

Résumé

Cet article présente la réalisation d'une maquette à l'aide des outils d'émulation de routeurs Cisco™ dynamips et dynagen. Le but est de préparer la migration d'un réseau d'un routeur à un autre dans une même aire OSPF. Cet article est aussi une bonne occasion de montrer comment on passe d'une topologie logique à l'autre sans changer de topologie physique de câblage en jouant sur la programmation des VLANs sur un même commutateur.



Table des matières

1. Copyright et Licence	1
1.1. Méta-information	1
2. La topologie physique de l'interconnexion réseau	2
2.1. Le système hôte	3
2.2. L'émulation des routeurs Cisco	3
2.3. Les machines virtuelles	4
2.4. L'initialisation de la maquette complète	4
3. La première topologie logique	5
3.1. Les réseaux locaux (VLANs)	6
3.2. Les accès Internet et réseau du campus	7
3.3. Les réseaux du site	7
3.4. Les systèmes virtuels client et serveur	9
4. La seconde topologie logique	9
4.1. Les réseaux locaux (VLANs)	10
4.2. Le réseau du parc des postes de travail	11
4.3. Le réseau des services Internet	12
5. Pour conclure	13

1. Copyright et Licence

Copyright (c) 2000,2015 Philippe Latu.
Permission is granted to copy, distribute and/or modify this document under the terms of the GNU Free Documentation License, Version 1.3 or any later version published by the Free Software Foundation; with no Invariant Sections, no Front-Cover Texts, and no Back-Cover Texts. A copy of the license is included in the section entitled "GNU Free Documentation License".

Copyright (c) 2000,2015 Philippe Latu.
Permission est accordée de copier, distribuer et/ou modifier ce document selon les termes de la Licence de Documentation Libre GNU (GNU Free Documentation License), version 1.3 ou toute version ultérieure publiée par la Free Software Foundation ; sans Sections Invariables ; sans Texte de Première de Couverture, et sans Texte de Quatrième de Couverture. Une copie de la présente licence est incluse dans la section intitulée « Licence de Documentation Libre GNU ».

1.1. Méta-information

Cet article est écrit avec [DocBook](http://www.docbook.org)¹ XML sur un système [Debian GNU/Linux](http://www.debian.org)². Il est disponible en version imprimable au format PDF : [ospf-migration.pdf](#)³.

¹ <http://www.docbook.org>

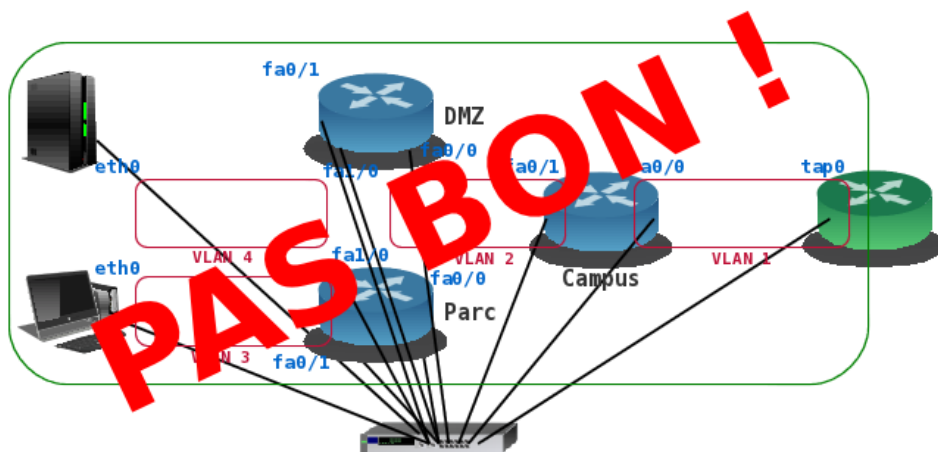
² <http://www.debian.org>

2. La topologie physique de l'interconnexion réseau

Une migration réseau peut être motivée par plusieurs facteurs : évolution ou remplacement de matériel, répartition de la charge entre processeurs de route, etc. Dans le cas présent, c'est le fait d'avoir atteint les limites de la capacité de traitement d'un routeur Cisco™ ISR 2851 qui a motivé la migration du réseau correspondant au périmètre des services Internet hébergés vers un second routeur.

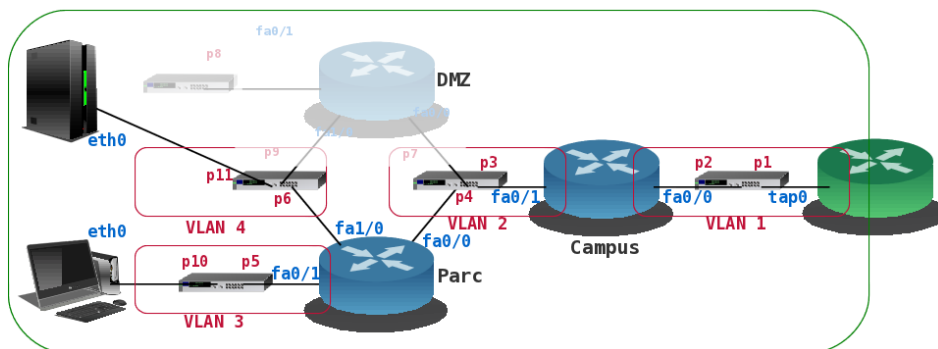
Dans cette section, on commence par mettre en place une topologie de câblage à l'aide du gestionnaire dynagen. Dans les sections suivantes, on implante une première topologie logique dans laquelle tous les flux réseaux sont concentrés dans un seul routeur et on étudie les étapes qui permettent de migrer le réseau des services Internet vers un nouveau routeur.

Même s'il n'est pas toujours évident d'obtenir une représentation satisfaisante d'une interconnexion réseau, ce n'est pas une raison pour faire n'importe quoi. La problématique dans le cas présent vient du fait que toutes les interfaces sont raccordées au même commutateur : vde.



Mauvaise représentation d'une topologie physique⁴

Une représentation telle que celle donnée ci-dessus, qui ne fait apparaître qu'un commutateur unique est quasiment illisible. Que dire de l'identification des VLANs ? Même en employant différentes couleurs on aurait beaucoup de mal à identifier les différents domaines de diffusion. C'est la raison pour laquelle je préfère utiliser autant de «sous-commutateurs» que de VLANs.



Topologie physique initiale⁵

Si l'on accepte le fait que le commutateur est découpé en cinq sous-ensembles correspondant chacun à un réseau local (ou un VLAN), on gagne en lisibilité. Pour la partie câblage proprement dite on peut alors se contenter d'un tableau de correspondance.

Tableau 1. Brassage des interfaces sur le commutateur vde

numéro de port	interface	hôte
1	tap0	Système hôte

³ <http://www.inetdoc.net/pdf/ospf-migration.pdf>

⁴ images/migration-ospf-bad.png

⁵ images/migration-ospf-step0.png

numéro de port	interface	hôte
2	fa0/0	Routeur Campus
3	fa0/1	Routeur Campus
4	fa0/0	Routeur Parc
5	fa0/1	Routeur Parc
6	fa1/0	Routeur Parc
7	fa0/0	Routeur DMZ
8	fa0/1	Routeur DMZ
9	fa1/0	Routeur DMZ
10	eth0	Client (machine virtuelle KVM)
11	eth0	Serveur (machine virtuelle KVM)

Une fois ce brassage établi, il ne varie plus tout au long des différentes étapes et évolutions de la topologie logique. On passe d'une topologie logique à l'autre par le biais des affectations de VLANs.

Le tableau ci-dessus est la traduction des éléments de configuration en place aussi bien sur le système hôte que sur les systèmes émulés ou virtualisés.

2.1. Le système hôte

Sur un système Debian GNU/Linux, le paquet `vde2` fournit les scripts nécessaires à la configuration d'une interface de type `tap` au lancement du commutateur. Voici un extrait du fichier `/etc/network/interfaces`.

```
iface tap0 inet static
    address 192.0.2.1
    netmask 255.255.255.224
    network 192.0.2.0
    broadcast 192.0.2.31
    vde2-switch -
```

Lors de l'activation de l'interface `tap0`, le commutateur virtuel est lancé et l'interface est directement raccordée sur le port numéro 1.

```
$ vdeterm /var/run/vde2/tap0.mgmt
VDE switch V.2.2.3
(C) Virtual Square Team (coord. R. Davoli) 2005,2006,2007 - GPLv2

vde$ port/print
0000 DATA END WITH '.'
Port 0001 untagged_vlan=0000 ACTIVE - Unnamed Allocatable
Current User: NONE Access Control: (User: NONE - Group: NONE)
IN: pkts      81          bytes      25726
OUT: pkts     0           bytes      0
-- endpoint ID 0007 module tuntap      : tap0
.
1000 Success
```

2.2. L'émulation des routeurs Cisco

Le gestionnaire `dynagen` prend en charge l'interconnexion des interfaces des routeurs émulés via son fichier de configuration.

```
[localhost]

ghostios = true
sparsemem = true

[[7200]]

[[router Campus]]
model = 2621XM
ram = 192
image = /home/phil/ios.images/c2600-advipservicesk9-mz.124-15.T14.image
f0/0 = NIO_vde:/var/run/vde2/tap0.ctl/ctl:/var/run/vde2/tap0.ctl/2
f0/1 = NIO_vde:/var/run/vde2/tap0.ctl/ctl:/var/run/vde2/tap0.ctl/3

[[router Parc]]
model = 2621XM
ram = 192
slot1 = NM-1FE-TX
image = /home/phil/ios.images/c2600-advipservicesk9-mz.124-15.T14.image
f0/0 = NIO_vde:/var/run/vde2/tap0.ctl/ctl:/var/run/vde2/tap0.ctl/4
f0/1 = NIO_vde:/var/run/vde2/tap0.ctl/ctl:/var/run/vde2/tap0.ctl/5
f1/0 = NIO_vde:/var/run/vde2/tap0.ctl/ctl:/var/run/vde2/tap0.ctl/6

[[router DMZ]]
model = 2621XM
ram = 192
slot1 = NM-1FE-TX
image = /home/phil/ios.images/c2600-advipservicesk9-mz.124-15.T14.image
f0/0 = NIO_vde:/var/run/vde2/tap0.ctl/ctl:/var/run/vde2/tap0.ctl/7
f0/1 = NIO_vde:/var/run/vde2/tap0.ctl/ctl:/var/run/vde2/tap0.ctl/8
f1/0 = NIO_vde:/var/run/vde2/tap0.ctl/ctl:/var/run/vde2/tap0.ctl/9
```

Les ports du commutateur vde sont raccordés séquentiellement aux interfaces des routeurs dans l'ordre défini dans le fichier de configuration ci-dessus.

2.3. Les machines virtuelles

Dans le cas des machines virtuelles, les affectations se font lors de l'appel au script d'initialisation **startup.sh** proposé dans l'article [Virtualisation système et enseignement](#)⁶.

Ici, les machines virtuelles sont lancées à l'aide des deux instructions suivantes.

```
../scripts/startup.sh client.raw 512 10
../scripts/startup.sh serveur.raw 512 11
```

2.4. L'initialisation de la maquette complète

Pour synthétiser tous ces éléments de configuration, on utilise un script baptisé migration.sh qui englobe les différentes initialisations.

```
#!/bin/bash

../scripts/startup.sh client.raw 512 10
../scripts/startup.sh serveur.raw 512 11

if [[ -z "`pidof dynamips | tr -d '\n'`" ]]
then
  echo "Launching dynamips"
  dynamips -H 7200 & >/dev/null
  sleep 5
  echo '.'
fi

dynagen lab.net

echo "The End"

exit 0
```

⁶ <http://www.inetdoc.net/guides/vm/>

Une fois que tous les systèmes sont actifs, on peut passer à la création de la base de données des VLANs via la console d'administration du commutateur vde.

```
$ vdeterm /var/run/vde2/tap0.mgmt
VDE switch V.2.2.3
(C) Virtual Square Team (coord. R. Davoli) 2005,2006,2007 - GPLv2

vde$ vlan/create 1
1000 Success

vde$ vlan/create 2
1000 Success

vde$ vlan/create 3
1000 Success

vde$ vlan/create 4
1000 Success

vde$ vlan/create 5
1000 Success

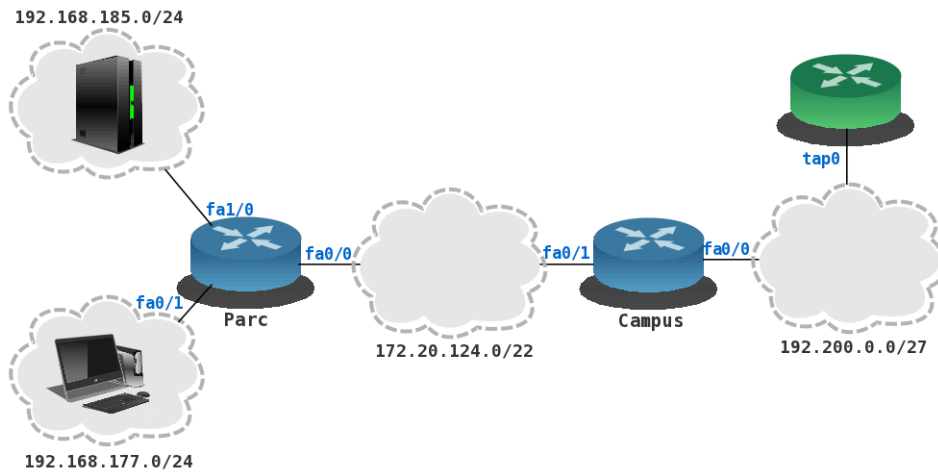
vde$ vlan/print
0000 DATA END WITH '.'
VLAN 0000
-- Port 0001 tagged=0 active=1 status=Forwarding
-- Port 0002 tagged=0 active=1 status=Forwarding
-- Port 0003 tagged=0 active=1 status=Forwarding
-- Port 0004 tagged=0 active=1 status=Forwarding
-- Port 0005 tagged=0 active=1 status=Forwarding
-- Port 0006 tagged=0 active=1 status=Forwarding
-- Port 0007 tagged=0 active=1 status=Forwarding
-- Port 0008 tagged=0 active=1 status=Forwarding
-- Port 0009 tagged=0 active=1 status=Forwarding
-- Port 0010 tagged=0 active=1 status=Forwarding
-- Port 0011 tagged=0 active=1 status=Forwarding
VLAN 0001
VLAN 0002
VLAN 0003
VLAN 0004
VLAN 0005
.
1000 Success
```

La copie d'écran ci-dessus montre que tous les ports actifs appartiennent au même VLAN (le numéro 0) et que cinq autres VLANs ont été créés.

On peut maintenant considérer que la topologie physique est en place et passer à la mise en œuvre de la première topologie logique.

3. La première topologie logique

Cette topologie logique de départ correspond à la **présentation de la topologie physique initiale**. Après avoir traité le niveau physique dans la section précédente, on remonte les couches de la modélisation : base de données des VLANs au niveau liaison, configuration IP et routage OSPF au niveau réseau puis validation des couches transport et application à l'aide des systèmes virtuels client et serveur.



Première topologie logique⁷

3.1. Les réseaux locaux (VLANs)

La configuration des VLANs se fait toujours à l'aide de la console d'administration de vde.

```
vde$ port/setvlan 1 1
1000 Success

vde$ port/setvlan 2 1
1000 Success

vde$ port/setvlan 3 2
1000 Success

vde$ port/setvlan 4 2
1000 Success

vde$ port/setvlan 5 3
1000 Success

vde$ port/setvlan 10 3
1000 Success

vde$ port/setvlan 6 4
1000 Success

vde$ port/setvlan 11 4
1000 Success

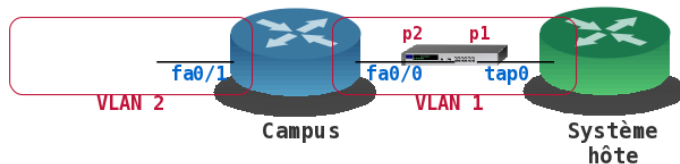
vde$ vlan/print
0000 DATA END WITH '.'
VLAN 0000
-- Port 0007 tagged=0 active=1 status=Forwarding
-- Port 0008 tagged=0 active=1 status=Forwarding
-- Port 0009 tagged=0 active=1 status=Forwarding
VLAN 0001
-- Port 0001 tagged=0 active=1 status=Forwarding
-- Port 0002 tagged=0 active=1 status=Forwarding
VLAN 0002
-- Port 0003 tagged=0 active=1 status=Forwarding
-- Port 0004 tagged=0 active=1 status=Forwarding
VLAN 0003
-- Port 0005 tagged=0 active=1 status=Forwarding
-- Port 0010 tagged=0 active=1 status=Forwarding
VLAN 0004
-- Port 0006 tagged=0 active=1 status=Forwarding
-- Port 0011 tagged=0 active=1 status=Forwarding
VLAN 0005
.
1000 Success
```

⁷ images/topology-ospf-step0.png

Après cette suite d'instructions, les ports 7, 8 et 9 sont les seuls à ne pas être affectés à un VLAN particulier. Ils ne sont pas utilisés dans cette première topologie logique.

3.2. Les accès Internet et réseau du campus

Le premier réseau local (VLAN 1) représente le lien entre le réseau du campus et l'Internet. Dans cette maquette, le réseau du campus se résume à un routeur à la frontière entre l'aire OSPF et le système hôte qui dispose d'un véritable accès à l'Internet. Cet accès réel est mis à disposition des équipements de la maquette par routage et traduction d'adresses sources (S-NAT).



Accès Internet⁸

Le réseau IP utilisé pour la communication entre le système hôte et les équipements virtualisés est le 192.0.2.0/27 et le réseau de l'aire OSPF (VLAN 2) est le 172.20.124.0/22. Voici un extrait de la configuration du routeur Campus.

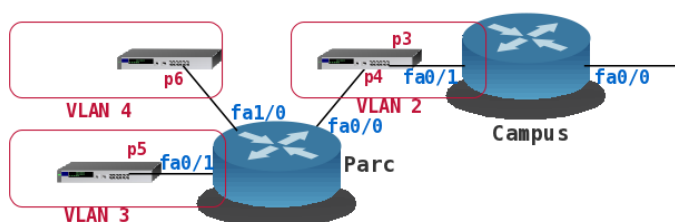
```
interface FastEthernet0/0
  mac-address c800.309b.0100
  ip address 192.0.2.2 255.255.255.224
  duplex auto
  speed auto
!
interface FastEthernet0/1
  ip address 172.20.124.2 255.255.252.0
  duplex auto
  speed auto
!
router ospf 1
  router-id 0.0.0.1
  log-adjacency-changes
  passive-interface FastEthernet0/0
  network 172.20.124.0 0.0.3.255 area 0
!
ip forward-protocol nd
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 192.0.2.1
```

Pour assurer une visibilité entre les réseaux de la maquette et le système hôte, on ajoute autant de routes statiques sur le système hôte que de réseaux utilisés. Dans le cas présent, on ajoute seulement le réseau 172.20.124.0/22 au système hôte.

```
# ip ro add 172.20.124.0/22 dev tap0
```

3.3. Les réseaux du site

Le routeur de site de la première topologie logique est baptisé Parc. Il dessert deux périmètres distincts : le réseau du parc des postes de travail 192.168.177.0/24 (VLAN 3) et le réseau des services Internet 192.168.185.0/24 (VLAN 4).



⁸ images/migration-ospf-campus.png

Réseaux du site⁹

Voici un extrait de la configuration du routeur Parc.

```
interface FastEthernet0/0
  mac-address c801.309b.0010
  ip address 172.20.124.8 255.255.252.0
  duplex auto
  speed auto
!
interface FastEthernet0/1
  mac-address c801.309b.0011
  ip address 192.168.177.1 255.255.255.0
  duplex auto
  speed auto
!
interface FastEthernet1/0
  mac-address c801.309b.0012
  ip address 192.168.185.1 255.255.255.0
  duplex auto
  speed auto
!
router ospf 1
  router-id 0.0.0.2
  log-adjacency-changes
  network 172.20.124.0 0.0.3.255 area 0
  network 192.168.177.0 0.0.0.255 area 0
  network 192.168.185.0 0.0.0.255 area 0
!
ip forward-protocol nd
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 172.20.124.2
```

La table de routage est la suivante :

```
Parc#sh ip route
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
       ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
       o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is 172.20.124.2 to network 0.0.0.0

C    192.168.177.0/24 is directly connected, FastEthernet0/1
    172.20.0.0/22 is subnetted, 1 subnets
C      172.20.124.0 is directly connected, FastEthernet0/0
C    192.168.185.0/24 is directly connected, FastEthernet1/0
S*   0.0.0.0/0 [1/0] via 172.20.124.2
```

Les tests ICMP classiques permettent de valider la connectivité entre les réseaux du site et le système hôte.

```
$ ping -qc 5 192.168.177.1
PING 192.168.177.1 (192.168.177.1) 56(84) bytes of data.

--- 192.168.177.1 ping statistics ---
5 packets transmitted, 5 received, 0% packet loss, time 4004ms
rtt min/avg/max/mdev = 6.361/9.082/10.765/1.514 ms
$ ping -qc 5 192.168.185.1
PING 192.168.185.1 (192.168.185.1) 56(84) bytes of data.

--- 192.168.185.1 ping statistics ---
5 packets transmitted, 5 received, 0% packet loss, time 4003ms
rtt min/avg/max/mdev = 5.093/8.100/9.431/1.580 ms
```

```
Parc#ping 192.0.2.1

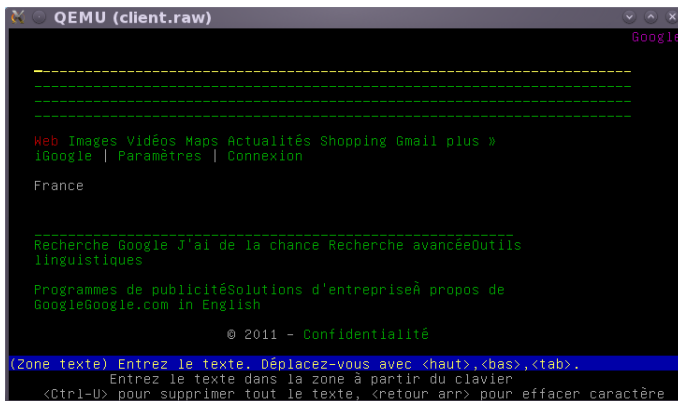
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.0.2.1, timeout is 2 seconds:
!!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 4/7/16 ms
```

⁹ images/migration-ospf-parc.png

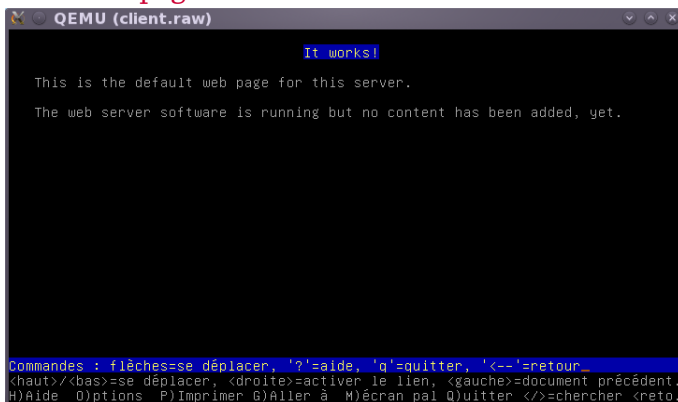
3.4. Les systèmes virtuels client et serveur

Pour finir de valider le fonctionnement de l'interconnexion de la première topologie logique, il ne reste plus qu'à tester la connectivité depuis les deux machines virtuelles client et serveur. On leur affecte respectivement les adresses IP 192.168.177.10 et 192.168.185.10. Après avoir repris les tests ICMP présentés ci-dessus avec les adresses IP du client et du serveur, on installe les outils nécessaires à la navigation Web. Sur le poste client, on se contente d'installer le paquet du navigateur lynx-cur. Sur le poste serveur, on installe le paquet du serveur apache2.

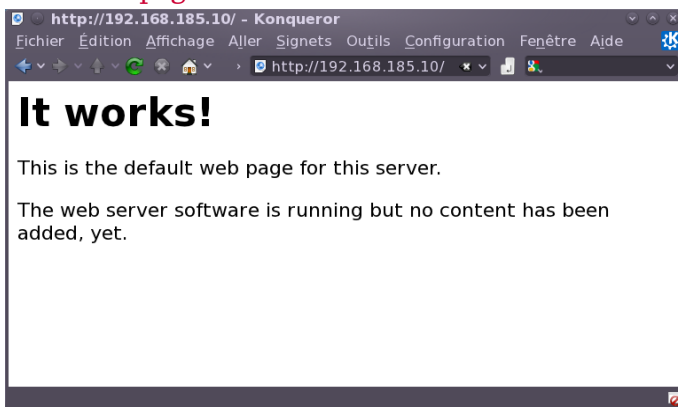
Une fois la configuration en place, on peut naviguer «facilement» depuis le poste client ou le système hôte.



Accès à la page d'un moteur de recherche¹⁰



Accès à la page du serveur Web du site¹¹



Accès à la page du serveur Web du site depuis l'Internet¹²

4. La seconde topologie logique

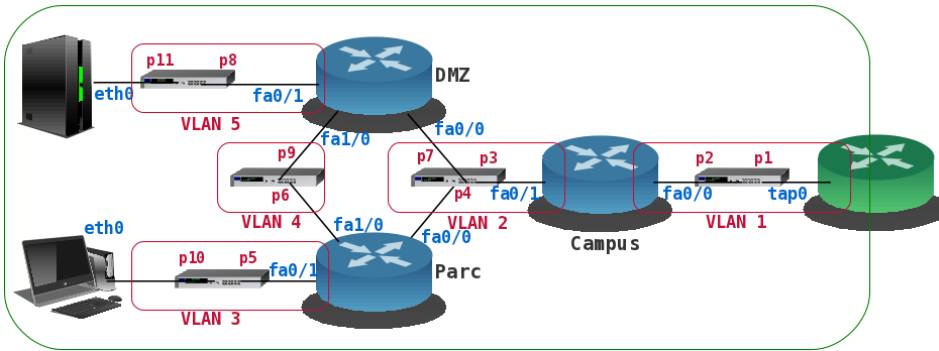
Cette topologie logique utilise un routeur par périmètre. L'objectif ici est de disposer de davantage de capacité de traitement pour chaque type de flux réseau à router et filtrer. Relativement à la section

¹⁰ images/client-lynx-google.png

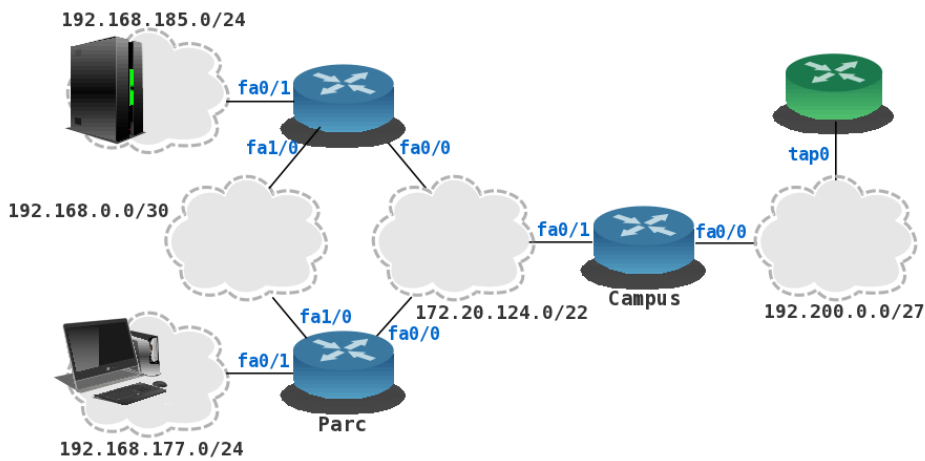
¹¹ images/client-lynx-apache.png

¹² images/client-konq-apache.png

précédente, la topologie physique évolue par réaffectation des VLANs sur les ports du commutateur vde concernés.



Topologie physique finale¹³



Seconde topologie logique¹⁴

4.1. Les réseaux locaux (VLANs)

Pour la nouvelle configuration des VLANs, on utilise à nouveau la console d'administration de vde.

¹³ images/migration-ospf-step1.png

¹⁴ images/topology-ospf-step1.png

```

vde$ port/setvlan 7 2
1000 Success

vde$ port/setvlan 9 4
1000 Success

vde$ port/setvlan 8 5
1000 Success

vde$ port/setvlan 11 5
1000 Success

vde$ vlan/print
0000 DATA END WITH '.'
VLAN 0000
VLAN 0001
  -- Port 0001 tagged=0 active=1 status=Forwarding
  -- Port 0002 tagged=0 active=1 status=Forwarding
VLAN 0002
  -- Port 0003 tagged=0 active=1 status=Forwarding
  -- Port 0004 tagged=0 active=1 status=Forwarding
  -- Port 0007 tagged=0 active=1 status=Forwarding
VLAN 0003
  -- Port 0005 tagged=0 active=1 status=Forwarding
  -- Port 0010 tagged=0 active=1 status=Forwarding
VLAN 0004
  -- Port 0006 tagged=0 active=1 status=Forwarding
  -- Port 0009 tagged=0 active=1 status=Forwarding
VLAN 0005
  -- Port 0008 tagged=0 active=1 status=Forwarding
  -- Port 0011 tagged=0 active=1 status=Forwarding
.
1000 Success

```

Une fois ces affectations de VLAN par port effectuées, on étudie les deux nouveaux périmètres du parc des postes de travail et des services Internet. Les accès Internet et réseau du campus ne changent pas et la configuration du routeur Campus reste identique.

4.2. Le réseau du parc des postes de travail

Le routeur baptisé Parc dessert toujours les postes de travail ; soit le réseau 192.168.177.0/24 (VLAN 3). Il est maintenant raccordé au routeur baptisé DMZ via le réseau 192.168.0.0/30 (VLAN 4). Voici un extrait de la nouvelle configuration du routeur Parc.

```

interface FastEthernet0/0
  mac-address c801.309b.0010
  ip address 172.20.124.8 255.255.252.0
  duplex auto
  speed auto
!
interface FastEthernet0/1
  mac-address c801.309b.0011
  ip address 192.168.177.1 255.255.255.0
  duplex auto
  speed auto
!
interface FastEthernet1/0
  mac-address c801.309b.0012
  ip address 192.168.0.1 255.255.255.252
  duplex auto
  speed auto
!
router ospf 1
  router-id 0.0.0.2
  log-adjacency-changes
  network 172.20.124.0 0.0.3.255 area 0
  network 192.168.177.0 0.0.0.255 area 0
!
ip forward-protocol nd
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 172.20.124.2
ip route 192.168.185.0 255.255.255.0 FastEthernet1/0

```

Le réseau d'interconnexion directe (VLAN 4) entre les routeurs Parc et DMZ est configuré pour faire transiter les flux entre les postes de travail et les services Internet du site sans passer par le réseau du campus. On a ajouté une route statique dont la métrique est plus faible que celle d'une route établie via le protocole OSPF. C'est donc cette route statique qui est implantée dans la table de routage.

```
Parc#sh ip route
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
       ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
       o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is 172.20.124.2 to network 0.0.0.0

C    192.168.177.0/24 is directly connected, FastEthernet0/1
    172.20.0.0/22 is subnetted, 1 subnets
C    172.20.124.0 is directly connected, FastEthernet0/0
    192.168.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
C    192.168.0.0 is directly connected, FastEthernet1/0
S    192.168.185.0/24 is directly connected, FastEthernet1/0
S*   0.0.0.0/0 [1/0] via 172.20.124.2
```

4.3. Le réseau des services Internet

Le routeur baptisé DMZ dessert le réseau des services Internet qui a migré vers ce nouveau routeur. Si l'adresse de ce réseau reste 192.168.185.0/24, elle correspond maintenant au VLAN 5. De façon symétrique, le routeur DMZ est raccordé au routeur Parc via le réseau 192.168.0.0/30 (VLAN 4). Voici un extrait de la configuration du nouveau routeur DMZ.

```
interface FastEthernet0/0
  mac-address c802.309b.0020
  ip address 172.20.124.10 255.255.252.0
  duplex auto
  speed auto
!
interface FastEthernet0/1
  mac-address c802.309b.0021
  ip address 192.168.185.1 255.255.255.0
  duplex auto
  speed auto
!
interface FastEthernet1/0
  mac-address c802.309b.0022
  ip address 192.168.0.2 255.255.255.252
  duplex auto
  speed auto
!
router ospf 1
  router-id 0.0.0.4
  log-adjacency-changes
  network 172.20.124.0 0.0.3.255 area 0
  network 192.168.185.0 0.0.0.255 area 0
!
ip forward-protocol nd
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 130.120.124.2
ip route 192.168.177.0 255.255.255.0 FastEthernet1/0
```

Tout comme sur le routeur Parc on a ajouté une route statique pour faire transiter les flux entre les services Internet et les postes de travail du site sans passer par le réseau du campus.

```

DMZ#sh ip route
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
       ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
       o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

S    192.168.177.0/24 is directly connected, FastEthernet1/0
     172.20.0.0/22 is subnetted, 1 subnets
C    172.20.124.0 is directly connected, FastEthernet0/0
     192.168.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
C    192.168.0.0 is directly connected, FastEthernet1/0
C    192.168.185.0/24 is directly connected, FastEthernet0/1

```

Une fois la seconde topologie en place, on reprend les mêmes tests ICMP que ceux effectués avec la première topologie. On procède de même avec les navigateurs Web de la machine virtuelle cliente et du système hôte.

5. Pour conclure

Voilà une illustration supplémentaire de l'utilisation des outils de virtualisation et d'émulation que l'on peut aisément faire fonctionner sur un système GNU/Linux. Cette maquette montre que l'on peut préparer sereinement les configurations des équipements en dehors de l'interconnexion réseau «en production» et éviter ainsi les écueils les plus gros.

En toute honnêteté, cette préparation par maquette n'offre aucune garantie de bon fonctionnement dans la mesure où elle ne supporte pas de trafic réel. Face à des profils de trafic réseau hautement imprévisibles et difficilement reproductibles, le «comportement» des équipements réels est parfois décevant. C'est souvent un non dit qui conduit à surdimensionner les configurations matérielles.