk8eq80qvfiqw7z1686fmj5t   pg_user                                 5 minutes ago       5 minutes ago
```

Pour obtenir de l'information concernant un secret, il convient d'utiliser la commande docker secret **inspect** :

```
root@manager:~/postgres# docker secret inspect pg_database
[
    {
        "ID": "5lx4zydpfocwgpdto0yy1jod9",
        "Version": {
```

```
            "Index": 23
        },
        "CreatedAt": "2021-04-15T03:49:36.344367554Z",
        "UpdatedAt": "2021-04-15T03:49:36.344367554Z",
        "Spec": {
            "Name": "pg_database",
            "Labels": {}
        }
    }
]
```

Important : On peut constater dans la sortie de cette commande la valeur **CreatedAt** qui correspond à la date de création du secret ainsi que **UpdatedAt** qui correspond à la date de modification du secret.

L'option **–pretty** de la commande fait apparaître ces informations plus clairement :

```
root@manager:~/postgres# docker secret inspect --pretty pg_database
ID:              5lx4zydpfocwgpdto0yy1jod9
Name:              pg_database
Driver:
Created at:        2021-04-15 03:49:36.344367554 +0000 utc
Updated at:        2021-04-15 03:49:36.344367554 +0000 utc
```

Créez maintenant le fichier compose **postgres-secrets.yaml** :

```
root@manager:~/postgres# vi postgres-secrets.yaml
root@manager:~/postgres# cat postgres-secrets.yaml
version: '3.1'

services:
```

```
    db:
        image: postgres
        restart: always
        environment:
            POSTGRES_USER_FILE: /run/secrets/pg_user
            POSTGRES_PASSWORD_FILE: /run/secrets/pg_password
            POSTGRES_DB_FILE: /run/secrets/pg_database
        secrets:
           - pg_password
           - pg_user
           - pg_database

    adminer:
        image: adminer
        ports:
         - 8080:8080

secrets:
  pg_user:
    external: true
  pg_password:
    external: true
  pg_database:
    external: true
```

Notez que dans ce fichier les trois variables **POSTGRES_USER**, **POSTGRES_PASSWORD** et **POSTGRES_DB** ont un suffixe **_FILE** car elles référencent des **fichiers** contenant des informations plutôt que des informations elles-mêmes. Ces fichiers se trouvent dans le répertoire **/run/secrets** du **conteneur**.

Deuxièmement la section suivantes spécifie les noms des secrets à utiliser avec le service :

```
        secrets:
           - pg_password
           - pg_user
```

```
            - pg_database
```

La dernière section spécifie que les secrets sont **externes** :

```
secrets:
  pg_user:
    external: true
  pg_password:
    external: true
  pg_database:
    external: true
```

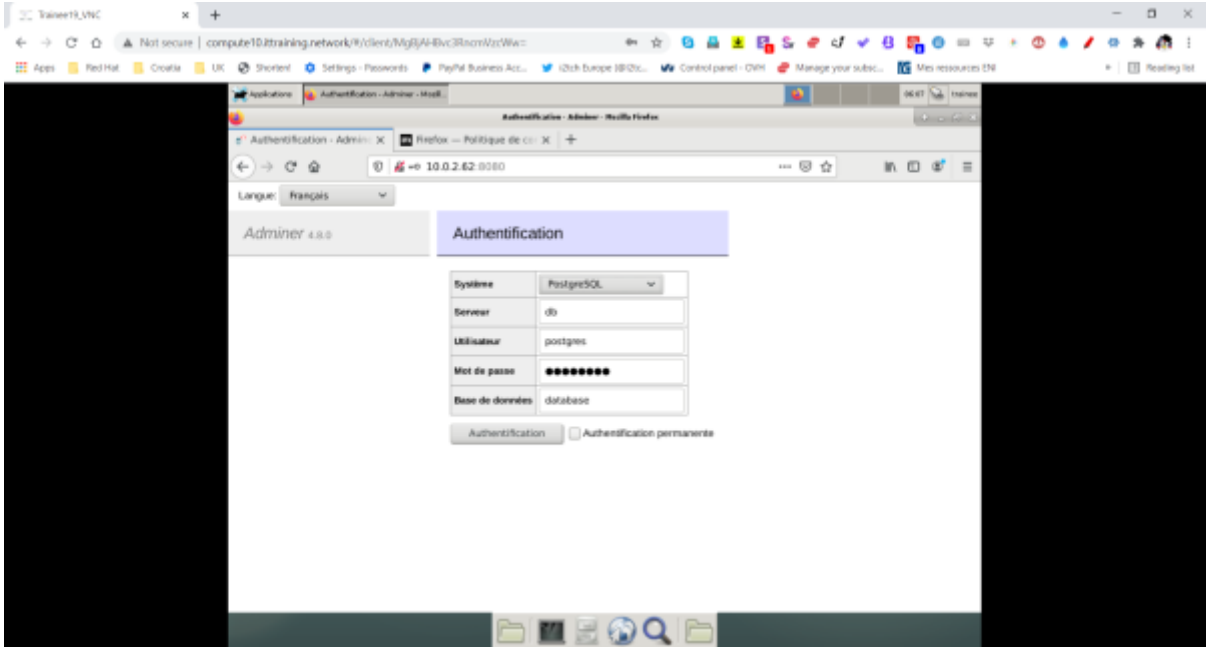
Important : Le terme **externe** indique que les secrets ne seront pas stockés dans l'image construite mais **uniquement** dans le conteneur créé.

Déployez maintenant le service en utilisant la commande **docker stack** :

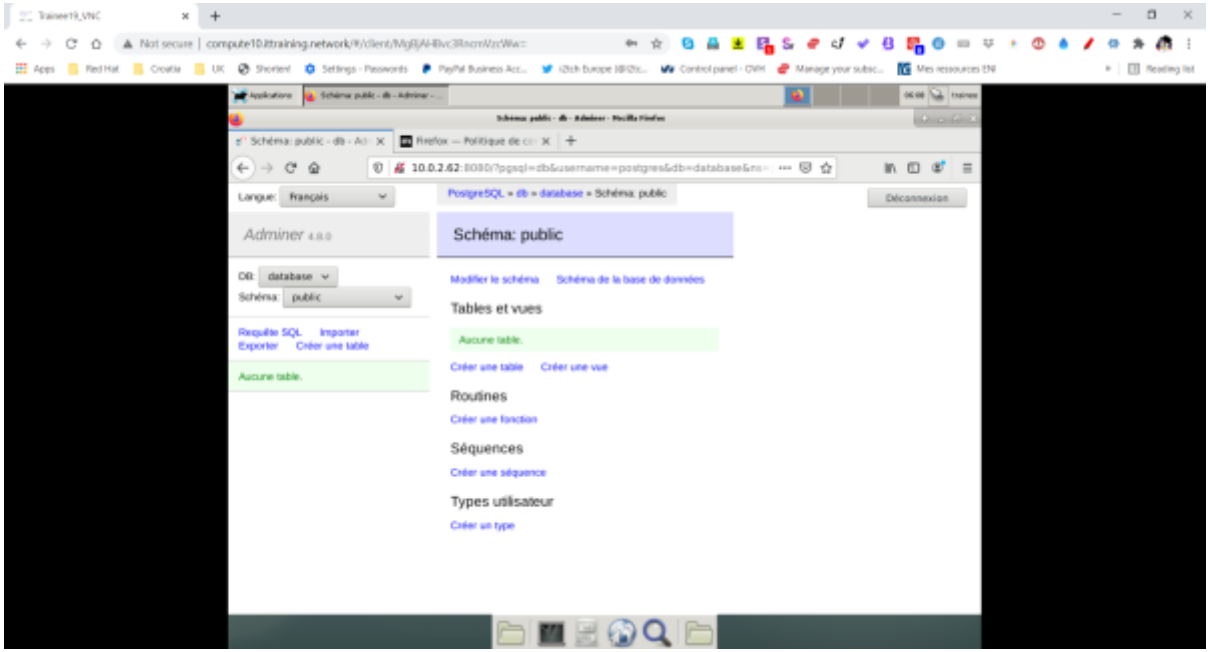
```
root@manager:~/postgres# docker stack deploy -c postgres-secrets.yaml postgres
Ignoring unsupported options: restart

Creating network postgres_default
Creating service postgres_db
Creating service postgres_adminer
```

Important : Notez a présence de l'erreur **Ignoring unsupported options: restart**. Celle-ci est due au fait que la directive **restart** est compatible avec la commande **docker-compose** mais pas avec la commande **docker stack**. La directive qui aurait du être utilisée dans le fichier est **restart_policy:**.

Connectez-vous maintenant à Apache Guacamole et ouvrez un navigateur web dans la machine virtuelle. Naviguez ensuite à l'adresse du Manager sur le port **8080** et renseignez les valeurs des secrets :



Validez le formulaire et vérifiez que les secrets ont été pris en compte :



Dernièrement, supprimez le service :

```
root@manager:~/postgres# docker stack ls
NAME                SERVICES            ORCHESTRATOR
postgres            2                   Swarm
root@manager:~/postgres# docker stack rm postgres
Removing service postgres_adminer
Removing service postgres_db
Removing network postgres_default
```

LAB #5 - Création d'un Utilisateur de Confiance pour Contrôler le Daemon Docker

Au contraire des solutions classiques de gestion de machines virtuelles où l'accès est souvent conditionné à l'attribution de rôles, Docker ne possède pas ce type de mécanisme. De ce fait toute personne ayant accès à l'hôte soit par **sudo** soit en étant membre du groupe **docker** peut accéder à tous les conteneurs voire les arrêter, supprimer et en créer d'autres.

```
root@manager:~# cat /etc/group | grep docker
docker:x:999:
root@manager:~# usermod -aG docker trainee
root@manager:~# exit
déconnexion
trainee@manager:~$ docker ps
Got permission denied while trying to connect to the Docker daemon socket at unix:///var/run/docker.sock: Get
http://%2Fvar%2Frun%2Fdocker.sock/v1.40/containers/json: dial unix /var/run/docker.sock: connect: permission
denied
trainee@manager:~$ newgrp docker
trainee@manager:~$ docker ps -a
CONTAINER ID        IMAGE               COMMAND                  CREATED             STATUS
PORTS                 NAMES
d02c6115724c        alpine              "/bin/sh"                6 days ago          Exited (0) 6 days ago
alpine1
trainee@manager:~$ docker rm alpine1
alpine1
trainee@manager:~$ docker run -d --name alpine1 alpine sleep 99999
a214e2df0499c97e8da25a6c9ea751ac75344c9bcd7d238f8cb8d5c777510ab9
trainee@manager:~$ docker ps -a
CONTAINER ID        IMAGE               COMMAND             CREATED             STATUS              PORTS
NAMES
a214e2df0499        alpine              "/bin/sh"           6 seconds ago       Up 5 seconds
alpine1
```

LAB #6 - Le Script docker-bench-security.sh

Le **Center for Internet Security (CIS)** est une organisation indépendante à but non-lucratif qui publie des best practices dans de nombreux domaines de l'informatique. Le guide pour Docker peut être téléchargé à partir de l'adresse https://www.cisecurity.org/benchmark/docker/.

Le guide est divisé en plusieurs sections :

- La configuration de l'hôte Docker,
- La configuration du daemon Docker,
- Les fichiers de configuration du daemon Docker,
- Les images ainsi que les fichiers servant à la construction des images,
- Le container runtime,
- Les opérations sécuritaires relatives à Docker,
- La configuration de Docker Swarm.

Ce guide est à utiliser avec le script **Docker Benchmark Security**.

Clonez le script **docker-bench-security.sh** en utilisant **git** :

```
trainee@manager:~$ su -
Password: fenestros

root@manager:~# git clone https://github.com/docker/docker-bench-security.git
Cloning in 'docker-bench-security'...
remote: Enumerating objects: 18, done.
remote: Counting objects: 100% (18/18), done.
remote: Compressing objects: 100% (16/16), done.
remote: Total 1921 (delta 5), reused 6 (delta 2), pack-reused 1903
Receiving objects: 100% (1921/1921), 2.90 MiB | 908.00 KiB/s, done.
Delta resolution: 100% (1339/1339), done.
```

Exécutez maintenant le script **Docker Benchmark Security** :

```
root@manager:~# cd docker-bench-security/

root@manager:~/docker-bench-security# ./docker-bench-security.sh
# ------------------------------------------------------------------------------------------
# Docker Bench for Security v1.6.0
#
# Docker, Inc. (c) 2015-2023
#
```

```
# Checks for dozens of common best-practices around deploying Docker containers in production.
# Based on the CIS Docker Benchmark 1.6.0.
# ------------------------------------------------------------------------------

Initializing 2023-12-17T14:22:08+01:00


Section A - Check results

[INFO] 1 - Host Configuration
[INFO] 1.1 - Linux Hosts Specific Configuration
[WARN] 1.1.1 - Ensure a separate partition for containers has been created (Automated)
[INFO] 1.1.2 - Ensure only trusted users are allowed to control Docker daemon (Automated)
[INFO]       * Users: trainee
[WARN] 1.1.3 - Ensure auditing is configured for the Docker daemon (Automated)
[WARN] 1.1.4 - Ensure auditing is configured for Docker files and directories -/run/containerd (Automated)
[WARN] 1.1.5 - Ensure auditing is configured for Docker files and directories - /var/lib/docker (Automated)
[WARN] 1.1.6 - Ensure auditing is configured for Docker files and directories - /etc/docker (Automated)
[WARN] 1.1.7 - Ensure auditing is configured for Docker files and directories - docker.service (Automated)
[INFO] 1.1.8 - Ensure auditing is configured for Docker files and directories - containerd.sock (Automated)
[INFO]       * File not found
[WARN] 1.1.9 - Ensure auditing is configured for Docker files and directories - docker.socket (Automated)
[WARN] 1.1.10 - Ensure auditing is configured for Docker files and directories - /etc/default/docker (Automated)
[INFO] 1.1.11 - Ensure auditing is configured for Dockerfiles and directories - /etc/docker/daemon.json
(Automated)
[INFO]       * File not found
[WARN] 1.1.12 - 1.1.12 Ensure auditing is configured for Dockerfiles and directories -
/etc/containerd/config.toml (Automated)
[INFO] 1.1.13 - Ensure auditing is configured for Docker files and directories - /etc/sysconfig/docker
(Automated)
[INFO]       * File not found
[WARN] 1.1.14 - Ensure auditing is configured for Docker files and directories - /usr/bin/containerd (Automated)
[WARN] 1.1.15 - Ensure auditing is configured for Docker files and directories - /usr/bin/containerd-shim
(Automated)
```

```
[INFO] 1.1.16 - Ensure auditing is configured for Docker files and directories - /usr/bin/containerd-shim-runc-v1
(Automated)
[INFO]         * File not found
[INFO] 1.1.17 - Ensure auditing is configured for Docker files and directories - /usr/bin/containerd-shim-runc-v2
(Automated)
[INFO]         * File not found
[WARN] 1.1.18 - Ensure auditing is configured for Docker files and directories - /usr/bin/runc (Automated)
[INFO] 1.2 - General Configuration
[NOTE] 1.2.1 - Ensure the container host has been Hardened (Manual)
[PASS] 1.2.2 - Ensure that the version of Docker is up to date (Manual)
[INFO]        * Using 19.03.4, verify is it up to date as deemed necessary

[INFO] 2 - Docker daemon configuration
[NOTE] 2.1 - Run the Docker daemon as a non-root user, if possible (Manual)
[WARN] 2.2 - Ensure network traffic is restricted between containers on the default bridge (Scored)
[PASS] 2.3 - Ensure the logging level is set to 'info' (Scored)
[PASS] 2.4 - Ensure Docker is allowed to make changes to iptables (Scored)
[PASS] 2.5 - Ensure insecure registries are not used (Scored)
[PASS] 2.6 - Ensure aufs storage driver is not used (Scored)
[INFO] 2.7 - Ensure TLS authentication for Docker daemon is configured (Scored)
[INFO]      * Docker daemon not listening on TCP
[INFO] 2.8 - Ensure the default ulimit is configured appropriately (Manual)
[INFO]      * Default ulimit doesn't appear to be set
[WARN] 2.9 - Enable user namespace support (Scored)
[PASS] 2.10 - Ensure the default cgroup usage has been confirmed (Scored)
[PASS] 2.11 - Ensure base device size is not changed until needed (Scored)
[WARN] 2.12 - Ensure that authorization for Docker client commands is enabled (Scored)
[WARN] 2.13 - Ensure centralized and remote logging is configured (Scored)
[WARN] 2.14 - Ensure containers are restricted from acquiring new privileges (Scored)
[WARN] 2.15 - Ensure live restore is enabled (Scored)
[WARN] 2.16 - Ensure Userland Proxy is Disabled (Scored)
[PASS] 2.17 - Ensure that a daemon-wide custom seccomp profile is applied if appropriate (Manual)
[PASS] 2.18 - Ensure that experimental features are not implemented in production (Scored)
```

```
[INFO] 3 - Docker daemon configuration files
[PASS] 3.1 - Ensure that the docker.service file ownership is set to root:root (Automated)
[PASS] 3.2 - Ensure that docker.service file permissions are appropriately set (Automated)
[PASS] 3.3 - Ensure that docker.socket file ownership is set to root:root (Automated)
[PASS] 3.4 - Ensure that docker.socket file permissions are set to 644 or more restrictive (Automated)
[PASS] 3.5 - Ensure that the /etc/docker directory ownership is set to root:root (Automated)
[PASS] 3.6 - Ensure that /etc/docker directory permissions are set to 755 or more restrictively (Automated)
[INFO] 3.7 - Ensure that registry certificate file ownership is set to root:root (Automated)
[INFO]      * Directory not found
[INFO] 3.8 - Ensure that registry certificate file permissions are set to 444 or more restrictively (Automated)
[INFO]      * Directory not found
[INFO] 3.9 - Ensure that TLS CA certificate file ownership is set to root:root (Automated)
[INFO]      * No TLS CA certificate found
[INFO] 3.10 - Ensure that TLS CA certificate file permissions are set to 444 or more restrictively (Automated)
[INFO]       * No TLS CA certificate found
[INFO] 3.11 - Ensure that Docker server certificate file ownership is set to root:root (Automated)
[INFO]       * No TLS Server certificate found
[INFO] 3.12 - Ensure that the Docker server certificate file permissions are set to 444 or more restrictively
(Automated)
[INFO]       * No TLS Server certificate found
[INFO] 3.13 - Ensure that the Docker server certificate key file ownership is set to root:root (Automated)
[INFO]       * No TLS Key found
[INFO] 3.14 - Ensure that the Docker server certificate key file permissions are set to 400 (Automated)
[INFO]       * No TLS Key found
[PASS] 3.15 - Ensure that the Docker socket file ownership is set to root:docker (Automated)
[PASS] 3.16 - Ensure that the Docker socket file permissions are set to 660 or more restrictively (Automated)
[INFO] 3.17 - Ensure that the daemon.json file ownership is set to root:root (Automated)
[INFO]       * File not found
[INFO] 3.18 - Ensure that daemon.json file permissions are set to 644 or more restrictive (Automated)
[INFO]       * File not found
[PASS] 3.19 - Ensure that the /etc/default/docker file ownership is set to root:root (Automated)
[PASS] 3.20 - Ensure that the /etc/default/docker file permissions are set to 644 or more restrictively
(Automated)
[INFO] 3.21 - Ensure that the /etc/sysconfig/docker file permissions are set to 644 or more restrictively
```

```
(Automated)
[INFO]       * File not found
[INFO] 3.22 - Ensure that the /etc/sysconfig/docker file ownership is set to root:root (Automated)
[INFO]       * File not found
[PASS] 3.23 - Ensure that the Containerd socket file ownership is set to root:root (Automated)
[PASS] 3.24 - Ensure that the Containerd socket file permissions are set to 660 or more restrictively (Automated)

[INFO] 4 - Container Images and Build File
[INFO] 4.1 - Ensure that a user for the container has been created (Automated)
[INFO]      * No containers running
[NOTE] 4.2 - Ensure that containers use only trusted base images (Manual)
[NOTE] 4.3 - Ensure that unnecessary packages are not installed in the container (Manual)
[NOTE] 4.4 - Ensure images are scanned and rebuilt to include security patches (Manual)
[WARN] 4.5 - Ensure Content trust for Docker is Enabled (Automated)
[WARN] 4.6 - Ensure that HEALTHCHECK instructions have been added to container images (Automated)
[WARN]      * No Healthcheck found: [nginx:latest]
[WARN]      * No Healthcheck found: [alpine:latest]
[WARN]      * No Healthcheck found: [ubuntu:latest]
[WARN]      * No Healthcheck found: [centos:latest]
[PASS] 4.7 - Ensure update instructions are not used alone in the Dockerfile (Manual)
[NOTE] 4.8 - Ensure setuid and setgid permissions are removed (Manual)
[PASS] 4.9 - Ensure that COPY is used instead of ADD in Dockerfiles (Manual)
[NOTE] 4.10 - Ensure secrets are not stored in Dockerfiles (Manual)
[NOTE] 4.11 - Ensure only verified packages are installed (Manual)
[NOTE] 4.12 - Ensure all signed artifacts are validated (Manual)

[INFO] 5 - Container Runtime
[INFO]   * No containers running, skipping Section 5

[INFO] 6 - Docker Security Operations
[INFO] 6.1 - Ensure that image sprawl is avoided (Manual)
[INFO]      * There are currently: 4 images
[INFO]      * Only 0 out of 4 are in use
[INFO] 6.2 - Ensure that container sprawl is avoided (Manual)
```

```
[INFO]      * There are currently a total of 0 containers, with 0 of them currently running

[INFO] 7 - Docker Swarm Configuration
[WARN] 7.1 - Ensure swarm mode is not Enabled, if not needed (Automated)
[PASS] 7.2 - Ensure that the minimum number of manager nodes have been created in a swarm (Automated) (Swarm mode
not enabled)
[PASS] 7.3 - Ensure that swarm services are bound to a specific host interface (Automated) (Swarm mode not
enabled)
[PASS] 7.4 - Ensure that all Docker swarm overlay networks are encrypted (Automated)
[PASS] 7.5 - Ensure that Docker's secret management commands are used for managing secrets in a swarm cluster
(Manual) (Swarm mode not enabled)
[PASS] 7.6 - Ensure that swarm manager is run in auto-lock mode (Automated) (Swarm mode not enabled)
[PASS] 7.7 - Ensure that the swarm manager auto-lock key is rotated periodically (Manual) (Swarm mode not
enabled)
[PASS] 7.8 - Ensure that node certificates are rotated as appropriate (Manual) (Swarm mode not enabled)
[PASS] 7.9 - Ensure that CA certificates are rotated as appropriate (Manual) (Swarm mode not enabled)
[PASS] 7.10 - Ensure that management plane traffic is separated from data plane traffic (Manual) (Swarm mode not
enabled)


Section C - Score

[INFO] Checks: 86
[INFO] Score: 1
```

Ce script sert à automatiser le contrôle des points précédemment cités et produit un rapport contenant des annotations :

- **[PASS]** : Concerne les points qui n'ont pas besoin d'être modifiés,
- **[WARN]** : Concerne les points qui **doivent** être modifiés,
- **[INFO]** : Concerne les points qui doivent être passés en revue selon les besoins de votre configuration,
- **[NOTE]** : Vous informe d'un **best practice**.

LAB #7 - Sécurisation de la Configuration de l'Hôte Docker

Lors de l'exécution du script, vous devez obtenir un résultat similaire à ceci en ce qui concerne la Sécurité de la Configuration de l'hôte Docker :

```
...
[INFO] 1 - Host Configuration
[INFO] 1.1 - Linux Hosts Specific Configuration
[WARN] 1.1.1 - Ensure a separate partition for containers has been created (Automated)
[INFO] 1.1.2 - Ensure only trusted users are allowed to control Docker daemon (Automated)
[INFO]       * Users: trainee
[WARN] 1.1.3 - Ensure auditing is configured for the Docker daemon (Automated)
[WARN] 1.1.4 - Ensure auditing is configured for Docker files and directories -/run/containerd (Automated)
[WARN] 1.1.5 - Ensure auditing is configured for Docker files and directories - /var/lib/docker (Automated)
[WARN] 1.1.6 - Ensure auditing is configured for Docker files and directories - /etc/docker (Automated)
[WARN] 1.1.7 - Ensure auditing is configured for Docker files and directories - docker.service (Automated)
[INFO] 1.1.8 - Ensure auditing is configured for Docker files and directories - containerd.sock (Automated)
[INFO]        * File not found
[WARN] 1.1.9 - Ensure auditing is configured for Docker files and directories - docker.socket (Automated)
[WARN] 1.1.10 - Ensure auditing is configured for Docker files and directories - /etc/default/docker (Automated)
[INFO] 1.1.11 - Ensure auditing is configured for Dockerfiles and directories - /etc/docker/daemon.json
(Automated)
[INFO]        * File not found
[WARN] 1.1.12 - 1.1.12 Ensure auditing is configured for Dockerfiles and directories -
/etc/containerd/config.toml (Automated)
[INFO] 1.1.13 - Ensure auditing is configured for Docker files and directories - /etc/sysconfig/docker
(Automated)
[INFO]        * File not found
[WARN] 1.1.14 - Ensure auditing is configured for Docker files and directories - /usr/bin/containerd (Automated)
[WARN] 1.1.15 - Ensure auditing is configured for Docker files and directories - /usr/bin/containerd-shim
(Automated)
[INFO] 1.1.16 - Ensure auditing is configured for Docker files and directories - /usr/bin/containerd-shim-runc-v1
(Automated)
[INFO]         * File not found
```

```
[INFO] 1.1.17 - Ensure auditing is configured for Docker files and directories - /usr/bin/containerd-shim-runc-v2
(Automated)
[INFO]         * File not found
[WARN] 1.1.18 - Ensure auditing is configured for Docker files and directories - /usr/bin/runc (Automated)
[INFO] 1.2 - General Configuration
[NOTE] 1.2.1 - Ensure the container host has been Hardened (Manual)
[PASS] 1.2.2 - Ensure that the version of Docker is up to date (Manual)
[INFO]        * Using 19.03.4, verify is it up to date as deemed necessary
...
```

Les problèmes de sécurité qu'il convient à résoudre sont indiqués par les annotations **[WARN]**.

[WARN] 1.1.1 - Ensure a separate partition for containers has been created (Automated)

Par défaut, tous les fichiers de Docker sont stockés dans le répertoire **/var/lib/docker**, y compris toutes les images, tous les conteneurs et tous les volumes. Sur un système hôte n'ayant qu'une seule partition il y a un risque, tous comme le risque lié au répertoire **/var/log/**, que le disque devient saturé.

[WARN] 1.1.3 - Ensure auditing is configured for the Docker daemon (Automated)

```
[WARN] 1.1.4 - Ensure auditing is configured for Docker files and directories -/run/containerd (Automated)
[WARN] 1.1.5 - Ensure auditing is configured for Docker files and directories - /var/lib/docker (Automated)
[WARN] 1.1.6 - Ensure auditing is configured for Docker files and directories - /etc/docker (Automated)
[WARN] 1.1.7 - Ensure auditing is configured for Docker files and directories - docker.service (Automated)
[WARN] 1.1.9 - Ensure auditing is configured for Docker files and directories - docker.socket (Automated)
[WARN] 1.1.10 - Ensure auditing is configured for Docker files and directories - /etc/default/docker (Automated)
[WARN] 1.1.12 - Ensure auditing is configured for Dockerfiles and directories - /etc/containerd/config.toml
(Automated)
[WARN] 1.1.14 - Ensure auditing is configured for Docker files and directories - /usr/bin/containerd (Automated)
[WARN] 1.1.15 - Ensure auditing is configured for Docker files and directories - /usr/bin/containerd-shim
(Automated)
```

```
[WARN] 1.1.18 - Ensure auditing is configured for Docker files and directories - /usr/bin/runc (Automated)
```

Ces avertissements sont présents parce que **auditd** n'est pas installé et parce qu'il n'y a pas de règles spécifiques au daemon Docker et ses répertoires et fichiers associés.

Editez le fichier **/etc/apt/sources.list** selon l'exemple suivant :

```
root@manager:~/docker-bench-security# vi /etc/apt/sources.list

root@manager:~/docker-bench-security# cat /etc/apt/sources.list
deb http://archive.debian.org/debian/ stretch main
deb-src http://archive.debian.org/debian/ stretch main
deb http://archive.debian.org/debian-security stretch/updates main
deb-src http://archive.debian.org/debian-security stretch/updates main
deb [arch=amd64] https://download.docker.com/linux/debian stretch stable
```

Exécutez la commande **apt-update** :

```
root@manager:~/docker-bench-security# apt update
Ign:1 http://archive.debian.org/debian stretch InRelease
Atteint:2 http://archive.debian.org/debian-security stretch/updates InRelease
Atteint:3 http://archive.debian.org/debian stretch Release
Réception de:4 https://download.docker.com/linux/debian stretch InRelease [44,8 kB]
44,8 ko réceptionnés en 0s (107 ko/s)
Lecture des listes de paquets... Fait
Construction de l'arbre des dépendances
Lecture des informations d'état... Fait
254 packages can be upgraded. Run 'apt list --upgradable' to see them.
```

Pour installer auditd, utilisez **apt-get** :

```
root@manager:~/docker-bench-security# apt-get install auditd -y
```

Modifiez ensuite le fichier **/etc/audit/rules.d/audit.rules** :

```
root@manager:~/docker-bench-security# vi /etc/audit/rules.d/audit.rules

root@manager:~/docker-bench-security# cat /etc/audit/rules.d/audit.rules
## First rule - delete all
-D

## Increase the buffers to survive stress events.
## Make this bigger for busy systems
-b 8192

## This determine how long to wait in burst of events
--backlog_wait_time 0

## Set failure mode to syslog
-f 1

##Docker
-w /usr/bin/docker -p wa
-w /var/lib/docker -p wa
-w /etc/docker -p wa
-w /lib/systemd/system/docker.service -p wa
-w /lib/systemd/system/docker.socket -p wa
-w /etc/default/docker -p wa
-w /etc/docker/daemon.json -p wa
-w /usr/bin/docker-containerd -p wa
-w /usr/bin/docker-runc -p wa
-w /usr/bin/containerd -p wa
-w /run/containerd -p wa
-w /etc/containerd/config.toml -p wa
-w /usr/bin/containerd-shim -p wa
-w /usr/bin/runc -p wa
```

Important : L'option **-w** indique **watch** et concerne le fichier qui suit.
L'option **-p** journalise les modifications éventuelles.

Re-démarrez ensuite auditd :

```
root@manager:~/docker-bench-security# systemctl restart auditd
```

Vérifiez ensuite la prise en charge des règles :

```
root@manager:~/docker-bench-security# cat /etc/audit/audit.rules
## This file is automatically generated from /etc/audit/rules.d
-D
-b 8192
-f 1
--backlog_wait_time 0
-w /usr/bin/docker -p wa
-w /var/lib/docker -p wa
-w /etc/docker -p wa
-w /lib/systemd/system/docker.service -p wa
-w /lib/systemd/system/docker.socket -p wa
-w /etc/default/docker -p wa
-w /etc/docker/daemon.json -p wa
-w /usr/bin/docker-containerd -p wa
-w /usr/bin/docker-runc -p wa
-w /usr/bin/containerd -p wa
-w /run/containerd -p wa
-w /etc/containerd/config.toml -p wa
-w /usr/bin/containerd-shim -p wa
-w /usr/bin/runc -p wa
```

Important - Pour plus d'information concernant la création de règles

personalisées avec auditd, consultez cette **page**.

Ré-exécutez le script **Docker Benchmark Security** :

```
root@manager:~/docker-bench-security# ./docker-bench-security.sh
...
[PASS] 1.1.4 - Ensure auditing is configured for Docker files and directories -/run/containerd (Automated)
[PASS] 1.1.5 - Ensure auditing is configured for Docker files and directories - /var/lib/docker (Automated)
[PASS] 1.1.6 - Ensure auditing is configured for Docker files and directories - /etc/docker (Automated)
[PASS] 1.1.7 - Ensure auditing is configured for Docker files and directories - docker.service (Automated)
[PASS] 1.1.9 - Ensure auditing is configured for Docker files and directories - docker.socket (Automated)
[PASS] 1.1.10 - Ensure auditing is configured for Docker files and directories - /etc/default/docker (Automated)
[PASS] 1.1.12 - Ensure auditing is configured for Dockerfiles and directories - /etc/containerd/config.toml
(Automated)
[PASS] 1.1.14 - Ensure auditing is configured for Docker files and directories - /usr/bin/containerd (Automated)
[PASS] 1.1.15 - Ensure auditing is configured for Docker files and directories - /usr/bin/containerd-shim
(Automated)
[PASS] 1.1.18 - Ensure auditing is configured for Docker files and directories - /usr/bin/runc (Automated)
...
```

LAB #8 - Sécurisation de la Configuration du daemon Docker

Exécutez de nouveau le script **docker-bench-security.sh**. Vous devez obtenir un résultat similaire à ceci en ce qui concerne la sécurité de la configuration du daemon Docker :

```
...
[INFO] 2 - Docker daemon configuration
[NOTE] 2.1 - Run the Docker daemon as a non-root user, if possible (Manual)
[WARN] 2.2 - Ensure network traffic is restricted between containers on the default bridge (Scored)
[PASS] 2.3 - Ensure the logging level is set to 'info' (Scored)
[PASS] 2.4 - Ensure Docker is allowed to make changes to iptables (Scored)
```

```
[PASS] 2.5 - Ensure insecure registries are not used (Scored)
[PASS] 2.6 - Ensure aufs storage driver is not used (Scored)
[INFO] 2.7 - Ensure TLS authentication for Docker daemon is configured (Scored)
[INFO]      * Docker daemon not listening on TCP
[INFO] 2.8 - Ensure the default ulimit is configured appropriately (Manual)
[INFO]      * Default ulimit doesn't appear to be set
[WARN] 2.9 - Enable user namespace support (Scored)
[PASS] 2.10 - Ensure the default cgroup usage has been confirmed (Scored)
[PASS] 2.11 - Ensure base device size is not changed until needed (Scored)
[WARN] 2.12 - Ensure that authorization for Docker client commands is enabled (Scored)
[WARN] 2.13 - Ensure centralized and remote logging is configured (Scored)
[WARN] 2.14 - Ensure containers are restricted from acquiring new privileges (Scored)
[WARN] 2.15 - Ensure live restore is enabled (Scored)
[WARN] 2.16 - Ensure Userland Proxy is Disabled (Scored)
[PASS] 2.17 - Ensure that a daemon-wide custom seccomp profile is applied if appropriate (Manual)
[PASS] 2.18 - Ensure that experimental features are not implemented in production (Scored)
...
```

Les problèmes de sécurité qu'il convient à résoudre sont indiqués par les annotations **[WARN]**.

[WARN] 2.2 - Ensure network traffic is restricted between containers on the default bridge (Scored)

Par défaut Docker permet un trafic réseau sans restrictions entre des conteneurs sur le même hôte. Il est cependant possible de modifier la configuration par défaut. Pour empêcher ceci, il faut fixer la valeur de **icc** à **false**. De cette façon, docker crée des conteneurs qui peuvent communiquer entre eux **uniquement** s'il existe un lien.

Pour plus d'informations, consultez cette **page**.

[WARN] 2.9 - Enable user namespace support (Scored)

Cet avertissement nous indique que l'utilisation des **user namespaces** n'est pas activée. Le support des **user namespaces** du noyau Linux permet d'attribuer une plage d'UIDs et de GIDs unique à un processus et donc à un conteneur, en dehors de la plage traditionnelle utilisée par l'hôte Docker.

L'avantage ici est que les processus ayant l'UID de root dans le conteneur seront mappés à un UID sans privilèges dans l'hôte Docker. Pour utiliser user namespace, il faut fixer la valeur de **userns-remap** à **default**. Dans ce cas précis Docker crée un utilisateur dénommé **dockremap**. Notez qu'il est aussi possible de fixer vos propres valeurs avec **“userns-remap”: “user:group”**.

Pour plus d'informations, consultez cette **page**.

[WARN] 2.12 - Ensure that authorization for Docker client commands is enabled (Scored)

Par défaut, Docker permet un accès sans restrictions aux daemon Docker. Il est possible de restreindre l'accès à des utilisateurs authentifiés en utilisant un plug-in. Cette ligne est sans importance parce que l'accès au socket local Docker est limité aux membres du groupe **docker** (voir DOF202 - La Sécurité de la Configuration de l'Hôte Docker)

Pour plus d'informations, consultez cette **page**.

[WARN] 2.13 - Ensure centralized and remote logging is configured (Scored)

Cet avertissement indique que la configuration de rsyslog ne permet pas l'envoie des traces vers un serveur de journalisation distant. Elle indique aussi que la valeur de **log-driver** n'a pas été spécifiée. Pour activer cette configuration, il faut fixer la valeur de **log-driver** à **syslog** puis configurer **syslog** ainsi que la valeur de **log-opts** correctement.

Pour plus d'informations, consultez cette **page**.

[WARN] 2.14 - Ensure containers are restricted from acquiring new privileges (Scored)

Par défaut un conteneur peut obtenir une escalade de privilèges en utilisant les binaires setuid ou setgid. Pour interdire ceci il faut fixer la valeur de **no-new-privileges** à **true**.

Pour plus d'informations, consultez cette **page**.

[WARN] 2.15 - Ensure live restore is enabled (Scored)

L'option –live-restore permet une prise en charge complète des conteneurs sans démon dans Docker. Elle garantit que Docker n'arrête pas les conteneurs lors de l'arrêt ou de la restauration et qu'il se reconnecte correctement au conteneur lors du redémarrage.

[WARN] 2.16 - Ensure Userland Proxy is Disabled (Scored)

Il existe deux méthodes pour qu'un conteneur puisse router vers l'extérieur :

- le mode **Hairpin NAT**,
- **Userland Proxy**.

Il est préférable d'utiliser le mode Hairpin NAT qui peut utilise Iptables et qui possède de meilleures performances. La plupart des systèmes d'opération modernes peuvent utiliser le mode Hairpin NAT. Pour désactiver Userland Proxy, il faut fixer la valeur de **userland-proxy** à **false**.

Pour plus d'informations, consultez cette **page**.

5.1 - Le Fichier /etc/docker/daemon.json

Créez le fichier **/etc/docker/daemon.json** :

```
root@manager:~/docker-bench-security# vi /etc/docker/daemon.json

root@manager:~/docker-bench-security# cat /etc/docker/daemon.json
{
    "icc": false,
    "userns-remap": "default",
    "log-driver": "syslog",
    "live-restore": true,
    "userland-proxy": false,
    "no-new-privileges": true
```

```
}
```

Re-démarrez le service Docker :

```
root@manager:~/docker-bench-security# systemctl restart docker
```

Vérifiez la présence de l'utilisateur dénommé **dockremap** :

```
root@manager:~/docker-bench-security# id dockremap
uid=116(dockremap) gid=121(dockremap) groupes=121(dockremap)
```

Ré-exécutez le script **Docker Benchmark Security** :

```
root@manager:~/docker-bench-security# ./docker-bench-security.sh
...
[PASS] 2.2 - Ensure network traffic is restricted between containers on the default bridge (Scored)
[PASS] 2.3 - Ensure the logging level is set to 'info' (Scored)
[PASS] 2.4 - Ensure Docker is allowed to make changes to iptables (Scored)
[PASS] 2.5 - Ensure insecure registries are not used (Scored)
[PASS] 2.6 - Ensure aufs storage driver is not used (Scored)
[PASS] 2.9 - Enable user namespace support (Scored)
[PASS] 2.10 - Ensure the default cgroup usage has been confirmed (Scored)
[PASS] 2.11 - Ensure base device size is not changed until needed (Scored)
[PASS] 2.13 - Ensure centralized and remote logging is configured (Scored)
[PASS] 2.14 - Ensure containers are restricted from acquiring new privileges (Scored)
[PASS] 2.15 - Ensure live restore is enabled (Scored)
[PASS] 2.16 - Ensure Userland Proxy is Disabled (Scored)
[PASS] 2.17 - Ensure that a daemon-wide custom seccomp profile is applied if appropriate (Manual)
[PASS] 2.18 - Ensure that experimental features are not implemented in production (Scored)
...
```

Pour plus d'informations, consultez cette **page**.

LAB #9 - Sécurisation des Images et les Fichiers de Construction

Créez le conteneur mysql :

```
root@manager:~/docker-bench-security# apt install  --only-upgrade docker-ce
Lecture des listes de paquets... Fait
Construction de l'arbre des dépendances
Lecture des informations d'état... Fait
Le paquet suivant a été installé automatiquement et n'est plus nécessaire :
  libsasl2-modules
Veuillez utiliser « apt autoremove » pour le supprimer.
Les paquets suivants seront mis à jour :
  docker-ce
1 mis à jour, 0 nouvellement installés, 0 à enlever et 252 non mis à jour.
Il est nécessaire de prendre 22,7 Mo dans les archives.
Après cette opération, 497 ko d'espace disque supplémentaires seront utilisés.
Réception de:1 https://download.docker.com/linux/debian stretch/stable amd64 docker-ce amd64
5:19.03.15~3-0~debian-stretch [22,7 MB]
22,7 Mo réceptionnés en 0s (26,0 Mo/s)
Lecture des fichiers de modifications (« changelog »)... Terminé
(Lecture de la base de données... 112865 fichiers et répertoires déjà installés.)
Préparation du dépaquetage de .../docker-ce_5%3a19.03.15~3-0~debian-stretch_amd64.deb ...
Dépaquetage de docker-ce (5:19.03.15~3-0~debian-stretch) sur (5:19.03.4~3-0~debian-stretch) ...
Paramétrage de docker-ce (5:19.03.15~3-0~debian-stretch) ...
Traitement des actions différées (« triggers ») pour systemd (232-25+deb9u14) ...

root@manager:~/docker-bench-security# docker container run -d --name mysql -e MYSQL_ROOT_PASSWORD=password mysql
Unable to find image 'mysql:latest' locally
latest: Pulling from library/mysql
e9f2695d7e5b: Pull complete
80c6055edb33: Pull complete
c646ab461d8b: Pull complete
012006c6a591: Pull complete
```

```
929d5fa34b95: Pull complete
17e0243877fa: Pull complete
1850b459cd2f: Pull complete
8dceaed53baf: Pull complete
197b834ea1cd: Pull complete
8df78c25b227: Pull complete
Digest: sha256:ceb98918916bd5261b3e9866ac8271d75d276b8a4db56f1dc190770342a77a9b
Status: Downloaded newer image for mysql:latest
e503dd98f88992ae6ed5ec4dcaa2e18982ade8ec74966869515a120763418f74

root@manager:~/docker-bench-security# docker ps -a
CONTAINER ID        IMAGE               COMMAND                  CREATED             STATUS              PORTS
NAMES
e503dd98f889        mysql               "docker-entrypoint.s…"   2 minutes ago       Up 2 minutes
3306/tcp, 33060/tcp   mysql
```

Exécutez de nouveau le script **docker-bench-security.sh**. Vous devez obtenir un résultat similaire à ceci en ce qui concerne la sécurité des images et les fichiers de leur construction :

```
root@manager:~/docker-bench-security# ./docker-bench-security.sh
...
[INFO] 4 - Container Images and Build File
[WARN] 4.1 - Ensure that a user for the container has been created (Automated)
[WARN]      * Running as root: mysql
[NOTE] 4.2 - Ensure that containers use only trusted base images (Manual)
[NOTE] 4.3 - Ensure that unnecessary packages are not installed in the container (Manual)
[NOTE] 4.4 - Ensure images are scanned and rebuilt to include security patches (Manual)
[WARN] 4.5 - Ensure Content trust for Docker is Enabled (Automated)
[WARN] 4.6 - Ensure that HEALTHCHECK instructions have been added to container images (Automated)
[WARN]      * No Healthcheck found: [mysql:latest]
[PASS] 4.7 - Ensure update instructions are not used alone in the Dockerfile (Manual)
[NOTE] 4.8 - Ensure setuid and setgid permissions are removed (Manual)
[PASS] 4.9 - Ensure that COPY is used instead of ADD in Dockerfiles (Manual)
[NOTE] 4.10 - Ensure secrets are not stored in Dockerfiles (Manual)
```

```
[NOTE] 4.11 - Ensure only verified packages are installed (Manual)
[NOTE] 4.12 - Ensure all signed artifacts are validated (Manual)
...
```

[WARN] 4.1 - Ensure that a user for the container has been created (Automated)

Les processus dans le conteneur **mysql** tourne sous l'UID de root. Ceci est l'action par défaut de Docker.

Pour plus d'informations, consultez cette **page**.

[WARN] 4.5 - Ensure Content trust for Docker is Enabled (Automated)

Cette ligne indique que le support de Content trust n'a pas été activé. Content trust permet de s'assurer de la provenance des images utilisées car celles-ci sont signées.

Pour activer le Content trust, il faut positionner la valeur de la variable **DOCKER_CONTENT_TRUST** à **1** :

```
root@manager:~/docker-bench-security# echo "DOCKER_CONTENT_TRUST=1" | sudo tee -a /etc/environment
DOCKER_CONTENT_TRUST=1

root@manager:~/docker-bench-security# source /etc/environment
```

Re-démarrez la machine virtuelle **Manager** et démarrez le conteneur **mysql** :

```
root@manager:~/docker-bench-security# reboot
Connection to 10.0.2.62 closed by remote host.
Connection to 10.0.2.62 closed.

root@debian11:~# ssh -l trainee 10.0.2.62
trainee@10.0.2.62's password: trainee
Linux manager.i2tch.loc 4.9.0-8-amd64 #1 SMP Debian 4.9.130-2 (2018-10-27) x86_64
```

```
The programs included with the Debian GNU/Linux system are free software;
the exact distribution terms for each program are described in the
individual files in /usr/share/doc/*/copyright.

Debian GNU/Linux comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY, to the extent
permitted by applicable law.
Last login: Sun Dec 17 18:39:07 2023 from 10.0.2.46

trainee@manager:~$ su -
Mot de passe : fenestros

root@manager:~# cd docker-bench-security/

root@manager:~/docker-bench-security#

root@manager:~/docker-bench-security# docker start mysql
mysql
```

Exécutez de nouveau le script et notez le contenu de la section 4 :

```
root@manager:~/docker-bench-security# ./docker-bench-security.sh
...
[INFO] 4 - Container Images and Build File
[WARN] 4.1 - Ensure that a user for the container has been created (Automated)
[WARN]      * Running as root: mysql
[NOTE] 4.2 - Ensure that containers use only trusted base images (Manual)
[NOTE] 4.3 - Ensure that unnecessary packages are not installed in the container (Manual)
[NOTE] 4.4 - Ensure images are scanned and rebuilt to include security patches (Manual)
[PASS] 4.5 - Ensure Content trust for Docker is Enabled (Automated)
[WARN] 4.6 - Ensure that HEALTHCHECK instructions have been added to container images (Automated)
[WARN]      * No Healthcheck found: [mysql:latest]
[PASS] 4.7 - Ensure update instructions are not used alone in the Dockerfile (Manual)
[NOTE] 4.8 - Ensure setuid and setgid permissions are removed (Manual)
[PASS] 4.9 - Ensure that COPY is used instead of ADD in Dockerfiles (Manual)
```

```
[NOTE] 4.10 - Ensure secrets are not stored in Dockerfiles (Manual)
[NOTE] 4.11 - Ensure only verified packages are installed (Manual)
[NOTE] 4.12 - Ensure all signed artifacts are validated (Manual)
...
```

Pour plus d'informations, consultez cette **page**.

[WARN] 4.6 - Ensure that HEALTHCHECK instructions have been added to container images

Quand une image est construite il est possible d'y mettre un **HEALTHCHECK** dont le statut peut être vérifié par Docker afin de relancer le conteneur si nécessaire.

Pour mettre en place un HEALTHCHECK, il conviendrait, par exemple, d'inclure la ligne suivante dans le fichier DOCKERFILE servant à construire l'image :

```
HEALTHCHECK --interval=20s --timeout=3s CMD curl -f http://localhost:8000/ || exit 1
```

Ce test permet de vérifier que le conteneur peut atteindre l'URL indiqué tous les 20 secondes et produit une erreur au bout de 3 secondes.

Pour plus d'informations, consultez cette **page**.

LAB #10 - Sécurisation du Container Runtime

Exécutez de nouveau le script **docker-bench-security.sh**, vous devez obtenir un résultat similaire à ceci en ce qui concerne la sécurité du Container Runtime :

```
root@manager:~/docker-bench-security# ./docker-bench-security.sh
...
[INFO] 5 - Container Runtime
[WARN] 5.1 - Ensure that, if applicable, an AppArmor Profile is enabled (Automated)
[WARN]      * No AppArmorProfile Found: mysql
```

```
[WARN] 5.2 - Ensure that, if applicable, SELinux security options are set (Automated)
[WARN]      * No SecurityOptions Found: mysql
[PASS] 5.3 - Ensure that Linux kernel capabilities are restricted within containers (Automated)
[PASS] 5.4 - Ensure that privileged containers are not used (Automated)
[PASS] 5.5 - Ensure sensitive host system directories are not mounted on containers (Automated)
[PASS] 5.6 - Ensure sshd is not run within containers (Automated)
[PASS] 5.7 - Ensure privileged ports are not mapped within containers (Automated)
[PASS] 5.8 - Ensure that only needed ports are open on the container (Manual)
[PASS] 5.9 - Ensure that the host's network namespace is not shared (Automated)
[WARN] 5.10 - Ensure that the memory usage for containers is limited (Automated)
[WARN]       * Container running without memory restrictions: mysql
[WARN] 5.11 - Ensure that CPU priority is set appropriately on containers (Automated)
[WARN]       * Container running without CPU restrictions: mysql
[WARN] 5.12 - Ensure that the container's root filesystem is mounted as read only (Automated)
[WARN]       * Container running with root FS mounted R/W: mysql
[PASS] 5.13 - Ensure that incoming container traffic is bound to a specific host interface (Automated)
[WARN] 5.14 - Ensure that the 'on-failure' container restart policy is set to '5' (Automated)
[WARN]       * MaximumRetryCount is not set to 5: mysql
[PASS] 5.15 - Ensure that the host's process namespace is not shared (Automated)
[PASS] 5.16 - Ensure that the host's IPC namespace is not shared (Automated)
[PASS] 5.17 - Ensure that host devices are not directly exposed to containers (Manual)
[INFO] 5.18 - Ensure that the default ulimit is overwritten at runtime if needed (Manual)
[INFO]       * Container no default ulimit override: mysql
[PASS] 5.19 - Ensure mount propagation mode is not set to shared (Automated)
[PASS] 5.20 - Ensure that the host's UTS namespace is not shared (Automated)
[PASS] 5.21 - Ensure the default seccomp profile is not Disabled (Automated)
[NOTE] 5.22 - Ensure that docker exec commands are not used with the privileged option (Automated)
[NOTE] 5.23 - Ensure that docker exec commands are not used with the user=root option (Manual)
[PASS] 5.24 - Ensure that cgroup usage is confirmed (Automated)
[PASS] 5.25 - Ensure that the container is restricted from acquiring additional privileges (Automated)
[WARN] 5.26 - Ensure that container health is checked at runtime (Automated)
[WARN]       * Health check not set: mysql
[INFO] 5.27 - Ensure that Docker commands always make use of the latest version of their image (Manual)
[WARN] 5.28 - Ensure that the PIDs cgroup limit is used (Automated)
```

```
[WARN]       * PIDs limit not set: mysql
[INFO] 5.29 - Ensure that Docker's default bridge 'docker0' is not used (Manual)
[INFO]       * Container in docker0 network: mysql
[PASS] 5.30 - Ensure that the host's user namespaces are not shared (Automated)
[PASS] 5.31 - Ensure that the Docker socket is not mounted inside any containers (Automated)
...
```

Les problèmes de sécurité qu'il convient à résoudre sont indiqués par les annotations **[WARN]**.

[WARN] 5.1 - Ensure that, if applicable, an AppArmor Profile is enabled (Automated)

Cet avertissement est présent parce que le conteneur n'utilise pas AppArmor.

Pour plus d'informations, consultez cette **page**.

[WARN] 5.2 - Ensure that, if applicable, SELinux security options are set (Automated)

Cet avertissement est présent parce que le conteneur n'utilise pas SELinux.

Pour plus d'informations, consultez cette **page**.

[WARN] 5.10 - Ensure that the memory usage for containers is limited (Automated)

Cet avertissement est du au fait que les conteneurs ont automatiquement accès à la totalité de la RAM de l'hôte Docker :

```
root@manager:~# docker run -d -p 8081:80 nginx
b04b2a6f0dd93da21a8b7640afc319406e42868a141f90936dbcf52ab5bffb0d
root@manager:~# docker stats
CONTAINER ID        NAME                CPU %               MEM USAGE / LIMIT     MEM %               NET I/O
BLOCK I/O           PIDS
```

```
b04b2a6f0dd9        dazzling_blackburn   0.00%               1.789MiB / 1.957GiB   0.09%               2.38kB /
0B         0B / 0B             2
^C
```

Supprimez le conteneur et re-créez le avec une limite de mémoire :

```
root@manager:~/docker-bench-security# docker run -d -p 8081:80 nginx
Unable to find image 'nginx:latest' locally
sha256:10d1f5b58f74683ad34eb29287e07dab1e90f10af243f151bb50aa5dbb4d62ee: Pulling from library/nginx
1f7ce2fa46ab: Pull complete
9b16c94bb686: Pull complete
9a59d19f9c5b: Pull complete
9ea27b074f71: Pull complete
c6edf33e2524: Pull complete
84b1ff10387b: Pull complete
517357831967: Pull complete
Digest: sha256:10d1f5b58f74683ad34eb29287e07dab1e90f10af243f151bb50aa5dbb4d62ee
Status: Downloaded newer image for nginx@sha256:10d1f5b58f74683ad34eb29287e07dab1e90f10af243f151bb50aa5dbb4d62ee
Tagging nginx@sha256:10d1f5b58f74683ad34eb29287e07dab1e90f10af243f151bb50aa5dbb4d62ee as nginx:latest
e14d5112c2feb71e6f37252bcf99d03603d6b7a3e200bff0d55611a0e9a25e2b

root@manager:~/docker-bench-security# docker stats
CONTAINER ID        NAME                CPU %               MEM USAGE / LIMIT     MEM %               NET I/O
BLOCK I/O           PIDS
e14d5112c2fe        strange_bassi       0.00%               2.215MiB / 1.957GiB   0.11%               2.16kB / 0B
0B / 0B             2
e503dd98f889        mysql               0.51%               351.3MiB / 1.957GiB   17.53%              5.54kB / 0B
167MB / 118MB       37
^C
```

Supprimez le conteneur et re-créez-le avec une limite de mémoire :

```
root@manager:~/docker-bench-security# docker ps -a
CONTAINER ID        IMAGE               COMMAND                  CREATED             STATUS              PORTS
```

```
NAMES
e14d5112c2fe        nginx               "/docker-entrypoint.…"   About a minute ago   Up About a minute
0.0.0.0:8081->80/tcp   strange_bassi
e503dd98f889        mysql               "docker-entrypoint.s…"   18 minutes ago       Up 7 minutes
3306/tcp, 33060/tcp    mysql

root@manager:~/docker-bench-security# docker rm -f e14
e14

root@manager:~/docker-bench-security# docker run -d -p 8081:80 --memory="256m" nginx
38e91e096c83f7cbe78089617a4d70110bd273f53339f8fed8df2503d3cd65ca

root@manager:~/docker-bench-security# docker stats
CONTAINER ID        NAME                CPU %               MEM USAGE / LIMIT     MEM %               NET I/O
BLOCK I/O           PIDS
38e91e096c83        sweet_vaughan       0.00%               2.223MiB / 256MiB     0.87%               2.16kB / 0B
0B / 0B             2
e503dd98f889        mysql               0.49%               351.3MiB / 1.957GiB   17.53%              5.61kB / 0B
167MB / 118MB       37
^C
```

Pour plus d'informations, consultez cette **page**.

[WARN] 5.11 - Ensure that CPU priority is set appropriately on containers (Automated)

Cet avertissement est du au fait que les conteneurs ont automatiquement accès à tous les CPU de l'hôte Docker. Pour limiter cet accès, plusieurs options sont possibles dont le plus couramment utilisée est **–cpu-shares**.

La valeur de cpu-shares est relative à la valeur par défaut de **1024**. Un valeur de 512 permet au conteneur d'accéder à 50% des cycles du CPU mais uniquement quand les cycles sont limités. Quand les cycles de CPU ne sont par restreints, chaque conteneur utilise autant qu'il en a besoin.

Pour plus d'informations, consultez cette **page**.

[WARN] 5.12 - Ensure that the container's root filesystem is mounted as read only (Automated)

Afin de minimiser le risque de compromettre un conteneur par la présence de code malicieux, il est conseillé de démarrer les conteneurs en lecture seule, sauf pour les volumes qui nécessitent un accès en écriture/lecture.

Créez le fichier **write_a_file** dans le conteneur **mysql** :

```
root@manager:~/docker-bench-security# docker container exec mysql touch /write_a_file
```

La Commande **docker container diff** indique les différences apportées au conteneur par rapport à l'image dont il est issu :

```
root@manager:~/docker-bench-security# docker diff mysql
C /run
C /run/mysqld
A /run/mysqld/mysqld.pid
A /run/mysqld/mysqld.sock
A /run/mysqld/mysqld.sock.lock
A /run/mysqld/mysqlx.sock
A /run/mysqld/mysqlx.sock.lock
A /write_a_file
```

Important : Notez que la sortie indique les changements apportés au conteneur.

Arrêtez et supprimez le conteneur :

```
root@manager:~/docker-bench-security# docker stop mysql
mysql

root@manager:~/docker-bench-security# docker rm  mysql
```

```
mysql
```

Lancez un conteneur mysql en lecture seule :

```
root@manager:~/docker-bench-security# docker run -d --name mysql --read-only -v /var/lib/mysql -v /tmp -v
/var/run/mysqld -e MYSQL_ROOT_PASSWORD=password mysql
711ab28bdfb41220c84246c1658bcde398681a78291bbbe7d3bbfd9bc317d41b
```

Créez le fichier **write_a_file** dans le conteneur **mysql** :

```
root@manager:~/docker-bench-security# docker container exec mysql touch /write_a_file
touch: cannot touch '/write_a_file': Read-only file system
```

Important : Notez l'erreur **touch: cannot touch '/write_a_file': Read-only file system**.

Exécutez la commande **docker container diff** :

```
root@manager:~/docker-bench-security# docker container diff mysql
root@manager:~/docker-bench-security#
```

Important : Notez que la commande ne retourne aucune sortie. En effet le conteneur étant en lecture seule, aucun changement ne peut intervenir.

[WARN] 5.14 - Ensure that the 'on-failure' container restart policy is set to '5' (Automated)

Cet avertissement concerne la politique de re-démarrage du conteneur. La politique **on-failure[:max-retries]** implique que le conteneur est re-

démarré en cas d'arrêt du à une erreur qui se manifeste en tant que code de retour autre que zéro. La valeur de **max-retries** est le nombre de fois que Docker va essayer de re-démarrer le conteneur. Cette politique peut être mise en place au démarrage du conteneur, par exemple :

```
# docker container run -d --name mysql --read-only --restart on-failure:5 -v /var/lib/mysql -v /tmp -v
/var/run/mysqld -e MYSQL_ROOT_PASSWORD=password mysql
```

Pour plus d'informations, consultez cette **page**.

[WARN] 5.26 - Ensure that container health is checked at runtime (Automated)

Voir l'avertissement 4.6.

[WARN] 5.28 - Ensure that the PIDs cgroup limit is used (Automated)

Sans l'utilisation de l'option **–pids-limit** un conteneur pourrait être victime d'une attaque de type **Fork Bomb**, un type spécifique de dénie de service. Ce type d'attaque peut faire crasher l'hôte Docker et le seul remède est de re-démarrer l'hôte. Voici un exemple d'un Fork Bomb :

```
root@manager:~/docker-bench-security# docker run -u 1000 ubuntu bash -c ":() { : | : & }; :; while [[ true ]]; do
sleep 1; done"
```

L'hôte Docker **manager** crash. Après avoir re-démarrer la machine virtuelle, créez de nouveau le conteneur en utilisant l'option **–pids-limit** :

```
root@manager:~/docker-bench-security# docker run -u 1000 --pids-limit 100 ubuntu bash -c ":() { : | : & }; :;
while [[ true ]]; do sleep 1; done"
Unable to find image 'ubuntu:latest' locally
sha256:6042500cf4b44023ea1894effe7890666b0c5c7871ed83a97c36c76ae560bb9b: Pulling from library/ubuntu
a48641193673: Pull complete
Digest: sha256:6042500cf4b44023ea1894effe7890666b0c5c7871ed83a97c36c76ae560bb9b
Status: Downloaded newer image for ubuntu@sha256:6042500cf4b44023ea1894effe7890666b0c5c7871ed83a97c36c76ae560bb9b
Tagging ubuntu@sha256:6042500cf4b44023ea1894effe7890666b0c5c7871ed83a97c36c76ae560bb9b as ubuntu:latest
environment: fork: retry: Resource temporarily unavailable
```

```
environment: fork: retry: Resource temporarily unavailable
environment: fork: retry: Resource temporarily unavailable
environment: fork: retry: Resource temporarily unavailable
environment: fork: retry: Resource temporarily unavailable
environment: fork: retry: Resource temporarily unavailable
environment: fork: retry: Resource temporarily unavailable
environment: fork: retry: Resource temporarily unavailable
environment: fork: retry: Resource temporarily unavailable
environment: fork: retry: Resource temporarily unavailable
environment: fork: retry: Resource temporarily unavailable
environment: fork: retry: Resource temporarily unavailable
^P^Q
```

Pour plus d'informations, consultez cette **page**.

Supprimez maintenant tous les conteneurs déjà créées :

```
root@manager:~/docker-bench-security# docker rm -f `docker ps -aq`
db5ae43c3e55
f3b2528fbac0
711ab28bdfb4

root@manager:~/docker-bench-security# docker ps -a
CONTAINER ID        IMAGE               COMMAND             CREATED             STATUS              PORTS
NAMES
```

Re-créez le conteneur mysql en intégrant les points vus ci-dessus :

```
root@manager:~/docker-bench-security# docker run -d --name mysql --read-only --restart on-failure:5 --security-
opt="no-new-privileges:true" --pids-limit 100 --memory="256m" --cpu-shares 512 -v /var/lib/mysql -v /tmp -v
/var/run/mysqld -e MYSQL_ROOT_PASSWORD=password mysql
f49d1ffdeae2e83435e8cc3a2e03fb2e0b33e5609d266e5a3403ff8859e5d122

root@manager:~/docker-bench-security# docker ps -a
```

```
CONTAINER ID        IMAGE               COMMAND                  CREATED             STATUS              PORTS
NAMES
f49d1ffdeae2        mysql               "docker-entrypoint.s…"   16 seconds ago      Up 15 seconds
3306/tcp, 33060/tcp   mysql
```

Exécutez de nouveau le script **docker-bench-security.sh**, vous devez obtenir un résultat similaire à ceci en ce qui concerne la sécurité du Container Runtime :

```
root@manager:~/docker-bench-security# ./docker-bench-security.sh
...
[PASS] 5.2 - Ensure that, if applicable, SELinux security options are set (Automated)
[PASS] 5.10 - Ensure that the memory usage for containers is limited (Automated)
[PASS] 5.11 - Ensure that CPU priority is set appropriately on containers (Automated)
[PASS] 5.12 - Ensure that the container's root filesystem is mounted as read only (Automated)
[PASS] 5.14 - Ensure that the 'on-failure' container restart policy is set to '5' (Automated)
[PASS] 5.28 - Ensure that the PIDs cgroup limit is used (Automated)
...
```

LAB #11 - Sécurisation des Images avec Docker Content Trust

Docker Content Trust (DCT) a été introduit avec Docker Engine 1.8 et Docker CS Engine 1.9.0. DCT permet la vérification de l'authenticité, de l'intégrité et la date de publication d'une image Docker dans un registry. Par défaut, DCT est **désactivé**.

DCT est utilisé par le **Docker Hub Registry** mais peut aussi être mis en place dans des Registry privés, notamment grâce à la mise en place du **Docker Container Registry** qui est inclus avec **Docker Enterprise**.

DCT est basé sur l'utilisation de l'outil **Docker Notary** pour publier et gérer du contenu ainsi que **The Update Framework (TUF)**.

Pour plus d'information concernant DCT, consultez cette **page**.

8.1 - DOCKER_CONTENT_TRUST

Pour utiliser **Docker Content Trust (DCT)**, il convient de vérifier que la valeur de la variable **DOCKER_CONTENT_TRUST** est **1** :

```
root@manager:~# echo $DOCKER_CONTENT_TRUST
1
```

Dans le cas contraire, il faut fixer la valeur de la variable à 1 :

```
root@manager:~# export DOCKER_CONTENT_TRUST=1
root@manager:~# echo $DOCKER_CONTENT_TRUST
1
```

8.2 - DCT et la commande docker pull

Afin d'utiliser un registry privé du Docker Hub, il est nécessaire de se connecter :

```
root@manager:~# docker login
Login with your Docker ID to push and pull images from Docker Hub. If you don't have a Docker ID, head over to
https://hub.docker.com to create one.
Username: <votre_compte>
Password: <votre_mot_de_passe>
WARNING! Your password will be stored unencrypted in /root/.docker/config.json.
Configure a credential helper to remove this warning. See
https://docs.docker.com/engine/reference/commandline/login/#credentials-store

Login Succeeded
```

Pour constater l'impact de l'utilisation de DCT, il convient simplement de faire un **pull** d'une image non-signée :

```
root@manager:~# docker image pull i2tch/docker:unsigned
Error: remote trust data does not exist for docker.io/i2tch/docker: notary.docker.io does not have trust data for
```

```
docker.io/i2tch/docker
```

Important : Notez l'erreur **Error: remote trust data does not exist for docker.io/i2tch/docker ...**. En effet Docker Trust empêche l'utilisation des images non-signées.

Par contre, toutes les images de type **official** sont signées :

```
root@manager:~# docker image pull centos
Using default tag: latest
Pull (1 of 1): centos:latest@sha256:f94c1d992c193b3dc09e297ffd54d8a4f1dc946c37cbeceb26d35ce1647f88d9
sha256:f94c1d992c193b3dc09e297ffd54d8a4f1dc946c37cbeceb26d35ce1647f88d9: Pulling from library/centos
729ec3a6ada3: Pull complete
Digest: sha256:f94c1d992c193b3dc09e297ffd54d8a4f1dc946c37cbeceb26d35ce1647f88d9
Status: Downloaded newer image for centos@sha256:f94c1d992c193b3dc09e297ffd54d8a4f1dc946c37cbeceb26d35ce1647f88d9
Tagging centos@sha256:f94c1d992c193b3dc09e297ffd54d8a4f1dc946c37cbeceb26d35ce1647f88d9 as centos:latest
docker.io/library/centos:latest
```

Cette image est maintenant présente sur **manager.i2tch.loc** :

```
root@manager:~# docker images
REPOSITORY          TAG                 IMAGE ID            CREATED             SIZE
ubuntu              latest              775349758637        9 days ago          64.2MB
nginx               latest              540a289bab6c        2 weeks ago         126MB
alpine              latest              965ea09ff2eb        2 weeks ago         5.55MB
mysql               latest              c8ee894bd2bd        3 weeks ago         456MB
centos              latest              0f3e07c0138f        5 weeks ago         220MB
```

L'option disable-content-trust

Il est aussi possible d'activer ou de désactiver l'utilisation de DCT avec les options **–disable-content-trust=false/true** lors de l'utilisation des commandes **docker build**, **docker push** et **docker pull**, **docker create** et **docker run** :

```
root@manager:~# docker image pull --disable-content-trust=true i2tch/docker:unsigned
unsigned: Pulling from i2tch/docker
10d70a43a9f9: Pull complete
4f4fb700ef54: Pull complete
8951e3a91277: Pull complete
d1814ff35b8b: Pull complete
ff2a2bbf6141: Pull complete
b7205da5c3c9: Pull complete
458ea241cc75: Pull complete
74d1c0702786: Pull complete
c66f3692932d: Pull complete
9224bd1b9757: Pull complete
Digest: sha256:885fc831cb853700ded04029b4fa70ed502947042f6f154e432395cb35619d11
Status: Downloaded newer image for i2tch/docker:unsigned
docker.io/i2tch/docker:unsigned

root@manager:~# docker image ls
REPOSITORY          TAG                 IMAGE ID            CREATED             SIZE
ubuntu              latest              775349758637        9 days ago          64.2MB
nginx               latest              540a289bab6c        2 weeks ago         126MB
alpine              latest              965ea09ff2eb        2 weeks ago         5.55MB
mysql               latest              c8ee894bd2bd        3 weeks ago         456MB
centos              latest              0f3e07c0138f        5 weeks ago         220MB
i2tch/docker        unsigned            9b915a241e29        3 years ago         212MB

root@manager:~# docker rmi i2tch/docker:unsigned
Untagged: i2tch/docker:unsigned
Untagged: i2tch/docker@sha256:885fc831cb853700ded04029b4fa70ed502947042f6f154e432395cb35619d11
Deleted: sha256:9b915a241e29dc2767980445e3109412b1905b6f1617aea7098e7ac1e5837ae2
Deleted: sha256:27eb08aec7b41dbfa2fd49bc2b3fad9b020fe40b0bc8289af7f53770f0843e7d
Deleted: sha256:7ad0aff4b88909fcff6372fdd26c24d688803b06845426b5a90bcd2f2cae93f4
```

```
Deleted: sha256:b93bcd594116ac8886f2daa0fc8d75a59da00161731dab24ababea853d031908
Deleted: sha256:54eda0a22e4b2a1b166cf996eb0651a4f53dec7e9dfad3549bbfe6078f2238a4
Deleted: sha256:36575f1e2764d54fdb92b5296cf4e993499836d6dd9a006f32e173865835070e
Deleted: sha256:27074774f844bdeba18e786585604c8b6352e925a7bd560deb66252bc8ccb861
Deleted: sha256:0da68695f8bc66fcea8f09004b5cb078861f5d99748f8b7ed035690e02c41477
Deleted: sha256:5dbda9873cdda8ff912b0ae5c34790ee06d7117fa27b193610fa2f7063bf55ff
Deleted: sha256:149690c37bdc8680ec66b0e2cc138f6d63caad74b091acf86a2a18111b90ea79
Deleted: sha256:2caf8a80130d6e9f4ed22e1ec1c3abd2c3f4330d2df9ec62f3b751300190b9e4
Deleted: sha256:1445a9131f2b28a12ff6396faebd6b4beb2cccd7af8eae28d5ff659d65de03ad
Deleted: sha256:4d9799a0754804f5cd623ab744757d16ec81862ee6e5d6986d9d1b0c5e5d5637
Deleted: sha256:dd833146402e8e6e67c48a6ae79a3c86101123e3d6ab1fc7999685eeea06ccba
Deleted: sha256:08d8e6ed6c3a5ac1bfee00f7b11f0a870d6bdc4af6d34169fa1e032c241a63a6
Deleted: sha256:0f3637356bb908638dda037c9c6aa4a2be8a19dbcf452a00cd733a8a456077ac
Deleted: sha256:aedb1b3b3b6e70ae4a342dfdcea874495b9d095ed6ba8eb4bc08f90ad9e83125
Deleted: sha256:05903cd969529ea56beec880bbeb7e90f1bdc281882f1cf3755760e41b181409
Deleted: sha256:d124781fc06a73b05a8644958397994bae668aba2f06f397fe1387c676b0d86f
```

8.3 - DCT et la commande docker push

Pour envoyer l'image dont l'IMAGE ID est **965ea09ff2eb** dans le registry privé, le tag de l'image doit être modifié :

```
root@manager:~# docker image tag alpine:latest <votre_compte>/docker:alpine
```

L'image dont l'IMAGE ID est **965ea09ff2eb** a maintenant deux tags **alpine:latest** et **<votre_compte>/docker:alpine** :

```
root@manager:~# docker image ls
REPOSITORY             TAG                 IMAGE ID            CREATED             SIZE
ubuntu                 latest              775349758637        9 days ago          64.2MB
nginx                  latest              540a289bab6c        2 weeks ago         126MB
<votre_compte>/docker  alpine              965ea09ff2eb        2 weeks ago         5.55MB
alpine                 latest              965ea09ff2eb        2 weeks ago         5.55MB
mysql                  latest              c8ee894bd2bd        3 weeks ago         456MB
```

```
centos                  latest              0f3e07c0138f        5 weeks ago         220MB
```

Lors du push vers le registry privé, il faut créer des passphrases pour **deux** clefs :

- la **root** key aussi connue sous le nom **offline** key (ID 192fc7e), qui est uniquement demandée la **première** fois après la mise en place de DCT lors de la création d'un **repositry**,
- la **repository** key aussi connue sous le nom **tagging** key (ID 168c754), utilisée pour signer l'image en y apposant un **tag**. La signature est spécifique au **repositry**.

```
root@manager:~# docker push <votre_compte>/docker:alpine
The push refers to repository [docker.io/<votre_compte>/docker]
77cae8ab23bf: Mounted from library/alpine
alpine: digest: sha256:e4355b66995c96b4b468159fc5c7e3540fcef961189ca13fee877798649f531a size: 528
Signing and pushing trust metadata
You are about to create a new root signing key passphrase. This passphrase
will be used to protect the most sensitive key in your signing system. Please
choose a long, complex passphrase and be careful to keep the password and the
key file itself secure and backed up. It is highly recommended that you use a
password manager to generate the passphrase and keep it safe. There will be no
way to recover this key. You can find the key in your config directory.
Enter passphrase for new root key with ID 192fc7e: fenestros
Repeat passphrase for new root key with ID 192fc7e: fenestros
Enter passphrase for new repository key with ID 168c754: fenestros
Repeat passphrase for new repository key with ID 168c754: fenestros
Finished initializing "docker.io/<votre_compte>/docker"
Successfully signed docker.io/<votre_compte>/docker:alpine
```

Les clefs sont stockées dans le répertoire **~/.docker/trust/private** :

```
root@manager:~# ls -l ~/.docker/trust
total 8
drwx------ 2 root root 4096 nov.  10 14:49 private
drwx------ 3 root root 4096 nov.   8 13:48 tuf
```

```
root@manager:~# ls -l ~/.docker/trust/private
total 8
-rw------- 1 root root 447 nov.  10 14:49 168c754ea8f36ce7fbcbe2299b6d91fc0f4d594c9ed9b86916687b618d8438ac.key
-rw------- 1 root root 416 nov.  10 14:49 192fc7ed9543ad4bceec58886ab1d605b7433c35f7462d7343d0780d8fddf1db.key
root@manager:~# cat ~/.docker/trust/private/168c754ea8f36ce7fbcbe2299b6d91fc0f4d594c9ed9b86916687b618d8438ac.key
-----BEGIN ENCRYPTED PRIVATE KEY-----
gun: docker.io/i2tch/docker
role: targets

MIHuMEkGCSqGSIb3DQEFDTA8MBsGCSqGSIb3DQEFDDAOBAhm7HwR0y8FFAICCAAw
HQYJYIZIAWUDBAEqBBC729tU73wKHFQSbmZ1EVZaBIGgmGiFSs4lM5tElSGukl1B
HrELT9aFooFgW7oSXNLM8aFfF/vJ+BSjsgfqWLdvuH+DUXXdUidxcoGMEWnVZNIC
3m40g3MywHilW4rUcjoHVTTUXABGXUQ3f7h+nI15CXcZ11qRLyWbf2uywE9yYH9O
M7GLUcE+pTENJKfZAhRGBEL+LgXNfGI1aAVqaEbBDcDnKKf4Uj1Xu4oLJ7je8+nT
dg==
-----END ENCRYPTED PRIVATE KEY-----

root@manager:~# cat ~/.docker/trust/private/192fc7ed9543ad4bceec58886ab1d605b7433c35f7462d7343d0780d8fddf1db.key
-----BEGIN ENCRYPTED PRIVATE KEY-----
role: root

MIHuMEkGCSqGSIb3DQEFDTA8MBsGCSqGSIb3DQEFDDAOBAiAtCzEar3AhgICCAAw
HQYJYIZIAWUDBAEqBBAO7hHWVoqOo6xcETQQDXRdBIGgPUoLzTz07Ajx8K3D8+Vv
2NUiflMYhH/0I9PL6iA2JJCmD0l+8Ueljy+vHRCu7UAIyWXyIHFN5Aab40mk9/Pg
V2BwSlXp7t1Cnqp/ah7g0T40+OnT64JkTS+l3cS0CaCf2E4l6nY8g4cl40hZIFJz
KREO8uEq3v7HcSBBqFm0+TU+92d7hVuDApPaj0lZYP+3f7H6AjUOqu6hUoK8Ck/Y
Ig==
-----END ENCRYPTED PRIVATE KEY-----
```

8.4 - DCT et la commande docker build

L'exemple suivant démontre un Dockerfile qui référence une image parente non signée :

```
root@manager:~# mkdir nottrusted

root@manager:~# cd nottrusted/

root@manager:~/nottrusted# vi Dockerfile

root@manager:~/nottrusted# cat Dockerfile
FROM docker/trusttest:latest
RUN echo
```

Lors du build de l'image **<votre_compte>/docker:nottrusted** qui utilise ce Dockerfile, une erreur est retournée car sa création n'est pas conforme à l'utilisation de DCT :

```
root@manager:~/nottrusted# docker build -t <votre_compte>/docker:nottrusted .
Sending build context to Docker daemon

error during connect: Post
http://%2Fvar%2Frun%2Fdocker.sock/v1.40/build?buildargs=%7B%7D&cachefrom=%5B%5D&cgroupparent=&cpuperiod=0&cpuquot
a=0&cpusetcpus=&cpusetmems=&cpushares=0&dockerfile=Dockerfile&labels=%7B%7D&memory=0&memswap=0&networkmode=defaul
t&rm=1&shmsize=0&t=i2tch%2Fdocker%3Anottrusted&target=&ulimits=null&version=1: Error: remote trust data does not
exist for docker.io/docker/trusttest: notary.docker.io does not have trust data for docker.io/docker/trusttest
```

L'utilisation de l'option **–disable-content-trust** permet la construction de l'image **<votre_compte>/docker:nottrusted** :

```
root@manager:~/nottrusted# docker build --disable-content-trust -t <votre_compte>/docker:nottrusted .
Sending build context to Docker daemon  2.048kB
Step 1/2 : FROM docker/trusttest:latest
latest: Pulling from docker/trusttest
Image docker.io/docker/trusttest:latest uses outdated schema1 manifest format. Please upgrade to a schema2 image
for better future compatibility. More information at https://docs.docker.com/registry/spec/deprecated-schema-v1/
aac0c133338d: Pull complete
a3ed95caeb02: Pull complete
Digest: sha256:50c0cdd0577cc7ab7c78e73a0a89650b222f6ce2b87d10130ecff055981b702f
Status: Downloaded newer image for docker/trusttest:latest
```

```
 ---> cc7629d1331a
Step 2/2 : RUN echo
 ---> Running in 694e79d3cd88

Removing intermediate container 694e79d3cd88
 ---> 686e85ee76b8
Successfully built 686e85ee76b8
Successfully tagged <votre_compte>/docker:nottrusted
```

Lors du push de l'image **<votre_compte>/docker:nottrusted** vers le repositry distant, celle-ci est **signée** :

```
root@manager:~/nottrusted# docker push <votre_compte>/docker:nottrusted
The push refers to repository [docker.io/<votre_compte>/docker]
5f70bf18a086: Layer already exists
c22f7bc058a9: Mounted from docker/trusttest
nottrusted: digest: sha256:1183c62a5d31e202b5f5f528e9e7cdc36140aa3212c938e1d471c6b3b59f01bc size: 734
Signing and pushing trust metadata
Enter passphrase for repository key with ID 168c754: fenestros
Successfully signed docker.io/<votre_compte>/docker:nottrusted
```

Important : Notez l'utilisation de la même root key que lors du push de l'image **<votre_compte>/docker:alpine** car il s'agit du même repositry.

Créer un deuxième Repositry

Par contre en modifiant le tag de l'image **<votre_compte>/docker:nottrusted** à **<votre_compte>/otherimage:latest**, un autre repositry sera créé lors du push de l'image renommée :

```
root@manager:~/nottrusted# docker tag <votre_compte>/docker:nottrusted <votre_compte>/otherimage:latest
```

```
root@manager:~/nottrusted# docker images
REPOSITORY                    TAG                 IMAGE ID            CREATED             SIZE
<votre_compte>/docker         nottrusted          686e85ee76b8        9 minutes ago       5.03MB
<votre_compte>/otherimage     latest              686e85ee76b8        9 minutes ago       5.03MB
ubuntu                        latest              775349758637        9 days ago          64.2MB
nginx                         latest              540a289bab6c        2 weeks ago         126MB
<votre_compte>/docker         alpine              965ea09ff2eb        2 weeks ago         5.55MB
alpine                        latest              965ea09ff2eb        2 weeks ago         5.55MB
mysql                         latest              c8ee894bd2bd        3 weeks ago         456MB
centos                        latest              0f3e07c0138f        5 weeks ago         220MB
docker/trusttest              latest              cc7629d1331a        4 years ago         5.03MB

root@manager:~/nottrusted# docker push docker.io/<votre_compte>/otherimage:latest
The push refers to repository [docker.io/<votre_compte>/otherimage]
5f70bf18a086: Mounted from <votre_compte>/docker
c22f7bc058a9: Mounted from <votre_compte>/docker
latest: digest: sha256:1183c62a5d31e202b5f5f528e9e7cdc36140aa3212c938e1d471c6b3b59f01bc size: 734
Signing and pushing trust metadata
Enter passphrase for root key with ID 192fc7e: fenestros
Enter passphrase for new repository key with ID 7b13d02: fenestros
Repeat passphrase for new repository key with ID 7b13d02: fenestros
Finished initializing "docker.io/<votre_compte>/otherimage"
Successfully signed docker.io/<votre_compte>/otherimage:latest
```

Important : Notez la création d'une deuxième repositry key (ID 7b13d02 au lieu de ID 168c754) lors du push de l'image **<votre_compte>/otherimage:latest** car il s'agit d'un autre repositry.

La présence de cette deuxième repositry key (**7b13d02d74264624fb201e7ae13ae694286b9f761aa86adddefd0408c7234a58.key**) peut être constatée dans le répertoire **~/.docker/trust/private** :

```
root@manager:~/nottrusted# ls -l ~/.docker/trust/private
total 12
-rw------- 1 root root 447 nov.  10 14:49 168c754ea8f36ce7fbcbe2299b6d91fc0f4d594c9ed9b86916687b618d8438ac.key
-rw------- 1 root root 416 nov.  10 14:49 192fc7ed9543ad4bceec58886ab1d605b7433c35f7462d7343d0780d8fddf1db.key
-rw------- 1 root root 451 nov.  10 17:37 7b13d02d74264624fb201e7ae13ae694286b9f761aa86adddefd0408c7234a58.key
```

En inspectant les clefs des images créées, l'utilisation des différentes clefs est démontrées très clairement :

```
root@manager:~/nottrusted# docker trust inspect <votre_compte>/docker:alpine
[
    {
        "Name": "<votre_compte>/docker:alpine",
        "SignedTags": [
            {
                "SignedTag": "alpine",
                "Digest": "e4355b66995c96b4b468159fc5c7e3540fcef961189ca13fee877798649f531a",
                "Signers": [
                    "Repo Admin"
                ]
            }
        ],
        "Signers": [],
        "AdministrativeKeys": [
            {
                "Name": "Root",
                "Keys": [
                    {
                        "ID": "d4074334a4ff5a9a43ebd1320ad77c2df88c990ec812f90eb045c603c01ab698"
                    }
                ]
            },
            {
                "Name": "Repository",
                "Keys": [
```

```
                    {
                        "ID": "168c754ea8f36ce7fbcbe2299b6d91fc0f4d594c9ed9b86916687b618d8438ac"
                    }
                ]
            }
        ]
    }
]
root@manager:~/nottrusted# docker trust inspect <votre_compte>/docker:nottrusted
[
    {
        "Name": "<votre_compte>/docker:nottrusted",
        "SignedTags": [
            {
                "SignedTag": "nottrusted",
                "Digest": "1183c62a5d31e202b5f5f528e9e7cdc36140aa3212c938e1d471c6b3b59f01bc",
                "Signers": [
                    "Repo Admin"
                ]
            }
        ],
        "Signers": [],
        "AdministrativeKeys": [
            {
                "Name": "Root",
                "Keys": [
                    {
                        "ID": "d4074334a4ff5a9a43ebd1320ad77c2df88c990ec812f90eb045c603c01ab698"
                    }
                ]
            },
            {
                "Name": "Repository",
                "Keys": [
```

```
                    {
                        "ID": "168c754ea8f36ce7fbcbe2299b6d91fc0f4d594c9ed9b86916687b618d8438ac"
                    }
                ]
            }
        ]
    }
]
```

Important : Notez que les clefs utilisées sont les mêmes pour les deux images.

```
root@manager:~/nottrusted# docker trust inspect <votre_compte>/otherimage:latest
[
    {
        "Name": "<votre_compte>/otherimage:latest",
        "SignedTags": [
            {
                "SignedTag": "latest",
                "Digest": "1183c62a5d31e202b5f5f528e9e7cdc36140aa3212c938e1d471c6b3b59f01bc",
                "Signers": [
                    "Repo Admin"
                ]
            }
        ],
        "Signers": [],
        "AdministrativeKeys": [
            {
                "Name": "Root",
                "Keys": [
                    {
```

```
                        "ID": "26f00698f51be2824c6fe85a14722c279bbd487125fe8fa18c0fc8f76dd6280d"
                    }
                ]
            },
            {
                "Name": "Repository",
                "Keys": [
                    {
                        "ID": "7b13d02d74264624fb201e7ae13ae694286b9f761aa86adddefd0408c7234a58"
                    }
                ]
            }
        ]
    }
]
```

Important : Notez que les clefs utilisées sont différentes.

Supprimer une Signature

Dernièrement il est possible de supprimer la signature d'une image avec la commande **docker trust revoke** :

```
root@manager:~# docker trust revoke <votre_compte>/docker:alpine
Enter passphrase for repository key with ID 168c754:
Successfully deleted signature for <votre_compte>/docker:alpine
root@manager:~# docker trust inspect <votre_compte>/docker:alpine
[
    {
        "Name": "<votre_compte>/docker:alpine",
        "SignedTags": [],
```

```
        "Signers": [],
        "AdministrativeKeys": [
            {
                "Name": "Root",
                "Keys": [
                    {
                        "ID": "d4074334a4ff5a9a43ebd1320ad77c2df88c990ec812f90eb045c603c01ab698"
                    }
                ]
            },
            {
                "Name": "Repository",
                "Keys": [
                    {
                        "ID": "168c754ea8f36ce7fbcbe2299b6d91fc0f4d594c9ed9b86916687b618d8438ac"
                    }
                ]
            }
        ]
    }
]
```


Important : Il existe un autre mécanisme de signatures cryptographiques qui permet de certifier le contenu des images mises à disposition sur une Registry. Appelé **Notary**, ce système a été développé par la communauté Docker et intègre une partie de la spécification de **The Update Framework** (TUF). Pour plus d'informations, consultez cet **article**.

LAB #12 - Sécurisation du Socket du Daemon Docker

Par défaut le daemon Docker peut être contacté en utilisant un socket Unix local ce qui implique qu'il faut une connexion SSH vers l'hôte Docker. Docker peut cependant utiliser un socket http.

Pour pouvoir contacter de daemon Docker via le réseau d'une manière sécurisée il faut installer, configurer et activer le support TLS grâce aux options **tlsverify** et **tlscacert**.

La configuration implique que :

- pour le daemon Docker, seules les connections en provenance de clients authentifiés par un certificat signé par l'**autorité de certification** (CA) du serveur seront acceptées,
- pour le client, il ne peut que connecter aux serveurs ayant un certificat signé par le CA du serveur.

Commencez par changer le nom de la machine :

```
root@debian11:~# hostnamectl set-hostname manager.i2tch.loc
```

Modifiez le fichier **/etc/hosts** :

```
root@debian11:~# cat /etc/hosts

root@debian11:~# vi /etc/hosts
127.0.0.1       localhost
10.0.2.46       manager.i2tch.loc       manager
10.0.2.45       myregistry.i2tch.loc    myregistry
```

Redémarrez la VM :

```
root@debian11:~# reboot
```

9.1 - Création du Certificat de l'Autorité de Certification

Commencez par créer une clef privée **ca-key.pem** pour le CA :

```
root@manager:~# openssl genrsa -aes256 -out ca-key.pem 4096
Generating RSA private key, 4096 bit long modulus
.....................................................................................................
.....++++
.....................................................................................................
.....................................++++
e is 65537 (0x010001)
Enter pass phrase for ca-key.pem:fenestros
Verifying - Enter pass phrase for ca-key.pem:fenestros
```

Ensuite, créez le certificat **ca.pem** du CA :

```
root@manager:~# openssl req -new -x509 -days 365 -key ca-key.pem -sha256 -out ca.pem
Enter pass phrase for ca-key.pem:fenestros
You are about to be asked to enter information that will be incorporated
into your certificate request.
What you are about to enter is what is called a Distinguished Name or a DN.
There are quite a few fields but you can leave some blank
For some fields there will be a default value,
If you enter '.', the field will be left blank.
-----
Country Name (2 letter code) [AU]:GB
State or Province Name (full name) [Some-State]:SURREY
Locality Name (eg, city) []:ADDLESTONE
Organization Name (eg, company) [Internet Widgits Pty Ltd]:I2TCH LIMITED
Organizational Unit Name (eg, section) []:TRAINING
Common Name (e.g. server FQDN or YOUR name) []:manager.i2tch.loc
Email Address []:infos@i2tch.co.uk
```

9.2 - Création du Certificat du Serveur Hôte du Daemon Docker

Les clefs du CA ayant été créées, créez une clef **server-key.pem** pour le serveur hôte du daemon Docker :

```
root@manager:~# openssl genrsa -out server-key.pem 4096
Generating RSA private key, 4096 bit long modulus
.....................................................................................................
.............++++
.........................++++
e is 65537 (0x010001)
```

Créez ensuite un **Certificate Signing Request** (CSR) **server.csr** :

```
root@manager:~# echo $HOSTNAME
manager.i2tch.loc
root@manager:~# openssl req -subj "/CN=`echo $HOSTNAME`" -sha256 -new -key server-key.pem -out server.csr
```

Une connexion TLS peut être effectuée en utilisant un FQDN ou une adresse IP. Pour cette raison, créez le fichier **extfile.cnf** :

```
root@manager:~# echo subjectAltName = DNS:`echo $HOSTNAME`,IP:10.0.2.46,IP:127.0.0.1 >> extfile.cnf
```

Fixez l'attribut étendu de l'utilisation de la clef du daemon à **serverAuth** :

```
root@manager:~# echo extendedKeyUsage = serverAuth >> extfile.cnf
```

Vérifiez que votre fichier a été correctement créé :

```
root@manager:~# cat extfile.cnf
subjectAltName = DNS:manager.i2tch.loc,IP:10.0.2.62,IP:127.0.0.1
extendedKeyUsage = serverAuth
```

Signez maintenant le CSR du serveur **server.csr** avec la clef privée du CA **ca-key.pem** afin de produire le certificat du serveur **server-cert.pem** :

```
root@manager:~# openssl x509 -req -days 365 -sha256 -in server.csr -CA ca.pem -CAkey ca-key.pem -CAcreateserial -
out server-cert.pem -extfile extfile.cnf
Signature ok
subject=CN = manager.i2tch.loc
Getting CA Private Key
Enter pass phrase for ca-key.pem:fenestros
```

9.3 - Création du Certificat du Client

Créez ensuite la clef privée **key.pem** du client qui se connectera au daemon à partir du réseau :

```
root@manager:~# openssl genrsa -out key.pem 4096
Generating RSA private key, 4096 bit long modulus
.....................................................................................................
..................++++
..............++++
e is 65537 (0x010001)
```

Créez ensuite le CSR du client **client.csr** :

```
root@manager:~# openssl req -subj '/CN=myregistry.i2tch.loc' -new -key key.pem -out client.csr
```

Fixez l'attribut étendu de l'utilisation de la clef du client à **clientAuth** :

```
root@manager:~# echo extendedKeyUsage = clientAuth > extfile-client.cnf
```

Signez le CSR du client **client.csr** avec la clef privée du CA **ca-key.pem** afin de créer le certificat du client **cert.pem** :

```
root@manager:~# openssl x509 -req -days 365 -sha256 -in client.csr -CA ca.pem -CAkey ca-key.pem -CAcreateserial -
out cert.pem -extfile extfile-client.cnf
Signature ok
subject=CN = myregistry.i2tch.loc
```

```
Getting CA Private Key
Enter pass phrase for ca-key.pem:fenestros
```

Vérifiez la présence des fichiers générés :

```
root@manager:~# ls -l
total 60
-rw------- 1 root root 3326 nov.  11 10:53 ca-key.pem
-rw-r--r-- 1 root root 2163 nov.  11 10:57 ca.pem
-rw-r--r-- 1 root root   17 nov.  11 11:15 ca.srl
-rw-r--r-- 1 root root 1907 nov.  11 11:15 cert.pem
-rw-r--r-- 1 root root 1594 nov.  11 11:12 client.csr
drwxr-xr-x 5 root root 4096 nov.   8 12:58 docker-bench-security
-rw-r--r-- 1 root root 1707 nov.   8 12:35 docker-stack.yml
-rw-r--r-- 1 root root   30 nov.  11 11:13 extfile-client.cnf
-rw-r--r-- 1 root root   95 nov.  11 11:06 extfile.cnf
-rw------- 1 root root 3243 nov.  11 11:10 key.pem
drwxr-xr-x 2 root root 4096 nov.  10 17:21 nottrusted
-rw-r--r-- 1 root root 1964 nov.  11 11:08 server-cert.pem
-rw-r--r-- 1 root root 1594 nov.  11 11:01 server.csr
-rw------- 1 root root 3243 nov.  11 10:59 server-key.pem
-rw-r--r-- 1 root root  882 oct.  27 15:46 stats
```

Supprimez les fichiers ayant déjà été utilisés, à savoir les deux CSR et les deux fichiers des extensions :

```
root@manager:~# rm -v client.csr server.csr extfile.cnf extfile-client.cnf
'client.csr' supprimé
'server.csr' supprimé
'extfile.cnf' supprimé
'extfile-client.cnf' supprimé
```

Modifiez les permissions des clefs privées :

```
root@manager:~# chmod -v 0400 ca-key.pem key.pem server-key.pem
```

```
le mode de 'ca-key.pem' a été modifié de 0600 (rw-------) en 0400 (r--------)
le mode de 'key.pem' a été modifié de 0600 (rw-------) en 0400 (r--------)
le mode de 'server-key.pem' a été modifié de 0600 (rw-------) en 0400 (r--------)
```

Ainsi que les permissions des certificats :

```
root@manager:~# chmod -v 0444 ca.pem server-cert.pem cert.pem
le mode de 'ca.pem' a été modifié de 0644 (rw-r--r--) en 0444 (r--r--r--)
le mode de 'server-cert.pem' a été modifié de 0644 (rw-r--r--) en 0444 (r--r--r--)
le mode de 'cert.pem' a été modifié de 0644 (rw-r--r--) en 0444 (r--r--r--)
```

Arrêtez et supprimez le conteneur **mysql** :

```
root@manager:~# docker stop mysql
mysql
root@manager:~# docker rm mysql
mysql
```

9.4 - Démarrage du Daemon Docker avec une Invocation Directe

Arrêtez et désactivez le service Docker :

```
root@manager:~# systemctl stop docker
Warning: Stopping docker.service, but it can still be activated by:
  docker.socket
root@manager:~# systemctl disable docker
Synchronizing state of docker.service with SysV service script with /lib/systemd/systemd-sysv-install.
Executing: /lib/systemd/systemd-sysv-install disable docker
```

Lancez un invocation directe de **dockerd** afin que le daemon n'acceptent que des connexions de clients fournissant un certificat signé par le CA :

```
root@manager:~# dockerd --tlsverify --tlscacert=ca.pem --tlscert=server-cert.pem --tlskey=server-key.pem -
```

```
H=0.0.0.0:2376 &
[1] 1868
root@manager:~# INFO[2019-11-11T12:01:43.638540628+01:00] Starting up
INFO[2019-11-11T12:01:43.639187816+01:00] User namespaces: ID ranges will be mapped to subuid/subgid ranges of:
dockremap:dockremap
INFO[2019-11-11T12:01:43.641133642+01:00] User namespaces: ID ranges will be mapped to subuid/subgid ranges of:
dockremap:dockremap
INFO[2019-11-11T12:01:43.646949782+01:00] parsed scheme: "unix"                         module=grpc
INFO[2019-11-11T12:01:43.648299396+01:00] scheme "unix" not registered, fallback to default scheme  module=grpc
INFO[2019-11-11T12:01:43.648633123+01:00] ccResolverWrapper: sending update to cc:
{[{unix:///run/containerd/containerd.sock 0  <nil>}] <nil>}  module=grpc
INFO[2019-11-11T12:01:43.650756512+01:00] ClientConn switching balancer to "pick_first"  module=grpc
INFO[2019-11-11T12:01:43.656738368+01:00] parsed scheme: "unix"                         module=grpc
INFO[2019-11-11T12:01:43.657165991+01:00] scheme "unix" not registered, fallback to default scheme  module=grpc
INFO[2019-11-11T12:01:43.660938142+01:00] ccResolverWrapper: sending update to cc:
{[{unix:///run/containerd/containerd.sock 0  <nil>}] <nil>}  module=grpc
INFO[2019-11-11T12:01:43.661309281+01:00] ClientConn switching balancer to "pick_first"  module=grpc
INFO[2019-11-11T12:01:43.663242717+01:00] [graphdriver] using prior storage driver: overlay2
WARN[2019-11-11T12:01:43.681131788+01:00] Your kernel does not support cgroup rt period
WARN[2019-11-11T12:01:43.681397622+01:00] Your kernel does not support cgroup rt runtime
INFO[2019-11-11T12:01:43.681845166+01:00] Loading containers: start.
INFO[2019-11-11T12:01:43.824330430+01:00] Default bridge (docker0) is assigned with an IP address 172.17.0.0/16.
Daemon option --bip can be used to set a preferred IP address
INFO[2019-11-11T12:01:43.887849374+01:00] Loading containers: done.
INFO[2019-11-11T12:01:43.908567890+01:00] Docker daemon                                 commit=9013bf583a
graphdriver(s)=overlay2 version=19.03.4
INFO[2019-11-11T12:01:43.908851991+01:00] Daemon has completed initialization
INFO[2019-11-11T12:01:43.969272646+01:00] API listen on [::]:2376
[Entrée]
root@manager:~#
```

Vérifiez que le processus tourne :

```
root@manager:~# ps aux | grep docker
```

```
root      1868  0.2  4.0 421876 82236 pts/0    Sl   12:01   0:00 dockerd --tlsverify --tlscacert=ca.pem --
tlscert=server-cert.pem --tlskey=server-key.pem -H=0.0.0.0:2376
root      1995  0.0  0.0  12780   964 pts/0    S+   12:02   0:00 grep docker
```

Installez le paquet **net-tools** qui contient le binaire **netstat** :

```
root@manager:~# apt install -y net-tools
```

Vérifiez que le port **2376** est à l'écoute :

```
root@manager:~# netstat -anp | grep 2376
tcp6       0      0 :::2376                 :::*                    LISTEN      1868/dockerd
```

9.5 - Configuration du Client

Transférez ensuite le certificat du CA ainsi que le certificat et la clef privée du client vers la VM **10.0.2.45** :

```
root@manager:~# scp ca.pem key.pem cert.pem trainee@10.0.2.45:/home/trainee/
The authenticity of host '10.0.2.45 (10.0.2.45)' can't be established.
ECDSA key fingerprint is SHA256:sEfHBv9azmK60cjqF/aJgUc9jg56slNaZQdAUcvBOvE.
Are you sure you want to continue connecting (yes/no)? yes
Warning: Permanently added '10.0.2.45' (ECDSA) to the list of known hosts.
trainee@10.0.2.45's password: trainee
ca.pem
100% 2163   917.8KB/s   00:00
key.pem
100% 3243     3.0MB/s   00:00
cert.pem
100% 1907   921.7KB/s   00:00
```

Connectez-vous à la VM **10.0.2.45** et faites les modifications suivantes :

```
[root@centos8 ~]# hostnamectl set-hostname myregistry.i2tch.loc

[root@centos8 ~]# hostname
myregistry.i2tch.loc

[root@centos8 ~]# vi /etc/hosts

[root@centos8 ~]# cat /etc/hosts
10.0.2.46       manager.i2tch.loc       manager
10.0.2.45       myregistry.i2tch.loc    myregistry
127.0.0.1   localhost localhost.localdomain localhost4 localhost4.localdomain4
::1         localhost localhost.localdomain localhost6 localhost6.localdomain6

[root@centos8 ~]# systemctl stop firewalld

[root@centos8 ~]# systemctl disable firewalld
Removed /etc/systemd/system/multi-user.target.wants/firewalld.service.
Removed /etc/systemd/system/dbus-org.fedoraproject.FirewallD1.service.

[root@centos8 ~]# getenforce
Enforcing

[root@centos8 ~]# setenforce permissive

[root@centos8 ~]# reboot
```

Lancez la commande **docker version** sur la VM **10.0.2.45** :

```
trainee@myregistry:~$ docker --tlsverify --tlscacert=ca.pem --tlscert=cert.pem --tlskey=key.pem -
H=manager.i2tch.loc:2376 version
Client: Docker Engine - Community
 Version:           19.03.4
 API version:       1.40
 Go version:        go1.12.10
```

```
 Git commit:        9013bf583a
 Built:             Fri Oct 18 15:52:34 2019
 OS/Arch:           linux/amd64
 Experimental:      false

Server: Docker Engine - Community
 Engine:
  Version:          19.03.4
  API version:      1.40 (minimum version 1.12)
  Go version:       go1.12.10
  Git commit:       9013bf583a
  Built:            Fri Oct 18 15:51:05 2019
  OS/Arch:          linux/amd64
  Experimental:     false
 containerd:
  Version:          1.2.10
  GitCommit:        b34a5c8af56e510852c35414db4c1f4fa6172339
 runc:
  Version:          1.0.0-rc8+dev
  GitCommit:        3e425f80a8c931f88e6d94a8c831b9d5aa481657
 docker-init:
  Version:          0.18.0
  GitCommit:        fec3683
```

Afin de faciliter l'utilisation des commandes sur le serveur à partir de myregistry, créez le répertoire **~/.docker** :

```
trainee@myregistry:~$ mkdir -pv ~/.docker
mkdir: création du répertoire '/home/trainee/.docker'
```

Copiez ensuite les fichiers *.pem dans le répertoire **~/.docker** :

```
trainee@myregistry:~$ cp -v {ca,cert,key}.pem ~/.docker
'ca.pem' -> '/home/trainee/.docker/ca.pem'
'cert.pem' -> '/home/trainee/.docker/cert.pem'
```

```
'key.pem' -> '/home/trainee/.docker/key.pem'
```

Créez les deux variables **DOCKER_HOST** et **DOCKER_TLS_VERIFY** :

```
trainee@myregistry:~$ export DOCKER_HOST=tcp://manager.i2tch.loc:2376 DOCKER_TLS_VERIFY=1
```

Maintenant la connexion est sécurisée par défaut :

```
trainee@myregistry:~$ docker image ls
REPOSITORY          TAG                 IMAGE ID            CREATED             SIZE
i2tch/docker        nottrusted          686e85ee76b8        19 hours ago        5.03MB
i2tch/otherimage    latest              686e85ee76b8        19 hours ago        5.03MB
ubuntu              latest              775349758637        10 days ago         64.2MB
nginx               latest              540a289bab6c        2 weeks ago         126MB
alpine              latest              965ea09ff2eb        2 weeks ago         5.55MB
i2tch/docker        alpine              965ea09ff2eb        2 weeks ago         5.55MB
mysql               latest              c8ee894bd2bd        3 weeks ago         456MB
centos              latest              0f3e07c0138f        5 weeks ago         220MB
docker/trusttest    latest              cc7629d1331a        4 years ago         5.03MB
```
