Sommaire

1. Mise en place de la plateforme mininet

Lors de ce TP nous allons devoir mettre en place une plateforme mininet

1) Pour se faire je dois commencer par télécharger le fichier .ovf de la VM sur le lien suivant : https://github.com/mininet/mininet/releases/download/2.3.0/mininet-2.3.0-210211-ubuntu-20.04.1-legacy-server-amd64-ovf.zip

2) Une fois le fichier téléchargé je le décompresse dans un répertoire

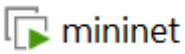
3) Depuis mon hyperviseur VmWare j'importe la VM

4) Je sélectionne mon fichier .ovf

5) Je donne un nom à la VM (ici mininet)

6) L'importation s'effectue correctement et j'ai maintenant une VM de prête :

7)



8) Je laisse la VM dans un réseau privé hôte (NAT)

9) Je démarre la VM

10) Je me connecte avec les identifiants suivants : mininet et mininet

11) Je récupère l'adresse IP de ma VM avec la commande suivante :

```
ip a
```

12) la VM se situe bien dans le même réseau que mon ordinateur physique

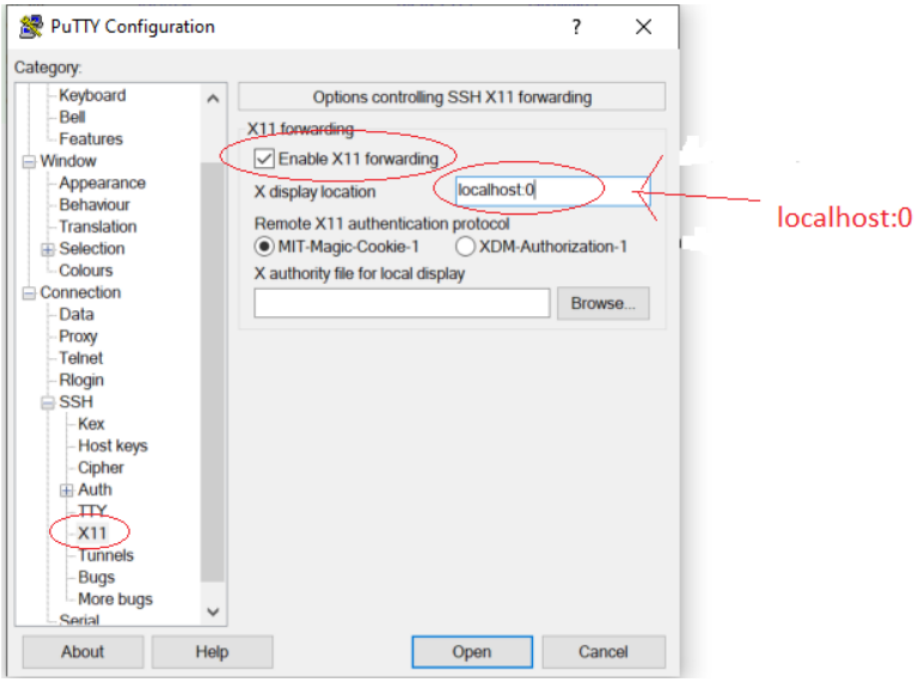
13) Afin de pouvoir me connecter en SSH à la VM je télécharge et j'installe « putty » sur le lien suivant :

https://www.chiark.greenend.org.uk/~sgtatham/putty/latest.html

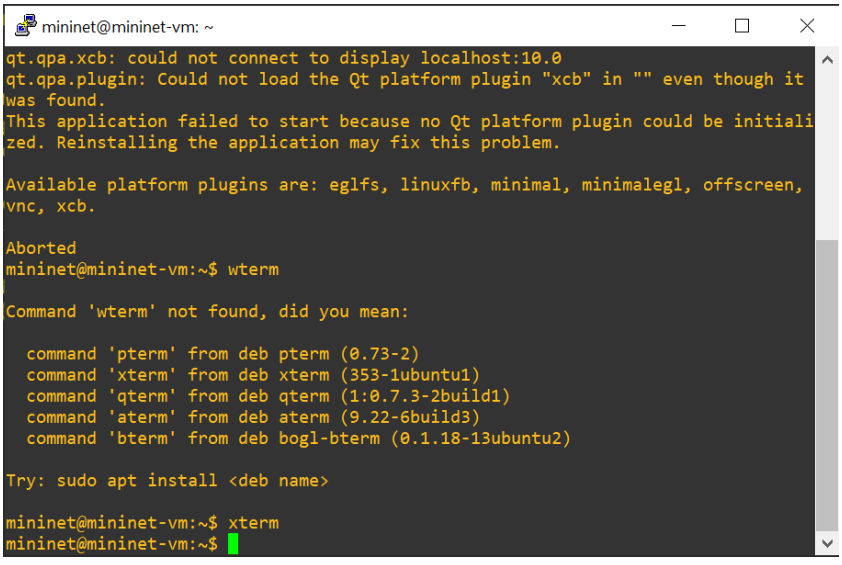
14) Afin de pouvoir lancer les applications graphiques installées sur la VM je télécharge Xming sur le lien suivant :

https://sourceforge.net/projects/xming/

15) Une fois les applications installées je lance putty en le configurant de la façon suivante :



16) Je suis bien connecté en SSH à ma VM :



2. Test de fonctionnement

Dans l'invite de commande si je lance la commande « sudo wireshark » une fenêtre devrait s'ouvrir sur ma machine physique car la VM ne dispose pas d'un environnement :

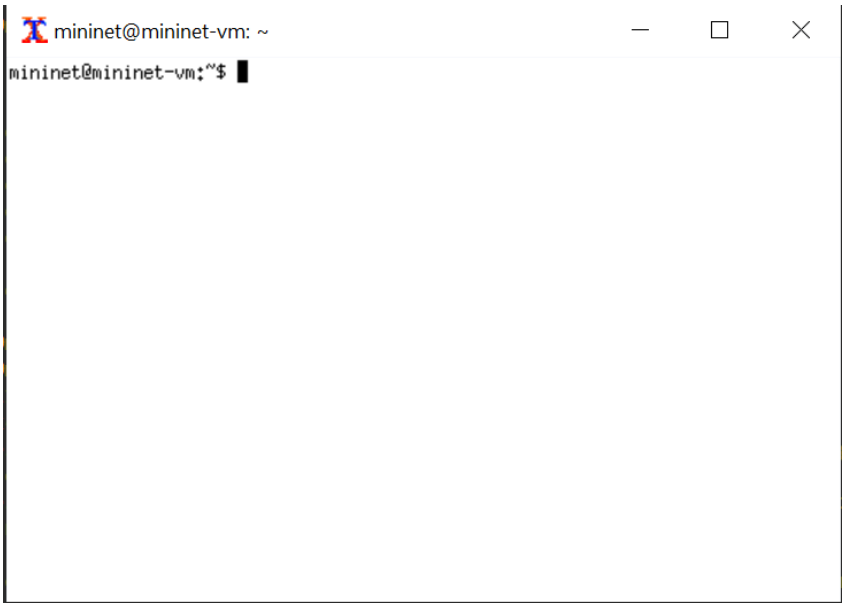
```
mininet@mininet-vm:~$ sudo wireshark
PuTTY X11 proxy: Unsupported authorisation protocol
qt.qpa.xcb: could not connect to display localhost:10.0
qt.qpa.plugin: Could not load the Qt platform plugin "xcb" in "" even though it was found.
This application failed to start because no Qt platform plugin could be initialized. Reinstalling the application may fix this problem.

Available platform plugins are: eglfs, linuxfb, minimal, minimalegl, offscreen, vnc, xcb.

Aborted
```

Wireshark n'est pas pris en charge par Xming afin d'ouvrir l'application

Nous pouvons tester soit de télécharger un autre moteur soit lancer une autre application comme xterm :



3. Premier contact avec mininet

Avant de commencer la pratique sur mininet il est important de savoir qu'il faut toujours l'exécuter en tant qu'administrateur avec la commande sudo

1) Il y a 1 switch (s1) de disponible dans mon réseau virtuel ainsi que 2 clients (h1, h2) :

```
mininet> nodes
available nodes are:
c0 h1 h2 s1
```

2) La commande dump permet de données les informations liées à chaque nœud :

```
mininet> dump
<Host h1: h1-eth0:10.0.0.1 pid=1606>
<Host h2: h2-eth0:10.0.0.2 pid=1610>
<OVSSwitch s1: lo:127.0.0.1,s1-eth1:None,s1-eth2:None pid=1615>
<Controller c0: 127.0.0.1:6653 pid=1599>
```

Ces informations sont les **adresses IP** de chaque machine ainsi que le **nom de la carte réseau** qui leur sont associés

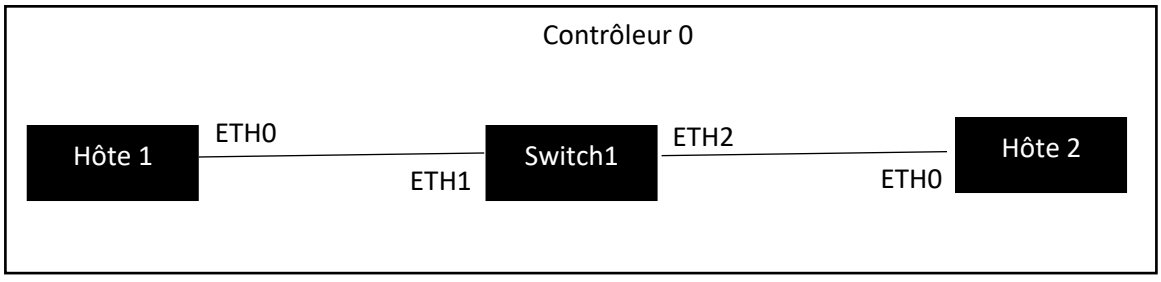
3) Je dessine la topologie réseau actuelle :

```
mininet> net
h1 h1-eth0:s1-eth1
h2 h2-eth0:s1-eth2
s1 lo:  s1-eth1:h1-eth0 s1-eth2:h2-eth0
c0
```

Mon client h1 est lié à mon switch sur la carte eth1

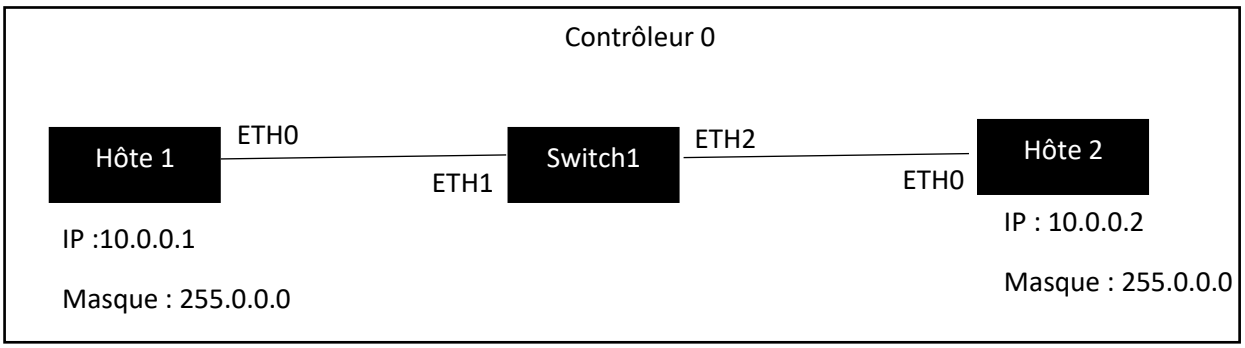
Mon client h2 est lié à mon switch sur la carte eth2

Le réseau est donc le suivant :



4) J'ajoute à mon schéma réseau les IP de chaque client ainsi que leur masque de sous-réseau :

Le réseau est donc le suivant :



5) Le client H2 peut être atteint par le client H1 selon le schéma réseau vu juste au-dessus. Je peux essayer de la prouver en faisant un ping :

```
mininet> h1 ping h2
PING 10.0.0.2 (10.0.0.2) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=1 ttl=64 time=6.29 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.525 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.120 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=4 ttl=64 time=0.105 ms
^C
--- 10.0.0.2 ping statistics ---
4 packets transmitted, 4 received, 0% packet loss, time 3050ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.105/1.759/6.289/2.620 ms
```

Le client H2 est bien accessible par le client H1 car ces 2 machines se situent dans le même réseau (10.0.0.0/8)

/ ! \ : Pour sortir de mininet je peux utiliser la commande « exit »

Si lors d'un test j'obtiens une erreur et que la topologie ne s'est pas créé correctement il faut nettoyer la topologie avec la commande « sudo mn -c »

Information :

Pour éviter d'indiquer à chaque fois qu'elle machine doit exécuter quelle commande, et si vous voulez travailler avec une console proche decelle des machines réelles, vous pouvez 1.Exécuter Mininet avec l'option « -x »2.Exécuter la commande xterm et indiquer le client à attacher. mininet> xterm h1La première option ouvrira automatiquement une fenêtre xterm pour chaque client, switch et contrôleur présent dans la topologie.

4. D'autres topologies réseaux

Mininet fournit, en plus de la topologie « minimal », la topologie **« single », « linear » et « tree ».** Pour charger l'une de ces topologies, utilisez l'option « --topo »

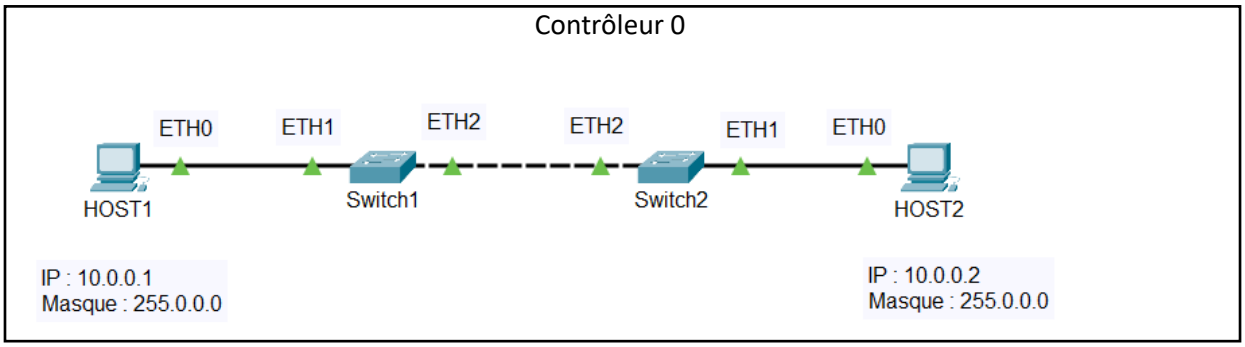
Par exemple : $ sudo mn --topo single

6) J'exécute les commandes suivantes et je dessine les topologies réseaux qui sont créés :

sudo mn --topo linear

```
mininet> net
h1 h1-eth0:s1-eth1
h2 h2-eth0:s2-eth1
s1 lo:  s1-eth1:h1-eth0 s1-eth2:s2-eth2
s2 lo:  s2-eth1:h2-eth0 s2-eth2:s1-eth2
c0
```

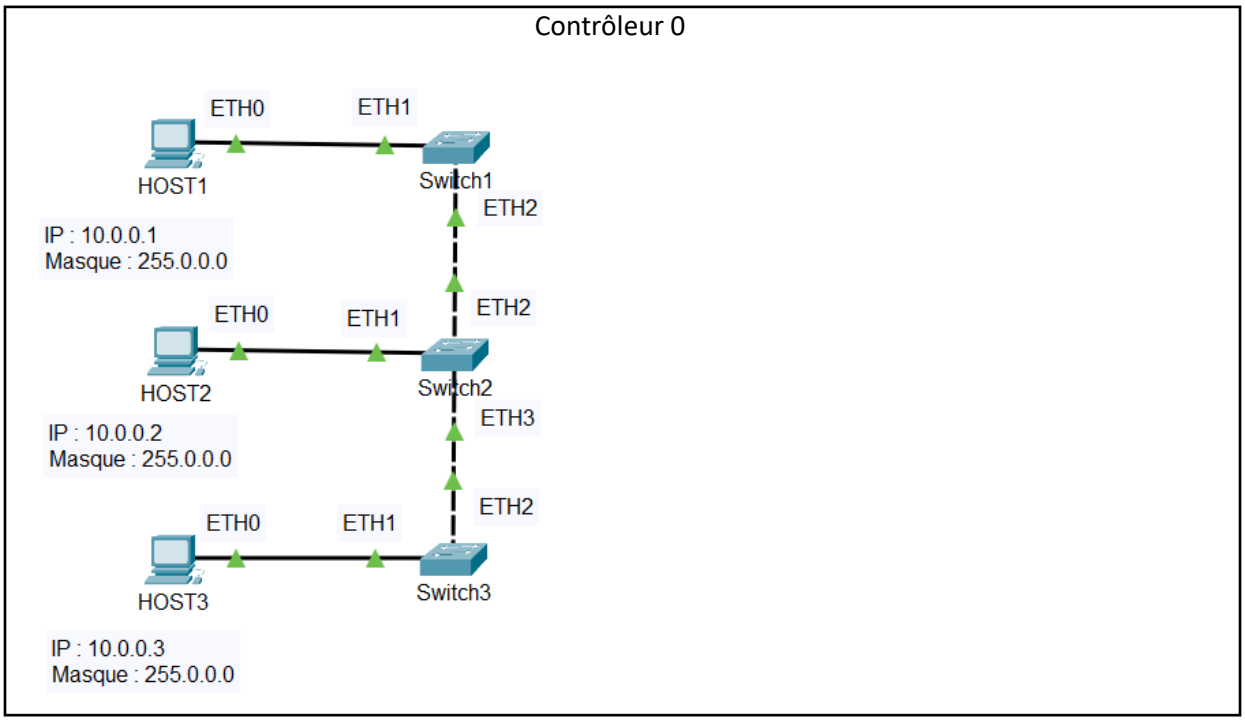
Schéma de la topologie réseau :



sudo mn --topo linear,3

```
mininet> net
h1 h1-eth0:s1-eth1
h2 h2-eth0:s2-eth1
h3 h3-eth0:s3-eth1
s1 lo:  s1-eth1:h1-eth0 s1-eth2:s2-eth2
s2 lo:  s2-eth1:h2-eth0 s2-eth2:s1-eth2 s2-eth3:s3-eth2
s3 lo:  s3-eth1:h3-eth0 s3-eth2:s2-eth3
c0
```

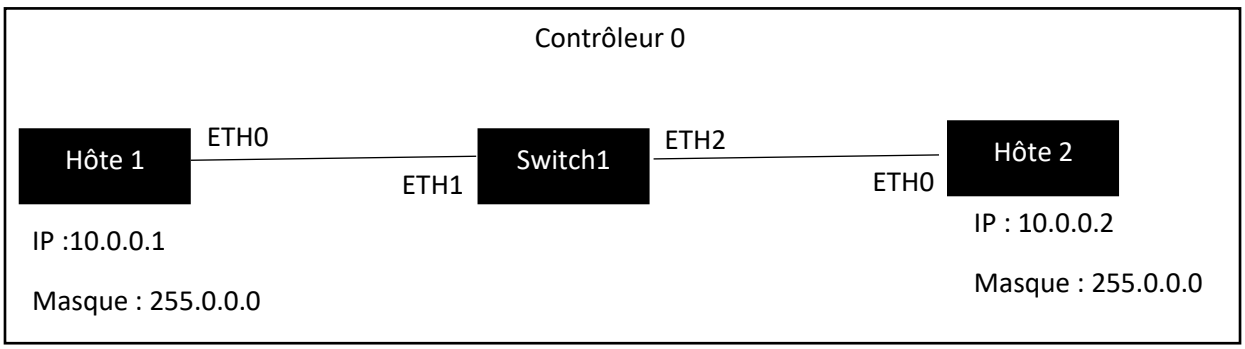
Schéma de la topologie réseau :



sudo mn --topo tree

```
mininet> net
h1 h1-eth0:s1-eth1
h2 h2-eth0:s1-eth2
s1 lo:  s1-eth1:h1-eth0 s1-eth2:h2-eth0
c0
```

Schéma de la topologie réseau :

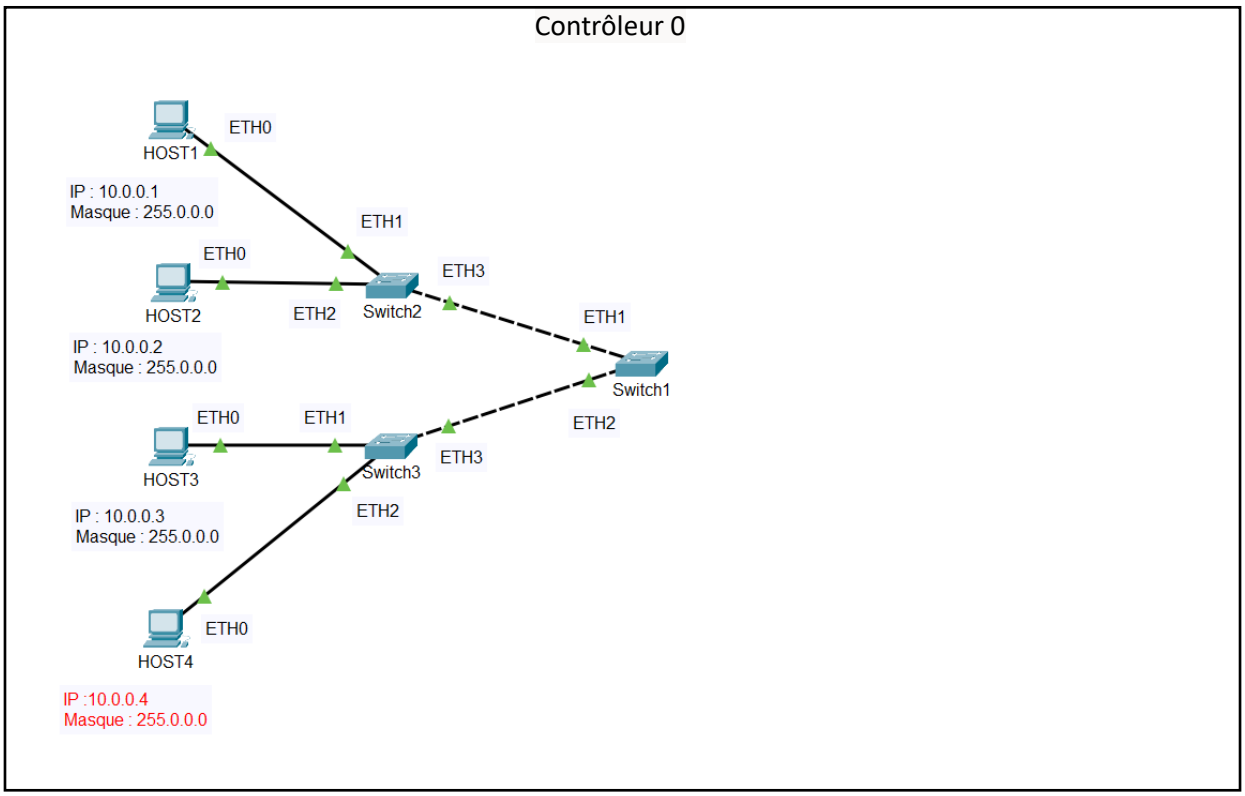


sudo mn --topo tree,2

```
mininet> net
h1 h1-eth0:s2-eth1
h2 h2-eth0:s2-eth2
h3 h3-eth0:s3-eth1
```

```
h4 h4-eth0:s3-eth2
s1 lo:  s1-eth1:s2-eth3 s1-eth2:s3-eth3
s2 lo:  s2-eth1:h1-eth0 s2-eth2:h2-eth0 s2-eth3:s1-eth1
s3 lo:  s3-eth1:h3-eth0 s3-eth2:h4-eth0 s3-eth3:s1-eth2
c0
```

Schéma de la topologie réseau :



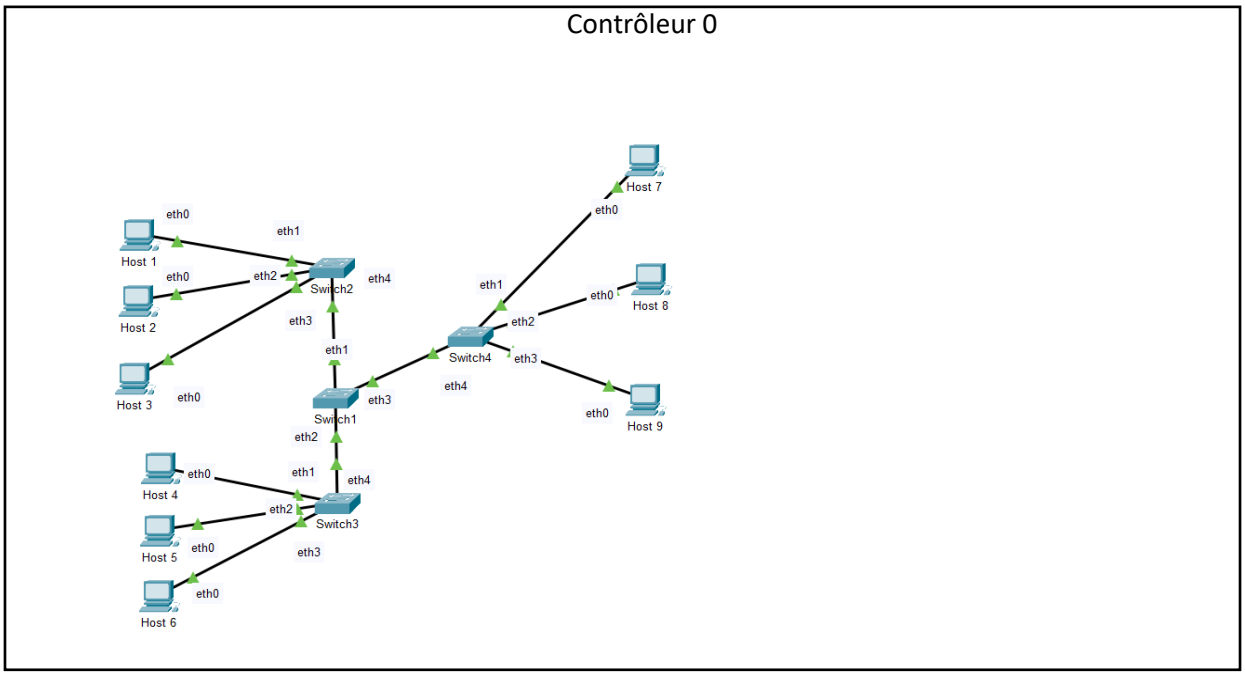
sudo mn --topo tree,2,fanout=3.

À quoi servent les paramètres 2 et fanout=3 ?

La paramètre Fanout 3 créer 3 hôtes par switch

Le paramètre 2 permet d'ajouter de la profondeur à la topologie (des switchs supplémentaires)

2 nouveaux switchs en plus de celui crée à la base



5. Pour aller encore plus loin

Je commence par écrire un petit script (toptest.py) en python qui est le suivant :

```
from mininet.topo import Topo

class Test_Topo(Topo):
  def __init__(self):
    "Create P2P topology"
    # Initialiser la topologie
    Topo.__init__(self)
    # Ajouter les hôtes et les switchs
    h1 = self.addNode('h1')
    h2 = self.addNode('h2')
    s1 = self.addSwitch('s1')
    # Ajouter les liaisons
    self.addLink(h2, s1)
    self.addLink(h1, h2)
topos = {
          'toptest' : (lambda: Test_Topo())
}
```

Je le sauvegarde et via l'outil WinSCP je copie le script dans la VM mininet dans le répertoire /home/mininet/mytopos/

```
mininet@mininet-vm:~$ mkdir /home/mininet/mytopos
mininet@mininet-vm:~$ ls /home/mininet/mytopos/
toptest.py
```

7) Je peux maintenant exécuter le script afin de créer une topologie réseau custom :

```
mininet@mininet-vm:~$ sudo mn --custom /home/mininet/mytopos/toptest.py --topo toptest

*** Creating network

*** Adding controller

... ... ... ...
```

Je regarde la configuration réseau de chaque hôte :

Hôte 1 :

```
mininet> h1 ip a

1: lo: <LOOPBACK,UP,LOWER_UP> mtu 65536 qdisc noqueue state UNKNOWN group default qlen 1000

    link/loopback 00:00:00:00:00:00 brd 00:00:00:00:00:00

    inet 127.0.0.1/8 scope host lo

       valid_lft forever preferred_lft forever

2: h1-eth0@if2: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc noqueue state UP group default qlen 1000

    link/ether 9e:41:c7:c3:c6:25 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff link-netnsid 0

    inet 10.0.0.1/8 brd 10.255.255.255 scope global h1-eth0

       valid_lft forever preferred_lft forever
```

h1 n'a que 2 cartes réseaux (la loopback et la eth0 lié à l'hôte h2)

Hôte 2 :

```
mininet> h2 ip a

1: lo: <LOOPBACK,UP,LOWER_UP> mtu 65536 qdisc noqueue state UNKNOWN group default qlen 1000

    link/loopback 00:00:00:00:00:00 brd 00:00:00:00:00:00

    inet 127.0.0.1/8 scope host lo

       valid_lft forever preferred_lft forever

2: h2-eth1@if2: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc noqueue state UP group default qlen 1000

    link/ether ca:4b:bd:44:c3:f0 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff link-netnsid 0

3: h2-eth0@if67: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc noqueue state UP group default qlen 1000

    link/ether 6a:fd:79:cd:1c:9e brd ff:ff:ff:ff:ff:ff link-netnsid 1

    inet 10.0.0.2/8 brd 10.255.255.255 scope global h2-eth0

       valid_lft forever preferred_lft forever
```

h2 a 3 cartes réseaux (1 loopback, 1 liée à h1 et 1 liée au switch)

J'attribue par le CLI des adresses IP aux 2 clients (192.168.0.1 et .2 en /24) :

H1 :

```
mininet> h1 ip a f dev h1-eth0

mininet> h1 ifconfig h1-eth0 192.168.0.1 netmask 255.255.255.0

2: h1-eth0@if2: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc noqueue state UP
group default qlen 1000

    link/ether 9e:41:c7:c3:c6:25 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff link-netnsid 0

    inet 192.168.0.1/24 scope global h1-eth0

       valid_lft forever preferred_lft forever
```

H2 :

```
mininet> h2 ip a f dev h2-eth0

mininet> h2 ifconfig h2-eth0 192.168.0.2 netmask 255.255.255.0
```

La connectivité entre les 2 clients ne se fait pas car des machines dans un réseau SDN doivent obligatoirement passer par un switch qui utilise le protocole OpenFlow. Le lien direct entre 2 machines ne peut pas fonctionner dans ce type de réseau.

Je dois donc configurer une IP sur chaque interface entre le client et le switch

h1 --------s1 --------s2 --------s3--------h2

Contenu du script trois_sw.py :

```python
from mininet.topo import Topo

class Test_Topo(Topo):
  def __init__(self):
    "Create P2P topology"
    # Initialiser la topologie
    Topo.__init__(self)
    # Ajouter les hôtes et les switchs
    h1 = self.addNode('h1')
    h2 = self.addNode('h2')
    s1 = self.addSwitch('s1')
    s2 = self.addSwitch('s2')
    s3 = self.addSwitch('s3')
    # Ajouter les liaisons
    self.addLink(h1, s1)
    self.addLink(s1, s2)
    self.addLink(s2, s3)
    self.addLink(s3, h2)
topos = {
          'toptest' : (lambda: Test_Topo())
}
```

Lancement de la topologie mininet :

```
mininet@mininet-vm:~/trois$ sudo mn --custom /home/mininet/trois/troissw.py --topo toptest
```

Vérification de la connectivité avec un ping :

```
mininet> net
h1 h1-eth0:s1-eth1
h2 h2-eth0:s3-eth2
s1 lo:  s1-eth1:h1-eth0 s1-eth2:s2-eth1
s2 lo:  s2-eth1:s1-eth2 s2-eth2:s3-eth1
s3 lo:  s3-eth1:s2-eth2 s3-eth2:h2-eth0
c0
mininet> h1 ping h2
PING 10.0.0.2 (10.0.0.2) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=1 ttl=64 time=4.49 ms
mininet> h2 ping h1
PING 10.0.0.1 (10.0.0.1) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 10.0.0.1: icmp_seq=1 ttl=64 time=5.32 ms
```

6. Et c'est presque la fin

J'améliore maintenant le script (toptest.py) pour éviter de devoir attribuer des IP à la main :

```python
from mininet.net import Mininet
from mininet.topo import Topo
from mininet.node import Node
from mininet.cli import CLI
from mininet.link import TCLink
from mininet.log import setLogLevel

class Test_Topo(Topo):
  def __init__(self):
    "Create P2P topology"

    # Initialiser la topologie
    Topo.__init__(self)

    # Ajouter les hôtes et les switchs
    h1 = self.addNode('h1')
    h2 = self.addNode('h2')
    s1 = self.addSwitch('s1')

    # Ajouter les liaisons
    self.addLink(h2, s1)
```

```
    self.addLink(h1, h2)

topos = {
          'toptest' : (lambda: Test_Topo())
}

def topTest():
  topo = Test_Topo()
  net = Mininet(topo=topo, link=TCLink)
  net.start()
  h1 = net.get('h1')
  h2 = net.get('h2')
  h1int0 = h1.intf('h1-eth0')
  h2int1 = h2.intf('h2-eth1')
  h1.setIP('11.0.0.1', 8, h1int0)
  h2.setIP('11.0.0.3', 8, h2int1)
  CLI(net) # Sans cette ligne, on ne verrait jamais le CLI
  net.stop() # Ne pas oublier de detruire le reseau
if __name__ == '__main__':
    setLogLevel('info')
    topTest()
```

8) Partie sur le script toptest.py :

Je test un ping entre h1 et h2. Il ne fonctionne pas pour la même raison que précédemment.

Il faut que mon client h1 ai une liaison avec le switch pour que les 2 clients puissent communiquer

Résolution du problème en CLI :

Je supprime la liaison entre mes 2 clients (qui ne sert pas) :

```
mininet> py net.delLinkBetween(h1,h2)
[<mininet.link.TCLink object at 0x7fd0e10a5c70>]
```

Je crée une nouvelle liaison entre mon client h1 et mon switch s1 :

```
mininet> py net.addLink(h1,s1)
<mininet.link.TCLink object at 0x7f5fa1126f40>
```

J'attribue une IP et un masque et la nouvelle interface liée au switch :

```
h1 ifconfig h1-eth0 10.0.0.1 netmask 255.0.0.0
```

Le ping devrait être maintenant fonctionnel mais le mininet ne prend pas en compte l'ajout de l'adresse IP

Modification à apporter au script pour que ce soit fonctionnel dès le début :

```
from mininet.net import Mininet
from mininet.topo import Topo
from mininet.node import Node
from mininet.cli import CLI
```

```
from mininet.link import TCLink
from mininet.log import setLogLevel

class Test_Topo(Topo):
  def __init__(self):
    "Create P2P topology"

    # Initialiser la topologie
    Topo.__init__(self)

    # Ajouter les hôtes et les switchs
    h1 = self.addNode('h1')
    h2 = self.addNode('h2')
    s1 = self.addSwitch('s1')

    # Ajouter les liaisons
    self.addLink(h2, s1)
    self.addLink(h1, s1)

topos = {
          'toptest' : (lambda: Test_Topo())
}

def topTest():
  topo = Test_Topo()
  net = Mininet(topo=topo, link=TCLink)
  net.start()
  h1 = net.get('h1')
  h2 = net.get('h2')
  h1int0 = h1.intf('h1-eth0')
  h2int0 = h2.intf('h2-eth0')
  h1.setIP('11.0.0.1', 8, h1int0)
  h2.setIP('11.0.0.3', 8, h2int0)
  CLI(net) # Sans cette ligne, on ne verrait jamais le CLI
  net.stop() # Ne pas oublier de detruire le reseau
if __name__ == '__main__':
    setLogLevel('info')
    topTest()
```

Maintenant je peux relancer le script et vérifier que le ping fonctionne bien entre h1 et h2 :

```
mininet> h1 ping h2
PING 11.0.0.3 (11.0.0.3) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 11.0.0.3: icmp_seq=1 ttl=64 time=1.78 ms
...
```

```
mininet> h2 ping h1
PING 11.0.0.1 (11.0.0.1) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 11.0.0.1: icmp_seq=1 ttl=64 time=1.01 ms
...
```

Partie sur le script trois_sw.py :

Modification du script pour donner des IP automatiquement au lancement de la topologie :

```
from mininet.net import Mininet
from mininet.topo import Topo
from mininet.node import Node
from mininet.cli import CLI
from mininet.link import TCLink
from mininet.log import setLogLevel

class Test_Topo(Topo):
  def __init__(self):
    "Create P2P topology"
    # Initialiser la topologie
    Topo.__init__(self)
    # Ajouter les hôtes et les switchs
    h1 = self.addNode('h1')
    h2 = self.addNode('h2')
    s1 = self.addSwitch('s1')
    s2 = self.addSwitch('s2')
    s3 = self.addSwitch('s3')
    # Ajouter les liaisons
    self.addLink(h1, s1)
    self.addLink(s1, s2)
    self.addLink(s2, s3)
    self.addLink(s3, h2)
topos = {
          'toptest' : (lambda: Test_Topo())
}

def topTest():
  topo = Test_Topo()
  net = Mininet(topo=topo, link=TCLink)
  net.start()
  h1 = net.get('h1')
  h2 = net.get('h2')
  h1int0 = h1.intf('h1-eth0')
  h2int0 = h2.intf('h2-eth0')
  h1.setIP('192.168.1.1', 24, h1int0)
  h2.setIP('192.168.1.2', 24, h2int0)
  net.pingAll() # Test d'un ping a la creation du reseau
```

```
  CLI(net) # Sans cette ligne, on ne verrait jamais le CLI
  net.stop() # Ne pas oublier de detruire le reseau
if __name__ == '__main__':
    setLogLevel('info')
    topTest()
```

Création du réseau :

```
mininet@mininet-vm:~/trois$ sudo python /home/mininet/trois/trois_sw.py
```

Vérification de la connectivité des clients via le ping dans l'API python :

```
*** Ping: testing ping reachability
h1 -> h2
h2 -> h1
*** Results: 0% dropped (2/2 received)
*** Starting CLI:
```

Les clients arrivent bien à se ping