

# Projet réseau 2005-2006: theme 1

- sujet: routage IP
  - algorithmes de routage
  - routes statiques
  - routage sous windows 2K server et pro
  - routage sous linux
- travail personnel:
  - (1) routage
  - (2) mtu, mss
  - (3) fragmentation, influence du MTU d'un routeur w2k
  - (4) (5) routage statique, routeur par défaut

# 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 interface sur une autre de ses interface est appelée routeur (ou, par abus de langage, passerelle).

2

Une machine ne sait transmettre directement des datagrammes qu'à des machines situées sur les sous-réseaux de ses interfaces.

Un routeur est une machine reliée à plusieurs réseaux et qui accepte de faire transiter un datagramme d'un réseau à un autre.

Pour aller d'une machine A à une machine B non situées sur un même sous-réseau, un datagramme passera par une suite de routeurs.

- Chaque routeur ayant un réseau commun avec le routeur suivant.
- le premier routeur doit être sur le sous-réseau de la machine source du paquet
- le dernier routeur doit être sur le sous-réseau de la machine destination.

Par exemple: A -> GW1/R1-- GW1/R2 -> GW2/R2--GW2/R3 -> B (on suppose que A est sur R1 et B sur R3)

Le routage, c'est donc ce qui fait que des machines qui ne sont pas situées sur le même réseau local arrivent à communiquer. L'un des problèmes du routage, c'est pour une machine de déterminer à quelle machine/routeur, directement relié à elle, il faut transmettre le datagramme pour faire en sorte qu'il arrive à destination.

## routage (2)

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

3

La table de routage d'une machine contient les passerelles permettant de joindre certains hôtes ou réseaux. Elle contient au moins une entrée précisant que les réseaux locaux à la machine sont directement joignables ainsi qu'une entrée pour l'interface de bouclage.

On peut afficher la table de routage avec la commande « netstat -rn ».

Dans les cas les plus complexes (plusieurs routes pour joindre une machine, route changeante, ...), des programmes se chargent de modifier dynamiquement la table de routage. On parle alors de routage dynamique.

# 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

4

L'algorithme de routage permet de déterminer ce qu'une machine fera d'un paquet à transmettre. Ces paquets sont soit des paquets émis par la machine ou des paquets reçus par elle qui ne lui sont pas destinés (elle fait alors office de routeur).

Si un paquet doit suivre le cheminement suivant: A -> GW 1/R1 -- GW1/R2 -> GW2/R2---GW2/R3 -> B, l'algorithme sera appliqué sur chaque machine en émission: en A, en GW1/R2, GW2/R3. Le paquet arrivera à destination si le routage (routes statiques, routeur par défaut) sont correctement définies.

Il ne faut pas oublier qu'une connexion entre deux machines est constituée d'envoi de datagrammes dans les deux sens. Il est donc important de vérifier aussi que tout se passe correctement de B à A.

# 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

5

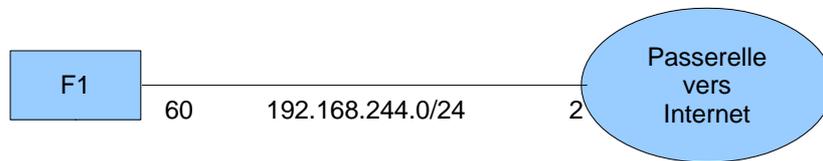
Les machines d'un réseau isolé n'ont pas de passerelle par défaut définie. Elles ne peuvent communiquer qu'avec les autres machines de leur réseau local. Lors de la configuration de l'interface réseau de la machine, une route sera définie pour le sous-réseau local. A l'heure d'internet, c'est un cas de plus en plus rare.

Machine à une seule interface réseau dans un site ayant accès à internet: c'est le cas de figure le plus courant. Comme dans le cas précédent, lors de la configuration de l'interface réseau, une route permettant de joindre les machines du sous-réseau local sera créée automatiquement. Tous les datagrammes qui ne sont pas à destination d'une machine locale seront envoyés à une passerelle par défaut. Une route par défaut sera définie. Cette route par défaut se définit en donnant l'adresse IP de la passerelle par défaut dans les outils configuration réseau.

Quelques réseaux avec des routeurs connus : c'est le cas du réseau interne d'entreprises de taille moyenne. Dans ce cas, les routes vers ces réseaux sont définies statiquement.

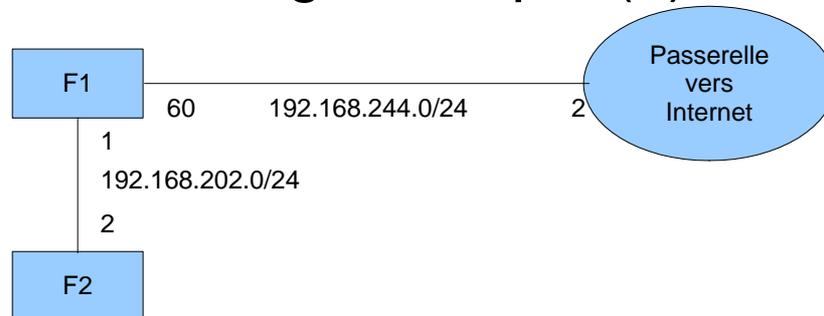
Nombreux réseaux avec interconnexion changeante: dans un réseau où certains hôtes sont joignables par plusieurs routes, où les routes changent parfois (certains liens tombent, d'autres apparaissent, ...), il faut utiliser des protocoles de routage dynamiques. Des programmes comme routed, gated vont modifier la table de routage en fonction des informations que leur donnent leurs homologues sur les autres routeurs.

# Rappel réseau: exemples de routage statique



La machine F1 d'adresse IP 192.168.244.60 a une passerelle 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 sa passerelle 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

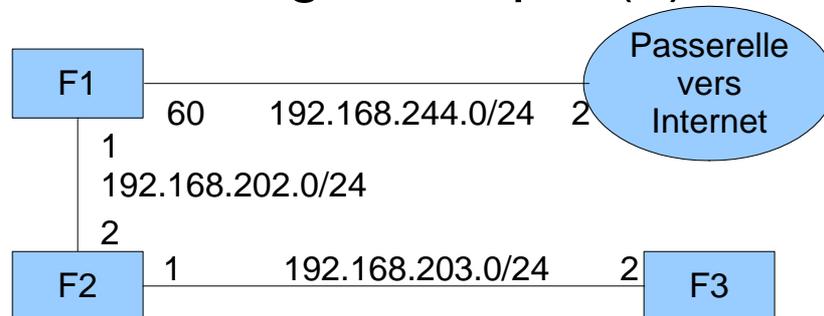
Pour joindre Internet, F2 devra passer par F1. Cela implique:

- Que F1 soit un routeur (elle doit accepter de router les datagrammes d'une interface à une autre)
- Que F2 ait F1 comme passerelle par défaut. Ainsi tout paquet qui n'est pas à destination du réseau 192.168.202.0/24 sera envoyé à F1. On peut noter que F1 est sur un réseau local de F2. F2 pourra donc effectivement lui envoyer directement les paquets: une passerelle doit être directement joignable par la machine.

On garantit ainsi que les datagrammes pourront transiter de F2 vers internet.

F1 aura la passerelle vers internet comme passerelle par défaut. Dans l'autre sens, c'est plus complexe mais il faut que les datagramme à destination du réseau 192.168.202.0/24 finissent par aboutir à F1. Cela impose notamment que la passerelle internet sache que F1 est le routeur vers 192.168.202.0/24.

## 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 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

8

Un datagramme de F3 à destination d'internet devra passer par F2 puis par F1. Cela implique:

- Que F1 et F2 soient un routeur
- Que F2 ait F1 comme passerelle par défaut. Ainsi tout paquet qui n'est pas à destination du réseau 192.168.202.0/24 ou à destination du réseau 192.168.203.0/24 sera envoyé à F1.
- Que F3 ait F2 comme passerelle par défaut

On garantit ainsi que les datagrammes pourront transiter de F3 vers internet ou vers F1.

F1 aura la passerelle vers internet comme passerelle par défaut.

Dans l'autre sens, que faut-il pour qu'un datagramme puisse transiter de F1 à F3 ?

Si on ne fait rien, comme le réseau où est F3 n'est pas un réseau local de F1, F1 enverra le paquet à sa passerelle par défaut (passerelle internet) ce qui n'est pas ce que l'on veut.

Il faut donc indiquer à F1 que les datagrammes à destination de 192.168.203.0/24 doivent être envoyés à F2. On peut par exemple utiliser une commande route de la forme suivante (la syntaxe exacte dépend du système d'exploitation):

```
route add -net 192.168.203.0 192.168.202.2 255.255.255.0
```

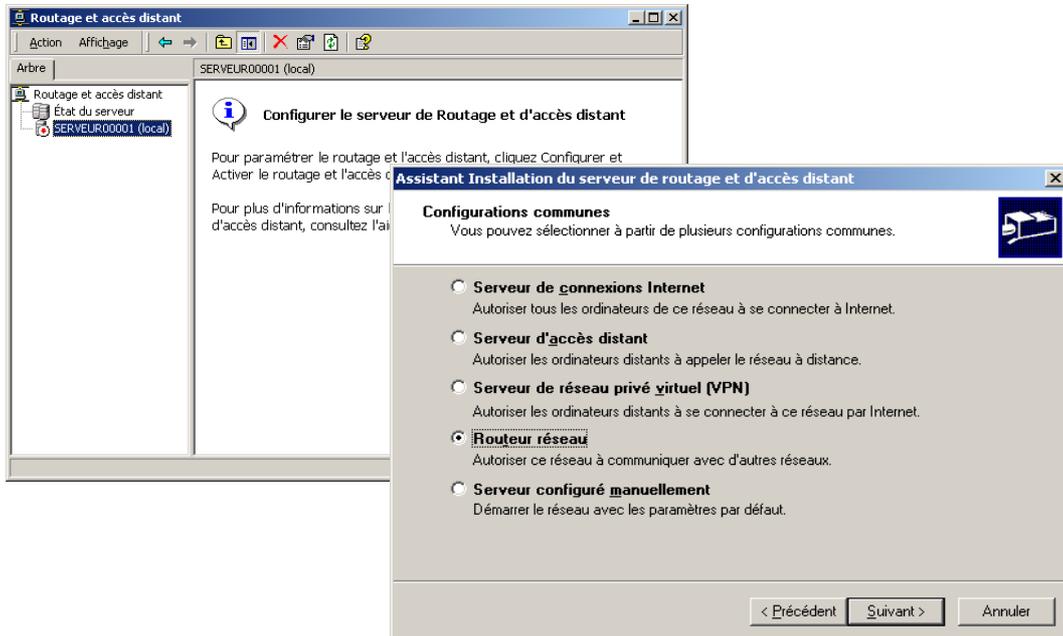
La passerelle internet devra savoir que F1 est routeur pour

192.168.202.0/24 et que F2 est routeur pour 192.168.203.0/24

## exemple de routage statique (3)

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

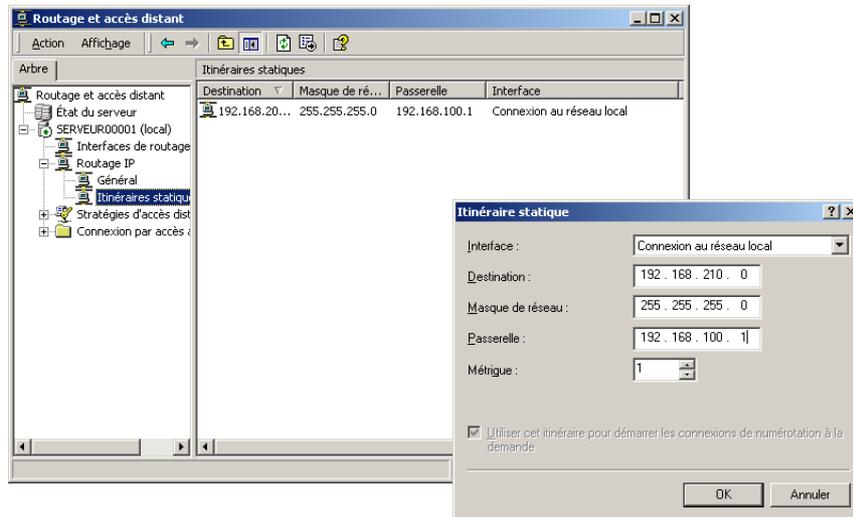
# pratique: configuration du routage sous windows 2000 server



Outils d'administration/routage et accès à distance  
clic droit sur le nom du serveur puis « configurer ... »  
suivant  
routeur réseau  
tcp/ip  
pas d'accès à distance

## pratique ajout d'un route statique

- routage IP/Itinéraire Statique/Nouvel Itinéraire statique



11

L'ajout d'une route statique se fait simplement en précisant :

- le sous-réseau concerné (adresse et masque)
- le routeur par lequel on l'atteint
- la métrique: coût d'un itinéraire (on indique en général 1 car le coût total d'un itinéraire donné sera la somme des coûts des itinéraires qui le composent)

# 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

## travail à réaliser

- travail à rendre :
  - un rapport individuel sous forme électronique (de préférence au format openoffice. Dans tous les cas, une version pdf devra être fournie en plus)
  - les captures ethereal et les données ayant servi à l'élaboration du rapport
- Le thème à traiter dans le rapport est indiqué dans les diapositives nommées « votre travail (n) »
- Ce travail est à rendre par mël avant le lundi 14/11/2005 08h00.

# 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: vmnet 3
- R2: réseau virtuel vmware: vmnet 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)

## votre travail (2)

- rappelez ce que désigne
  - MTU
  - MTU de chemin (path MTU)
  - MSS

## 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.

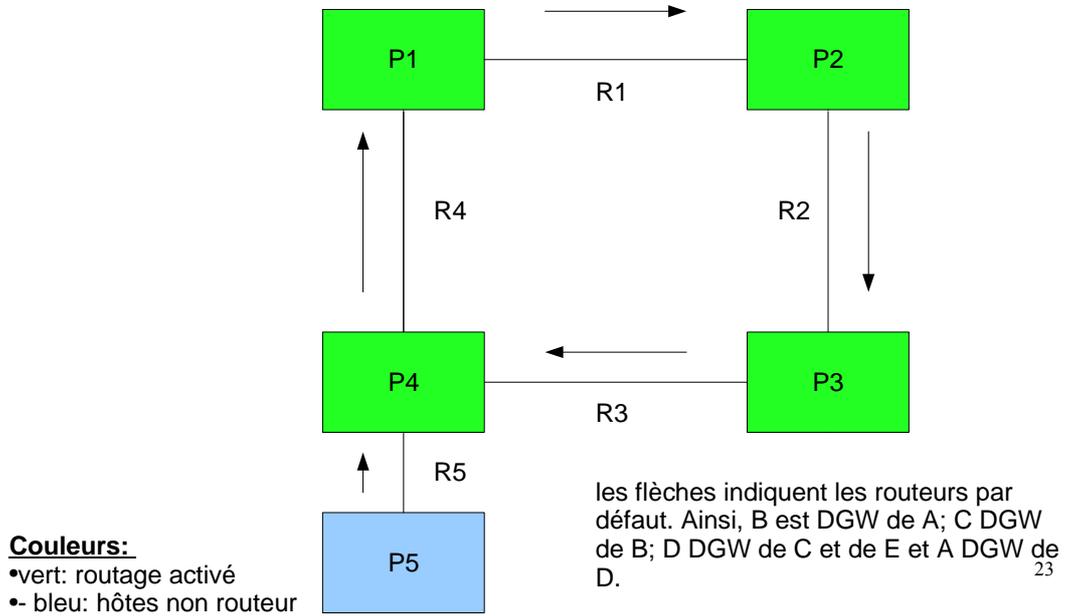
# Bibliographie

- 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.hping.org/>

## Routage:

- Votre travail consistera à décrire les aspects de 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:



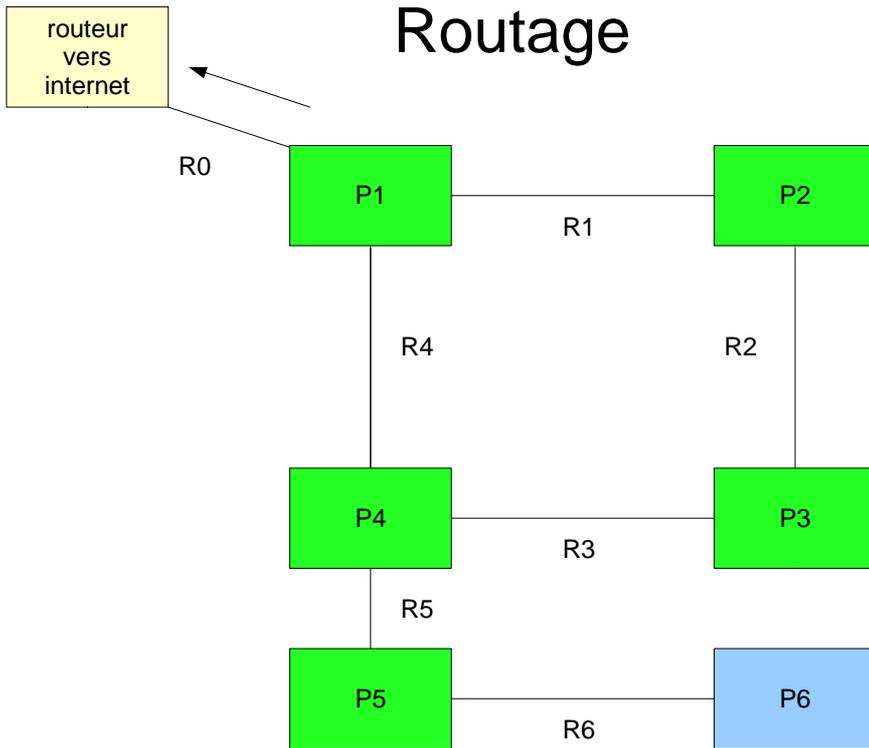
# Routage : réseaux et adresses IP

- 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

## votre 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 du réseau sous Debian Gnu/Linux

- /etc/network/interfaces: configuration IP des interfaces ethernet (cf « man interfaces » pour plus d'info)
- /etc/network/options: options réseau (routage principalement)

## /etc/network/interfaces

- ràf: description succincte du fichier

# routage sous linux

- activation du routage :
  - echo 1 > /proc/sys/net/ipv4/ip\_forward
  - 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
  - ou via le fichier /etc/network/options (debian Gnu/Linux) :
    - ip\_forward=no

# Bibliographie

- « GNU/Linux Debian » de . Hertzog, Eyrolles
- ràf