Faculté des Sciences & Techniques — Université de Limoges

Master 1ère année

Infrastructure Réseaux

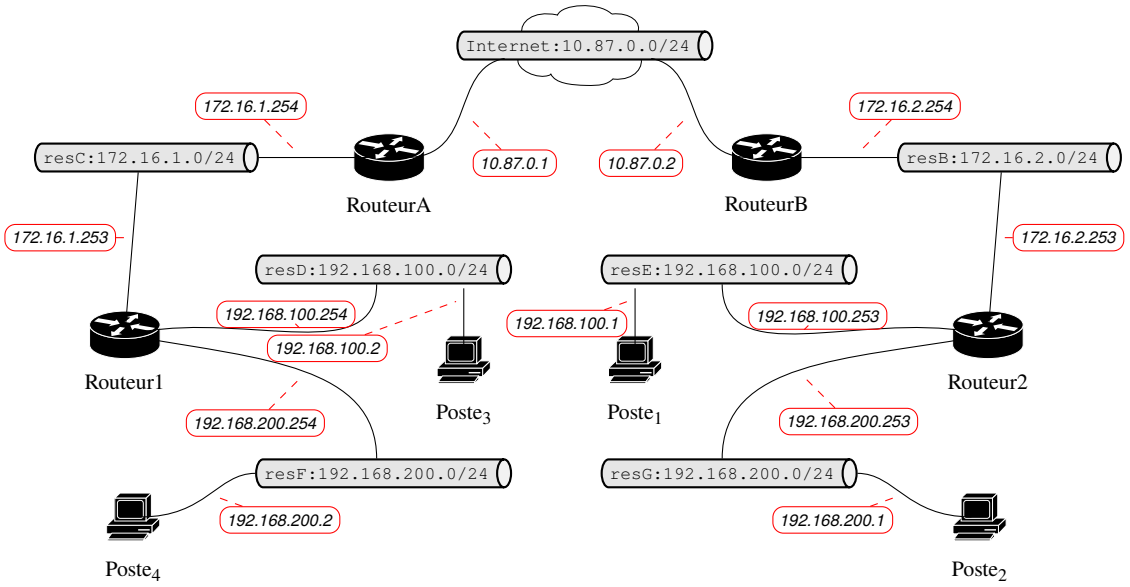
Projet

Tunnel L2TPv3 sécurisé par IPsec pour la mise en œuvre de « trunking » de VLANs
Comparaison avec les VXLAN

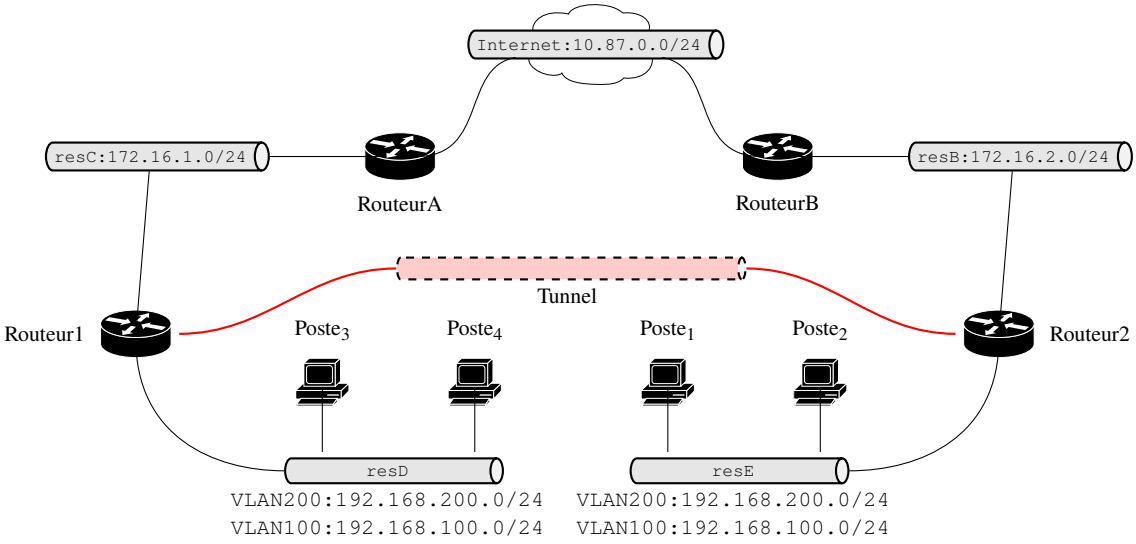
Présentation du projet

Le projet a pour but d'étudier le protocole L2TPv3, RFC 3931, pour faire des tunnels de niveau 2.
On s'en servira pour faire du « *trunking* » de VLANs et de la mutualisation de service comme le DHCP.
Enfin, à l'aide d'une configuration « intelligente », on limitera l'utilisation du tunnel lorsque les hôtes voudront se connecter à Internet en leur permettant de le faire directement de leur « côté d'Internet ».

On dispose du réseau suivant où les réseaux sont disjoints au niveau 2 :



On voudrait arriver au schéma suivant où les réseaux sont liés au niveau 2 :



Un serveur DHCP sera mis en œuvre sur « `Routeur1` » afin de configurer les différents hôtes des deux VLANs (qu'ils soient ou non séparés par Internet).

Chaque poste et routeur sera mis en œuvre à l'aide d'un « *netns* ».

Linux& VLANs

Dans ce projet, nous allons utiliser des VLANs afin de :

- créer deux réseaux locaux **différents** regroupant des machines connectées au travers des mêmes éléments actifs du réseaux (bridge/switch) avec des adresses de niveau 3 différentes (adresse IP) ;
- isoler les trafics de niveau 2 de ces réseaux pour qu'ils n'interférent pas entre eux : ARP, DHCP, « *Neighbor Discovery Protocol* », *etc.*
- multiplexer le trafic des deux réseaux au sein d'un même switch/bridge à la manière du « *VLAN trunking* » :
  - la trame est « étiquettée », « *VLAN Tagging* », pour indiquer à quel VLAN elle appartient (suivant le format 802.1Q) ;
  - la mise en place de l'étiquette ou sa suppression est réalisée soit par :
    - l'élément actif du réseau (bridge/switch) et on parle de **VLAN de port** (sur un switch matériel le réglage est « `untagged` ») : la connexion ne permet d'atteindre qu'un seul VLAN et les trames ne contiennent pas d'étiquette à leur arrivée sur le port ;
    - la machine connectée au réseau et on parle de réglage « `tagged` » : cette configuration est utile, par exemple, lorsque l'on connecte sur le même port un ordinateur et un téléphone IP, utilisant le protocole « *Voice Over IP* », dont le trafic n'ira pas dans le même VLAN et sera prioritisé suivant de la QoS.

Nous choissirons de faire du **VLAN de port**, qui offre la **sécurité maximale** tout en gardant la flexibilité du VLAN :

- la connexion n'appartient qu'à un seul VLAN ;
- les trames sont étiquettées dans le bridge/switch pour permettre le « *trunking* » ;
- les trames VLANs peuvent être multiplexées sur un lien pouvant être un **tunnel de niveau 2** ;
- les VLANs peuvent être répartis entre des sites, en employant le réseau IP pour assurer cette interconnexion.

Mise en place de VLAN de port sous Linux

- Ce que l'on veut faire :
  - ajouter l'étiquette VLAN sur les trames en sortie du netns ;
  - intégrer ce trafic dans un switch pour :
    - les échanges avec les autres netns appartenant au même VLAN ;
    - le passage dans le tunnel de niveau 2 pour relayer le trafic au travers du réseau IP vers les netns.

- Comment fonctionnent les VLANs sous Linux :
  - il est possible de gérer les VLANs comme sur un vrai switch avec Open vSwitch :
    - VLAN de port : un port est associé à un seul VLAN, il peut alors :
      - laisser passer des trames non étiquetées dans le VLAN associé ;
      - filtrer ou non suivant la configuration du port des trames étiquetées ;
    - réaliser de l'étiquettage VLAN au travers du « trunking » ;
    - le VLAN s'exprime par l'ajout d'étiquette : « *VLAN tagged* » sur les trames ;
    - le VLAN crée une nouvelle interface qui s'accroche à une interface existante :
      - lorsqu'une trame est envoyée sans étiquette depuis la nouvelle interface VLAN créée, elle apparait avec une étiquette VLAN sur l'interface existante ;
      - lorsqu'une trame est reçue avec une étiquette VLAN sur l'interface existante, elle apparait sur la nouvelle interface créée sans l'étiquette.
    - il est possible d'accrocher plusieurs interfaces VLANs sur la même interface, **seulement** si elles appartiennent à des VLANs différents.
- Comment nous allons procéder :
  1. accrocher un VLAN sur l'interface du netns pour que le trafic en sortie du netns soit étiqueté (fonctionnement en VLAN de port) ;
  2. ajouter l'autre extrémité dans un switch (c'est par ce switch que le trafic sera retransmis par le tunnel).
  3. configurer le routage pour utiliser l'interface avec VLAN ;
- En conclusion :
  - tous les netns pourront communiquer entre eux s'ils sont connectés au même switch et appartiennent au même VLAN ;
  - le trafic étiqueté peut être « tunnelisé » au travers d'un tunnel de niveau 2.

Configuration des VLANs sous Linux

Pour ajouter le VLAN n°100 sur l'interface `rout1-eth1` :

- ▷ on choissira un nom pour l'interface, comme par exemple `rout1-eth1.100` pour rester compatible avec les notations utilisées par la commande `vconfig` qui était utilisée auparavant ;
- ▷ on utilisera la commande « `ip` » :

```
xterm
pef@cerberus:~$ sudo ip link
2: rout1-eth1: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc pfifo_fast state UNKNOWN
mode DEFAULT qlen 1000
    link/ether 00:0c:29:0f:31:a1 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
pef@cerberus:~$ sudo ip link add link rout1-eth1 name rout1-eth1.100 type vlan id 100
pef@cerberus:~$ ip link
2: rout1-eth1: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc pfifo_fast state UNKNOWN
mode DEFAULT qlen 1000
    link/ether 00:0c:29:0f:31:a1 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
4: rout1-eth1.100@eth0: <BROADCAST,MULTICAST> mtu 1500 qdisc noop state DOWN mode DEFAULT
    link/ether 00:0c:29:0f:31:a1 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
pef@cerberus:~$ ip addr add 192.168.100.254/24 dev rout1-eth1.100
```

Les trames qui passeront par cette interface possèderont un « tag *» de VLAN avec l'id 100.*
On note que l'interface initiale, ici `rout1-eth1`, ne dispose ***pas de configuration IP****, mais c'est l'« interface » VLAN, ici `rout1-eth1.100` qui va être configurée en IP.*

- ▷ on peut ensuite donner une adresse IP à cette nouvelle interface :

```
xterm
pef@cerberus:~$ sudo ip addr add 192.168.1.1/24 brd 192.168.1.255 dev eth0.100
pef@cerberus:~$ sudo ip link set dev eth0.100 up
pef@cerberus:~$ ip address
2: eth0: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc pfifo_fast state UNKNOWN qlen
1000
    link/ether 00:0c:29:0f:31:a1 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 192.168.127.213/24 brd 192.168.127.255 scope global eth0
    inet6 fe80::20c:29ff:fe0f:31a1/64 scope link
       valid_lft forever preferred_lft forever
4: eth0.100@eth0: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc noqueue state UP
    link/ether 00:0c:29:0f:31:a1 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 192.168.1.1/24 brd 192.168.1.255 scope global eth0.100
    inet6 fe80::20c:29ff:fe0f:31a1/64 scope link
       valid_lft forever preferred_lft forever
```

Retransmission de trames sous Linux

Pour la mise en place d'un tunnel niveau 2, c-à-d capable d'acheminer des trames Ethernet, il est nécessaire de pouvoir « récupérer » les trames circulant dans un réseau au travers d'une interface.

Les éléments nécessaires sont les suivants :

- il faut disposer d'une interface IF_1 **connectée dans le réseau** depuis lequel on veut récupérer les trames ;
- cette interface peut être au choix :
  - l'extrémité d'un lien de type « veth », l'autre extrémité étant connectée dans le réseau ;
  - une interface physique connectée à un réseau physique ;
- cette interface IF_1 doit être **active** mais **non configurée** pour IP (**pas d'adresse IP**) ;
- un **tunnel** est manipulable comme une interface : cette interface IF_2 doit être également **non configurée** ;
- l'interface du tunnel IF_2 doit être **reliée** à la première interface IF_1 :
  - on va utiliser un « bridge » dans lequel on va mettre IF_1 et IF_2 ;
  - toute trame que va « voir » IF_1 va également être vue par IF_2, à condition que ces deux interfaces soient « up » et ne soient pas configurées pour IP (pas d'adresse IP configurée) (elles se comportent alors comme des interfaces en mode *promiscuous*, c-à-d qui relait des trames qui ne sont pas à leur destination) ;
- pour permettre à la pile TCP/IP d'accéder au réseau connecté par IF_1, il faut **configurer en IP** l'interface représentant le **bridge**.

Exemple pour la configuration de R1 sur le réseau de démo `netlab` des TPs du premier semestre :

xterm
```
$ git clone https://git.unilim.fr/pierre-francois.bonnefoi/netlab.git
```

xterm
```
❶ pef@qemu-ubuntu:~/netlab$ [r1] sudo ip l2tp add tunnel remote 172.16.2.253 local
  172.16.1.253 encap ip tunnel_id 3000 peer_tunnel_id 4000
  pef@qemu-ubuntu:~/netlab$ [r1] sudo ip l2tp add session tunnel_id 3000 session_id 1000
  peer_session_id 2000
❷ pef@qemu-ubuntu:~/netlab$ [r1] sudo ip link set l2tpeth0 up
❸ pef@qemu-ubuntu:~/netlab$ [r1] sudo ip a flush dev r1-eth0
❹ pef@qemu-ubuntu:~/netlab$ [r1] sudo brctl addbr pont
❺ pef@qemu-ubuntu:~/netlab$ [r1] sudo brctl addif pont l2tpeth0
  pef@qemu-ubuntu:~/netlab$ [r1] sudo brctl addif pont r1-eth0
❻ pef@qemu-ubuntu:~/netlab$ [r1] sudo ip link set pont up
```

❶⇒Création du tunnel : l'interface l2tpeth0 est créée ;
❷⇒activation de l'interface du tunnel ;
❸⇒enlever la configuration ip de l'interface « `r1-eth0` » ;
❹⇒ajout d'un bridge nommé « pont »(il peut être nécessaire d'installer le paquet « `bridge-utils` ») ;
❺⇒ajout des interfaces dans le bridge : celle du tunnel IF_2 et celle connectée au réseau IF_1 ;
❻⇒activation de l'interface correspondant au bridge ;

Si on fait un ping vers une machine qui n'existe pas depuis la machine `h1` :

xterm
```
pef@qemu-ubuntu:~/netlab$ [h1] ping 192.168.10.5
```

On observe sur `R1` :

xterm
```
pef@qemu-ubuntu:~/netlab$ [r1] sudo tcpdump -i pont -lnvv
tcpdump: listening on tunnel, link-type EN10MB (Ethernet), snapshot length 262144
bytes
12:14:32.125292 ARP, Ethernet (len 6), IPv4 (len 4), Request who-has 192.168.10.5
tell 192.168.10.1, length 28
12:14:33.143768 ARP, Ethernet (len 6), IPv4 (len 4), Request who-has 192.168.10.5
tell 192.168.10.1, length 28
```

On observe également à la réception des paquets du tunnel sur `R2` :

xterm
```
pef@qemu-ubuntu:~/netlab$ [r2] sudo tcpdump -i r2-eth1 -lnvvX
tcpdump: listening on r2-eth1, link-type EN10MB (Ethernet), snapshot length 262144
bytes
12:51:28.605707 IP (tos 0x0, ttl 64, id 40674, offset 0, flags [none], proto
unknown (115), length 70)
    10.0.0.1 > 10.0.0.2:  ip-proto-115 50
        0x0000:  4500 0046 9ee2 0000 4073 c760 0a00 0001  E..F....@s.`....
        0x0010:  0a00 0002 0000 07d0 0000 0000 ffff ffff  ................
        0x0020:  ffff 1e1d 99b4 8a5d 0806 0001 0800 0604  .......]........
        0x0030:  0001 1e1d 99b4 8a5d c0a8 0a01 0000 0000  .......]........
        0x0040:  0000 c0a8 0a05                           ......
```

Mise en place de tunnel L2TPv3

Pour configurer le tunnel l2TPv3, on a le choix entre une encapsulation dans IP ou bien dans UDP :

xterm
```
pef@cerberus:~$ sudo ip l2tp add tunnel remote 192.168.127.161 local 192.168.127.213
  encap ip tunnel_id 3000 peer_tunnel_id 4000
pef@cerberus:~$ sudo ip l2tp show tunnel
Tunnel 3000, encap IP
  From 192.168.127.213 to 192.168.127.161
  Peer tunnel 4000
```

Il faut configurer l'autre poste de la même façon mais en symétrique (`hellhound` ⟺ `cerberus`) :

xterm
```
pef@hellhound:~$ sudo ip l2tp add tunnel local 192.168.127.161 remote 192.168.127.213
  encap ip tunnel_id 4000 peer_tunnel_id 3000
pef@hellhound:~$ sudo ip l2tp show tunnel
Tunnel 4000, encap IP
  From 192.168.127.161 to 192.168.127.213
  Peer tunnel 3000
```

On procéde de la même façon pour établir une « session » :

xterm
```
pef@cerberus:~$ sudo ip l2tp add session tunnel_id 3000 session_id 1000 peer_session_id 2000
pef@cerberus:~$ ip link
2: eth0: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc pfifo_fast state UNKNOWN mode DEFAULT qlen 1000
    link/ether 00:0c:29:0f:31:a1 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
6: l2tpeth0: <BROADCAST,MULTICAST> mtu 1492 qdisc noop state DOWN mode DEFAULT qlen 1000
    link/ether be:f0:1e:1e:e1:26 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
```

Et la version symétrique sur l'autre poste :

xterm
```
pef@hellhound:~$ sudo ip l2tp add session tunnel_id 4000 session_id 2000 peer_session_id 1000
pef@hellhound:~$ ip link
2: eth0: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc pfifo_fast state UNKNOWN mode DEFAULT qlen 1000
    link/ether 00:0c:29:7f:2b:b6 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
4: l2tpeth0: <BROADCAST,MULTICAST> mtu 1492 qdisc noop state DOWN mode DEFAULT qlen 1000
    link/ether 4e:92:95:b4:81:74 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
```

On peut modifier, si nécessaire, la MTU de l'interface :

xterm
```
pef@cerberus:~$ sudo ip link set dev l2tpeth0 mtu 1500
pef@cerberus:~$ ip link
2: eth0: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc pfifo_fast state UNKNOWN mode DEFAULT qlen 1000
    link/ether 00:0c:29:0f:31:a1 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
6: l2tpeth0: <BROADCAST,MULTICAST> mtu 1500 qdisc noop state DOWN mode DEFAULT qlen 1000
    link/ether be:f0:1e:1e:e1:26 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
```

Et sur l'autre poste :

xterm
```
pef@hellhound:~$ sudo ip link set dev l2tpeth0 mtu 1500
pef@hellhound:~$ ip link
2: eth0: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc pfifo_fast state UNKNOWN mode DEFAULT qlen 1000
    link/ether 00:0c:29:7f:2b:b6 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
4: l2tpeth0: <BROADCAST,MULTICAST> mtu 1500 qdisc noop state DOWN mode DEFAULT qlen 1000
    link/ether 4e:92:95:b4:81:74 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
```

Travail à réaliser

Vous rédigerez un rapport au format PDF contenant des explications, des commandes, des configurations, des captures d'écran et des analyses de trames.

1 – Vous mettrez en œuvre le réseau conformément au schéma proposé en vous inspirant des TP déjà réalisés. Vous testerez le bon fonctionnement de l'encapsulation VLAN en « sniffant » le réseau à l'aide de « tcpdump ».
Vous incorporerez dans votre rapport une capture **commentée** de trafic VLAN entre un hôte et un routeur (qui sont les interlocuteurs, où le trafic est-il sniffé, à qui appartient les adresses MAC, quelle est la nature du trafic, son sens d'échange et le protocole observé).

2 – Vous rédigerez une description/présentation rapide du protocole L2TPv3 et de la technologie des VXLANs, « *Virtual eXtensible Local Area Network* », RFC 7348.
Vous compléterez cette présentation :
a. en comparant les deux solutions ;
b. en étudiant la mise en œuvre dans Linux des VXLANs dans Open vSwitch ;
c. en étudiant les solutions de chiffrement du trafic L2TPv3 ou VXLAN ;
d. en comparant avec MPLS ces deux technologies.

3 – Vous établirez le tunnel L2TPv3 en mode encapsulation IP entre Routeur_1 et Routeur_2.
Vous vérifierez que :
a. le protocole ARP fonctionne normalement pour la découverte des machines quelle que soit leur côté de connexion par rapport à Internet ;
b. le service DHCP que vous n'exécuterez que sur « Routeur1 » peut être utilisé par Poste_1 ;
c. une connexion TCP à l'aide de socat entre Routeur1 et Poste_1 est possible à travers le tunnel.
Pour chaque vérification vous ajouterez dans votre rapport des captures de trafic et de configuration d'interfaces permettant de justifier du bon fonctionnement de ces observations.

4 – Vous comparerez :
a. la mise en œuvre de l2TPv3 :
   ◇ en mode encapsulation IP ;
   ◇ en mode encapsulation UDP.
   Vous ferez une capture d'un paquet L2TPv3 dans chaque mode pour le protocole que vous vous voudrez (tcp, arp, icmp, *etc.*) et vous le détaillerez jusqu'à identifier précisément son contenu pour chacun de ses modes.
b. Vous comparerez à un tunnel réalisé avec GRE en mode GRETAP (tunnel de niveau 2) :

```
xterm
$ sudo ip link add eoip1 type gretap remote 192.168.127.161 local 192.168.127.213 nopmtudisc
$ sudo ip link set dev eoip1 up
```

Pour passez d'un tunnel à l'autre, il suffit de mettre l'interface du tunnel à désactivé à « `down` » et l'autre à activer à « `up` ».
Quelles différences ? La MTU est-elle la même ? *etc.*

5 – En vous servant des fiches de TP, vous mettrez en place un chiffrement IPsec sur votre tunnel l2TPv3 en encapsulation IP.
À l'aide de la commande « `iperf` » vous comparerez la vitesse de transfert entre « Routeur1 » et Poste_1 avec et sans chiffrement.
Vous ajouterez dans votre rapport votre configuration, une capture commentée de trafic l2tpv3 avec protection IPSec et les rapports fournis par « `iperf` ».

6 – Accès Internet « intelligent » :
a. vous ajouterez un accès vers Internet en configurant le switch « Internet » et votre machine réelle ;
b. vous ajouterez l'accès à Internet sur Routeur1 pour les postes des deux VLANs, à l'aide de règles « `iptables` » ;
c. vous vérifierez que le trafic de Poste_1 passe bien par Routeur1 ;
d. vous regarderez comment en utilisant « `dnsmasq` », vous pouvez rediriger les postes Poste_1 et Poste_2, lors de leur configuration par DHCP, vers Routeur 2 au lieu de Routeur 1 pour optimiser l'accès à Internet.
Vous ajouterez dans votre rapport la configuration de « `dnsmasq` » ainsi que des captures montrant que le trafic de Poste_1 vers Internet, passe bien par Routeur2 au lieu de Routeur1.

7 – Vous interdirez le trafic entre VLAN 100 et VLAN 200 :

a. à l'aide de règles « `iptables` » ;

b. à l'aide de la « Policy Routing ».

Vous ajouterez dans votre rapport les configurations utilisées.

Remise du travail

Le travail devra être déposé sur **Communities** sous forme d'une archive.

Cette archive contiendra :

- ⋆ tous les fichiers de configuration utilisés qui permettent de déployer le réseau ;
- ⋆ le rapport au format PDF contenant les captures d'écran demandées.

Remarque

Pour suivre l'exécution de vos commandes dans votre fichier « `build_architecture` » :

```
#!/bin/bash -x

# graphe : INFRA PROJET LAB

# créer les différents namespaces
ip netns add poste1
...
```

Ce qui donne :

xterm

```
pef@cube:~/INFRA_PROJET$ sudo ./build_architecture
+ ip netns add poste1
...
```

L'option « −x » indique à bash de faire un affichage de chaque commande du script exécutée.

Vous pouvez alors faire des « cycles » entre la commande « `clean` » et la commande « `build_architecture` » pour vérifier la configuration de votre lab.