

## Rappel réseau

- la couche liaison est chargée des connexions directes entre hôtes situés sur le même brin
- la couche réseau apporte le routage: faire communiquer des machines non directement reliées en passage par des machines intermédiaires appelées routeurs

## Rappel réseau: routage

- Une machine sait transmettre les datagrammes sur les sous-réseaux de ses interfaces (réseaux locaux)
- Les autres datagrammes sont envoyés à un routeur directement joignable (situé sur un réseau local)
- Une machine qui sait transmettre un datagramme reçu sur l'une de ses interfaces sur une autre de ses interfaces est appelée routeur (ou, par abus de langage, passerelle).

## routage (2)

- Table de routage (netstat -nr)
- Routage dynamique : un programme externe modifie la table de routage

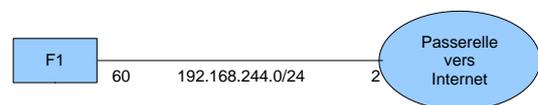
## Algorithme de routage

- quand une machine M a un paquet à transmettre, elle applique l'algorithme suivant :
  - si le paquet est pour une machine située sur l'un des sous-réseaux d'une de ses cartes réseau, il est envoyé directement à la destination
  - si le paquet est pour un hôte pour lequel M a une route définie, il est envoyé au routeur défini dans la route
  - si le paquet est pour un réseau pour lequel M a une route définie, il est envoyé au routeur défini dans la route
  - sinon, le paquet est envoyé à la passerelle par défaut de M

## Routage: cas classiques

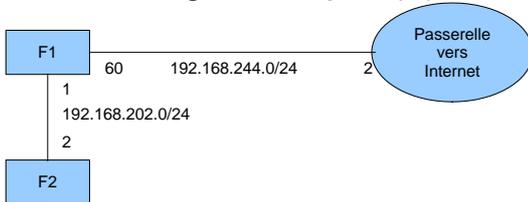
- Réseau isolé
- Machine à une seule interface réseau
- Quelques réseaux avec des routeurs connus et fixes : routage statique
- Nombreux réseaux, interconnexion changeante: routage dynamique

## Rappel réseau: exemples de routage statique



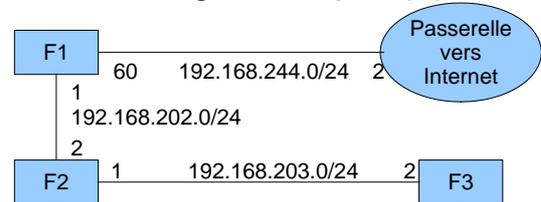
La machine F1 d'adresse IP 192.168.244.60 a un routeur par défaut qui a comme adresse 192.168.244.2. Elle enverra directement à leur destinataire les datagrammes dont l'IP de destination est sur 192.168.244/24. Elle enverra les autres datagrammes à son routeur par défaut.

## Rappel réseau: exemples de routage statique (2)



La machine F2 d'adresse IP 192.168.202.2 a une passerelle par défaut qui a comme adresse 192.168.202.1. Elle enverra directement à leur destinataire les datagrammes dont l'ip de destination est sur 192.168.202/24. Elle enverra les autres datagrammes à sa passerelle par défaut. La passerelle vers internet aura F1 définie comme passerelle vers 192.168.202.24

## Rappel réseau: exemples de routage statique (3)

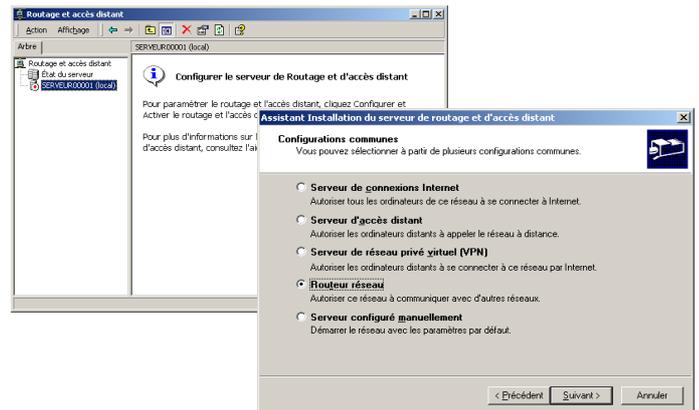


La machine F3 d'adresse IP 192.168.203.2 a une passerelle par défaut qui a comme adresse 192.168.203.1. Elle enverra directement à leur destinataire les datagrammes dont l'ip de destination est sur 192.168.203/24. Elle enverra les autres datagrammes à sa passerelle par défaut. La machine F1 aura F2 définie comme passerelle vers 192.168.203.24

## exemple de routage statique (3)

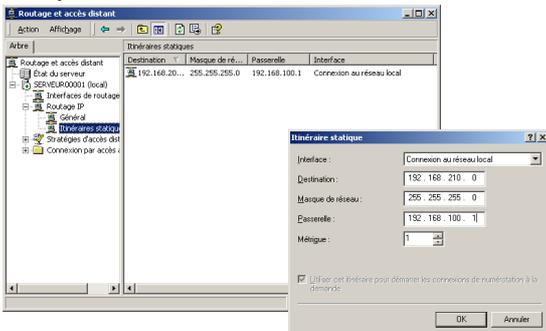
- dans une version future de ce document:
  - animation illustrant le transit d'un datagramme IP

## pratique: configuration du routage sous windows 2000 server



## pratique ajout d'un route statique

- routage IP/Itinéraire Statique/Nouvel Itinéraire statique



## Routage sous windows 2000pro et XP

- activation via clef de registre:
  - HKEY\_LOCAL\_MACHINE \SYSTEM\CurrentControlSet\Services\Tcpip \Parameters
  - IPEnableRouter doit valoir 1
- commande route:
  - route add: ajout de route statiques
  - route delete:supprime une route
  - route change:modifie une route
  - route print:affiche la table de routage
  - option -p: pour que le changement survive à l'arrêt du système
- commande netstat:
  - netstat -r: affiche la table de routage
  - option: -n : ne pas faire de résolution dns

## Plateforme 1

- 3 machines virtuelles windows 2000 pro
  - w2k-pro1: 1 interface réseau
    - adresse IP: 192.168.10.1, sous-réseau R1: 192.168.10/24, default GW (noté DGW par la suite) : 192.168.10.2
  - w2k-pro2: 2 interfaces réseau
    - adresse IP1: 192.168.10.2, sous-réseau R1
    - adresse IP2: 192.168.20.2, sous-réseau R2: 192.168.20/24
    - pas de DGW
  - w2k-pro3: 1 interface réseau
    - adresse IP: 192.168.20.3, sous-réseau R2: 192.168.20/24, DGW: 192.168.20.2
- R1: réseau virtuel vmware: vlnet 3
- R2: réseau virtuel vmware: vlnet 4

## Votre travail (1)

- testez la connectivité IP entre vos trois machines à l'aide la commande ping :
  - vous ferez un tableau indiquant quelles liaisons sont opérationnelles et lesquelles ne le sont pas.
  - vous comparerez dans chaque cas les machines désignées par les adresses ip et celles désignées par les adresses MAC destination. Expliquez.
  - Après avoir expliqué pourquoi certaines liaisons sont opérationnelles et d'autres pas, vous ferez en sorte que toutes les liaisons soient opérationnelles.
- Vous pourrez illustrer votre propos à l'aide de capture ethereal (qui peuvent être sauvées au format texte)

## changer le MTU sous windows

- le MTU est propre à une interface. on peut donc avoir un MTU sur une interface et un autre sur une autre interface
- pour changer le MTU:
  - lancer regedit et aller sur la clef :
    - HKLM\SYSTEM\CurrentControlSet\Services\Tcpip\Parameters\Interfaces\<interface-name>
    - pour trouver la bonne interface (le bon interface name), le plus simple est de les regarder tous. La bonne est celle qui mentionne l'adresse ip de l'interface voulue (192.168.20.2 dans notre cas)
  - dans le volet de droite, clic droit/nouveau/nouveau DWORD puis donner lui le nom MTU
  - lui donner la valeur décimale voulue
  - redémarrer la machine

## Outil netcat

- netcat est un outil polyvalent permettant de mettre en place facilement des connexions tcp/udp/autre

## netcat: exemples

- en attente de connexion tcp sur le port 2000. Les données reçues seront affichées sur la sortie standard:
  - nc -n -l -p 2000
  - idem en UDP: nc -n -l -u -p 2000
- envoi des données du fichier exemple.txt dans une connexion tcp sur le port 2000 de la machine 192.168.20.3
  - nc -n 192.168.20.3 2000 < exemple.txt
  - idem en udp : nc -n -u 192.168.20.3 2000 < exemple.txt

## Votre travail (3):MTU et fragmentation

- faites un ping de w2k-pro1 vers w2k-pro3 avec des paquets de taille 1200 octets puis avec des paquets de taille 12000 octets. Que constatez-vous ? Expliquez.
- envoyez des paquets udp, tcp de w2k-pro1 à w2k-pro3 en utilisant l'outil netcat. Du point de vue de la fragmentation, que constatez-vous ?
- donnez la valeur 900 au MTU de l'interface 2 (192.168.20.2) de w2k-pro2
- refaites les transferts de paquets icmp, tcp et udp. Expliquez ce que vous constatez.

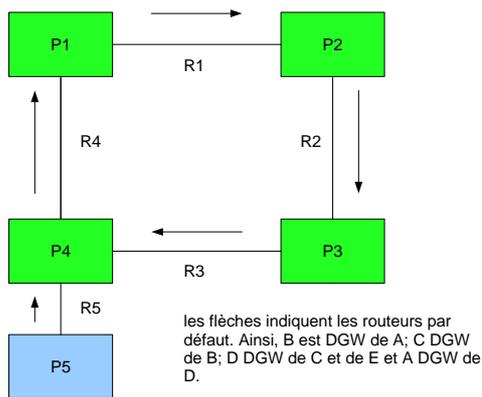
## Bibliographie

- changer le MTU sous windows : <http://mi.cnrs-orleans.fr/Conseils/Win2k/MTU/MTU.htm>
- routage sous WK2 et WXP: <http://www.bellamyjc.net/fr/windows2000.html#routageIP>
- netcat windows: <http://www.vulnwatch.org/netcat/>
- hping: <http://www.hpings.org/>

## Routage:

- Votre travail consistera décrire les aspects routage des réseaux proposés ci-après en répondant aux questions posées.
- N'hésitez pas à mettre en place une maquette des réseaux proposés à l'aide de vmware.

### réseau 1:



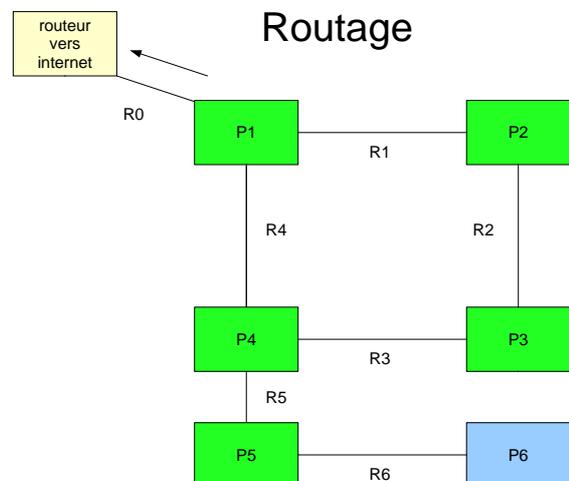
### Routage : réseaux et adresses IP

- les règles suivantes sont valables pour tous les sous-réseaux proposés:
  - R1: 192.168.10/24
  - R2: 192.168.20/24
  - Rn: 192.168.n0/24
  - P1: dernier octet à 1
  - P1 sur R1: 192.168.10.1
  - P1 sur R4: 192.168.40.1
  - P2 sur R1: 192.168.10.2
  - Pq sur Rn: 192.168.n0.q

### vosre travail (4)

- détaillez les trajets des paquets (retour inclus) et décisions de routage induits par le lancement des commandes ping suivantes :
  - « ping P2 » lancé sur P1
  - « ping P3 » lancé sur P1
  - « ping P1 » lancé sur P5
- est-il possible de rendre le trafic plus efficace (on suppose que, dans notre cas, le meilleur trajet entre deux hôtes est celui qui passe par le moins de routeur) ?

### Routage



## votre travail (5)

- On vous demande de préciser la configuration du routage (routeur par défaut inclus) des machines P1, P2, ...P5 et P6 de façon à ce que tous les postes communiquent entre eux et aient accès à internet.
- la route par défaut de P1 vous est imposée
- La configuration du routeur vers internet ne dépend pas de vous. On supposera qu'il est correctement configuré.

## Configuration IP sous Debian Gnu/Linux

- `/etc/network/interfaces`: configuration des interfaces réseau (cf « man interfaces » pour plus d'info). En particulier: configuration IP des interfaces réseau
- `/etc/network/options`: options réseau (routage principalement)
- `/etc/resolv.conf`: dns à utiliser

## `/etc/network/interfaces`

- cf « man interfaces »
- un résumé partiel ne parlant que de config IP
  - ligne commençant pas `auto`: indique les interfaces ethernet devant être activées automatiquement. ex: « `auto eth0` »
  - bloc commençant par `iface`: « `iface nomiface famille méthode` ». Exemple: « `iface eth0 inet static` »
    - familles usuelles: `inet`: `ipv4`, `ipx`: `ipx`, `inet6`: `ipv6`
    - méthodes usuelles pour la famille `inet`: `loopback`, `static`, `dhcp`, `ppp`, `wvdial`, ...
    - options des méthodes :
      - `static`: `address`, `netmask`, `gateway`, `mtu`, `media type`
      - `dhcp`: `hostname`, ... (depend du client dhcp utilisé)

## routage sous linux

- activation du routage :
  - `echo 1 > /proc/sys/net/ipv4/ip_forward` (actif instantanément mais ne survit pas au reboot)
  - ou via le fichier `/etc/network/options` (debian Gnu/Linux) :
    - `ip_forward=yes`
  - ou via `/etc/sysconfig/network` (mandriva)
- désactivation du routage:
  - `echo 0 > /proc/sys/net/ipv4/ip_forward` (actif instantanément mais ne survit pas au reboot)
  - ou via le fichier `/etc/network/options` (debian Gnu/Linux) :
    - `ip_forward=no`

## Plateforme 1

- 3 machines virtuelles Linux
  - debian-1: 1 interface réseau
    - adresse IP: 192.168.10.1, sous-réseau R1: 192.168.10/24, default GW (noté DGW par la suite) : 192.168.10.2
  - debian-2: 2 interfaces réseau
    - adresse IP1: 192.168.10.2, sous-réseau R1
    - adresse IP2: 192.168.20.2, sous-réseau R2: 192.168.20/24
    - pas de DGW
  - debian-3: 1 interface réseau
    - adresse IP: 192.168.20.3, sous-réseau R2: 192.168.20/24, DGW: 192.168.20.2
- R1: réseau virtuel vmware: `vmnet 3`
- R2: réseau virtuel vmware: `vmnet 4`

## Bibliographie

- « GNU/Linux Debian » de . Hertzog, Editions Eyrolles
- [www.debian.org](http://www.debian.org)
- formation Debian Gnu/Linux :  
<http://people.via.ecp.fr/~alexis/formation-linux/formation-linux.html>
-