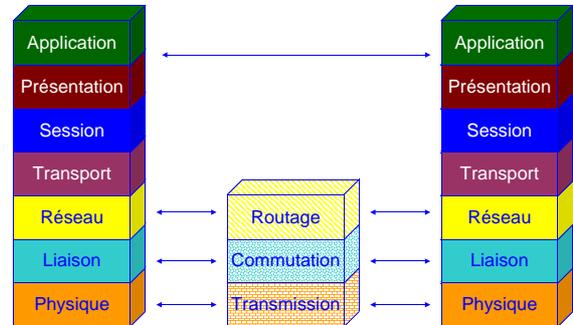


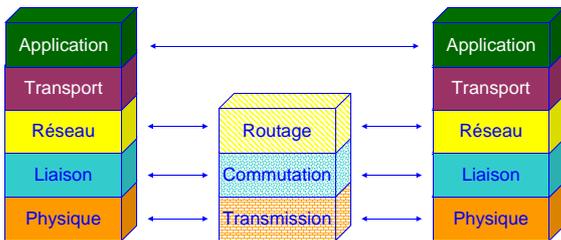
## réseau: complexité des contraintes

- relier des machines avec des liaisons physiques variées
- fournir des services variés:
  - transfert de données, WeB, voix, video, temps réel, ...
  - qualité de service, sécurité, ...
- solution :
  - diviser pour mieux regner
  - garantir des interfaces claires entre couches/modules

## Architecture OSI



## Architecture tcp/ip améliorée :-)



## couche physique/couche liaison

- physique
- liaison: ethernet, adresse ethernet: permet la communication entre deux machines directement reliées (sur le même lien physique)

## couche réseau: IP

- apport de la couche réseau: permettre la communication entre deux machines non directement reliées
  - via un chemin constitué de de machine directement reliées
  - s'appuie sur la couche liaison pour chaque « saut de puce »
- Adresse IP : identifie l'interface réseau d'une machine
  - un adresse ip correspond à une seule machine
  - par contre, une machine peut avoir plusieurs adresses IP

## lien entre liaison et IP: ARP

- adresse resolution protocol
- obtenir l'adresse ethernet (MAC) connaissant l'adresse IP

## Adresse IP

- identifie l'interface réseau d'une machine
- constituée de deux parties :
  - une partie qui identifie le réseau où se trouve la machine
  - une partie qui identifie la machine sur ce réseau
- toutes les machines situées sur le même réseau ont la même partie réseau
- deux machines différentes ne doivent pas avoir la même adresse

## sous réseau/masque de sous-réseau

- sous-réseau:
  - 192.168.10.2: adresse IP
  - 192.168.10.0: réseau
  - 255.255.255.0: masque de sous-réseau
- 2 machines sont sur le même réseau si les parties réseau de leur adresse obtenues en masquant leur adresse avec le masque de sous-réseau (ET logique entre le masque et l'adresse) sont identiques

## Exemples

- indiquez l'adresse du sous-réseau et l'adresse de la machine dans le réseau dans les cas suivants :
- masque: 255.255.255.0
  - 192.168.196.12
  - 192.168.196.20
  - 192.168.2.27
- masque: 255.255.0.0
  - 172.16.0.2
  - 172.16.2.3
  - 172.16.4.4

## Classes d'adresses A, B, C, ...

- l'histoire: les classes:
  - A: masque 255.0.0.0 (16 millions d'adresses. ex.: 10.0.0.0)
  - B: masque 255.255.0.0 ( 64000 machines. Ex.: 172.16.0.0)
  - C: masque 255.255.255.0 (254 machines, Ex.: 192.168.10.0)
- CIDR: on découpe au bit près
- classes privées RFC 1918

## couches 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 passant par des machines intermédiaires appelées routeurs

## réseau: routage

- Une machine sait transmettre les paquets sur les sous-réseaux de ses interfaces (réseaux locaux)
- Les autres paquets 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 dynamique

- Routage dynamique : un programme externe modifie la table de routage
- Hors du programme de cet enseignement

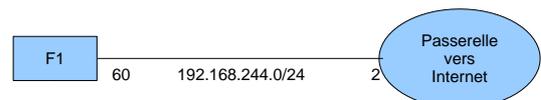
## Algorithme de routage

- 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, => envoyé au routeur défini dans la route
  - sinon, le paquet est envoyé à la passerelle par défaut de M

## Routage: cas classiques

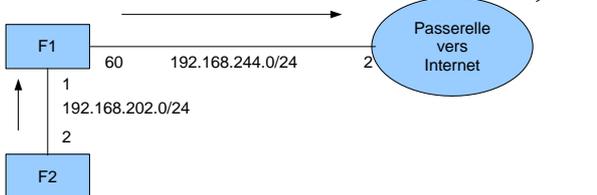
- Réseau isolé
- Machine à une seule interface réseau
- Quelques réseaux avec des routeurs connus et fixes : routage statique
- Nombreux réseaux, interconnexion changeante: routage dynamique

## Rappel réseau: exemples de routage statique



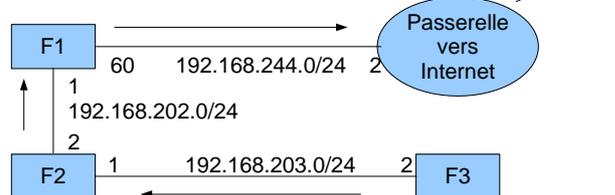
La machine F1 d'adresse IP 192.168.244.60 a un routeur par défaut qui a comme adresse 192.168.244.2. Elle enverra directement à leur destinataire les datagrammes dont l'ip de destination est sur 192.168.244/24. Elle enverra les autres datagrammes à son routeur par défaut.

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



La machine F2 d'adresse IP 192.168.202.2 a un routeur 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)

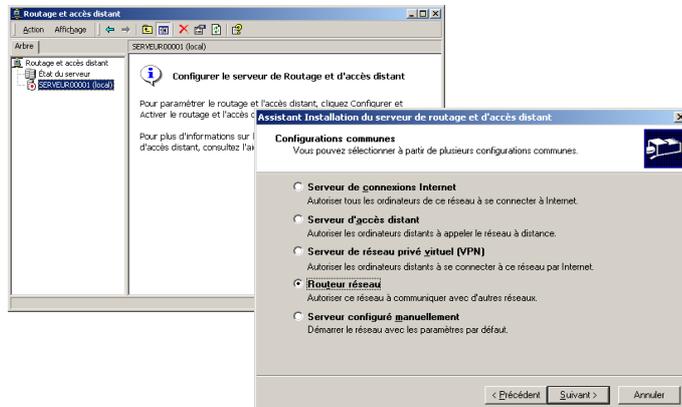


La machine F3 d'adresse IP 192.168.203.2 a un routeur par défaut qui a comme adresse 192.168.203.1. Elle enverra directement à leur destinataire les paquets dont l'ip de destination est sur 192.168.203/24. Elle enverra les autres paquets à son routeur par défaut. La machine F1 aura F2 définie comme passerelle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

## exemple de routage statique (3)

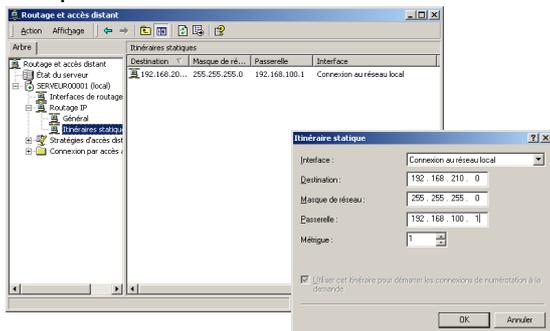
- dans une version future de ce document:
  - animation illustrant le transit d'un datagramme IP

## 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

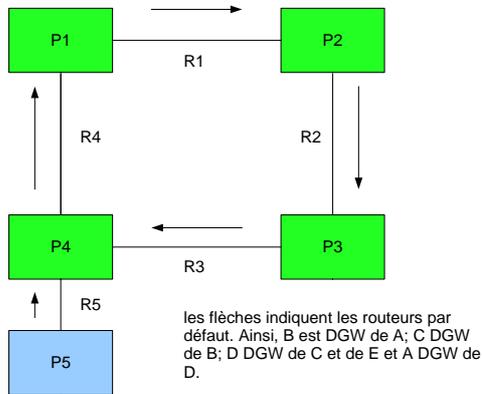
## travail à réaliser

- 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 travail à traiter dans le rapport est indiqué dans les diapositives nommées « votre travail (n) »
- Ce travail est à rendre par mël 26/11/2006 au plus tard.

## 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:



**Couleurs:**  
 • vert: routage activé  
 • bleu: hôtes non routeur

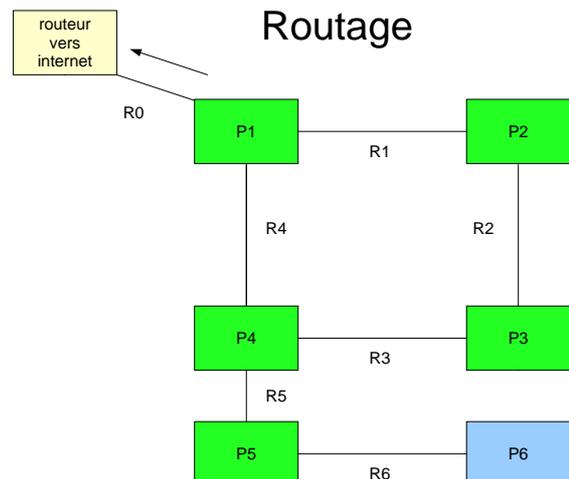
## Routage : réseaux et adresses IP

- 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

## vos travaux (1)

- 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



## vos travaux (2)

- 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.

## 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 R3: 192.168.20/24, DGW: 192.168.20.2
- R1: réseau virtuel vmware: vmnet 3
- R2: réseau virtuel vmware: vmnet 4

### Votre travail (3)

- mettez en place cette plateforme sous vmware
- 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.
  - Après avoir expliqué pourquoi certaines liaisons sont opérationnelles et d'autres pas, vous ferez en sorte que toutes les liaisons soient opérationnelles.
  - vous comparerez les adresses ip et MAC destination et source des paquets. Expliquez les éventuelles différences.
- Vous pourrez illustrer votre propos à l'aide de capture ethereal (qui peuvent être sauvées au format texte)

### vosre travail (4)

- On s'intéresse à la fragmentation et aux tailles des paquets. Pour chacun des termes suivants, vous donnerez une définition, comment ils sont déterminés et leur lien avec la fragmentation IP et la taille des paquets :
  - 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 (5):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. On s'intéressera notamment au processus d'adaptation du MSS.