

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

ⵜⴰⴷⵓⴷⴰ ⵜⴰⵎⴻⵔⴰⵏⵜ ⵜⴰⵖⴻⵔⴰⵏⵜ ⵜⴰⵣⵣⴰⵢⵔⴰ

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

ⵙⵓⵔⵉ ⵜⴰⵎⴻⵔⴰⵏⵜ ⵜⴰⵣⵣⴰⵢⵔⴰ ⵜⴰⵖⴻⵔⴰⵏⵜ

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



ECOLE NATIONALE
SUPÉRIEURE
D'INFORMATIQUE

المدرسة الوطنية العليا للإعلام الآلي

ⵙⵓⵔⵉ ⵜⴰⵎⴻⵔⴰⵏⵜ ⵜⴰⵣⵣⴰⵢⵔⴰ ⵜⴰⵖⴻⵔⴰⵏⵜ

École nationale Supérieure d'Informatique

École Nationale Supérieure d'Informatique

Évaluation des performances d'un réseau informatique.

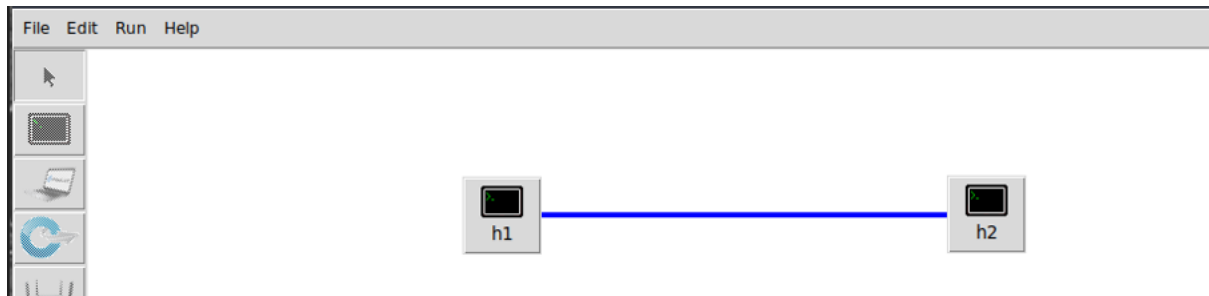
Partie 1: cas d'un réseau filaire

Membres : -SALHI Fatma G08
-TOUAT Malak G08
-ADJAB Reda G08
- DJEBROUNI WafaFerial G07

Equipe : **25**

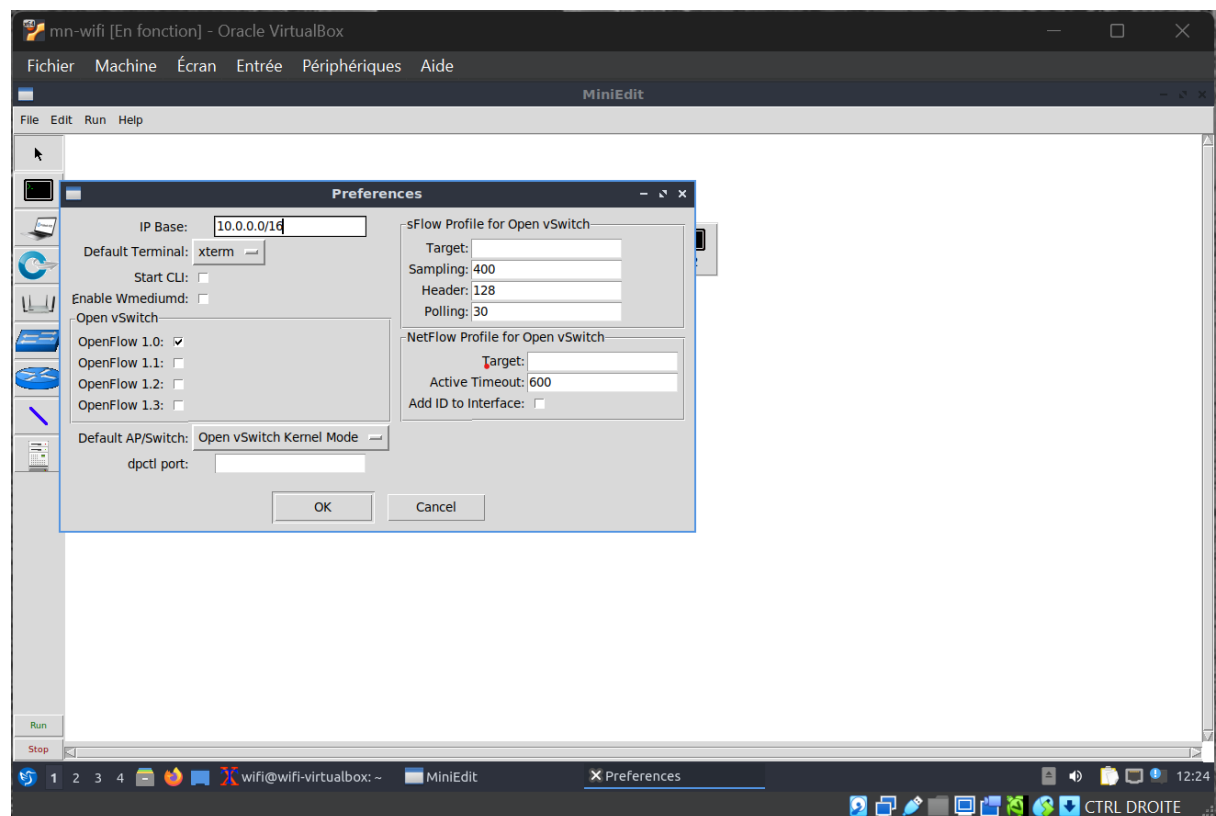
Mise en place de la topologie

0.1 Confirmation de la configuration en utilisant ping



0.1.1 Changement du masque de sous-réseau

Initialement, le masque de sous-réseau était défini à /8, ce qui signifie que les 8 premiers bits de l'adresse IP représentaient la partie réseau, et les 24 bits restants étaient réservés pour les hôtes. Cependant, on doit modifier ce masque de sous-réseau de /8 à /16. Cela signifie que les 16 premiers bits définissent désormais la partie réseau de l'adresse IP, tandis que les 16 bits restants sont utilisés pour les hôtes.



0.1.2 Attribution des Adresses IP aux Hôtes

- h1 : 10.25.0.26

- h2 : 10.25.0.27

0.1.3 Ping

Lorsque la commande ping est lancée, h2 envoie un paquet ICMP Echo Request à l'adresse IP de h1. Ce paquet contient 64 bytes de données par défaut, ainsi qu'un numéro de séquence pour suivre les paquets envoyés (icmp_seq).

h1 reçoit ce paquet ICMP Echo Request et le traite. En réponse, il génère un paquet ICMP Echo Reply, qui contient les mêmes données que celles envoyées par h2.

Ce paquet Echo Reply est renvoyé à l'appareil source (h2). Lorsque h2 reçoit la réponse, il mesure le temps que le paquet a mis pour faire l'aller-retour, appelé Round Trip Time (RTT).

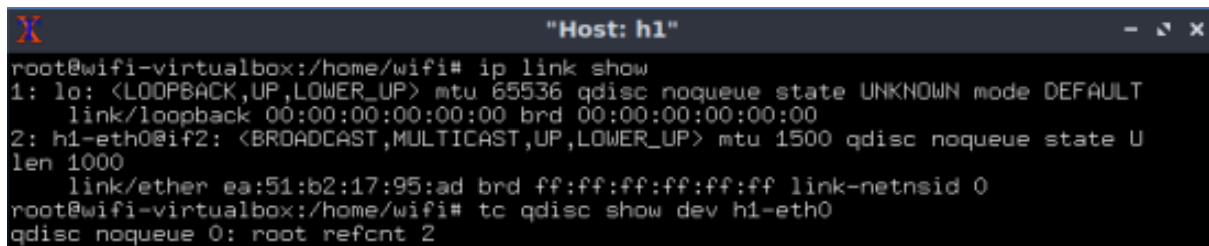
Le terminal affiche ainsi le TTL (Time to Live), qui mesure le nombre de routeurs ou de sauts traversés par le paquet avant d'atteindre sa destination.

- **64 bytes** : La taille du paquet ICMP envoyé et reçu (64 octets par défaut).
- **from 10.25.0.26** : L'adresse IP de la machine qui a répondu à la requête ICMP (ici, h1).
- **icmp_seq=i** : Le numéro de séquence du paquet envoyé, permettant de vérifier l'ordre et la réception des paquets.
- **ttl=64** : Le Time to Live du paquet, qui est initialement défini par l'appareil source est décrémenté de 1 à chaque routeur traversé.
- **time=0.072 ms** : Le temps que le paquet a mis pour faire l'aller-retour, en millisecondes, indiquant la latence ou délai entre les deux appareils.

0.2 Tests

0.2.1 T1.1 : Varier le débit du lien entre H1 et H2 (mettre la même valeur sur les deux machines).

1: 'ip link show' et 'tc qdisc show dev h1-eth0'



```

root@wifi-virtualbox:/home/wifi# ip link show
1: lo: <LOOPBACK,UP,LOWER_UP> mtu 65536 qdisc noqueue state UNKNOWN mode DEFAULT
    link/loopback 00:00:00:00:00:00 brd 00:00:00:00:00:00
2: h1-eth0@if2: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc noqueue state U
    len 1000
    link/ether ea:51:b2:17:95:ad brd ff:ff:ff:ff:ff:ff link-netnsid 0
root@wifi-virtualbox:/home/wifi# tc qdisc show dev h1-eth0
qdisc noqueue 0: root refcnt 2

```

Le résultat de ip link show indiquera si l'interface h1-eth0 est active et prête à envoyer des données, tandis que le résultat de tc qdisc show montrera les règles en place pour le contrôle du trafic, y compris les limites de bande passante et la gestion de la latence.

2: 'tc qdisc add dev h1-eth0 root handle 1:0 tbf rate 2.5gbit burst 32kbit latency 400ms (resp h2-eth0)'

```

Host: h1
root@wifi-virtualbox:/home/wifi# tc qdisc add dev h1-eth0 root handle 1:0 tbf r
ate 2.5gbit burst 32kbit latency 400ms
root@wifi-virtualbox:/home/wifi#

```

```

Host: h2
root@wifi-virtualbox:/home/wifi# tc qdisc add dev h2-eth0 root handle 1:0 tbf r
ate 2.5gbit burst 32kbit latency 400ms
root@wifi-virtualbox:/home/wifi#

```

Les deux interfaces h1-eth0 et h2-eth0 sont configurées pour limiter le débit à 2,5 Gbps.(E1)

3: 'iperf3 -s pour h1 , iperf3 -c ip-h1'

```

Host: h1
Server listening on 5201
Accepted connection from 10.25.0.26 port 5201, connected to 10.25.0.27 port 55340
[ ID] Interval      Transfer    Bitrate
[ 11] 0.00-1.00 sec  47.1 MBytes 395 Mbits/sec
[ 11] 1.00-2.00 sec  53.9 MBytes 452 Mbits/sec
[ 11] 2.00-3.00 sec  57.3 MBytes 481 Mbits/sec
[ 11] 3.00-4.00 sec  59.5 MBytes 499 Mbits/sec
[ 11] 4.00-5.00 sec  59.5 MBytes 499 Mbits/sec
[ 11] 5.00-6.00 sec  61.1 MBytes 512 Mbits/sec
[ 11] 6.00-7.00 sec  63.3 MBytes 531 Mbits/sec
[ 11] 7.00-8.00 sec  59.0 MBytes 495 Mbits/sec
[ 11] 8.00-9.00 sec  62.7 MBytes 526 Mbits/sec
[ 11] 9.00-10.00 sec 63.8 MBytes 536 Mbits/sec
[ 11] 10.00-10.00 sec 192 KBytes  520 Mbits/sec
[ ID] Interval      Transfer    Bitrate
[ 11] 0.00-10.00 sec 587 MBytes 493 Mbits/sec
Server listening on 5201

```

```

Host: h2
root@wifi-virtualbox:/home/wifi# tc qdisc add dev h2-eth0 root handle 1:0 tbf r
ate 2.5gbit burst 32kbit latency 400ms
root@wifi-virtualbox:/home/wifi# iperf3 -c 10.25.0.26
Connecting to host 10.25.0.26, port 5201
[ ID] Interval      Transfer    Bitrate  Retr  Cwnd
[ 11] 0.00-1.00 sec  48.0 MBytes 403 Mbits/sec  0    216 KBytes
[ 11] 1.00-2.00 sec  54.2 MBytes 455 Mbits/sec  0    239 KBytes
[ 11] 2.00-3.00 sec  57.2 MBytes 480 Mbits/sec  0    239 KBytes
[ 11] 3.00-4.00 sec  59.7 MBytes 500 Mbits/sec  0    239 KBytes
[ 11] 4.00-5.00 sec  59.7 MBytes 500 Mbits/sec  0    239 KBytes
[ 11] 5.00-6.00 sec  61.1 MBytes 513 Mbits/sec  0    239 KBytes
[ 11] 6.00-7.00 sec  63.1 MBytes 530 Mbits/sec  0    239 KBytes
[ 11] 7.00-8.00 sec  59.2 MBytes 496 Mbits/sec  0    239 KBytes
[ 11] 8.00-9.00 sec  62.6 MBytes 525 Mbits/sec  0    239 KBytes
[ 11] 9.00-10.00 sec 63.6 MBytes 534 Mbits/sec  0    239 KBytes
[ ID] Interval      Transfer    Bitrate  Retr
[ 11] 0.00-10.00 sec 588 MBytes 494 Mbits/sec  0
[ 11] 0.00-10.00 sec 587 MBytes 493 Mbits/sec  0
iperf Done.
root@wifi-virtualbox:/home/wifi#

```

Pour h1 : iperf3 -s lance iperf3 en mode serveur , elle accepte la connexion au client h2
pour h2 : iperf3 -c 10.25.0.26 lance iperf3 en mode client et connecte au serveur h1

Les débits moyens de 493 Mbits/sec et 494 Mbits/sec sont observés respectivement pour le serveur et le client. Cela montre que les deux hôtes peuvent échanger des données à une vitesse proche de 500 Mbits/sec.

Bien que les commandes tc qdisc add initiales aient fixé un débit maximum de 2,5 Gbits/sec, les résultats montrent des débits bien inférieurs à cette limite (environ 493-494 Mbits/sec).

les memes tests sont fait pour une valeur moyenne (DL * 0.05) et une valeur élevée (DL par défaut), on présente les captures :

4: 'tc qdisc add dev h1-eth0 root handle 1:0 tbf rate 125Mbit burst 32kbit latency 400ms (resp h2-eth0)'

```

Host: h1
root@wifi-virtualbox:/home/wifi# tc qdisc replace dev h1-eth0 root handle 1:0 t
bf rate 125mbit burst 32kbit latency 400ms
root@wifi-virtualbox:/home/wifi#

```

```

Host: h2
root@wifi-virtualbox:/home/wifi# tc qdisc replace dev h2-eth0 root handle 1:0 t
bf rate 125mbit burst 32kbit latency 400ms
root@wifi-virtualbox:/home/wifi#

```

```

Host: h1
root@wifi-virtualbox:/home/wifi# iperf3 -s
Server listening on 5201
Accepted connection from 10.25.0.27, port 55358
[ ID] local 10.25.0.26 port 5201 connected to 10.25.0.27 port 55360
[ ID] Interval      Transfer      Bitrate
[ 11] 0.00-1.00 sec  8.03 MBytes  67.3 Mbits/sec
[ 11] 1.00-2.00 sec  10.6 MBytes  89.2 Mbits/sec
[ 11] 2.00-3.00 sec  13.9 MBytes  117 Mbits/sec
[ 11] 3.00-4.00 sec  13.4 MBytes  112 Mbits/sec
[ 11] 4.00-5.00 sec  13.8 MBytes  116 Mbits/sec
[ 11] 5.00-6.00 sec  13.9 MBytes  117 Mbits/sec
[ 11] 6.00-7.00 sec  13.9 MBytes  116 Mbits/sec
[ 11] 7.00-8.00 sec  11.2 MBytes  93.6 Mbits/sec
[ 11] 8.00-9.00 sec  11.8 MBytes  98.9 Mbits/sec
[ 11] 9.00-10.00 sec  9.63 MBytes  81.3 Mbits/sec
[ 11] 10.00-10.01 sec  105 KBytes  59.9 Mbits/sec
[ ID] Interval      Transfer      Bitrate
[ 11] 0.00-10.01 sec  120 MBytes  101 Mbits/sec
receiver
Server listening on 5201

```

```

Host: h2
root@wifi-virtualbox:/home/wifi# iperf3 -c 10.25.0.26
Connecting to host 10.25.0.26, port 5201
[ ID] local 10.25.0.27 port 55360 connected to 10.25.0.26 port 5201
[ ID] Interval      Transfer      Bitrate      Retr      Cwnd
[ 11] 0.00-1.00 sec  8.67 MBytes  72.7 Mbits/sec  0         115 KBytes
[ 11] 1.00-2.00 sec  10.7 MBytes  89.7 Mbits/sec  0         120 KBytes
[ 11] 2.00-3.00 sec  13.9 MBytes  117 Mbits/sec  0         120 KBytes
[ 11] 3.00-4.00 sec  13.4 MBytes  113 Mbits/sec  0         120 KBytes
[ 11] 4.00-5.00 sec  13.7 MBytes  115 Mbits/sec  0         120 KBytes
[ 11] 5.00-6.00 sec  13.9 MBytes  117 Mbits/sec  0         120 KBytes
[ 11] 6.00-7.00 sec  13.9 MBytes  117 Mbits/sec  0         120 KBytes
[ 11] 7.00-8.00 sec  11.2 MBytes  93.8 Mbits/sec  0         120 KBytes
[ 11] 8.00-9.00 sec  11.7 MBytes  98.0 Mbits/sec  0         120 KBytes
[ 11] 9.00-10.00 sec  9.69 MBytes  81.4 Mbits/sec  0         120 KBytes
[ ID] Interval      Transfer      Bitrate      Retr
[ 11] 0.00-10.00 sec  121 MBytes  101 Mbits/sec  0
[ 11] 0.00-10.01 sec  120 MBytes  101 Mbits/sec  0
sender
iperf Done.
root@wifi-virtualbox:/home/wifi#

```

5: ‘tc qdisc add dev h1-eth0 root handle 1:0 tbf rate 625Mbit burst 32kbit latency 400ms (resp h2-eth0)’

```

Host: h1
root@wifi-virtualbox:/home/wifi# tc qdisc replace dev h1-eth0 root handle 1:0 t
bf rate 625mbit burst 32kbit latency 400ms
root@wifi-virtualbox:/home/wifi#

```

```

Host: h2
root@wifi-virtualbox:/home/wifi# tc qdisc replace dev h2-eth0 root handle 1:0 t
bf rate 625mbit burst 32kbit latency 400ms
root@wifi-virtualbox:/home/wifi#

```

```

Host: h1
root@wifi-virtualbox:/home/wifi# iperf3 -s
Server listening on 5201
Accepted connection from 10.25.0.27, port 55368
[ ID] local 10.25.0.26 port 5201 connected to 10.25.0.27 port 55368
[ ID] Interval      Transfer      Bitrate
[ 11] 0.00-1.00 sec  53.9 MBytes  452 Mbits/sec
[ 11] 1.00-2.00 sec  53.9 MBytes  452 Mbits/sec
[ 11] 2.00-3.00 sec  56.5 MBytes  474 Mbits/sec
[ 11] 3.00-4.00 sec  58.5 MBytes  491 Mbits/sec
[ 11] 4.00-5.00 sec  61.9 MBytes  519 Mbits/sec
[ 11] 5.00-6.00 sec  63.7 MBytes  535 Mbits/sec
[ 11] 6.00-7.00 sec  62.0 MBytes  520 Mbits/sec
[ 11] 7.00-8.00 sec  63.6 MBytes  533 Mbits/sec
[ 11] 8.00-9.00 sec  63.3 MBytes  531 Mbits/sec
[ 11] 9.00-10.00 sec  64.7 MBytes  543 Mbits/sec
[ 11] 10.00-10.00 sec  260 KBytes  514 Mbits/sec
[ ID] Interval      Transfer      Bitrate
[ 11] 0.00-10.00 sec  602 MBytes  505 Mbits/sec
receiver
Server listening on 5201

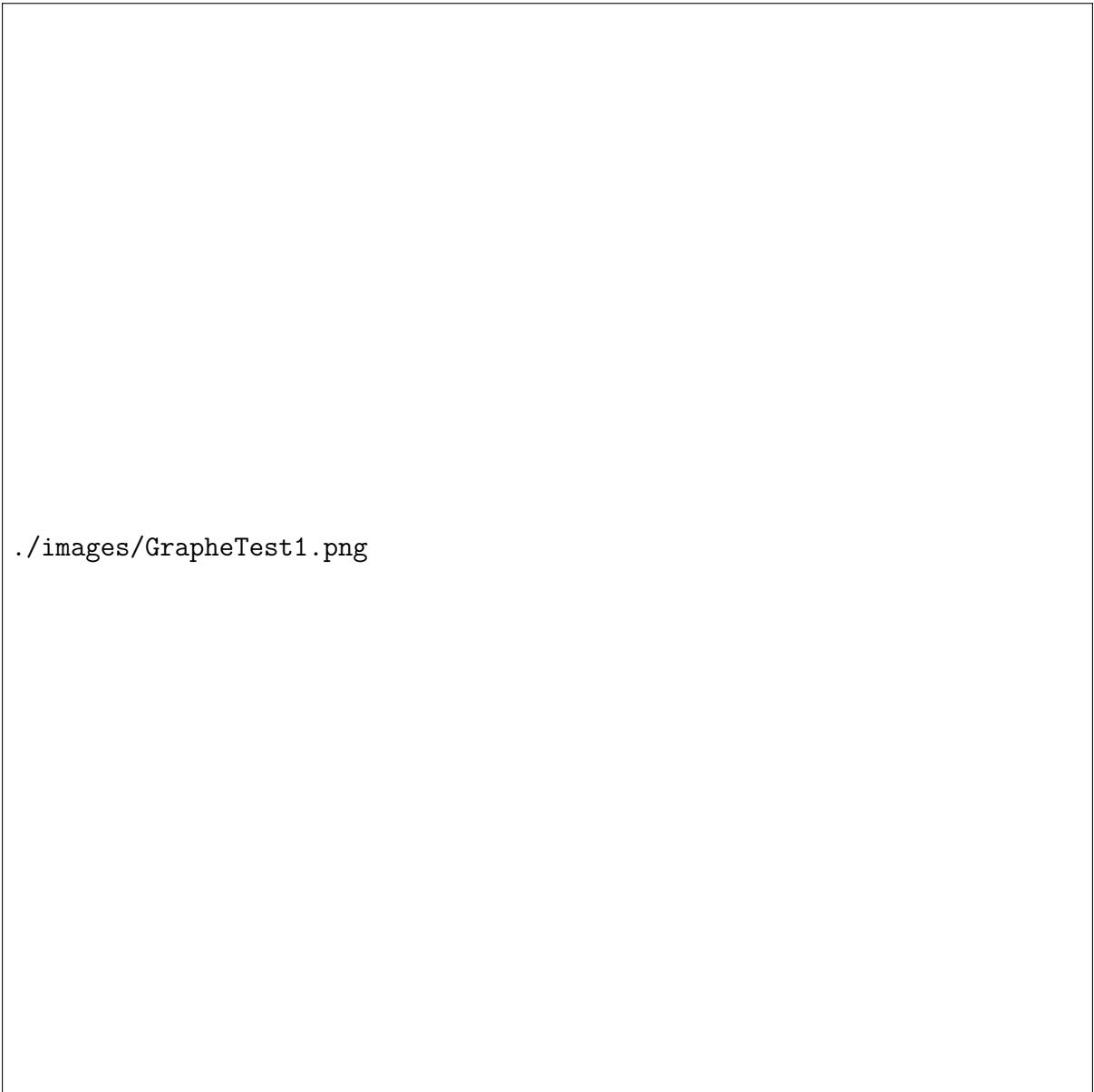
```

```

Host: h2
root@wifi-virtualbox:/home/wifi# tc qdisc replace dev h2-eth0 root handle 1:0 t
bf rate 625mbit burst 32kbit latency 400ms
root@wifi-virtualbox:/home/wifi# iperf3 -c 10.25.0.26
Connecting to host 10.25.0.26, port 5201
[ ID] local 10.25.0.27 port 55368 connected to 10.25.0.26 port 5201
[ ID] Interval      Transfer      Bitrate      Retr      Cwnd
[ 11] 0.00-1.00 sec  55.0 MBytes  461 Mbits/sec  0         223 KBytes
[ 11] 1.00-2.00 sec  53.9 MBytes  452 Mbits/sec  0         223 KBytes
[ 11] 2.00-3.00 sec  56.5 MBytes  474 Mbits/sec  0         223 KBytes
[ 11] 3.00-4.00 sec  58.7 MBytes  493 Mbits/sec  0         223 KBytes
[ 11] 4.00-5.00 sec  61.6 MBytes  517 Mbits/sec  0         233 KBytes
[ 11] 5.00-6.00 sec  64.1 MBytes  538 Mbits/sec  0         233 KBytes
[ 11] 6.00-7.00 sec  61.5 MBytes  517 Mbits/sec  0         233 KBytes
[ 11] 7.00-8.00 sec  63.6 MBytes  534 Mbits/sec  0         233 KBytes
[ 11] 8.00-9.00 sec  63.1 MBytes  530 Mbits/sec  0         233 KBytes
[ 11] 9.00-10.00 sec  65.1 MBytes  546 Mbits/sec  0         233 KBytes
[ ID] Interval      Transfer      Bitrate      Retr
[ 11] 0.00-10.00 sec  603 MBytes  506 Mbits/sec  0
[ 11] 0.00-10.00 sec  602 MBytes  505 Mbits/sec  0
sender
iperf Done.
root@wifi-virtualbox:/home/wifi#

```

Courbe T1.1:

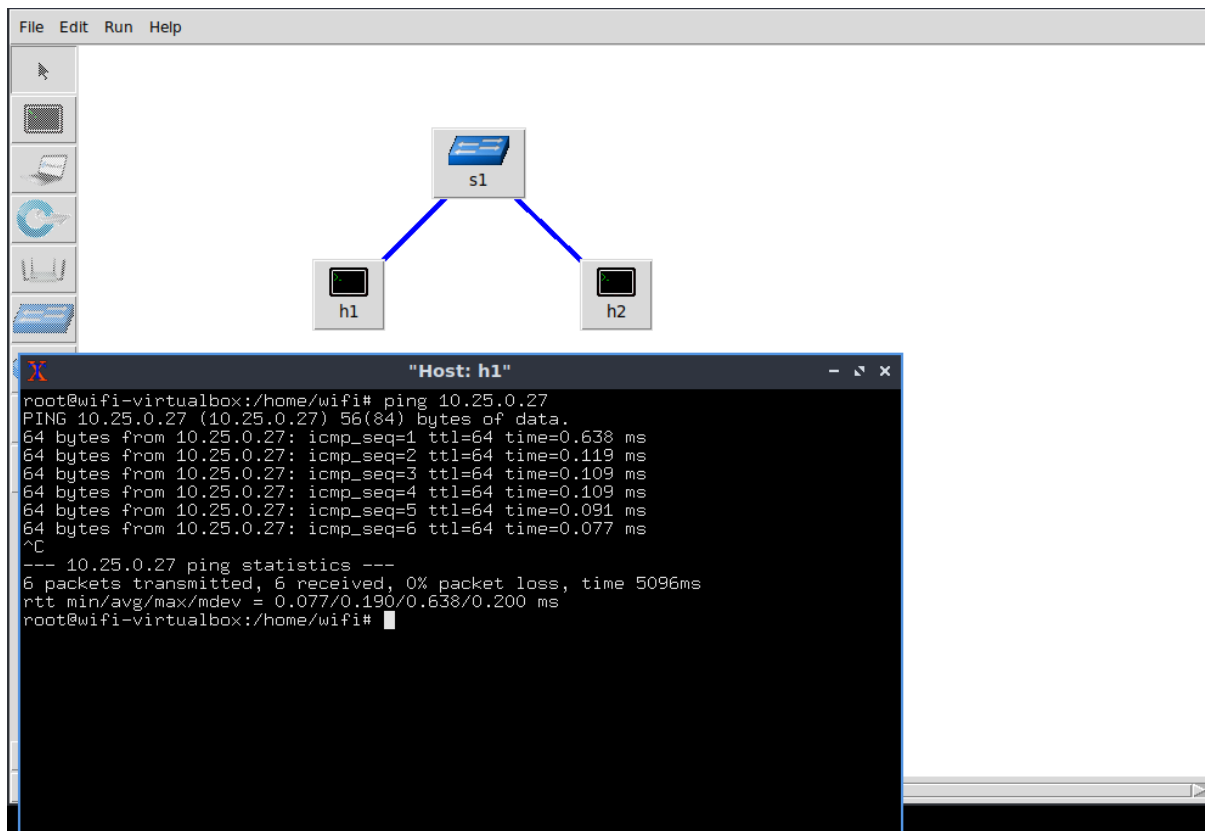


`./images/GrapheTest1.png`

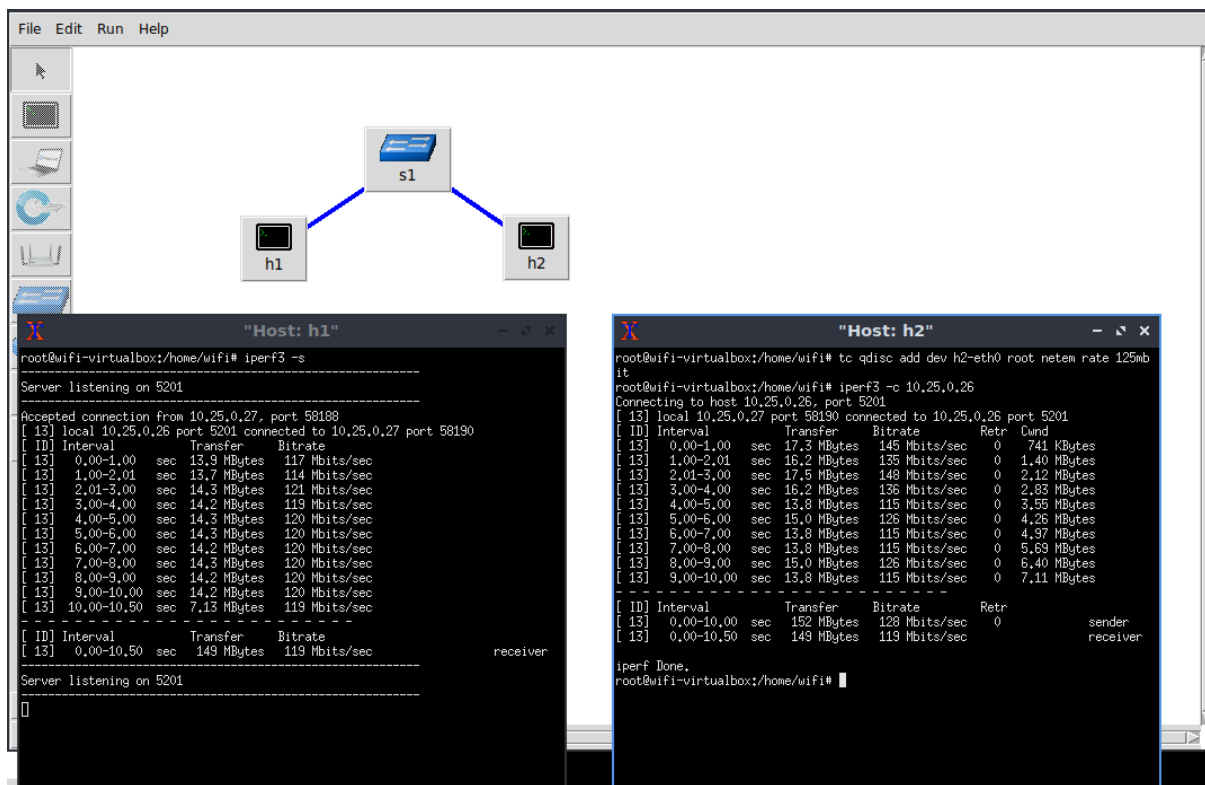
Le graphe montre une relation entre le débit physique du lien (DL) et le débit applicatif mesuré lors des tests entre les machines h1 et h2.

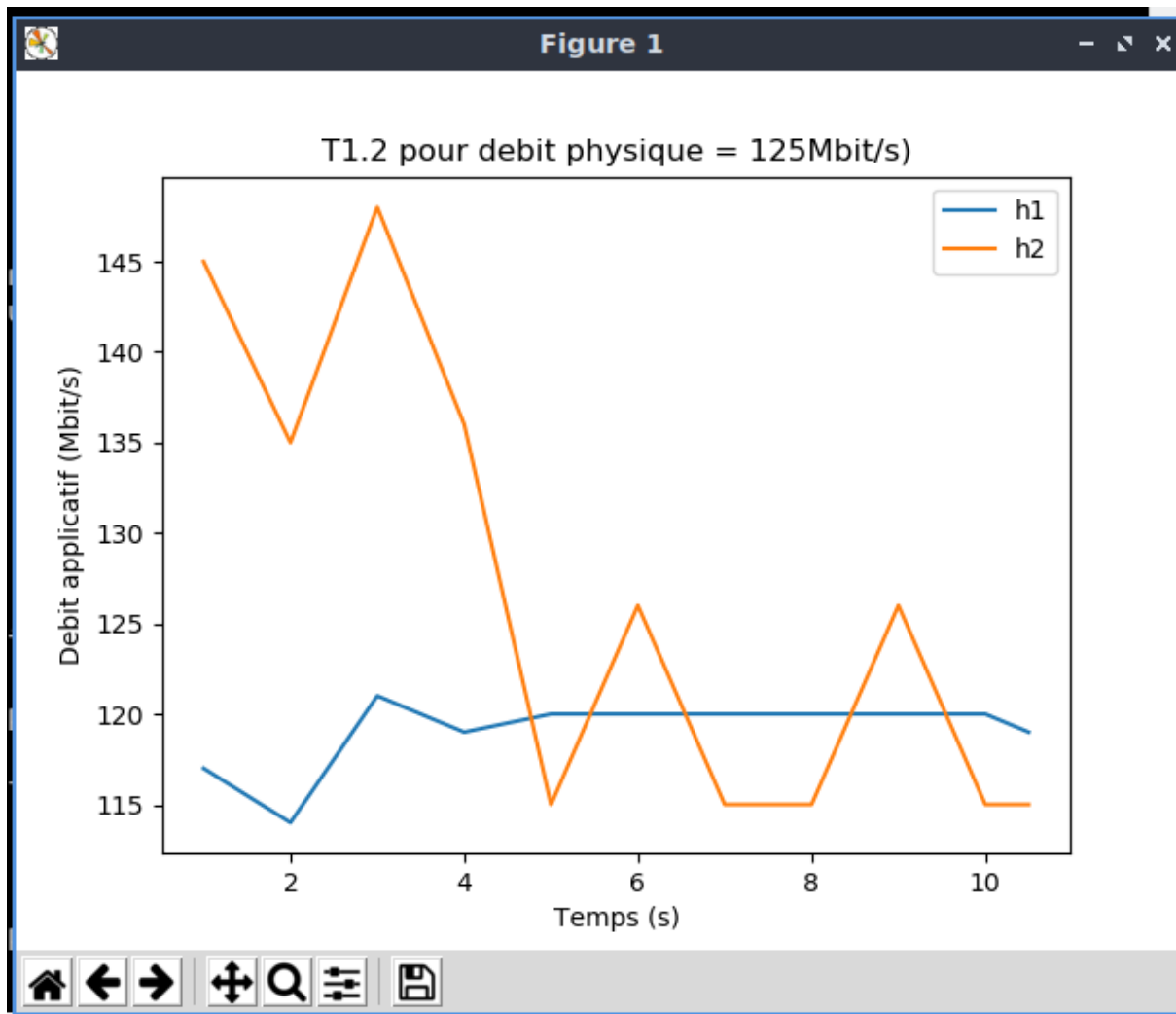
Le débit applicatif augmente de manière significative avec le débit physique, puis se stabilise, indiquant que d'autres facteurs, comme les limites du CPU ou l'outil iperf3 lui même, empêchent une augmentation proportionnelle, malgré l'augmentation du débit physique.

0.2.2 T1.2 : Fixer la valeur du débit sur le lien entre H1 et le Switch à 1Gb/s et varier le débit sur H2.



1: 'tc qdisc add dev h2-eth0 root netem rate 125mbit'





Observation :

Débit de H1 (ligne bleue) : Le débit applicatif mesuré sur h1 reste relativement stable, oscillant entre 115 Mbit/s et 125 Mbit/s tout au long du test. Même si le lien physique entre H1 et le switch est de 1 Gbit/s, le débit observé n'atteint jamais cette valeur maximale théorique.

Débit de H2 (ligne orange) : Le débit applicatif de H2 fluctue considérablement, atteignant parfois des pics autour de 145 Mbit/s, mais chutant aussi à des valeurs proches de 120 Mbit/s ou même légèrement en dessous.

Explications :

Bien que la liaison entre h1 et le switch soit fixée à 1 Gbit/s, c'est le lien entre H2 et le switch qui impose une limite plus contraignante de 125 Mbit/s.

Dans ce type de configuration, le débit total du transfert est dicté par le maillon le plus faible de la chaîne, en l'occurrence la connexion limitée entre H2 et le switch. Le lien de 1 Gbit/s entre h1 et le switch ne peut donc pas être exploité pleinement tant que H2 ne peut pas recevoir ou envoyer des données plus rapidement que 125 Mbit/s.

L'outil iperf3 utilise généralement le protocole TCP, qui ajuste automatiquement le débit en fonction des capacités du réseau. TCP surveille les capacités des deux hôtes et ajuste son débit en fonction des retours qu'il reçoit (accusés de réception des paquets). Ici, TCP

détecte que le débit sur le lien entre H2 et le switch est limité à 125 Mbit/s et ajuste donc la transmission des données pour s'adapter à cette contrainte, expliquant pourquoi le débit de h1 reste autour de 115 à 125 Mbit/s. Le protocole TCP est conçu pour éviter la surcharge du réseau et s'adapte dynamiquement aux conditions de congestion, ce qui pourrait aussi expliquer pourquoi le débit de H2 est plus instable, car le lien est proche de sa capacité maximale.

2: 'tc qdisc add dev h2-eth0 root netem rate 625mbit '

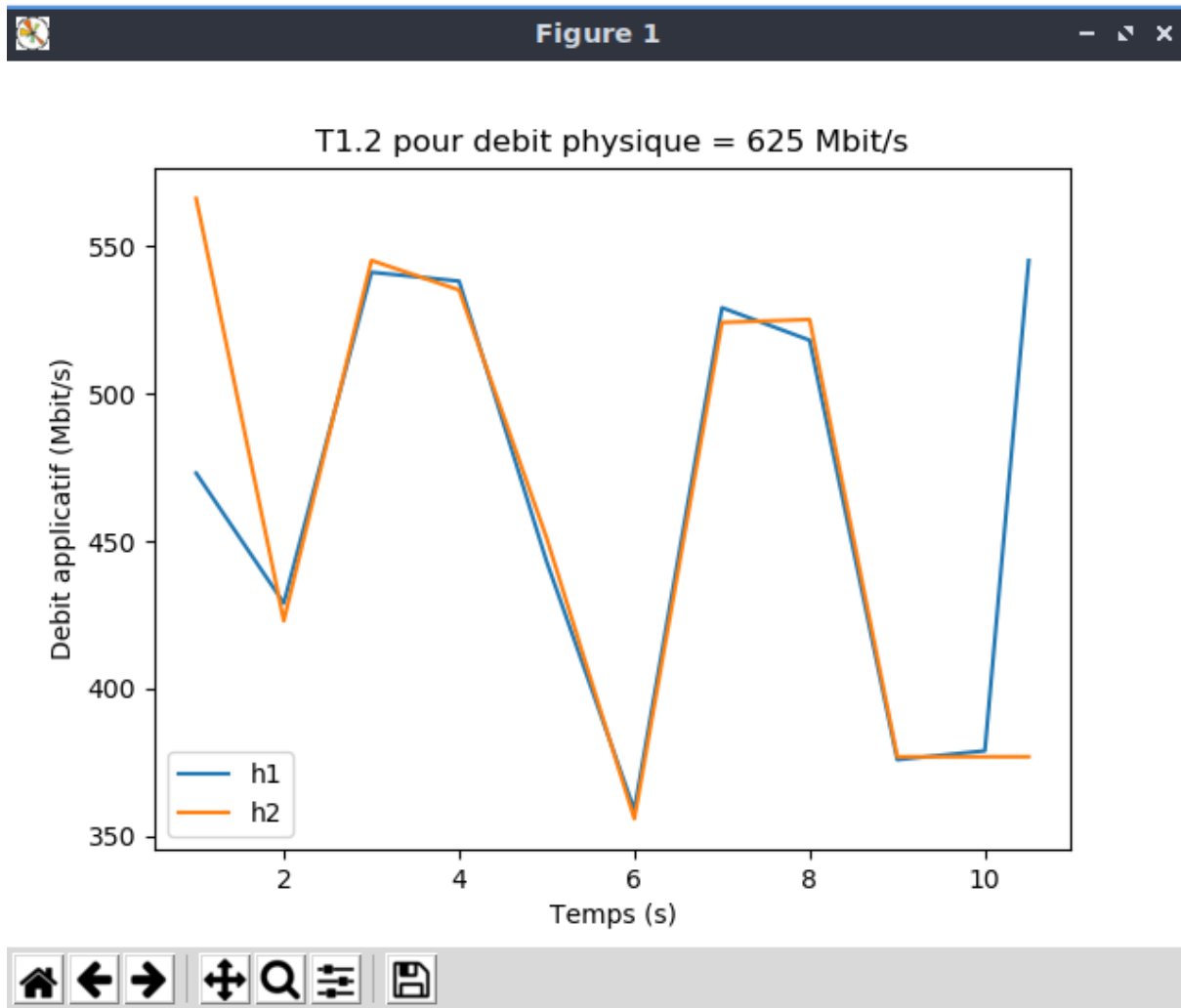
The screenshot displays a network setup in MiniEdit. A central switch 's1' is connected to two hosts, 'h1' and 'h2'. Below the diagram, two terminal windows are open. The left terminal, titled 'Host: h1', shows the execution of 'iperf3 -s' and a series of performance metrics over 10-second intervals, with a final summary showing a transfer of 553 MBytes at 459 Mbits/sec. The right terminal, titled 'Host: h2', shows the application of a traffic control rule 'tc qdisc replace dev h2-eth0 root netem rate 625mbit' followed by 'iperf3 -c 10.25.0.26', resulting in a transfer of 553 MBytes at 459 Mbits/sec.

```

Host: h1
root@wifi-virtualbox:/home/wifi# iperf3 -s
Server listening on 5201
Accepted connection from 10.25.0.27, port 58192
[ 13] local 10.25.0.26 port 5201 connected to 10.25.0.27 port 58194
[ ID] Interval      Transfer    Bitrate
[ 13] 0.00-1.00 sec  58.4 MBytes  473 Mbits/sec
[ 13] 1.00-2.00 sec  49.5 MBytes  429 Mbits/sec
[ 13] 2.00-3.00 sec  64.4 MBytes  541 Mbits/sec
[ 13] 3.00-4.00 sec  64.0 MBytes  538 Mbits/sec
[ 13] 4.00-5.00 sec  52.8 MBytes  443 Mbits/sec
[ 13] 5.00-6.00 sec  42.8 MBytes  359 Mbits/sec
[ 13] 6.00-7.00 sec  63.1 MBytes  529 Mbits/sec
[ 13] 7.00-8.00 sec  61.8 MBytes  518 Mbits/sec
[ 13] 8.00-9.00 sec  44.8 MBytes  378 Mbits/sec
[ 13] 9.00-10.00 sec  45.1 MBytes  379 Mbits/sec
[ 13] 10.00-10.10 sec  6.59 MBytes  545 Mbits/sec
[ ID] Interval      Transfer    Bitrate
[ 13] 0.00-10.10 sec  553 MBytes  459 Mbits/sec
Server listening on 5201

Host: h2
root@wifi-virtualbox:/home/wifi# tc qdisc replace dev h2-eth0 root netem rate 625mbit
root@wifi-virtualbox:/home/wifi# iperf3 -c 10.25.0.26
Connecting to host 10.25.0.26, port 5201
[ 13] local 10.25.0.27 port 58194 connected to 10.25.0.26 port 5201
[ ID] Interval      Transfer    Bitrate    Retr    Cwnd
[ 13] 0.00-1.03 sec  69.6 MBytes  566 Mbits/sec  0    2.97 MBytes
[ 13] 1.03-2.00 sec  48.8 MBytes  423 Mbits/sec  0    5.45 MBytes
[ 13] 2.00-3.00 sec  65.0 MBytes  545 Mbits/sec  0    8.01 MBytes
[ 13] 3.00-4.00 sec  63.8 MBytes  535 Mbits/sec  0    8.01 MBytes
[ 13] 4.00-5.00 sec  53.8 MBytes  451 Mbits/sec  0    8.01 MBytes
[ 13] 5.00-6.00 sec  42.5 MBytes  356 Mbits/sec  0    8.01 MBytes
[ 13] 6.00-7.00 sec  62.5 MBytes  524 Mbits/sec  0    8.01 MBytes
[ 13] 7.00-8.00 sec  62.5 MBytes  525 Mbits/sec  0    5.61 MBytes
[ 13] 8.00-9.00 sec  45.0 MBytes  377 Mbits/sec  0    6.01 MBytes
[ 13] 9.00-10.00 sec  45.0 MBytes  377 Mbits/sec  0    6.37 MBytes
[ ID] Interval      Transfer    Bitrate    Retr
[ 13] 0.00-10.10 sec  558 MBytes  468 Mbits/sec  0
[ 13] 0.00-10.10 sec  553 MBytes  459 Mbits/sec  0
iperf Done.
root@wifi-virtualbox:/home/wifi#

```



Observation :

Débit de h1 (ligne bleue) : Le débit applicatif mesuré sur h1 varie entre 350 Mbit/s et environ 550 Mbit/s. Débit de h2 (ligne orange) : Le débit applicatif sur H2 suit une courbe similaire à celle de h1.

Explication :

Le fait que les deux débits (h1 et h2) suivent un schéma similaire de montée et descente suggère que la limitation du débit physique à 625 Mbit/s entre H2 et le switch influence directement les deux hôtes. Comme le débit de H2 est limité par le lien physique, le switch agit comme un point de congestion, entraînant des fluctuations du débit applicatif.

3: 'tc qdisc add dev h2-eth0 root netem rate 2.5gbit'

The image shows a network diagram and two terminal windows. The diagram at the top shows a central switch 's1' connected to two hosts, 'h1' and 'h2'. Below the diagram are two terminal windows. The left window, titled '"Host: h1"', shows the output of an iperf3 server running on host h1. It lists accepted connections and a table of performance metrics over 13 intervals. The right window, titled '"Host: h2"', shows the output of an iperf3 client running on host h2, connecting to h1. It also lists a table of performance metrics over 13 intervals. The terminal outputs show a successful connection and a data transfer rate of approximately 436 Mbits/sec.

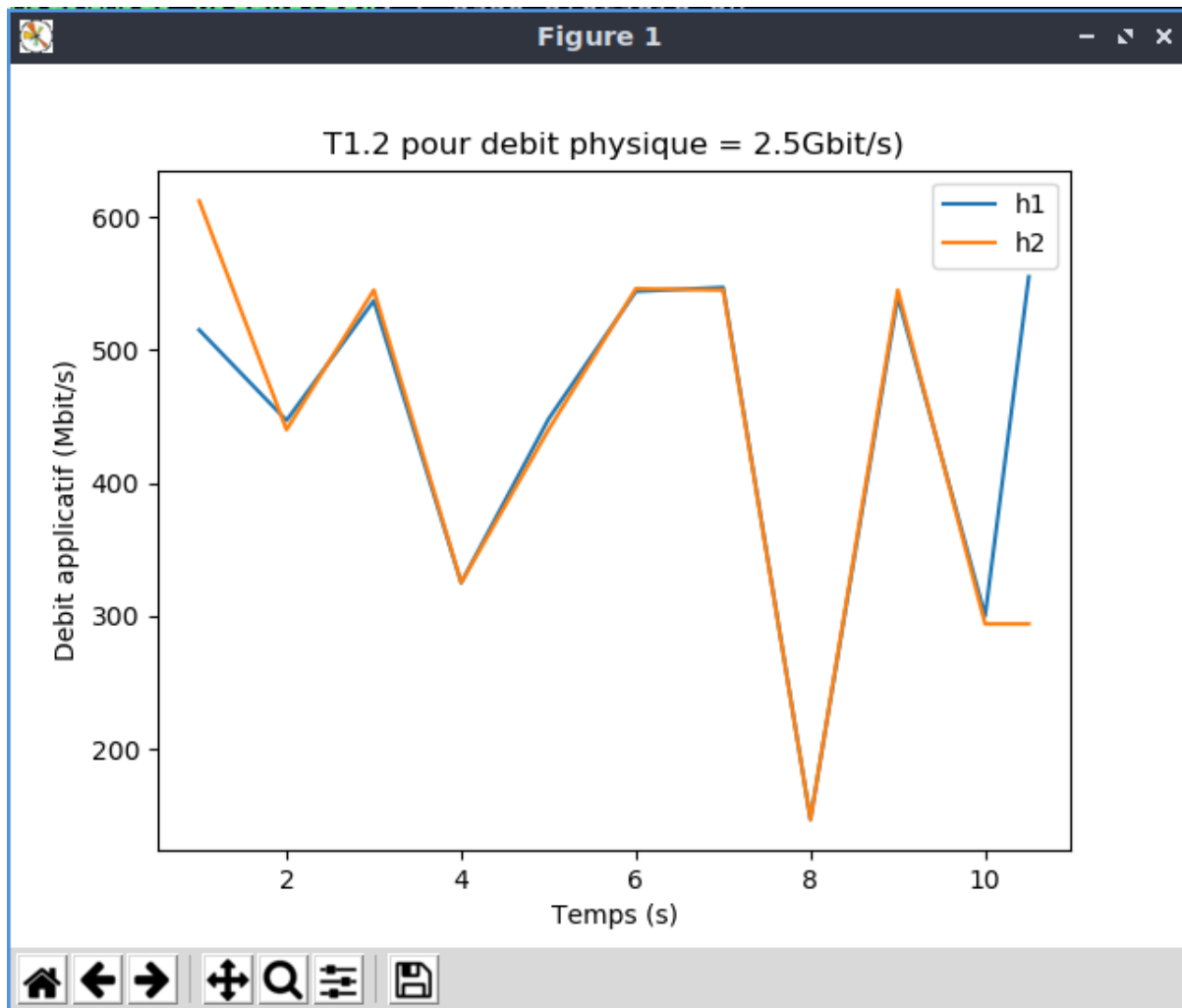
Host: h1

```
root@wifi-virtualbox:/home/wifi# iperf3 -s
Server listening on 5201
Accepted connection from 10.25.0.27, port 58196
[ 13] local 10.25.0.26 port 5201 connected to 10.25.0.27 port 58198
[ ID] Interval      Transfer    Bitrate
[ 13] 0.00-1.00 sec  61.4 MBytes  915 Mbits/sec
[ 13] 1.00-2.00 sec  53.3 MBytes  447 Mbits/sec
[ 13] 2.00-3.00 sec  64.1 MBytes  537 Mbits/sec
[ 13] 3.00-4.00 sec  38.7 MBytes  325 Mbits/sec
[ 13] 4.00-5.00 sec  53.5 MBytes  448 Mbits/sec
[ 13] 5.00-6.00 sec  64.6 MBytes  544 Mbits/sec
[ 13] 6.00-7.00 sec  65.2 MBytes  547 Mbits/sec
[ 13] 7.00-8.00 sec  17.6 MBytes  147 Mbits/sec
[ 13] 8.00-9.00 sec  64.3 MBytes  540 Mbits/sec
[ 13] 9.00-10.00 sec  35.8 MBytes  300 Mbits/sec
[ 13] 10.00-10.12 sec  8.14 MBytes  666 Mbits/sec
[ ID] Interval      Transfer    Bitrate
[ 13] 0.00-10.12 sec  527 MBytes  436 Mbits/sec
Server listening on 5201
```

Host: h2

```
root@wifi-virtualbox:/home/wifi# tc qdisc replace dev h2-eth0 root netem rate 2.5gbit
root@wifi-virtualbox:/home/wifi# iperf3 -c 10.25.0.26
Connecting to host 10.25.0.26, port 5201
[ 13] local 10.25.0.27 port 58198 connected to 10.25.0.26 port 5201
[ ID] Interval      Transfer    Bitrate    Retr    Cwnd
[ 13] 0.00-1.00 sec  73.0 MBytes  612 Mbits/sec  0    3.12 MBytes
[ 13] 1.00-2.00 sec  52.5 MBytes  440 Mbits/sec  0    5.79 MBytes
[ 13] 2.00-3.00 sec  65.0 MBytes  545 Mbits/sec  0    8.04 MBytes
[ 13] 3.00-4.00 sec  38.9 MBytes  325 Mbits/sec  0    8.04 MBytes
[ 13] 4.00-5.00 sec  52.5 MBytes  440 Mbits/sec  0    8.04 MBytes
[ 13] 5.00-6.00 sec  65.0 MBytes  546 Mbits/sec  0    8.04 MBytes
[ 13] 6.00-7.00 sec  65.0 MBytes  545 Mbits/sec  0    8.04 MBytes
[ 13] 7.00-8.00 sec  17.5 MBytes  147 Mbits/sec  0    8.04 MBytes
[ 13] 8.00-9.00 sec  65.0 MBytes  545 Mbits/sec  0    8.04 MBytes
[ 13] 9.00-10.00 sec  35.0 MBytes  294 Mbits/sec  0    8.04 MBytes
[ ID] Interval      Transfer    Bitrate    Retr
[ 13] 0.00-10.00 sec  529 MBytes  444 Mbits/sec  0    sender
[ 13] 0.00-10.12 sec  527 MBytes  436 Mbits/sec  0    receiver

iperf Done.
root@wifi-virtualbox:/home/wifi#
```



Explication :

Le débit applicatif oscille de manière significative entre environ 100 Mbit/s et 600 Mbit/s sur la période mesurée (10 secondes).

Les courbes de h1 et h2 sont très proches, ce qui indique une synchronisation des débits mesurés sur les deux hôtes.

Le fait de fixer le débit de l'interface h2 à 2.5 Gbit/s alors que le lien entre h1 et le switch est limité à 1 Gbit/s signifie que le débit maximum théorique du transfert sera contraint par cette limite de 1 Gbit/s.

Toutefois, les fluctuations observées montrent que le débit applicatif est souvent bien en-dessous de ce maximum théorique, probablement en raison des phénomènes de contention et de gestion des files d'attente (dqisc).

Si le lien entre h1 et le switch est limité à 1 Gbit/s, alors que le lien entre h2 et le switch peut aller jusqu'à 2.5 Gbit/s, il y a un déséquilibre. Lorsqu'h2 essaie d'envoyer des données à un débit supérieur à 1 Gbit/s, le switch doit gérer cette surcharge, créant ainsi une contention pour la bande passante disponible.

En présence de forte contention, des collisions peuvent se produire (particulièrement sur les réseaux partagés comme Ethernet en mode half-duplex). Les paquets peuvent être perdus et doivent être retransmis, ce qui réduit l'efficacité du débit applicatif.