

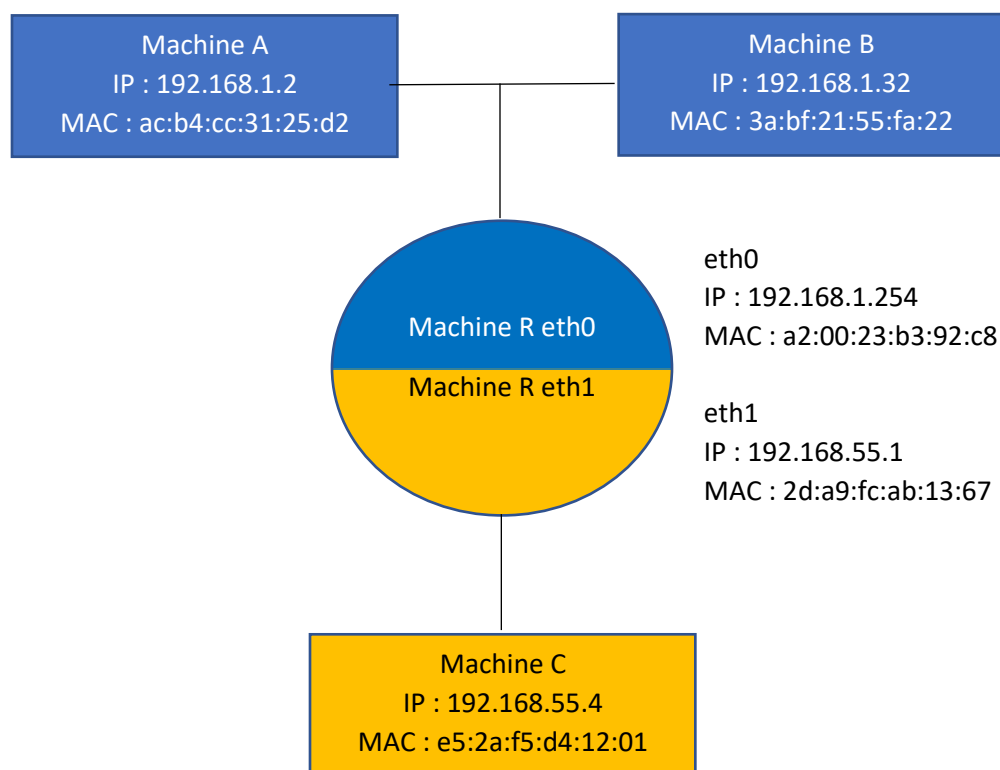
# M2102-- TD 2

## Les envois intra- et inter-réseau

Dans un seul sous-réseau, sur lequel les machines partagent un même médium physique, les machines peuvent communiquer en utilisant le protocole Ethernet (transmission à la couche 2). De plus tout message dans le cadre d'un protocole de la couche 2 (par exemple ARP) sera directement encapsulé dans Ethernet II.

Pour les transmissions intra-réseau on a besoin de machines spéciales dans les réseaux, notamment des passerelles. Une passerelle fait la connexion entre deux (ou plus) sous-réseaux et appartient à chacune de ces réseaux (elle a notamment une adresse IP dans chacun des sous-réseaux qu'elle connecte).

Une passerelle qui connecte deux sous-réseaux aura au moins deux interfaces. Sur chaque interface elle aura une adresse MAC et une adresse IP dans le sous-réseau respective. Notamment :



Lorsqu'une machine dans un certain sous-réseau A veut envoyer un message à une machine dans un sous-réseau B, auquel il est lié par une passerelle R, alors le message arrive au destinataire en deux temps. Un premier envoi s'effectue entre l'expéditeur (dans le réseau A) et la passerelle en utilisant :

- L'adresse MAC et IP de l'expéditeur pour les adresses MAC et IP Source

- L'adresse IP du destinataire
- L'adresse MAC de la passerelle (sur l'interface liée au réseau A) pour le destinataire Ethernet

Notamment cela indique à la passerelle qu'elle est censée faire suivre ce message à la machine dont l'adresse IP est mise pour le destinataire.

Donc dans un deuxième temps (après une éventuelle requête ARP), la passerelle envoie un deuxième message avec les adresses suivantes :

- L'adresse IP de l'expéditeur original et l'adresse IP du destinataire original
- L'adresse MAC de destination sera l'adresse MAC du destinataire
- L'adresse MAC de la passerelle (sur l'interface liée au réseau B) pour l'expéditeur Ethernet

Exemple : prenons l'exemple du réseau ci-dessus dans lequel la machine A veut envoyer un message à la machine C. Dans ce cas-ci, l'envoi sera partagé en deux étapes :

1. A → passerelle : un message avec l'adresse MAC de l'expéditeur mise à ac:b4:cc:31:25:d2, l'adresse MAC du destinataire sera : a2:00:23:b3:92:c8, l'adresse IP de l'expéditeur sera : 192.168.1.2 et l'adresse IP du destinataire sera : 192.168.55.4
2. passerelle → C : un message avec l'adresse MAC de l'expéditeur mise à 2d:a9:fc:ab:13:67, l'adresse MAC du destinataire sera : e5:2a:f5:d4:12:01, l'adresse IP de l'expéditeur sera : 192.168.1.2 et l'adresse IP du destinataire sera : 192.168.55.4

## IP Forwarding

Pour configurer un réseau il faut configurer la façon dont les messages destinés à une machine hors du réseau vont être envoyés. Chaque machine du réseau, y compris les passerelles, vont avoir un tableau pour l'IP forwarding, qui aura le format suivant :

Réseau destinataire	Masque de réseau	Passerelle à utiliser

Une passerelle ne doit être utilisée qu'en cas de besoin, notamment dans le cas d'une communication inter-réseau. Une **route** est composée par les trois éléments mentionnés dans le tableau ci-dessus. La liste de toutes les routes sur une machine forme **la table de routage** de cette machine. Dans une table de routage les routes sont examinées par l'ordre de précision de la destination (les destinations avec une notation CIDR /26 avant celles avec une destination /8, par exemple), jusqu'à trouver une correspondance avec la destination donnée. Si aucune correspondance n'est trouvée, alors l'envoi ne peut pas s'effectuer.

Pour ajouter une route à la table de routage nous pouvons utiliser la commande :

```
route <add ou del> -<net ou host> <destination avec masque> gw <adresse routeur>
```

Prenons l'exemple des machines ci-dessus (voir la première page de ce TD). Sur la machine A nous pouvons écrire la commande :

```
route add -net 192.168.55.0/24 gw 192.168.1.254
```

Nous pouvons également vouloir configurer une passerelle par défaut. Pour cela nous utiliserons la commande :

```
route add default gw 192.168.1.254
```

En effet, en général nous allons préférer utiliser une passerelle par défaut pour la plupart des machines dans un réseau. En revanche, nous allons mettre en place des règles plus fines de routage sur les passerelles.

Nous pouvons faire afficher les routes mises en place sur une machine par la commande `route -n`. Celle-ci nous affiche un tableau similaire au celui indiqué ci-dessous.

Itinéraires actifs :		
Destination réseau	Masque réseau	Adr. passerelle
164.81.20.0	255.255.255.0	0.0.0.0
192.168.12.0	255.255.255.0	0.0.0.0
10.25.0.0	255.255.0.0	0.0.0.0
127.0.0.0	255.0.0.0	0.0.0.0
192.168.11.0	255.255.255.0	192.168.12.254
172.29.0.0	255.255.0.0	192.168.12.254
10.23.34.21	255.255.255.255	10.25.0.254
0.0.0.0	0.0.0.0	164.81.20.254

## Contrôle de connexion : les ping

Une fois le routage mis en place sur un réseau, nous pouvons utiliser un message de type ping pour vérifier l'état de la connexion. Disons qu'on a le cas de la figure ci-dessus (voir la première page) et qu'on veut vérifier que, après d'avoir tapé de diverses commandes sur les machines dans la figure, les machines PCA et PCC peuvent communiquer.

Un message de type ping est encapsulé dans le protocole ICMP sur IP (car il vérifie la connectivité inter-réseau plutôt qu'intra-réseau). Lorsqu'on fait un ping de PCA vers PCC, le protocole prévoit de premièrement faire passer un message (ping request) de PCA vers PCC. Lorsque PCC reçoit ce message, il envoie une réponse (ping response) vers PCA.

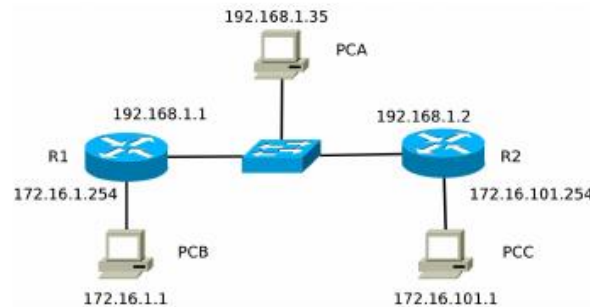
Il y a donc plusieurs raisons pour lesquelles un ping ne fonctionne pas entre les deux machines :

- Il y a un problème de routage sur la route de PCA vers PCC
- Il y a un problème de routage sur la route inverse (PCC vers PCA)
- Il y a un problème avec soit l'un, soit l'autre réseau

Un logiciel du type Wireshark peut nous indiquer les messages reçus et envoyés sur chaque machine. En utilisant les indices donnés par un tel logiciel, nous pouvons comprendre où se trouve le problème et le résoudre.

## Exercice 1

Nous allons partir sur la configuration suivante de réseau :

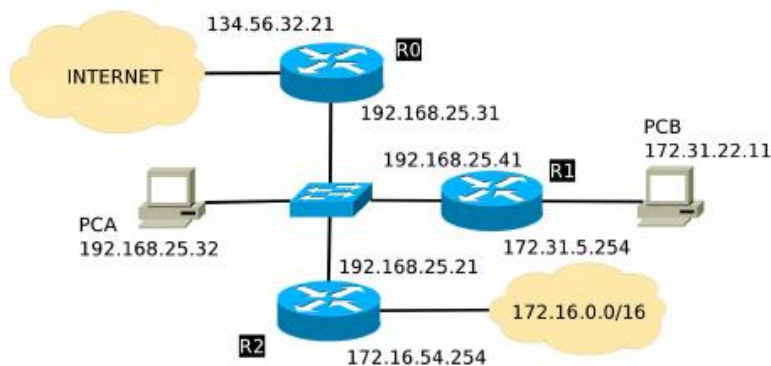


1. Identifiez les réseaux et les passerelles dans cette figure.
2. Pour la machine PCA nous voulons mettre en place une route vers le réseau de PCB qui passe par R1, et une route vers le réseau de PCC qui passe sur R2.
  - a. Ecrivez les commandes qu'il faut taper sur PCA
  - b. Quel sera la table de routage correspondante ?
  - c. Pourquoi cette approche a-t-elle des inconvénients par rapport à celle d'une route par défaut sur la machine PCA ?

3. Sur la machine PCB nous voulons mettre en place une route par défaut sur R1
  - a. Donnez la commande pour faire cela
  - b. Peut-on faire la même chose en utilisant la commande `route add -net <valeur> gw <autre valeur> ?`
  - c. Quelles commandes faut-il taper sur la machine R1 pour réaliser le bon acheminement de messages vers le sous-réseau de PCA et PCC respectivement ?
  - d. Est-ce que ces commandes suffisent pour assurer qu'un ping fait de PCA vers PCC marche ? Justifiez votre réponse

## Exercice 2

Nous allons maintenant nous concentrer sur une autre configuration.



Pour le reste de cette question, vous pouvez supposer que votre machine est PCA.

1. Pour chaque réseau dans la figure ci-dessus indiquez :
  - a. Son adresse en notation CIDR
  - b. Les machines sur cette figure qui en font partie
  - c. Les passerelles dans ce réseau
  
2. Sur votre machine (PCA) vous avez une interface réseau qu'on appelle eth0. Quelles sont les commandes à taper pour configurer l'adresse IP donnée dans la figure ci-dessus sur votre machine ?
  
3. La passerelle par défaut de votre machine est R0. Quelle commande faut-il taper sur votre machine pour mettre cela en place ?
  
4. Quelles autres commandes faut-il taper pour s'assurer de la connectivité de la machine PCA à toute autre réseau dans cette figure ? Précisez à chaque fois sur quelle machine il faut taper chaque commande.
  
5. A ce point :
  - a. Est-ce que la machine PCA peut envoyer des messages à PCB ? Justifiez votre réponse.
  
  - b. Et inversement ? (Sinon, quelles commandes faut-il taper pour assurer cela et sur quelles machines ?)

- c. Est-ce que PCB a accès à l'Internet ? Quelles commandes faut-il encore taper (et sur quelle machine) pour que la machine PCB soit connectée à l'Internet ?

### Exercice 3

Dans cet exercice nous allons, inversement, tirer des conclusions sur la structure d'un réseau à partir d'une table de routage. Nous allons notamment reprendre le tableau de routage donné ci-dessus :

Itinéraires actifs :		
Destination réseau	Masque réseau	Adr. passerelle
164.81.20.0	255.255.255.0	0.0.0.0
192.168.12.0	255.255.255.0	0.0.0.0
10.25.0.0	255.255.0.0	0.0.0.0
127.0.0.0	255.0.0.0	0.0.0.0
192.168.11.0	255.255.255.0	192.168.12.254
172.29.0.0	255.255.0.0	192.168.12.254
10.23.34.21	255.255.255.255	10.25.0.254
0.0.0.0	0.0.0.0	164.81.20.254

Nous allons appeler la machine sur laquelle on a cette table de routage la machine M.

1. Cette machine fait partie de quels réseaux ?
2. Indiquez l'ordre dans laquelle l'ordinateur va parcourir cette table de routage.

3. Ecrivez les destinations de chaque route en notation CIDR.

4. Nous voulons envoyer un message de la machine M vers une machine dont l'adresse IP est donné ci-dessous. Par quelle passerelle ce message va-t-il passer ?

IP destinataire	Passerelle
19.25.54.7	
192.168.11.23	
172.29.23.1	
10.23.34.56	

5. La machine M a-t-elle une passerelle par défaut ? Laquelle ?

6. Nous voulons que les messages de la machine M vers la machine 192.168.11.23 passent sur la machine 10.25.0.254.

- Est-ce que cela est assuré par la table de routage actuelle ? Indiquez la ligne de la table de routage qui dicte la politique actuelle par rapport aux messages pour la destination donnée.

- Quelle(s) commande(s) faut-il taper pour assurer la nouvelle politique d'envoi ?



- Quelle est la ligne résultante sur la table de routage ?

7. Réalisez un schéma du réseau décrit par cette table de routage.

## Exercice 4

Finalement nous allons considérer un réseau plus compliqué, notamment celui donné dans l'annexe. Dans l'annexe on indique un nombre de machines, ainsi que quelques tables de routages déjà mises en place.

1. Quelle commande faut-il taper sur la machine PCA pour configurer R1 comme ça passerelle par défaut ?



- c. Indiquez les mêmes informations vues sur Wireshark lors de l'arrivée de chacun des messages.

