8.3 Le routage

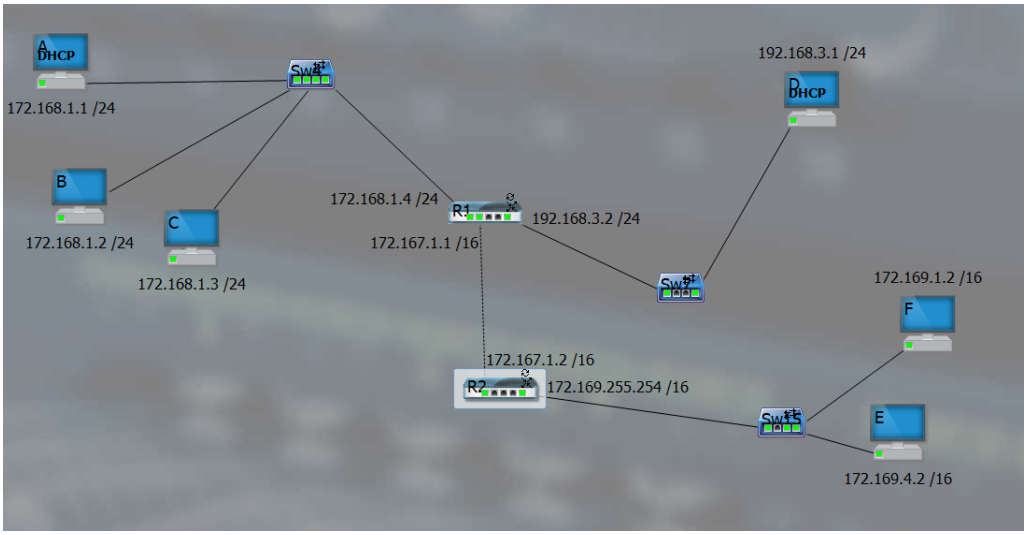
8.3.1 Un premier montage

Un algorithme de routage a pour but d'acheminer un datagramme à travers le réseau.

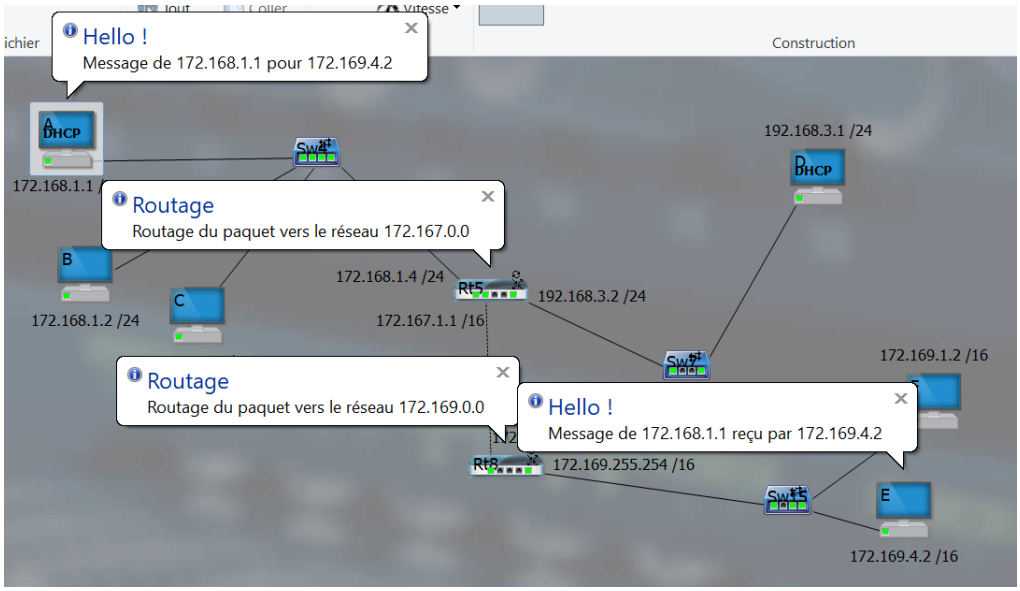
Savoir-Faire 8.1

Réaliser le montage suivant sur votre simulateur préféré, vérifier le bon fonctionnement en effectuant un envoi IP et un ping, comme le montre les figures :

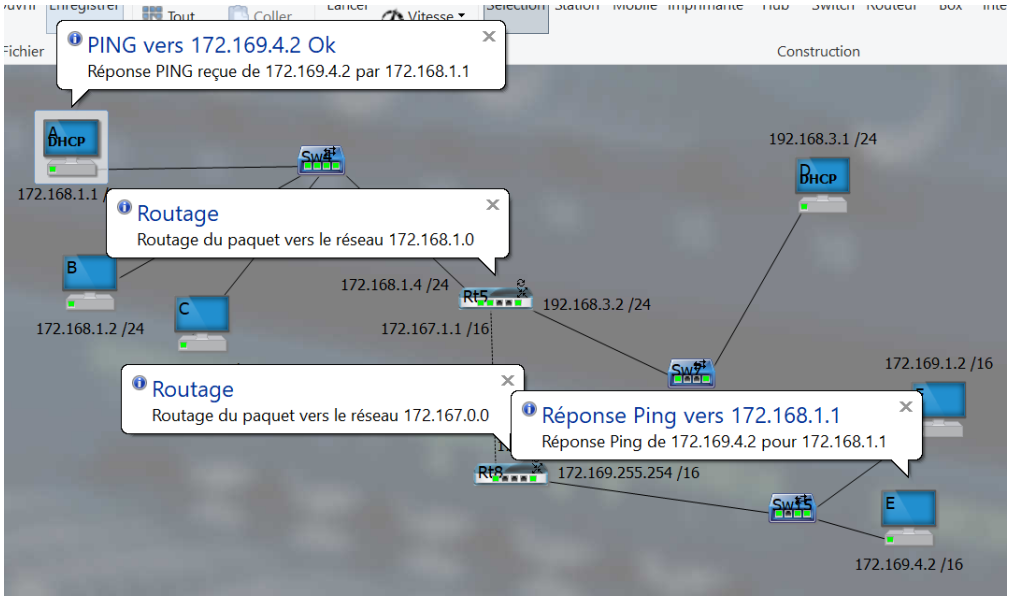
Montage avec 2 routeurs



Envoi d'un paquet IP



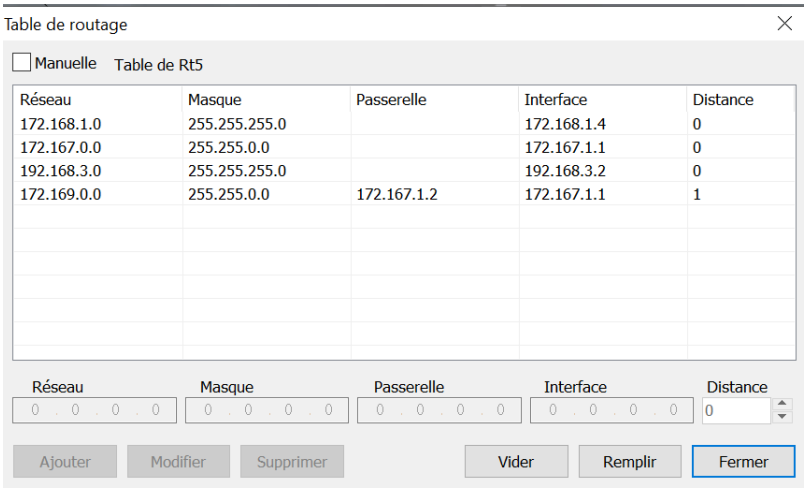
Ping



- Combien d'interfaces réseaux possède le router 1 ?
- Combien d'interfaces réseaux possède le router 2 ?
- Identifier les différents réseaux.

Afficher ensuite la table de routage de R1 :

Table de routage



8.3.2 Qu'est ce qu'une table de routage ?

Voici les informations présentes dans la table de routage de R1 :

- le routeur 1 est directement relié au réseau 172.168.1.0/24 par l'intermédiaire de son interface 172.168.1.4/24
- le routeur 1 est directement relié au réseau 192.168.3.0/24 par l'intermédiaire de son interface 192.168.3.2/24

- Le routeur 1 est directement relié au réseau 172.167.0.0/16 par l'intermédiaire de son interface 172.167.1.1/16 (réseau uniquement composé des routeurs 1 et 2)
- Le routeur 1 n'est pas directement relié au réseau 172.169.0.0/16 mais par contre il "sait" que les paquets à destination de ce réseau doivent être envoyé à la machine d'adresse IP 172.167.1.2/16 (c'est à dire le routeur 2)

On a donc :

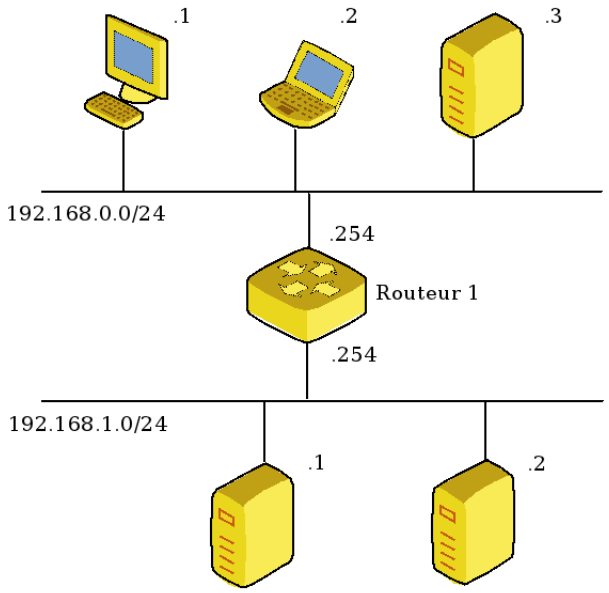
Réseau	Passerelle	Interface
172.168.1.0/24		172.168.1.4
192.168.3.0/24		192.168.3.2
172.167.0.0/16		172.167.1.1
172.169.0.0/16	172.167.1.2/16	172.167.1.1

Exercice 8.4

Faire de même avec le routeur R2, sans remplir la colonne distance.

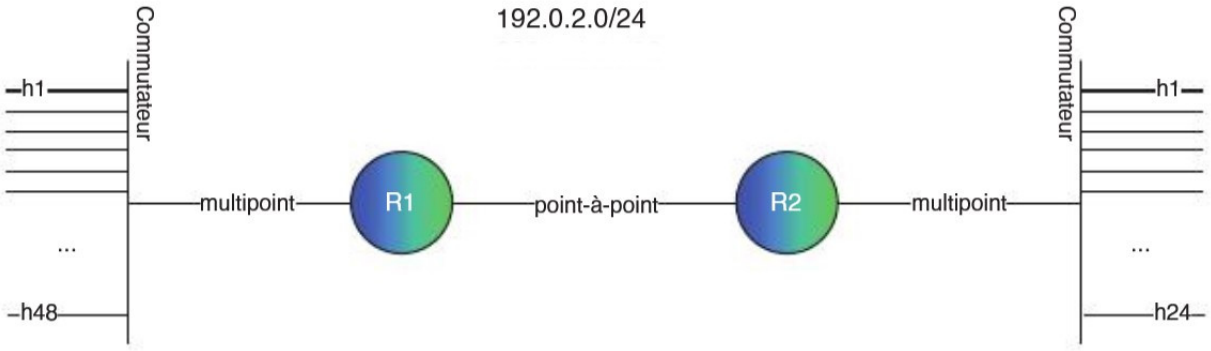
Exercice 8.5

Voici en figure suivante un schéma réseau qui contient plusieurs réseaux. Donnez la table de routage du routeur.



Exercice 8.6

Soit le réseau suivant possédant le préfixe `192.0.2.0/24`. On veut allouer un préfixe au réseau local multipoint de gauche, à celui de droite, ainsi qu'au lien point-à-point entre les deux routeurs.
Rappel : Dans un préfixe IPv4, deux adresses sont réservées et ne peuvent être allouées : la première adresse, qui identifie le sous-réseau, et la dernière adresse, qui est utilisée comme adresse de « broadcast », c'est-à-dire pour la diffusion de paquets à tous les équipements du sous-réseau.



1. Il y a 48 hôtes dans le sous-réseau de gauche. Il faut donc un préfixe qui comprend 51 adresses, en comptant les deux adresses réservées et l'adresse du routeur. On cherche à déterminer le plus "gros" préfixe. Quel est ce préfixe de ce sous-réseau ?
2. Il y a 24 hôtes dans le sous-réseau de gauche. Il faut donc un préfixe qui comprend au moins 27 adresses, en comptant les deux adresses réservées. On cherche à déterminer le plus "gros" préfixe. Quel est ce préfixe de ce sous-réseau ?
3. Quel est le plus gros préfixe pour le réseau du milieu ?

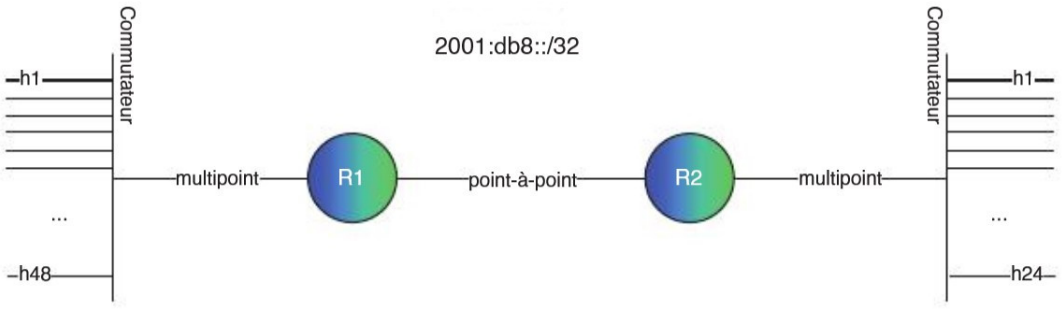
Compléter le tableau suivant :

Identifiant du sous-réseau	Préfixe	Première adresse	Dernière adresse
Préfixe gauche			
Préfixe droit			
Préfixe milieu			

***

Exercice 8.7

Soit le réseau suivant, possédant le préfixe `2001:db8::/32`. Quels sont les sous-préfixes alloués aux différentes ressources, c'est-à-dire le réseau local multipoint de gauche, celui de droite, ainsi qu'au lien point-à-point entre les deux routeurs ?
Rappel : En IPv6, il n'est plus nécessaire de réserver une adresse pour l'identification du préfixe ni pour du broadcast.



Compléter le tableau suivant :

Identifiant du sous-réseau	Préfixe	Première adresse	Dernière adresse
Préfixe gauche	`2001:db8:0:1::/64`		
Préfixe droit	`2001:db8:0:2::/64`		
Préfixe milieu	`2001:db8:0:3::/64`		

***

8.3.3 Le routage en ligne de commande !

Obtenir son adresse IP et sa passerelle par défaut

```
C:\Users\DUTHOIT>ipconfig
```

```
   Adresse IPv4. . . . . . . . . . . . . .: 192.168.0.23
   Masque de sous-réseau. . . . . . . . . : 255.255.255.0
   Passerelle par défaut. . . . . . . . . : 192.168.0.1
```

Table de routage de mon pc

```
C:\Users\DUTHOIT>route print
```

```
IPv4 Table de routage
===========================================================================
Itinéraires actifs :
Destination réseau    Masque réseau  Adr. passerelle   Adr. interface Métrique
          0.0.0.0          0.0.0.0      192.168.0.1     192.168.0.23     55
        127.0.0.0        255.0.0.0         On-link         127.0.0.1    331
        127.0.0.1  255.255.255.255         On-link         127.0.0.1    331
  127.255.255.255  255.255.255.255         On-link         127.0.0.1    331
      192.168.0.0    255.255.255.0         On-link      192.168.0.23    311
     192.168.0.23  255.255.255.255         On-link      192.168.0.23    311
    192.168.0.255  255.255.255.255         On-link      192.168.0.23    311
        224.0.0.0        240.0.0.0         On-link         127.0.0.1    331
        224.0.0.0        240.0.0.0         On-link      192.168.0.23    311
  255.255.255.255  255.255.255.255         On-link         127.0.0.1    331
  255.255.255.255  255.255.255.255         On-link      192.168.0.23    311
===========================================================================
```

Ordre de traitement

> **Remarque**
>
> On trouve mon réseau : 192.168.0.0, avec la passerelle 192.168.0.1.
> Et également ma passerelle par défaut (Remarquer que 0.0.0.0 signifie ici défaut) avec la passerelle 192.168.0.1

La commande ping

La command `ping` permet d'envoyer un paquet `ICMP` à une adresse de destination. Le but principal est d'envoyer des messages d'état et des messages d'erreurs. Pour effectuer les tests de connectivité, la commande `ping` envoie périodiquement un paquet `IP` incluant un message `ICMP` de demande d'echo et affiche le résultat de la réponse.

```
C:\Users\DUTHOIT>ping 192.168.0.1

Envoi d'une requête 'Ping'  192.168.0.1 avec 32 octets de données :
Réponse de 192.168.0.1 : octets=32 temps=1 ms TTL=64
Réponse de 192.168.0.1 : octets=32 temps=1 ms TTL=64
Réponse de 192.168.0.1 : octets=32 temps=1 ms TTL=64
Réponse de 192.168.0.1 : octets=32 temps=2 ms TTL=64

Statistiques Ping pour 192.168.0.1:
    Paquets : envoyés = 4, reçus = 4, perdus = 0 (perte 0%),
Durée approximative des boucles en millisecondes :
    Minimum = 1ms, Maximum = 2ms, Moyenne = 1ms
```

```
C:\Users\DUTHOIT>ping google.fr

Envoi d'une requête 'ping' sur google.fr [172.217.168.227] avec 32 octets de données :
Réponse de 172.217.168.227 : octets=32 temps=23 ms TTL=116
Réponse de 172.217.168.227 : octets=32 temps=19 ms TTL=116
Réponse de 172.217.168.227 : octets=32 temps=18 ms TTL=116
Réponse de 172.217.168.227 : octets=32 temps=19 ms TTL=116

Statistiques Ping pour 172.217.168.227:
    Paquets : envoyés = 4, reçus = 4, perdus = 0 (perte 0%),
Durée approximative des boucles en millisecondes :
    Minimum = 18ms, Maximum = 23ms, Moyenne = 19ms
```

Quelle route ?

```
C:\Users\DUTHOIT>tracert www.google.Fr

Détermination de l'itinéraire vers www.google.Fr [172.217.168.227]
avec un maximum de 30 sauts :

  1     1 ms    23 ms     *     RT [192.168.0.1]
  2     *        *        *     Délai d'attente de la demande dépassé.
  3     *        6 ms     6 ms  10.148.2.2
  4    10 ms     8 ms     9 ms  10.148.2.1
  5     *        *        *     Délai d'attente de la demande dépassé.
  6     *        *        *     Délai d'attente de la demande dépassé.
  7     *        *        *     Délai d'attente de la demande dépassé.
  8     *        *        *     Délai d'attente de la demande dépassé.
  9     *        *        *     Délai d'attente de la demande dépassé.
 10     *        *        *     Délai d'attente de la demande dépassé.
 11     *        *        *     Délai d'attente de la demande dépassé.
 12    18 ms    18 ms    19 ms  ams15s40-in-f3.1e100.net [172.217.168.227]

Itinéraire déterminé.
```

8.3.4 Routage par le plus court chemin

Un réseau maillé peut être représenté par un graphe G=(X,E) avec X l'ensemble des routeurs, et X l'ensemble des lignes de transmission.
Un chemin entre deux routeurs correspond donc à une suite alterné de sommets et d'arêtes. Il est possible d'associer un coût à chaque arête, et d'obtenir ainsi un graphe valué (ou pondéré).

La recherche du plus court chemin consiste alors à trouver la chaîne dont la somme des coût est la plus faible. Cette somme pourra correspondre, en fonction de la situation, au nombre de routeurs traversés , à la distance géographique, au trafic sur un chemin...

Dans des réseaux très complexes, chaque routeur aura une table de routage qui comportera de très nombreuses lignes (des dizaines voir des centaines...). En effet chaque routeur devra savoir vers quelle interface réseau il faudra envoyer un paquet afin qu'il puisse atteindre sa destination. On peut trouver dans une table de routage plusieurs lignes pour une même destination, il peut en effet, à partir d'un routeur donné, exister plusieurs chemins possibles pour atteindre la destination. Dans le cas où il existe plusieurs chemins possibles pour atteindre la même destination, le routeur va choisir le "chemin le plus court". Pour choisir ce chemin le plus court, le routeur va utiliser la métrique : plus la valeur de la métrique est petite, plus le chemin pour atteindre le réseau est "court". Un réseau directement lié à un routeur aura une métrique de 0.

Comment un routeur arrive à remplir sa table de routage ?

La réponse est simple pour les réseaux qui sont directement reliés au routeur (métrique = 0), mais comment cela se passe-t-il pour les autres réseaux (métrique supérieure à zéro) ?

Il existe 2 méthodes :

- le routage statique : chaque ligne doit être renseignée "à la main". Cette solution est seulement envisageable pour des très petits réseaux de réseaux
- le routage dynamique : tout se fait "automatiquement", on utilise des protocoles qui vont permettre de "découvrir" les différentes routes automatiquement afin de pouvoir remplir la table de routage tout aussi automatiquement. Dans la section suivante, nous étudierons :
  - Le protocole RIP
  - Le protocole OSPF

8.3.5 Protocoles de routages

Les protocoles de routage de l'information permettent aux routeurs qui interconnectent les réseaux de partager des informations relatives à l'acheminement du trafic entre ces réseaux.
On trouve plusieurs protocoles de routage, dont notamment les protocoles **RIP** (Routing Information Protocol) et **OSPF** (Open Shortest Path First).