

Présenté par : Justin Mebodo Awono

Laboratoire – Configuration d'un RAID logiciel sous Linux

Objectifs

- Comprendre le fonctionnement d'un RAID 5.
- Configurer un RAID 5 à l'aide du logiciel MDADM.
- Tester la tolérance aux pannes d'un RAID 5.
- Ajouter un disque de rechange à un volume RAID 5.

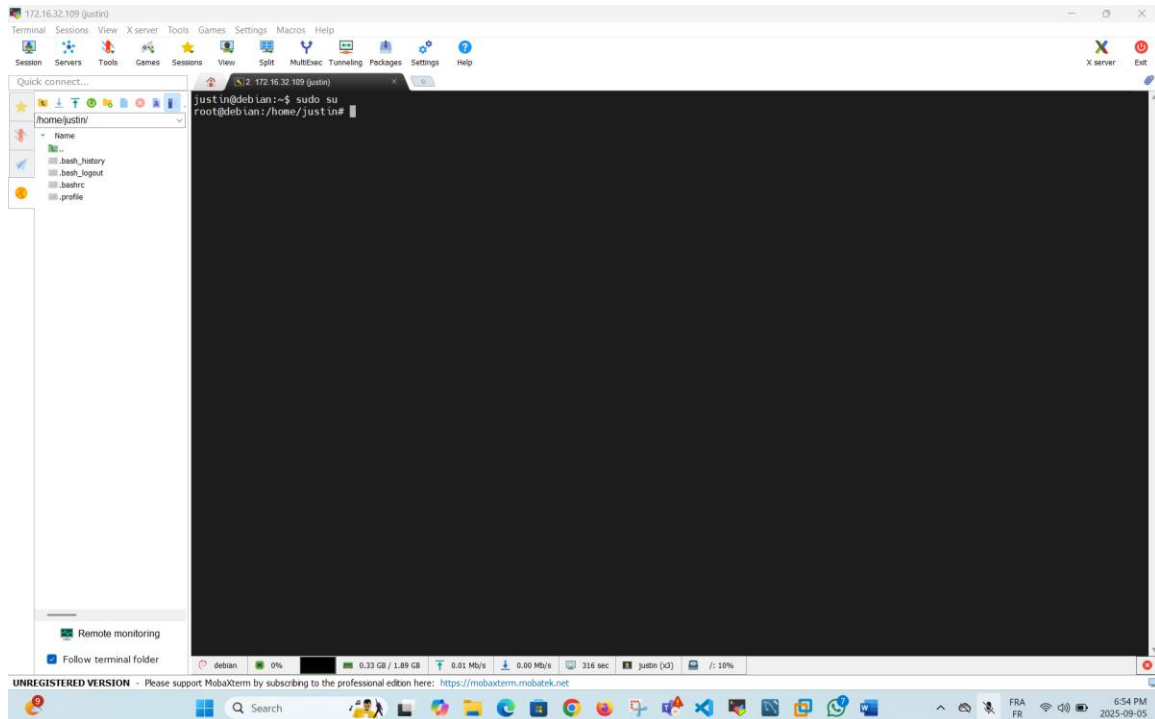
Commandes utiles

- | | |
|---------|---------|
| • mdadm | • cat |
| • dmesg | • tail |
| • fdisk | • mount |

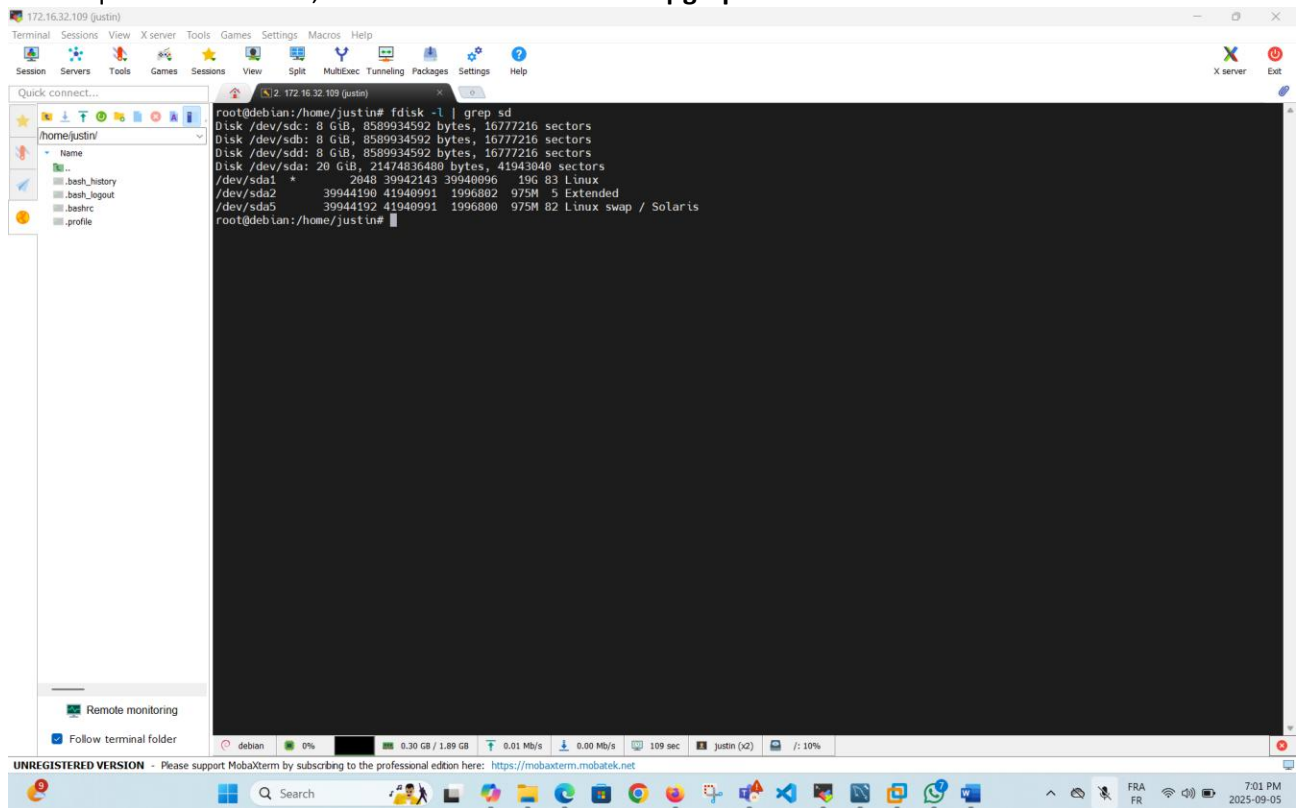
1. Ouvrez VMware Workstation et créez une machine virtuelle de base. Nommez cette machine « Lab2- Debian 10 x64 420-GE1 ».
2. Éditez la configuration de cette nouvelle machine virtuelle. Ajoutez **trois disques de 8 Go**. Faites OK et démarrez la machine virtuelle.

Note : Nous limitons la taille de nos disques à 8 Go afin de réduire le temps de reconstruction du volume RAID que nous allons créer.

3. Ouvrez une session SSH sur votre machine, puis passez en root à l'aide de la commande **sudo su**.



4. Nous allons maintenant nous assurer que le système a correctement détecté nos trois disques. Pour ce faire, lancez la commande **`fdisk -l | grep sd`**

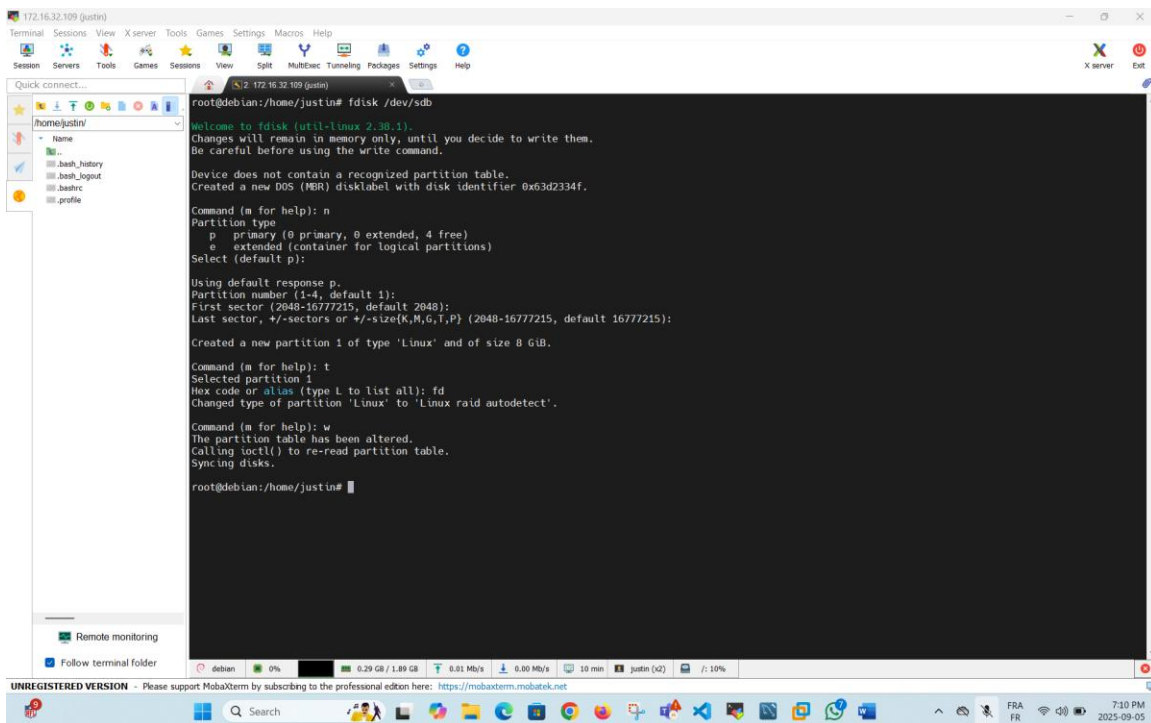


Question 1

Quelle est l'utilité de la partie rouge de commande **fdisk -l | grep sd**? (La barre verticale représente l'opérateur « pipe ».)

Le pipe permet de rediriger la sortie de la commande « **fdisk -l** » vers une autre commande qui est « **grep sd** ». La commande « **grep sd** » permet de filtrer afin de fournir uniquement les lignes qui contiennent « **sd** » pour désigner les disques rajouté (sdc, sdb, sdd).

5. Nos trois disques ont été détectés par le système. Nous pouvons maintenant procéder au partitionnement de ces derniers. Lancez d'abord la commande **fdisk /dev/sdb**. Créez une nouvelle partition primaire occupant tout l'espace du disque. Le type de cette partition doit être « **Linux RAID Autodetect** ».



```
root@debian:/home/justin# fdisk /dev/sdb
Welcome to fdisk (util-linux 2.38.1).
Changes will remain in memory only, until you decide to write them.
Be careful before using the write command.

Device does not contain a recognized partition table.
Created a new DOS (MBR) disklabel with disk identifier 0x63d2334f.

Command (m for help): n
Partition type
  p   primary (0 primary, 0 extended, 4 free)
  e   extended (container for logical partitions)
Select (default p):
Using default response p.
Partition number (1-4, default 1):
First sector (2048-16777215, default 2048):
Last sector, +/-sectors or +/-size(K,M,G,T,P) (2048-16777215, default 16777215):

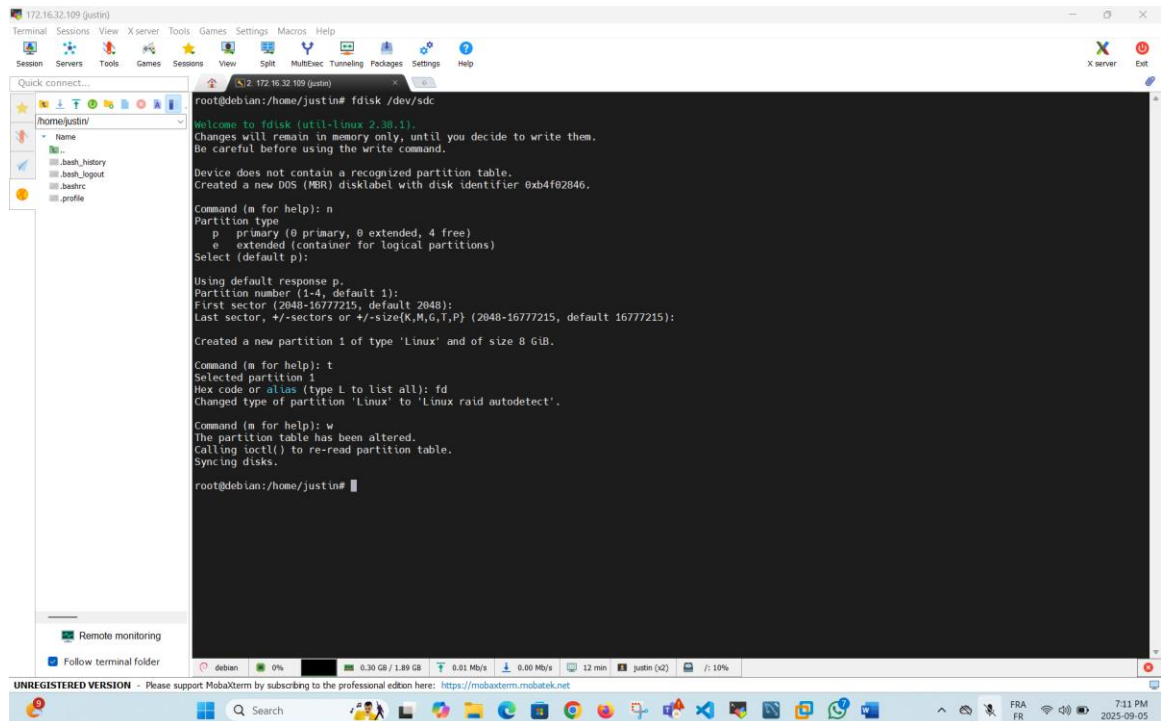
Created a new partition 1 of type 'Linux' and of size 8 GiB.

Command (m for help): t
Selected partition 1
Hex code or alias (type L to list all): fd
Changed type of partition 'Linux' to 'Linux raid autodetect'.

Command (m for help): w
The partition table has been altered.
Calling ioctl() to re-read partition table.
Syncing disks.

root@debian:/home/justin#
```

Répétez cette opération pour les disques **/dev/sdc** et **/dev/sdd**.



The screenshot shows a MobaXterm window with a terminal session on a Debian system. The user is running the `fdisk /dev/sdc` command. The terminal output shows the fdisk utility's welcome message, confirmation that the device does not contain a recognized partition table, and the creation of a new DOS (MBR) disklabel with identifier 0xb4f02846. The user is prompted to select a partition type (p for primary, e for extended) and chooses 'p'. They are then prompted to select a partition number (1-4) and choose '1'. The first sector is 2048 and the last sector is 16777215. A new partition 1 of type 'Linux' and size 8 GiB is created. The user is prompted to select a partition type (t) and chooses '1'. The hex code or alias (type t to list all) is 'fd', and the type of partition 'Linux' is changed to 'Linux raid autodetect'. The user is prompted to select a partition type (w) and chooses 'w'. The partition table has been altered, and the user is prompted to call `ioctl()` to re-read the partition table. The disks are synced, and the user is prompted to enter a command (m for help).

```
root@debian:/home/justin# fdisk /dev/sdc

Welcome to fdisk (util-linux 2.38.1).
Changes will remain in memory only, until you decide to write them.
Be careful before using the write command.

Device does not contain a recognized partition table.
Created a new DOS (MBR) disklabel with disk identifier 0xb4f02846.

Command (m for help): n
Partition type
   p   primary (0 primary, 0 extended, 4 free)
   e   extended (container for logical partitions)
Select (default p):

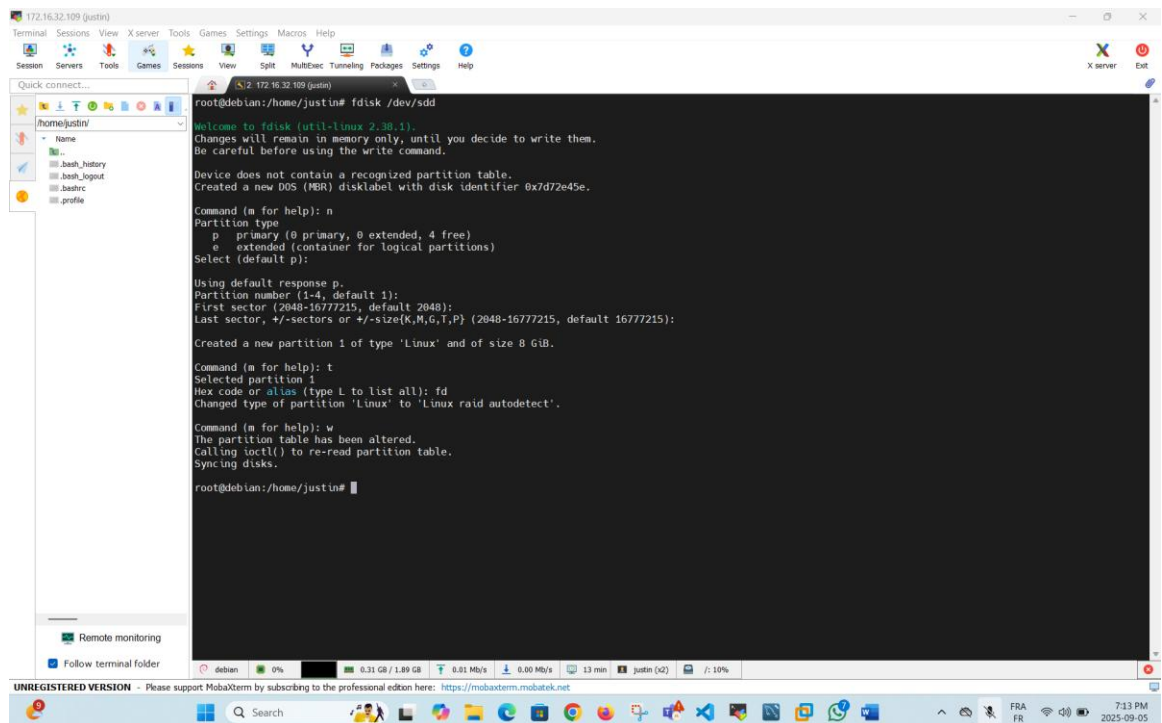
Using default response p.
Partition number (1-4, default 1):
First sector (2048-16777215, default 2048):
Last sector, +/-sectors or +/-size{K,M,G,T,P} (2048-16777215, default 16777215):

Created a new partition 1 of type 'Linux' and of size 8 GiB.

Command (m for help): t
Selected partition 1
Hex code or alias (type t to list all): fd
Changed type of partition 'Linux' to 'Linux raid autodetect'.

Command (m for help): w
The partition table has been altered.
Calling ioctl() to re-read partition table.
Syncing disks.

root@debian:/home/justin#
```



The screenshot shows a MobaXterm window with a terminal session on a Debian system. The user is running the `fdisk /dev/sdd` command. The terminal output shows the fdisk utility's welcome message, confirmation that the device does not contain a recognized partition table, and the creation of a new DOS (MBR) disklabel with identifier 0x7d72e45e. The user is prompted to select a partition type (p for primary, e for extended) and chooses 'p'. They are then prompted to select a partition number (1-4) and choose '1'. The first sector is 2048 and the last sector is 16777215. A new partition 1 of type 'Linux' and size 8 GiB is created. The user is prompted to select a partition type (t) and chooses '1'. The hex code or alias (type t to list all) is 'fd', and the type of partition 'Linux' is changed to 'Linux raid autodetect'. The user is prompted to select a partition type (w) and chooses 'w'. The partition table has been altered, and the user is prompted to call `ioctl()` to re-read the partition table. The disks are synced, and the user is prompted to enter a command (m for help).

```
root@debian:/home/justin# fdisk /dev/sdd

Welcome to fdisk (util-linux 2.38.1).
Changes will remain in memory only, until you decide to write them.
Be careful before using the write command.

Device does not contain a recognized partition table.
Created a new DOS (MBR) disklabel with disk identifier 0x7d72e45e.

Command (m for help): n
Partition type
   p   primary (0 primary, 0 extended, 4 free)
   e   extended (container for logical partitions)
Select (default p):

Using default response p.
Partition number (1-4, default 1):
First sector (2048-16777215, default 2048):
Last sector, +/-sectors or +/-size{K,M,G,T,P} (2048-16777215, default 16777215):

Created a new partition 1 of type 'Linux' and of size 8 GiB.

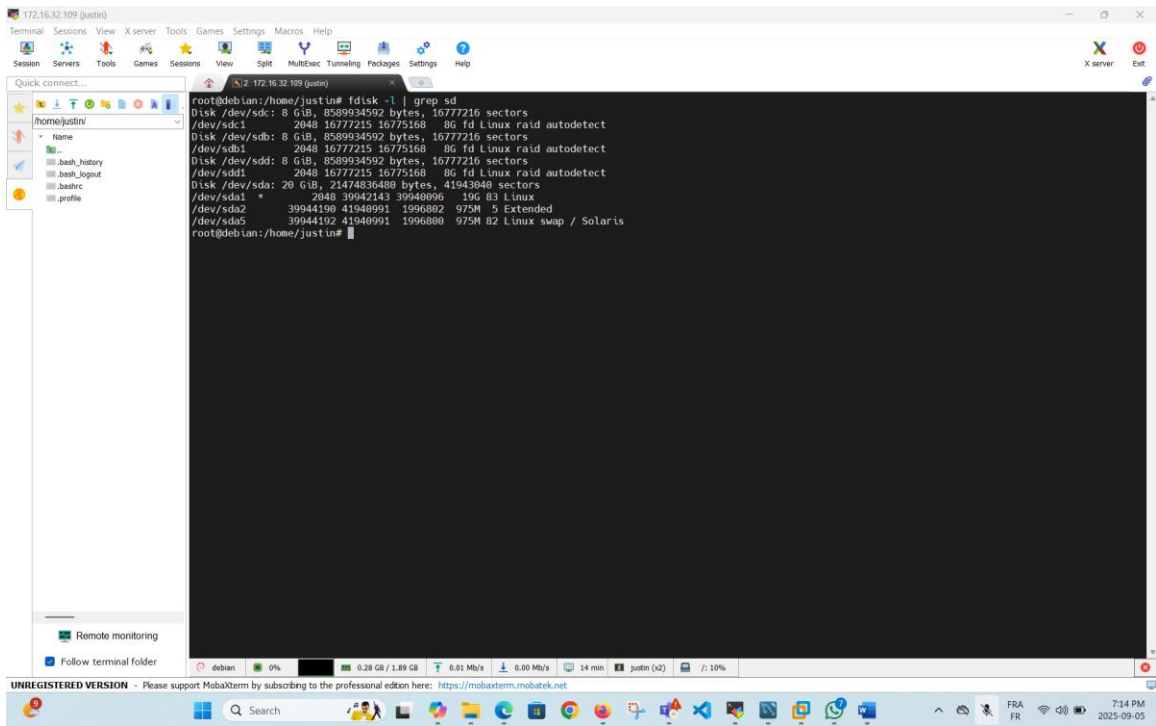
Command (m for help): t
Selected partition 1
Hex code or alias (type t to list all): fd
Changed type of partition 'Linux' to 'Linux raid autodetect'.

Command (m for help): w
The partition table has been altered.
Calling ioctl() to re-read partition table.
Syncing disks.

root@debian:/home/justin#
```

6. Lancez à nouveau la commande : **fdisk -l | grep sd**.

Nous pouvons constater que nos disques sont correctement partitionnés.



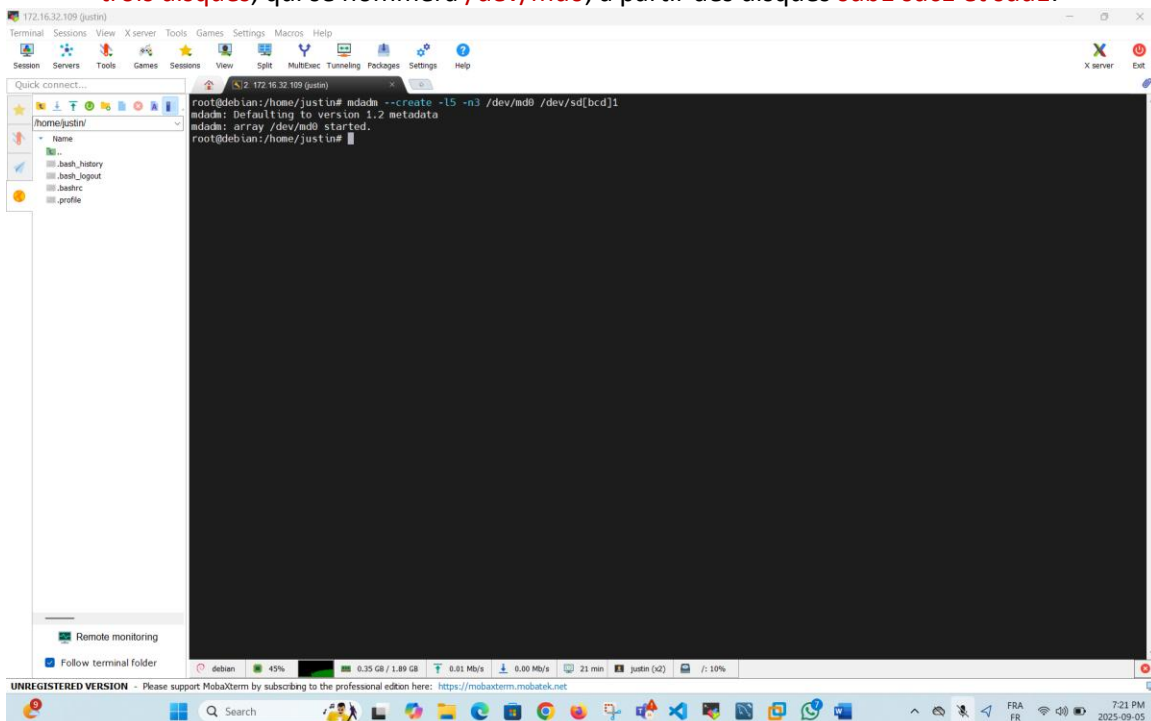
7. Nous allons maintenant installer le contrôleur RAID logiciel MDADM.

Lancez la commande : **apt-get update && apt-get install mdadm.**

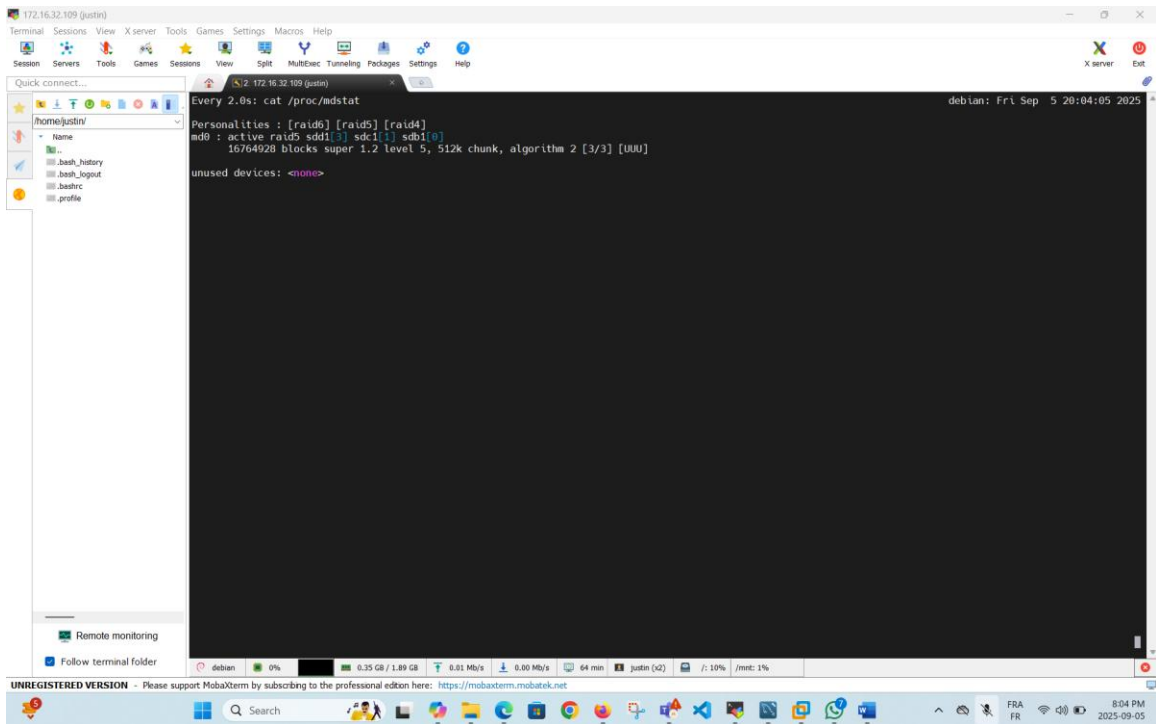
8. L'installation est terminée et nous pouvons maintenant créer notre premier volume RAID 5. Pour ce faire, lancez la commande :

mdadm --create -l5 -n3 /dev/md0 /dev/sd[bcd]1

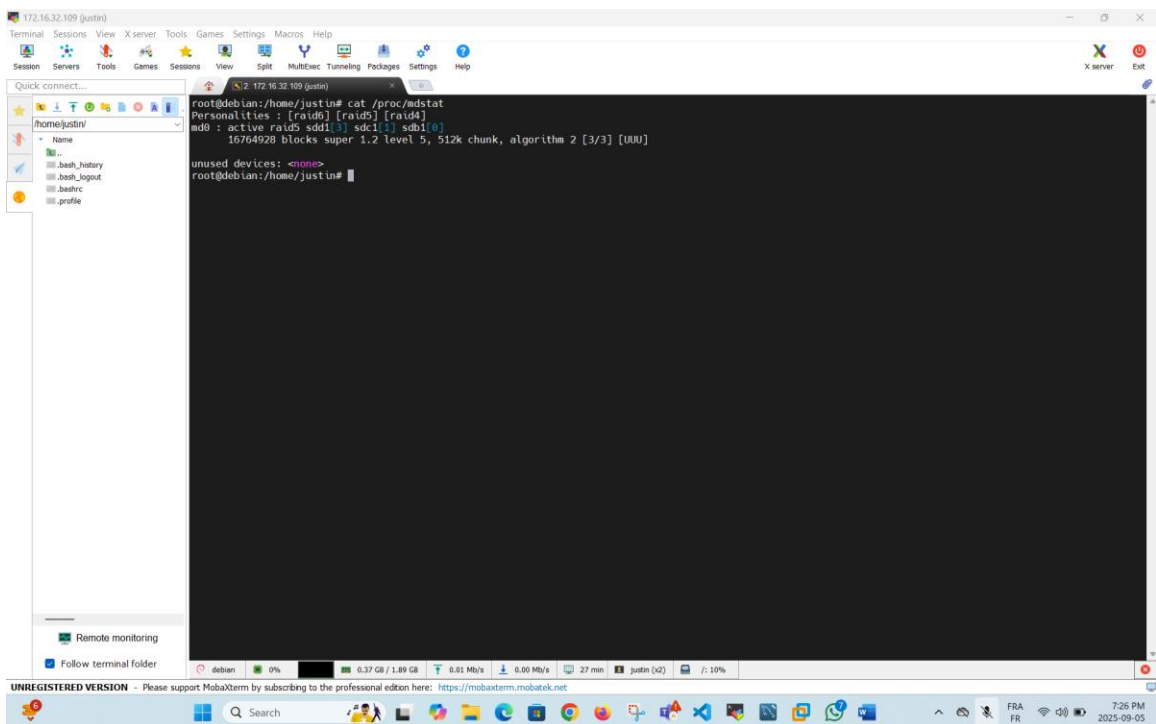
Cette commande signifie que nous allons créer un volume RAID de **niveau 5**, constitué de **trois disques**, qui se nommera **/dev/md0**, à partir des disques **sdb1 sdc1 et sdd1**.



9. Nous pouvons maintenant constater que le volume RAID /dev/md0 est en train de se construire à l'aide de la commande : **cat /proc/mdstat.**



Une fois cela terminé, cette commande nous retourne :



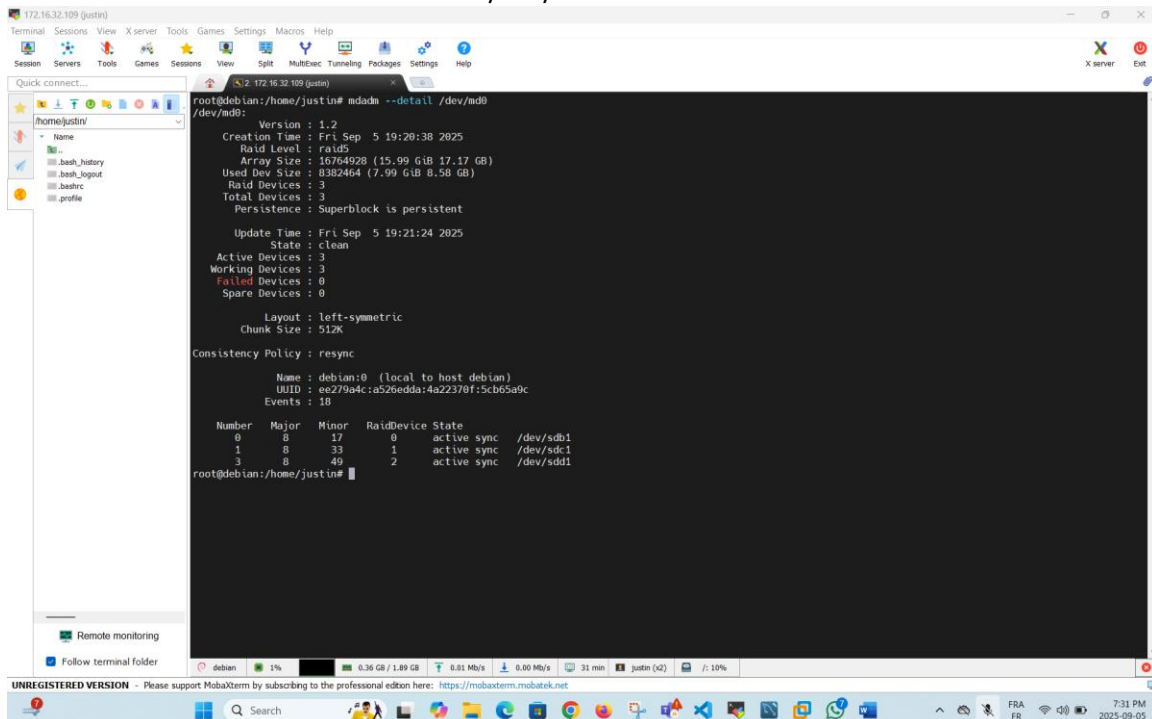
Astuce : pour voir de façon continue l'évolution de la reconstruction, utilisez la commande : **watch cat /proc/mdstat**.

Question 2

Quelle est l'utilité de la commande cat?

Elle permet d'afficher ou imprimer le contenu d'un fichier sur le terminal.

10. Lancez la commande **mdadm --detail /dev/md0** pour obtenir des informations plus détaillées sur notre volume raid /dev/md0.



```
root@debian:/home/justin# mdadm --detail /dev/md0
/dev/md0:
  Version : 1.2
  Creation Time : Fri Sep 5 19:20:38 2025
  Raid Level : raid5
  Array Size : 16764928 (15.99 GiB 17.17 GB)
  Used Dev Size : 8382464 (7.99 GiB 8.58 GB)
  Raid Devices : 3
  Total Devices : 3
  Persistence : Superblock is persistent

  Update Time : Fri Sep 5 19:21:24 2025
  State : clean
  Active Devices : 3
  Working Devices : 3
  Failed Devices : 0
  Spare Devices : 0

  Layout : left-symmetric
  Chunk Size : 512K

  Consistency Policy : resync

  Name : debian:0 (local to host debian)
  UUID : ee2794dc:a526edda:4a22370f:5cb65a9c
  Events : 18

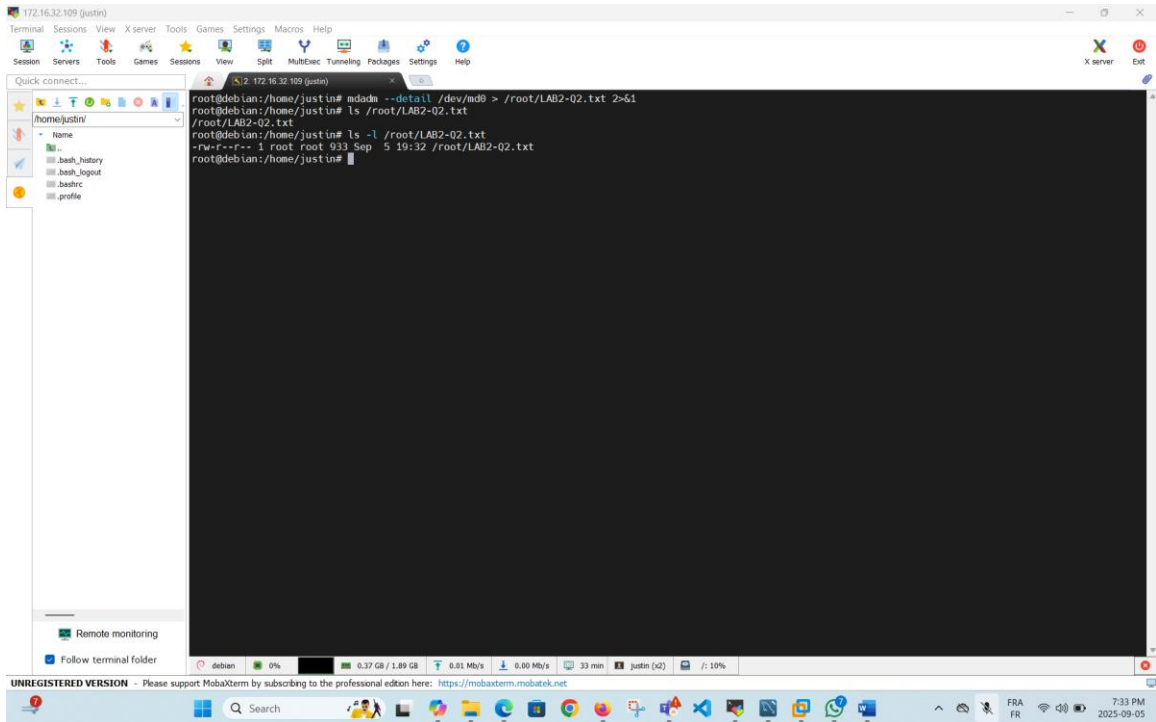
  Number Major Minor RaidDevice State    /dev/sdb1
  0        8    17        0   active sync
  1        8    33        1   active sync /dev/sdc1
  3        8    49        2   active sync /dev/sdd1

root@debian:/home/justin#
```

Lancez maintenant la commande :

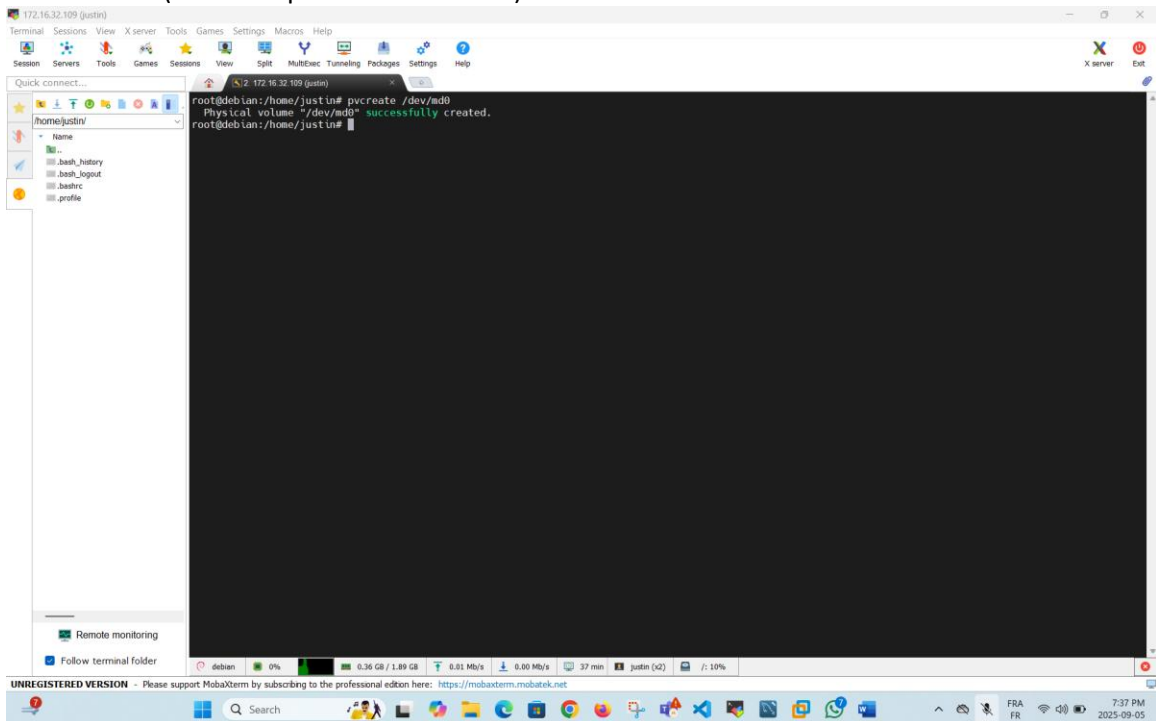
mdadm --detail /dev/md0 > /root/LAB2-Q2.txt 2>&1

Assurez-vous que le fichier **LAB2-Q2.txt** a bien été créé.



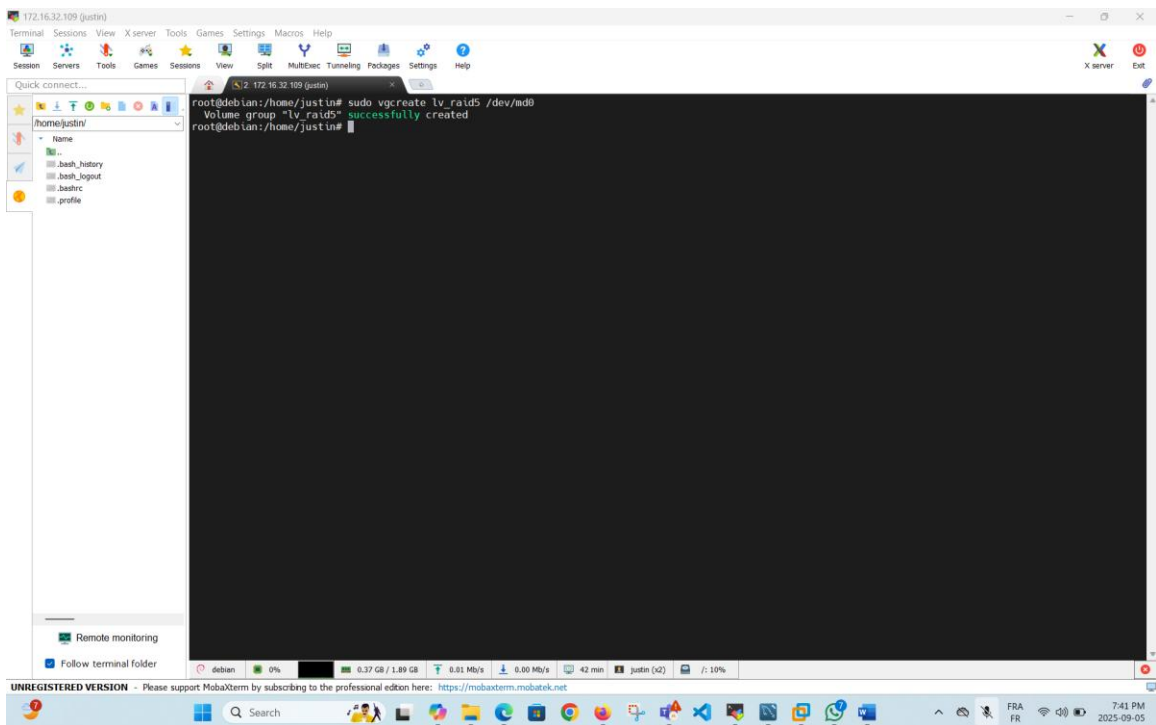
```
root@debian:/home/justin# mdadm --detail /dev/md0 > /root/LAB2-Q2.txt 2>&1
root@debian:/home/justin# ls /root/LAB2-Q2.txt
/root/LAB2-Q2.txt
root@debian:/home/justin# ls -l /root/LAB2-Q2.txt
-rw-r--r-- 1 root root 933 Sep  5 19:32 /root/LAB2-Q2.txt
root@debian:/home/justin#
```

11. Nous pouvons désormais utiliser le volume `/dev/md0` de la même façon qu'un disque physique. Cela nous permet de créer un groupe de volumes LVM qui offre une certaine tolérance aux pannes. Lancez la commande **`pvcreate /dev/md0`** pour ajouter ce disque à LVM (n'oubliez pas d'installer LVM).



```
root@debian:/home/justin# pvcreate /dev/md0
Physical volume "/dev/md0" successfully created.
root@debian:/home/justin#
```

Créez maintenant un groupe de volumes nommé **`lv_raid5`**.

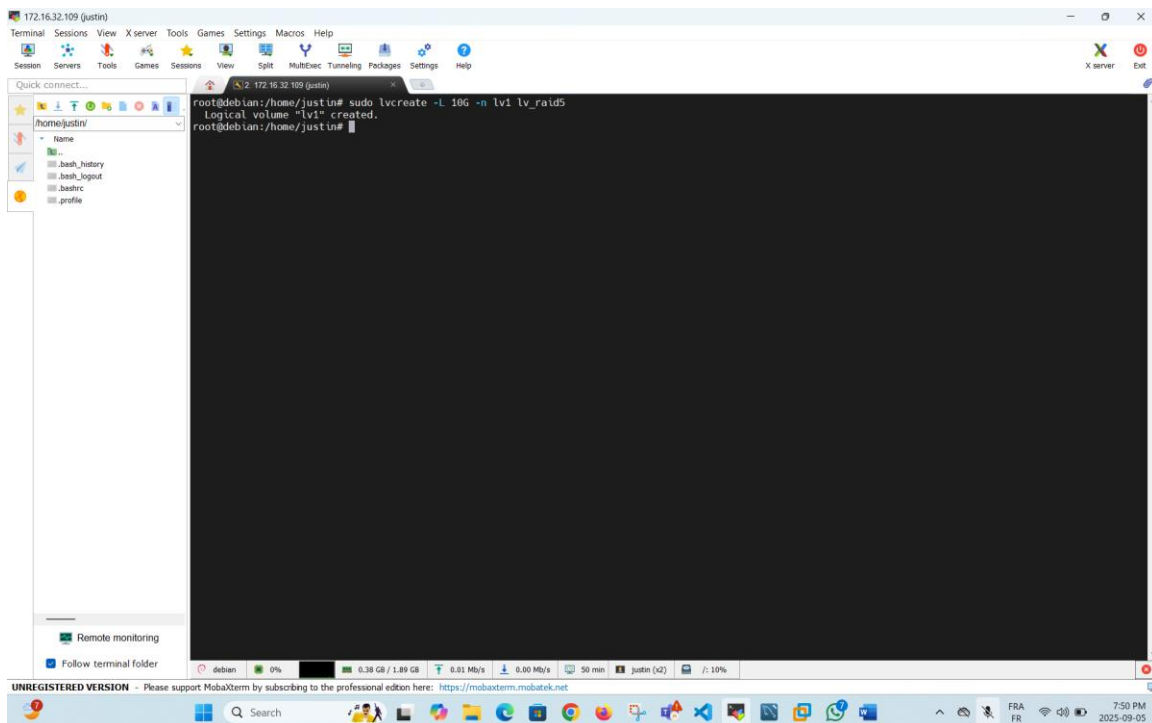


Question 3

Quelle est la taille de ce groupe de volumes? Expliquez pourquoi.

La taille totale du groupe de volume est de 24 GO. Puisque le RAID 5 utilise l'équivalent d'un disque pour la parité, le calcul se fait comme suit : $(\text{nombre de disque} - 1) \times \text{taille d'un disque}$. Cela fait $(3-1) \times 8 = 16$ GO. Les 16 GO représente la capacité utilisable.

Créez un volume logique de 10 Go nommé **lv1**.



Finalement, formatez le volume au format EXT4 et montez-la dans le répertoire /mnt avec les commandes :

```
mkfs.ext4 /dev/lv_raid5/lv1  
mount /dev/lv_raid5/lv1 /mnt  
df -h
```

The screenshot shows a MobaXterm terminal window with the following commands and output:

```
root@debian:/home/justin# mkfs.ext4 /dev/lv_raid5/lv1
mkfs 1.47.0 (5-Feb-2023)
Creating filesystem with 2621440 4k blocks and 655360 inodes
Filesystem UUID: 4cd19f4a-1816-43e0-b4e8-6fb54eae50c1
Superblock backups stored on blocks:
    32768, 98304, 163840, 229376, 294912, 819200, 884736, 1605632

Allocating group tables: done
Writing inode tables: done
Creating journal (16384 blocks): done
Writing superblocks and filesystem accounting information: done

root@debian:/home/justin# mount /dev/lv_raid5/lv1 /mnt
root@debian:/home/justin# df -h
Filesystem      Size  Used Avail Use% Mounted on
udev            940M     0  940M   0% /dev
tmpfs           194M   68K   193M   1% /run
/dev/sda1       19G   1.8G   16G   10% /
tmpfs           967M     0  967M   0% /dev/shm
tmpfs           5.0M     0   5.0M   0% /run/lock
tmpfs           194M     0   194M   0% /run/user/1000
/dev/mapper/lv_raid5-lv1 9.8G   24K   9.3G   1% /mnt
root@debian:/home/justin#
```

Lancez maintenant la commande :

lvdisplay /dev/lv_raid5/lv1 > /root/LAB2-Q3.txt 2>&1

Assurez-vous que le fichier **LAB2-Q3.txt** a bien été créé.

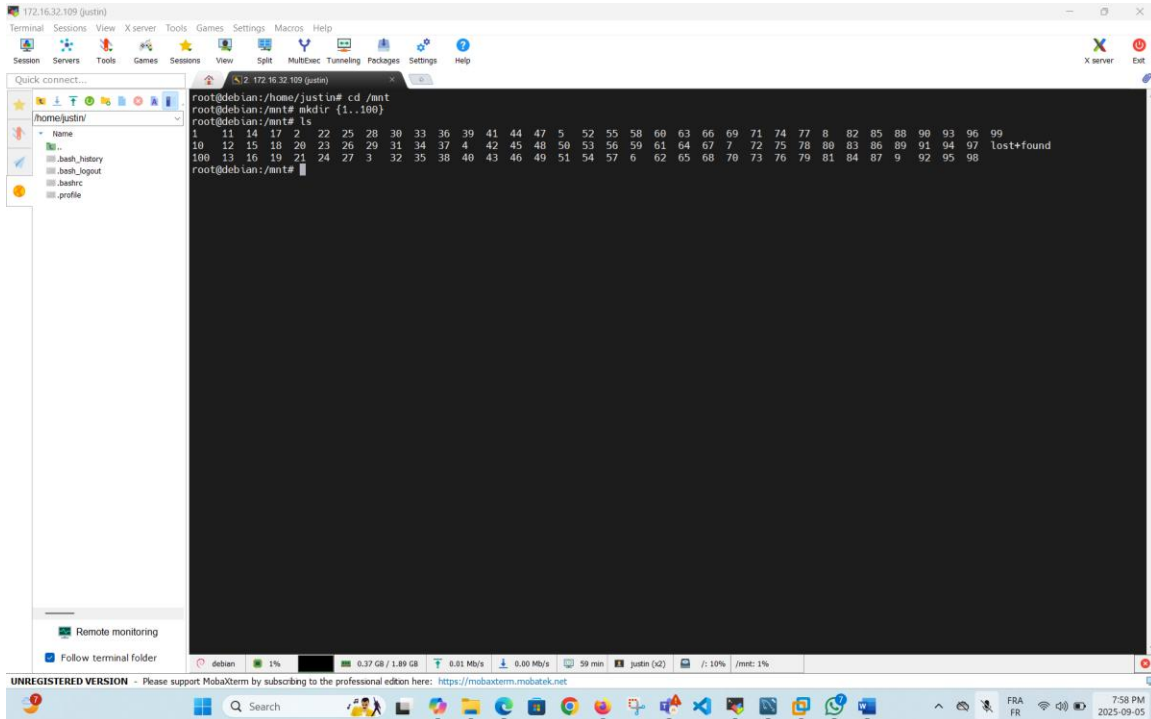
The screenshot shows a MobaXterm terminal window with the following commands and output:

```
root@debian:/home/justin# lvdisplay /dev/lv_raid5/lv1 > /root/LAB2-Q3.txt 2>&1
root@debian:/home/justin# ls -l /root/LAB2-Q3.txt
-rw-r--r-- 1 root root 572 Sep  5 19:55 /root/LAB2-Q3.txt
root@debian:/home/justin#
```

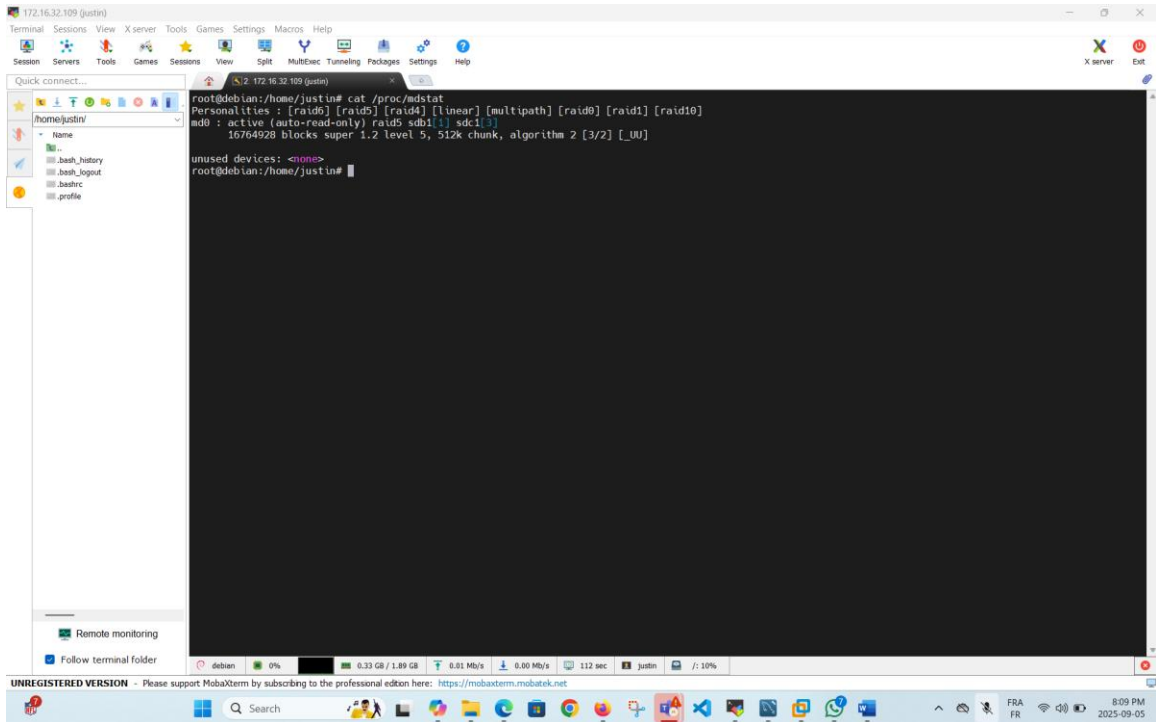
12. Placez-vous dans /mnt et créez 100 répertoires à l'aide des commandes :

```
cd /mnt  
mkdir {1..100}
```

Vérifiez ensuite avec la commande : `ls /mnt`.



13. Nous allons maintenant **tester la tolérance aux pannes** de notre volume RAID 5. Pour ce faire, nous allons supprimer à chaud un disque (parmi les trois de notre volume RAID). Éditez la configuration matérielle de la VM et supprimez un disque dur (pas celui de l'OS). Validez par **OK**.



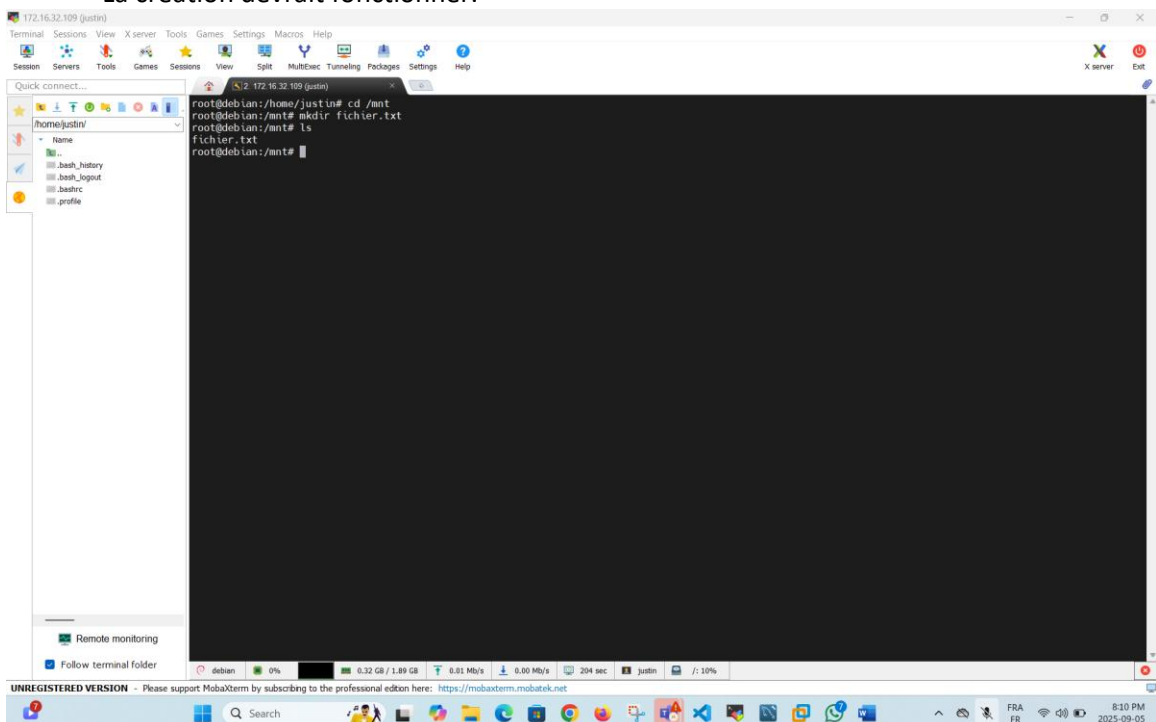
The screenshot shows a MobaXterm terminal window with a sidebar on the left containing a file explorer and session list. The terminal output is as follows:

```
root@debian:/home/justin# cat /proc/mdstat
Personalities : [raid0] [raid5] [raid4] [linear] [multipath] [raid0] [raid1] [raid10]
md0 : active (auto-read-only) raid5 sdb1[1] sdc1[3]
      16764928 blocks super 1.2 level 5, 512k chunk, algorithm 2 [3/2] [_UU]

unused devices: <none>
root@debian:/home/justin#
```

The status bar at the bottom of the terminal window shows system metrics: 0% CPU, 0.33 GB / 1.89 GB memory, 0.81 MB/s network, 0.00 MB/s disk, 112 sec session time, and 10% window zoom.

14. Allez maintenant créer un nouveau répertoire dans **/mnt** à l'aide de la commande **mkdir**. La création devrait fonctionner.



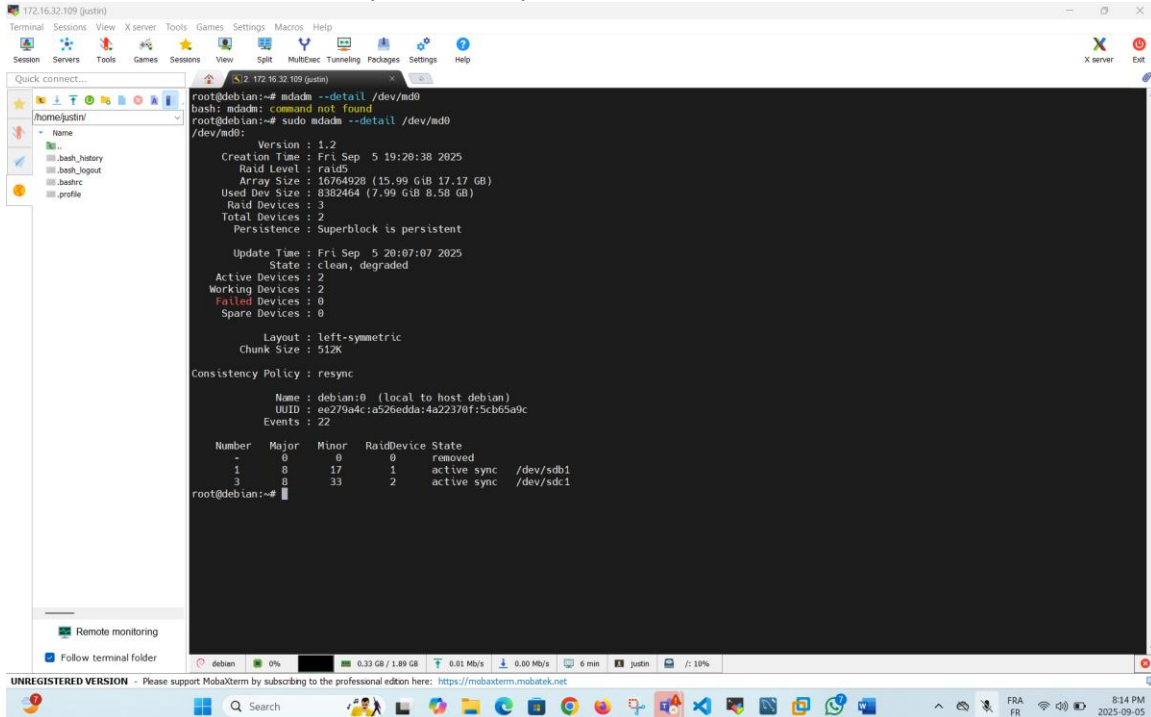
The screenshot shows the same MobaXterm terminal window after executing the following commands:

```
root@debian:/home/justin# cd /mnt
root@debian:/mnt# mkdir fichier.txt
root@debian:/mnt# ls
fichier.txt
root@debian:/mnt#
```

The status bar at the bottom shows updated metrics: 0% CPU, 0.32 GB / 1.89 GB memory, 0.81 MB/s network, 0.00 MB/s disk, 204 sec session time, and 10% window zoom.

Nous pouvons également confirmer la défaillance du disque à l'aide de la commande : **mdadm --detail /dev/md0**.

L'état « *clean, degraded* » signifie que le volume est toujours opérationnel (*clean*), mais qu'il manque un disque (*degraded*). Autrement dit, nous n'avons pas perdu de données, mais nous devons remplacer le disque défaillant.



```
root@debian:~# mdadm --detail /dev/md0
bash: mdadm: command not found
root@debian:~# sudo mdadm --detail /dev/md0
/dev/md0:
  Version : 1.2
  Creation Time : Fri Sep 5 19:20:38 2025
  Raid Level : raid5
  Array Size : 16764928 (15.99 GiB 17.17 GB)
  Used Dev Size : 8382464 (7.99 GiB 8.58 GB)
  Raid Devices : 3
  Total Devices : 2
  Persistence : Superblock is persistent

  Update Time : Fri Sep 5 20:07:07 2025
  State : clean, degraded
  Active Devices : 2
  Working Devices : 2
  Failed Devices : 0
  Spare Devices : 0

  Layout : left-symmetric
  Chunk Size : 512K

Consistency Policy : resync

   Name: debian:0 (local to host debian)
   UUID: ee279a4c:a526edda:4a22370f:5cb65a9c
   Events : 22

Number Major Minor RaidDevice State
-  -  -  -  -
  0   0   0     0     removed
  1   8  17     1     active sync  /dev/sdb1
  3   8  33     2     active sync  /dev/sdc1
root@debian:~#
```

Question 4

Les fichiers du répertoire/mnt sont-ils toujours présents? Pourquoi?

Les fichiers du répertoire /mnt ne sont plus présents. En principe, en RAID 5, les données ne devraient pas être perdues, mais dans ce cas, puisque le RAID présente le mode « dégradé », les données sont certainement incomplètes.

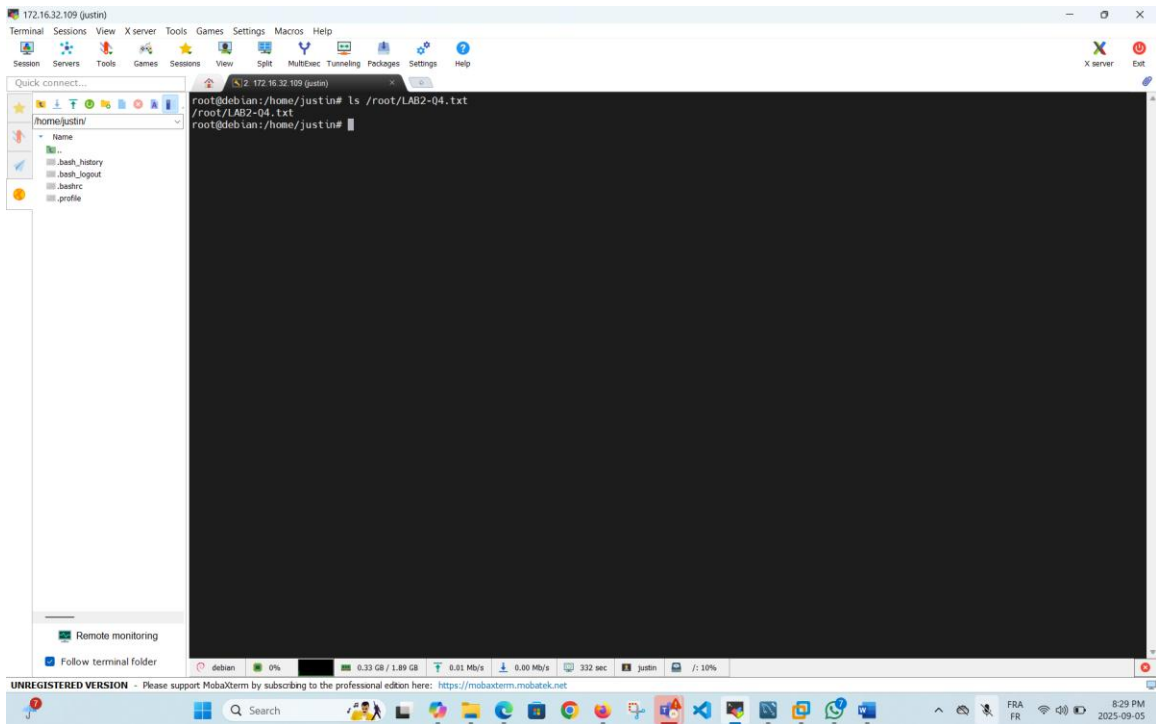
15. Éteignez la machine virtuelle. Nous allons maintenant ajouter un nouveau disque dur à notre machine de manière à reconstruire notre volume RAID.
Une fois cela fait, redémarrez la machine virtuelle.

Partitionnez ce nouveau disque avec le type « Linux RAID *autodetect* ».

Lancez maintenant la commande :

fdisk -l > /root/LAB2-Q4.txt 2>&1

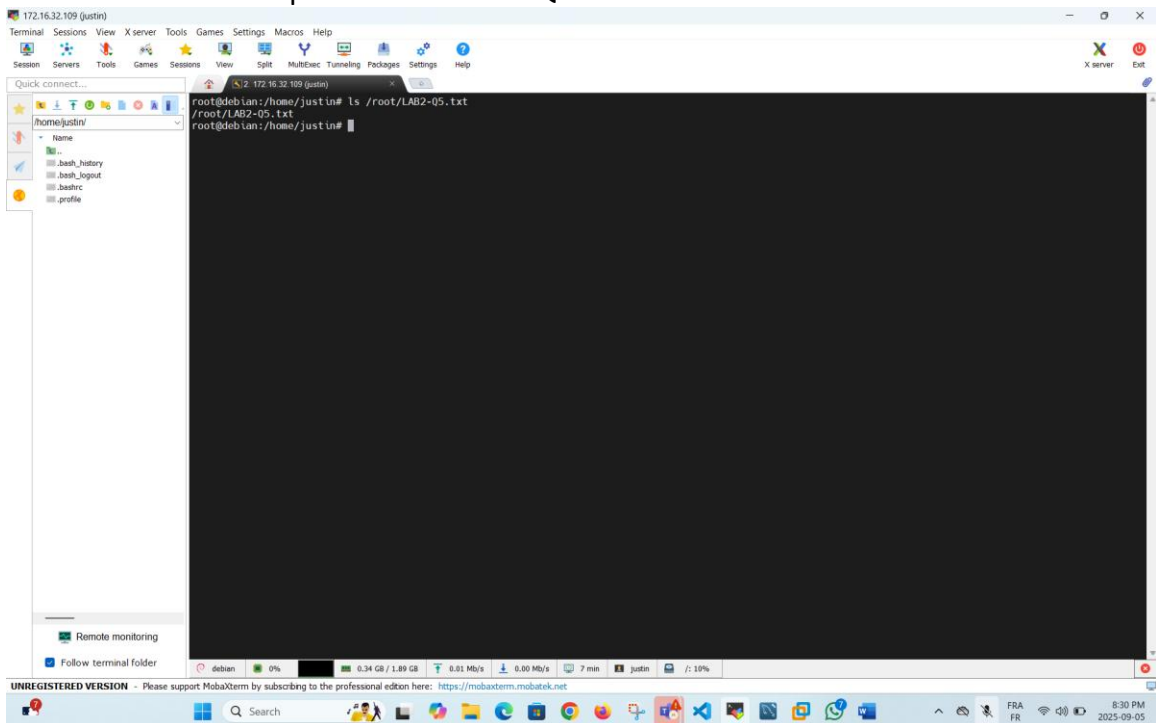
Assurez-vous que le fichier **LAB2-Q4.txt** a bien été créé.



Lancez maintenant la commande :

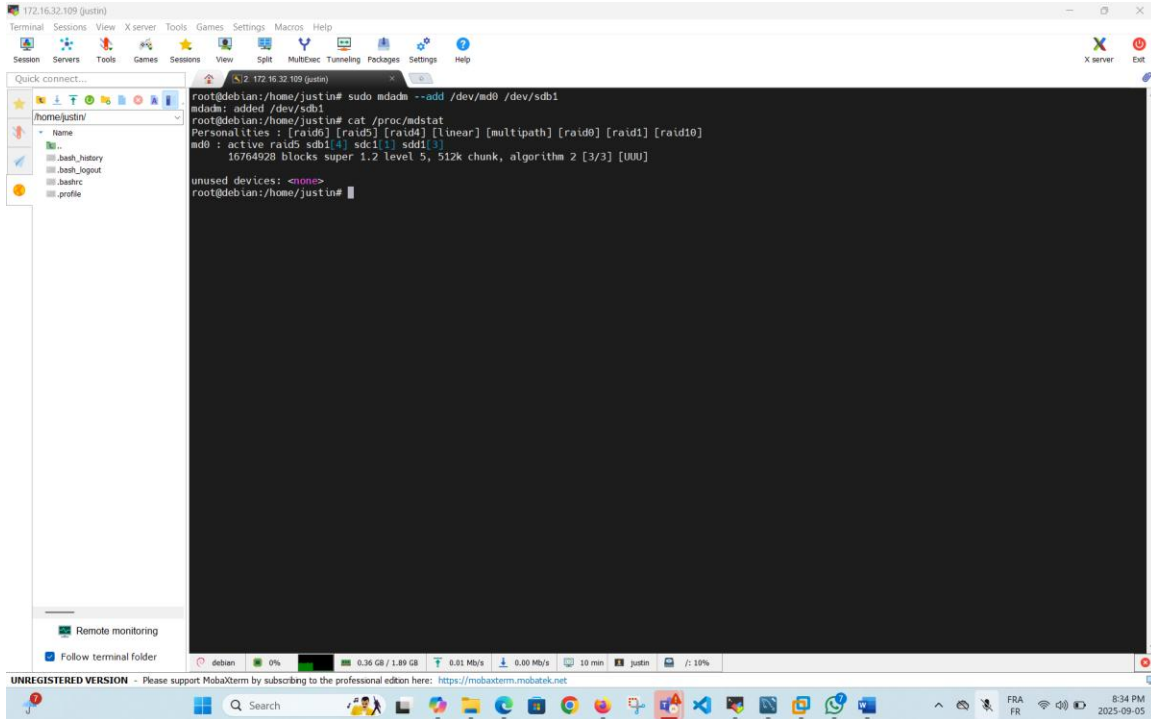
`mdadm --detail /dev/md0 > /root/LAB2-Q5.txt 2>&1`

Assurez-vous que le fichier **LAB2-Q5.txt** a bien été créé.



16. Nous pouvons maintenant ajouter notre disque à notre volume RAID dégradé afin de le reconstruire. Pour ce faire, lancez la commande : **mdadm --add /dev/md0 /dev/sdb1**.

Lancez ensuite la commande **cat /proc/mdstat** pour confirmer que le volume est en reconstruction.



The screenshot shows a MobaXterm terminal window with a dark background. The terminal output is as follows:

```
root@debian:/home/justin# sudo mdadm --add /dev/md0 /dev/sdb1
mdadm: added /dev/sdb1
root@debian:/home/justin# cat /proc/mdstat
Personalities : [raid6] [raid5] [raid4] [linear] [multipath] [raid0] [raid1] [raid10]
md0 : active raid5 sdb1[4] sdc1[1] sdd1[2]
      16764928 blocks super 1.2 level 5, 512k chunk, algorithm 2 [3/3] [UUU]

unused devices: <none>
root@debian:/home/justin#
```

The terminal window has a sidebar on the left with a file explorer showing the contents of the /home/justin directory. The bottom status bar of the terminal shows system information like CPU usage, memory, and network status.

Une fois la reconstruction terminée, nous remarquons que notre volume RAID est revenu à l'état « *clean* ».

```
root@debian:/home/justin# sudo mdadm --detail /dev/md0
/dev/md0:
  Version : 1.2
  Creation Time : Fri Sep 5 19:20:38 2025
  Raid Level : raid5
  Array Size : 16764928 (15.99 GiB 17.17 GB)
  Used Dev Size : 8382464 (7.99 GiB 8.58 GB)
  Raid Devices : 3
  Total Devices : 3
  Persistence : Superblock is persistent

  Update Time : Fri Sep 5 20:33:48 2025
  State : clean
  Active Devices : 3
  Working Devices : 3
  Failed Devices : 0
  Spare Devices : 0

  Layout : left-symmetric
  Chunk Size : 512K

  Consistency Policy : resync

  Name : debian:0 (local to host debian)
  UUID : ee279a4c:a526edda:4a22370f:5cb65a9c
  Events : 42

   Number Major Minor RaidDevice State    /dev/sdb1
    4       8      17        0 active sync
    1       8      33        1 active sync
    3       8      49        2 active sync

root@debian:/home/justin#
```

Lancez maintenant la commande :

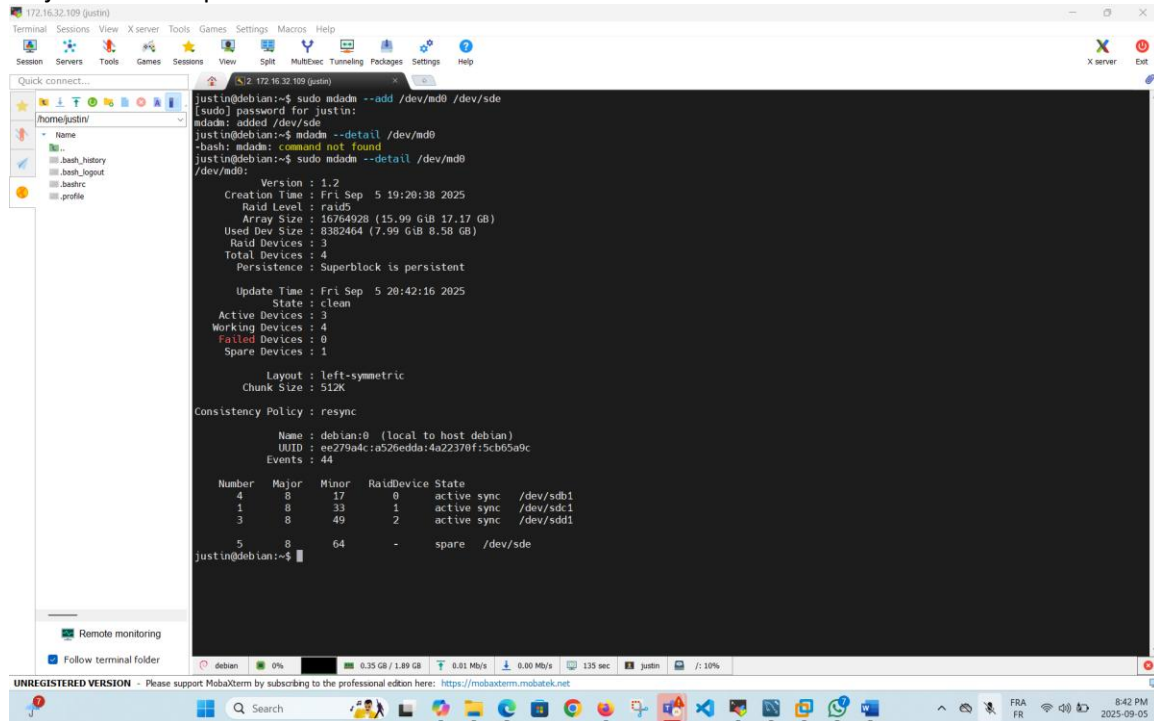
mdadm --detail /dev/md0 > /root/LAB2-Q6.txt 2>&1

Assurez-vous que le fichier **LAB2-Q6.txt** a bien été créé.

```
root@debian:/home/justin# sudo mdadm --detail /dev/md0 > /root/LAB2-Q6.txt 2>&1
root@debian:/home/justin# ls /root/LAB2-Q6.txt
/root/LAB2-Q6.txt
root@debian:/home/justin#
```

Fonctionnalités avancées

Vous devez maintenant ajouter un nouveau disque (un quatrième) à notre volume RAID 5. Ce disque sera utilisé comme « disque de rechange (ou *spare*) » pour reconstruire le volume dès qu'une panne sera détectée. Pour ce faire, vous devez tout simplement répéter la procédure d'ajout d'un disque dans le volume RAID.



```
justin@debian:~$ sudo mdadm --add /dev/md0 /dev/sde
[sudo] password for justin:
mdadm: added /dev/sde
justin@debian:~$ mdadm --detail /dev/md0
-bash: mdadm: command not found
justin@debian:~$ sudo mdadm --detail /dev/md0
/dev/md0:
  Version : 1.2
  Creation Time : Fri Sep 5 19:20:38 2025
  Raid Level : raid5
  Array Size : 16764928 (15.99 GiB 17.17 GB)
  Used Dev Size : 8382464 (7.99 GiB 8.58 GB)
  Raid Devices : 3
  Total Devices : 4
  Persistence : Superblock is persistent

  Update Time : Fri Sep 5 20:42:16 2025
  State : clean
  Active Devices : 3
  Working Devices : 4
  Failed Devices : 0
  Spare Devices : 1

  Layout : left-symmetric
  Chunk Size : 512K

  Consistency Policy : resync

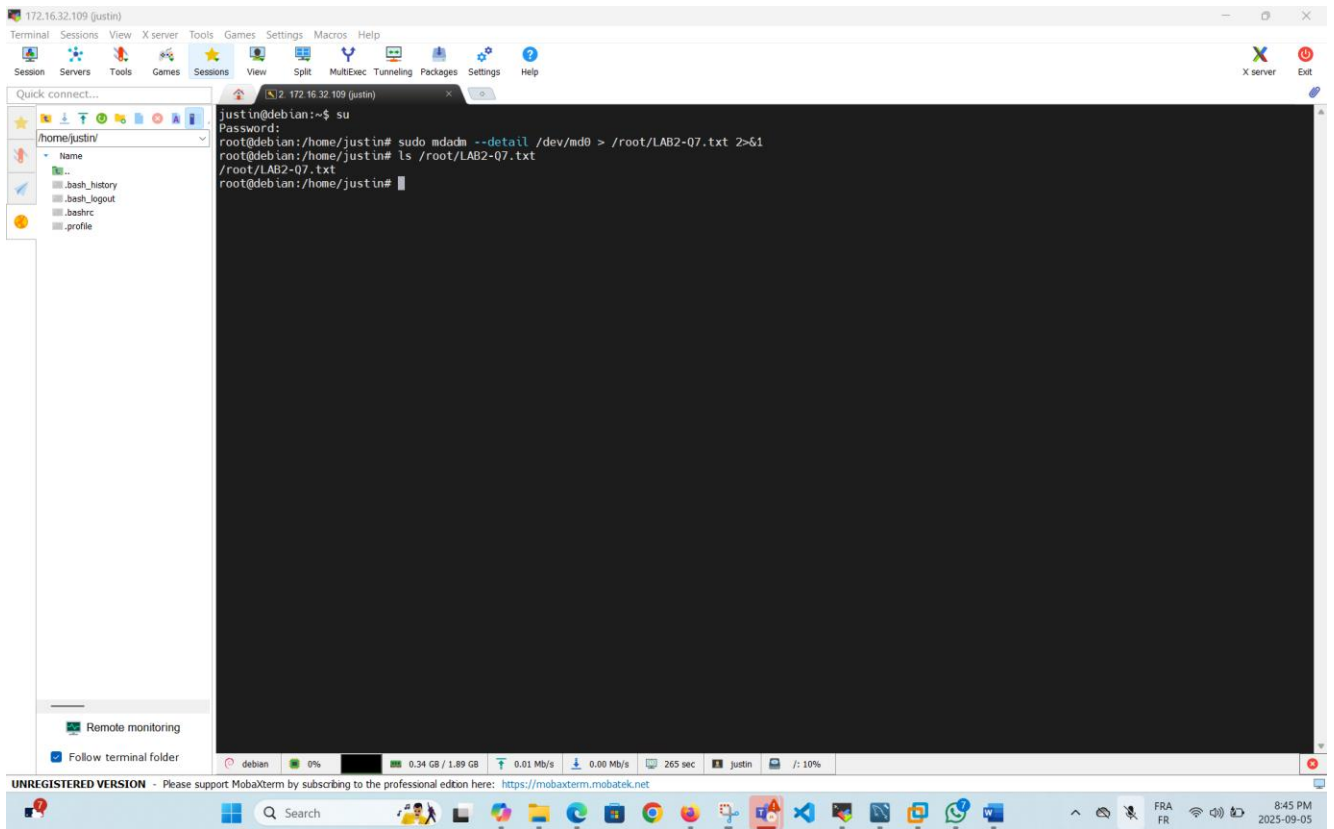
           Name : debian:0 (local to host debian)
           UUID : ea279a4c:a526edda:4a22370f:5cb65a9c
           Events : 44

Number Major Minor RaidDevice State
  4       8      17        0 active sync /dev/sdb1
  1       8      33        1 active sync /dev/sdc1
  3       8      49        2 active sync /dev/sdd1
  5       8      64        - spare   /dev/sde
justin@debian:~$
```

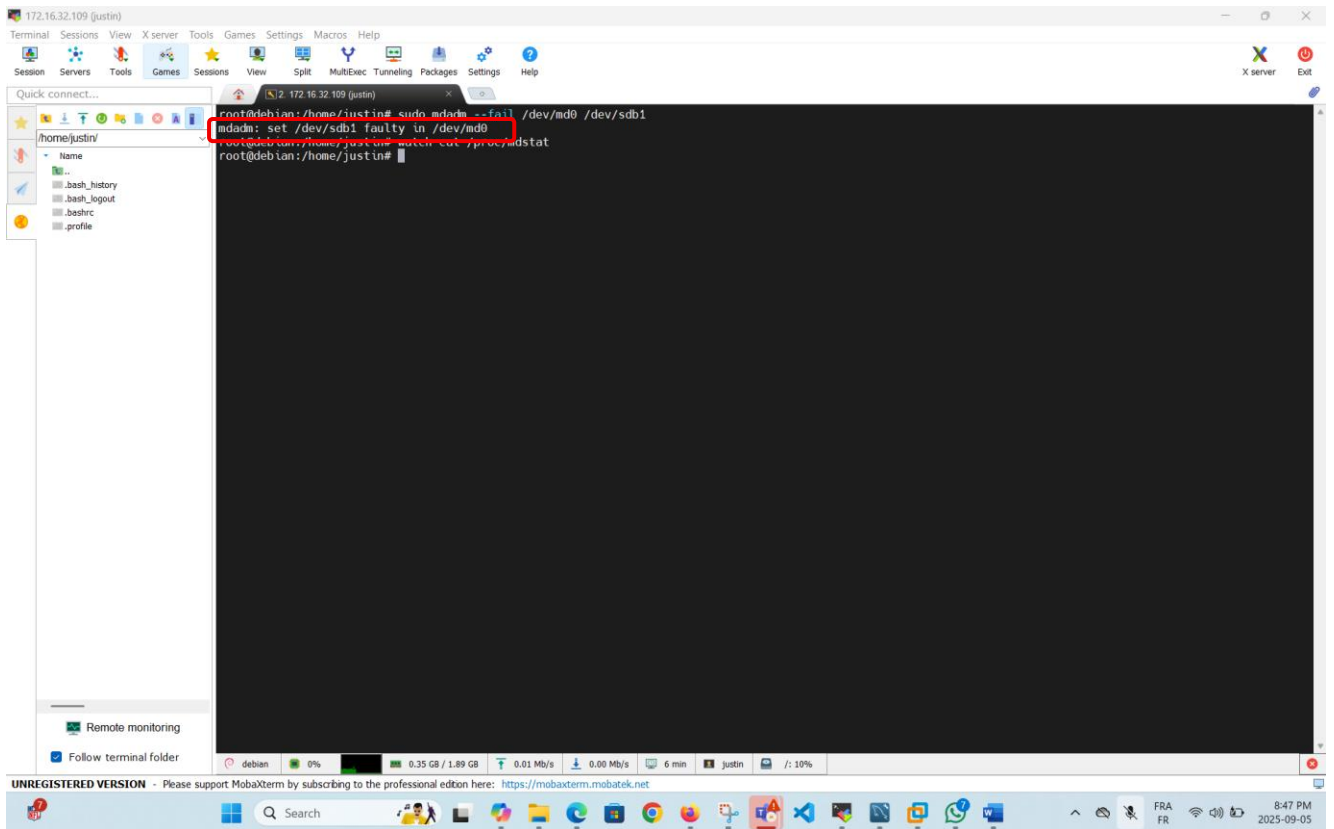
Lancez maintenant la commande :

mdadm --detail /dev/md0 > /root/LAB2-Q7.txt 2>&1

Assurez-vous que le fichier **LAB2-Q7.txt** a bien été créé.



Vous pouvez ensuite tester ce disque de rechange en déclarant une panne à mdadm à l'aide de la commande : **mdadm --fail /dev/md0 /dev/sdb1**.



Observez la reconstruction immédiate avec la commande `cat /proc/mdstat`.

