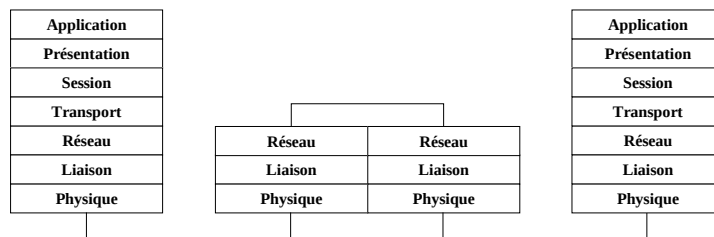


Les routeurs

- **Niveau de fonctionnement**

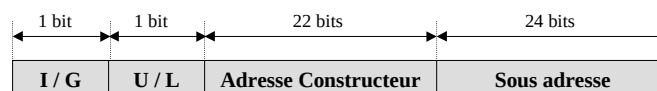
- Equipement de niveau 3 (réseau) du modèle OSI
- Utilise les systèmes d'adressage de niveau 3 (IP / IPX) pour acheminer les données



Les systèmes d'adressage

- **De niveau liaison**

- Adressage **MAC** (Medium Access Control)
- Adressage **non hiérarchique** : aucune relation n'existe entre les adresses d'équipements voisins
- Une adresse MAC est codée sur 48 bits (12 chiffres hexadécimaux)
- **Exemple** : 01:12:0C:4A:00:F4



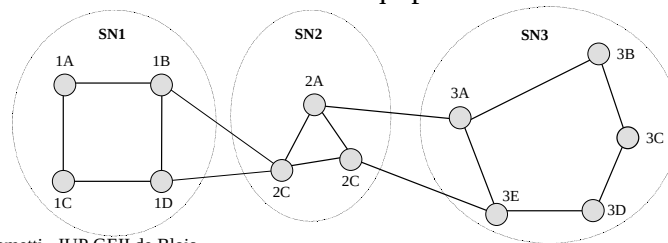
Les systèmes d'adressage

- **De niveau réseau**

- **Protocoles les plus utilisés au sein des LAN**

- **IP** (*Internet Protocol*) : aussi bien utilisé en Intranet qu'en Extranet ou Internet (sous Windows ou sous Unix)
 - **IPX** (*Internetwork Packet eXchange*) : utilisé essentiellement par NetWare de Novel

- **Systèmes d'adressage hiérarchiques** : une relation existe entre les adresses d'équipements voisins



A. Giacometti - IUP GEII de Blois

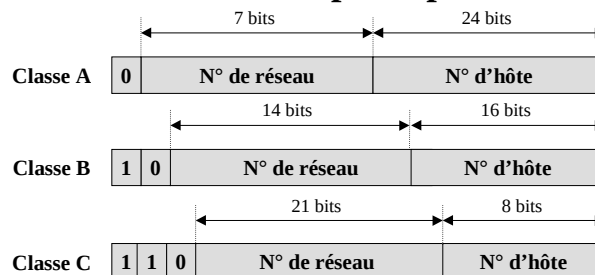
3

Adressage Réseau IP

- **Sous la Version 4**

- Toute interface IP possède une adresse de 4 octets de la forme X.Y.Z.T avec X, Y, Z et T $\in \{0,1,2,\dots,255\}$
 - **Exemple** : 137.194.168.13 ou 10.5.2.132

- **Trois classes d'adresses principales**



A. Giacometti - IUP GEII de Blois

4

Adressage Réseau IP

- **Règle pour le premier octet**

- **Classe A** : de 1 à 126 ($2^{24}-2$ hôtes / 2^7-2 réseaux)
- **Classe B** : de 128 à 191 ($2^{16}-2$ hôtes / $2^{14}-2$ réseaux)
- **Classe C** : de 192 à 223 (2^8-2 hôtes / $2^{21}-2$ réseaux)

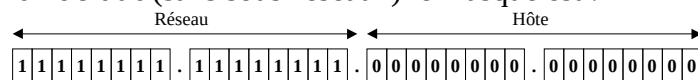
- **Adressage avec sous-réseaux**

- A l'aide d'un masque, un réseau de classe donnée peut être décomposé en plusieurs sous-réseaux
- **Masque** : une suite de 32 bits (4 octets) composée :
 - d'une séquence de bits à 1 (partie sous-réseau) suivie
 - d'une séquence de bits à 0 (partie hôte)
- **Exemple** : 11111111.11111111.11111000.00000000 = 255.255.248.0

Adressage Réseau IP

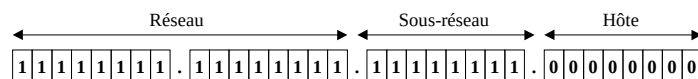
- **Adressage avec sous-réseaux (suite)**

- Soit l'adresse de réseau 172.16.0.0 (de classe B)
- **Par défaut** (sans sous-réseaux) le masque est :



- **Autre masque définissant :**

- (255-2) sous-réseaux de (255-2) hôtes chacun

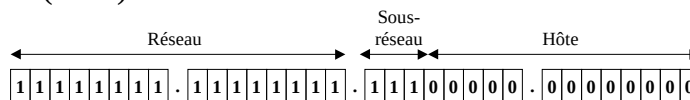


- la station d'adresse 172.16.4.23 appartient au sous-réseau 4 d'adresse 172.16.4.0 du réseau d'adresse 172.16.0.0

Adressage Réseau IP

• Adressage avec sous-réseaux (suite)

- Autre masque définissant (2^3-2) sous-réseaux de $(2^{13}-2)$ hôtes chacun

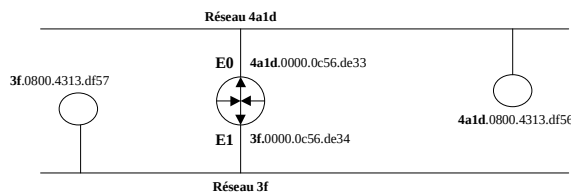


Sous-réseaux	Hôtes	Diffusion
172.16.32.0	172.16.32.1 à 172.16.63.254	172.16.63.255
172.16.64.0	172.16.64.1 à 172.16.95.254	172.16.95.255
172.16.96.0	172.16.96.1 à 172.16.127.254	172.16.127.255
172.16.128.0	172.16.128.1 à 172.16.159.254	172.16.159.255
172.16.160.0	172.16.160.1 à 172.16.191.254	172.16.191.255
172.16.192.0	172.16.192.1 à 172.16.223.254	172.16.223.255

Adressage Réseau IPX

• Une seule classe d'adresse

- Tout interface IPX possède une adresse unique de **10 octets** composée de deux parties :
 - **un numéro de réseau IPX** pouvant occuper jusqu'à 4 octets (huit chiffres hexadécimaux - seulement les chiffres significatifs)
 - **un numéro de nœud IPX** pouvant occuper jusqu'à 6 octets (en général, il s'agit de l'adresse MAC du nœud)



Protocole de résolution d'adresse

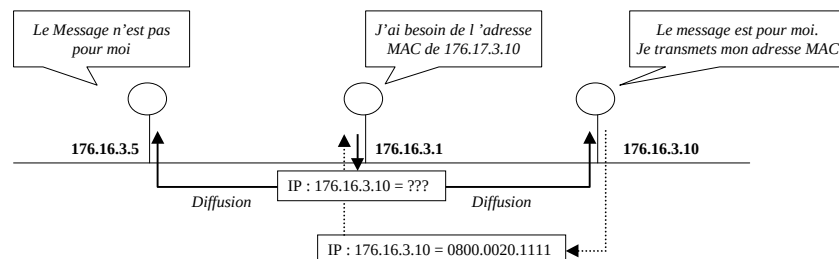
- **Problème du lien entre les adresses réseau et liaison**

- **Inexistant sous IPX** car l'adresse MAC est contenu dans l'adresse IPX de tout nœud
- **Primordial sous IP** car aucun lien n'existe entre les adresses IP et MAC d'un équipement Réseau
 - **Protocole ARP** (*Address Resolution Protocol*) pour faire le lien entre une adresse IP connue et une adresse MAC à déterminer
 - **Protocole RARP ou ARP Inverse** (*Reverse Address Resolution Protocol*) permet à une station de déterminer au démarrage son adresse IP à partir de son adresse MAC (l'adresse IP est recherchée sur un serveur d'adresses RARP)

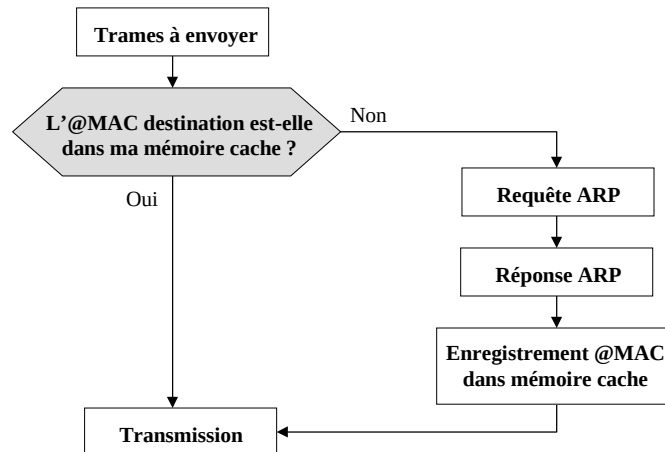
Address Resolution Protocol

- **Principe de base du protocole**

- Tout équipement possède **une table ARP** où il conserve les liens entre adresses MAC et IP d'équipements déjà consultés
- Cette table ARP est construite automatiquement lorsqu'une adresse MAC d'un équipement destinataire est inconnue



Processus ARP



ARP avancé

- **Gestion de la mémoire cache**

- Comment prendre en compte les modifications d'adresses IP ?
 - Destruction périodique des entrées en mémoire cache
- Comment éviter de perdre périodiquement les adresses MAC des équipements les plus importants ?
 - Utilisation d'entrée statiques

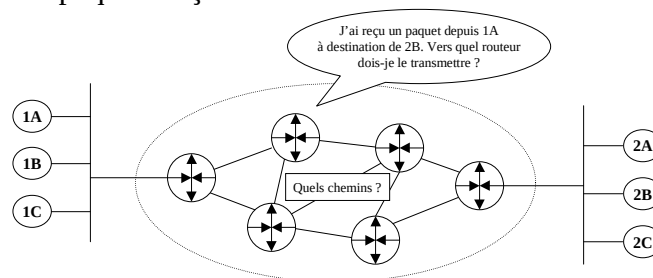
- **Proxy ARP**

- Protocole pouvant être utilisé au niveau de routeur
 - Quand un routeur reçoit sur un port une requête ARP avec une adresse IP destination dans un autre sous-réseau
 - Il transmet en réponse sa propre adresse MAC, ce qui lui permet de jouer automatiquement le rôle de passerelle par défaut

Les routeurs

• Fonctions principales d'un routeur

- Détermination des chemins à suivre pour interconnecter les différents hôtes ou sous-réseaux
- Exploitation des chemins déterminés pour acheminer les paquets reçus



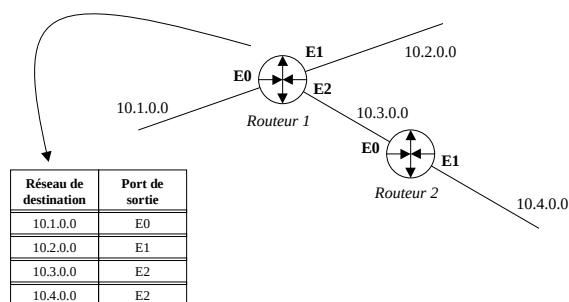
A. Giacometti - IUP GEII de Blois

13

Les routeurs

• Principe des tables de routage

- Composées d'au moins deux colonnes :
 - des adresses de réseaux ou sous-réseaux destinations
 - des numéros de ports de sortie



A. Giacometti - IUP GEII de Blois

14

Les routeurs

- **Différents types de routage**

- **Routage statique**

- Les tables de routage des routeurs doivent être configurées manuellement par un administrateur réseau
 - Elles doivent être mise à jour manuellement à chaque fois qu'un changement intervient au niveau de la topologie du réseau

- **Routage dynamique**

- Après configuration pour démarrer le routage dynamique, les tables de routage des routeurs sont construites automatiquement
 - Les tables de routage sont mises à jour périodiquement en fonction des modifications apportées au réseau

Les routeurs

- **Différents types de routeurs au sein d'un LAN**

- **Les routeurs internes**

- Interconnexion des sous-réseaux composant un LAN
 - Simples PC dotés de plusieurs cartes réseaux

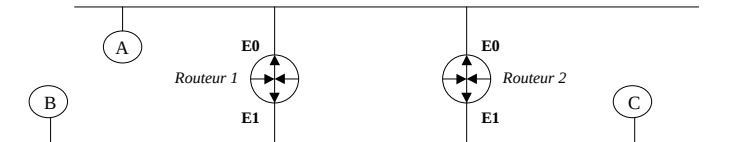
- **Les routeurs de proximité**

- Interconnexion d'un LAN à Internet ou à des LAN situés sur d'autres sites
 - Equipements spécifiques pouvant utiliser les services des réseaux publics de données tels que :
 - Le Réseau Téléphonique Commuté ou RTC,
 - Le Réseau Numérique à Intégration de Services ou RNIS,
 - Les réseaux à commutation de paquets X.25,
 - Les réseaux à relais de trames ou Frame Relay

Les routeurs internes

- **Mise en place d'un routage statique**

- **Hypothèse** : on dispose de l'adresse de classe C 192.168.22.0



- **Questions** :

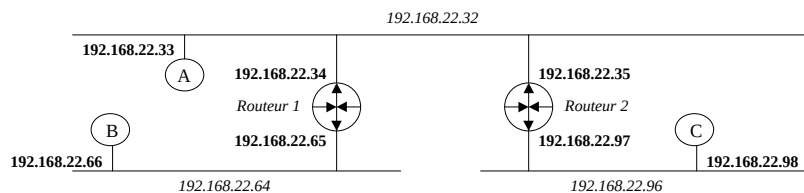
- quel masque pour une décomposition en trois sous-réseaux (plage d'adresses et adresse de diffusion par sous-réseau) ?
- quelles adresses pour les sous-réseaux, stations et interfaces des routeurs ?

Le routage statique

- **Exemple de mise en place**

- **Masque** : 255.255.255.224

Sous-réseaux	Hôtes	Diffusion
192.168.22.32	192.168.22.33 à 192.168.22.62	192.168.22.63
192.168.22.64	192.168.22.65 à 192.168.22.94	192.168.22.95
192.168.22.96	192.168.22.97 à 192.168.22.126	192.168.22.127



Le routage statique

• Exemple de mise en place

➤ Tables de routage initiales

– Pour chaque station, on aura fixé un masque de sous-réseau et une adresse de routeur ou passerelle par défaut

– Par la commande « route print » sous NT

– **Pour la station B**

Sous-réseaux	Masque	Passerelle	Interface	Coût
0.0.0.0	0.0.0.0	192.168.22.65	192.168.22.66	1
192.168.22.64	255.255.255.224	192.168.22.66	192.168.22.66	1

Inchangé si
routage statique

– **Pour le routeur 1**

Sous-réseaux	Masque	Passerelle	Interface	Coût
192.168.22.32	255.255.255.224	192.168.22.34	192.168.22.34	1
192.168.22.64	255.255.255.224	192.168.22.65	192.168.22.65	1

Le routage statique

• Test de la configuration

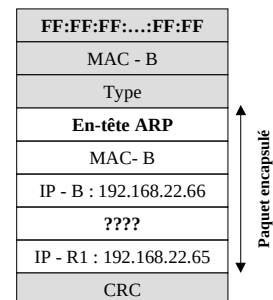
➤ Par un ping sur C (192.168.22.98) depuis B (192.168.22.66)

– B commence par comparer les sous-réseaux des adresses IP source et destination en appliquant son masque ⇒ sous-réseaux différents

– B examine sa table de routage et décide de passer par la passerelle R1 proposée par défaut (seule possibilité)

– ARP cherche l'adresse MAC de R1

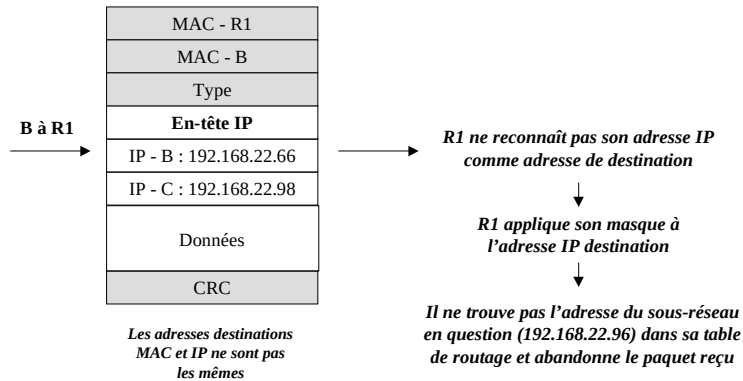
- soit il la trouve dans la mémoire cache de B
- soit il effectue une diffusion générale en émettant la trame



Le routage statique

- **Test de la configuration (suite)**

- Une fois que R1 a retournée son adresse MAC à B



Le routage statique

- **Exemple de mise en place (suite)**

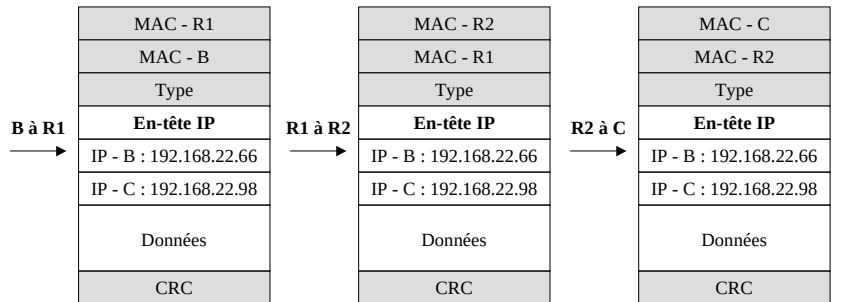
- Sous Windows NT sur R1 :
 - **route [-p] add** <ID réseau> **masq** <masque> <passerelle>
 - **route -p add** 192.168.22.96 **masq** 255.255.255.224 192.168.22.35
- Nouvelle table de routage de R1

Sous-réseaux	Masque	Passerelle	Interface	Coût
192.168.22.32	255.255.255.224	192.168.22.34	192.168.22.34	1
192.168.22.64	255.255.255.224	192.168.22.65	192.168.22.65	1
192.168.22.96	255.255.255.224	192.168.22.35	192.168.22.34	1

Le routage statique

- **Nouveau test de la configuration**

- Par un **ping** sur C (192.168.22.98) depuis B (192.168.22.66)



R1 sait qu'il peut atteindre le sous-réseau destination par R2 dont il obtient l'adresse MAC par ARP

Suite au « ping » reçu, C doit maintenant transmettre une réponse à B. QUEL EST LE PROBLEME POSE ?

A. Giacometti - IUP GEII de Blois

23

Le routage statique

- **Exmple de mise en place (suite)**

- R2 ne sait pas joindre le sous-réseau de B
- Sous Windows NT sur R2 :
 - Ajouter R1 comme passerelle par défaut **ou**
 - **route -p add 192.168.22.64 masq 255.255.255.224 192.168.22.34**
- Nouvelle table de routage de R2

OU

Sous-réseaux	Masque	Passerelle	Interface	Coût
192.168.22.32	255.255.255.224	192.168.22.35	192.168.22.35	1
192.168.22.96	255.255.255.224	192.168.22.97	192.168.22.97	1
0.0.0.0	0.0.0.0	192.168.22.34	192.168.22.35	1
192.168.22.64	255.255.255.224	192.168.22.34	192.168.22.35	1

A. Giacometti - IUP GEII de Blois

24

Le routage statique

- **Conditions d'utilisation**

- Possible pour les petites infrastructures
- Permet de mieux contrôler le trafic
- Suffisant dans le cas où il n'y a pas plusieurs chemins possibles
 - *Pour éviter la surcharge engendrée par tout processus de routage dynamique*

- **Remarque finale**

- Une liste de passerelles par défaut peut parfois être définie
 - *Si une passerelle ne répond pas, la suivante sur la liste est utilisée*