

Principes d'Internet, interconnexion et adressage

Dominique SERET



Introduction (1)

- TCP/IP : but = interconnexion de réseaux sur une base planétaire
- Technologie des années 1970 issue de projets DARPA (financements : défense américaine)
- Aujourd'hui :
 - plusieurs centaines de milliers de réseaux interconnectés,
 - plusieurs millions de machines,
 - plusieurs dizaines de millions d'utilisateurs de "l'Internet".
- Interconnecte divers réseaux : Ethernet, Token Ring, X25, FR, FDDI, ATM etc.



Introduction (2)

- La technologie est constituée par des protocoles de base (suite TCP / IP) qui offrent les services de base du transfert des données :
 - transport de « datagrammes » :
service élémentaire de la commutation de paquets
 - transport de messages sécurisés :
service orienté connexion permettant d'acheminer des données en garantissant leur intégrité
- adaptation de la technologie TCP/IP à la plupart des interfaces matérielles
- Ces services de base sont indépendants du support de transmission ; ils sont adaptables à toutes sortes de media depuis les réseaux locaux jusqu'aux réseaux longue distance.



Introduction (3)

- Interconnexion universelle : les machines ont une adresse unique sur l'Internet. Deux machines, reliées au réseau, communiquent grâce aux autres noeuds du réseau qui acheminent les messages de manière coopérative sur la base de l'adresse destinataire.
- Interconnexion d'égal à égal (peer to peer systems) il n'y a pas de machines prioritaires (par opposition à une structure hiérarchique).
- Dans le cadre du transport sécurisé, les acquittements sont effectués entre source et destinataire plutôt que continuellement entre les différents noeuds relayant les messages.



Introduction (4)

- Technologie publique et largement diffusée au travers de documents publics appelés RFC (Request for Comments).
- Technologie indépendante des constructeurs et disponible sur tous types de matériel (micro, station, super-calculateur et équipements de réseaux)
- Technologie largement validée depuis de nombreuses années dans un monde hétérogène
- un RFC = entre 1 et 200 pages...
==> savoir aller les chercher



Concepts de l'interconnexion (1)

- Point de départ : les réseaux interconnectés sont de nature diverse
- Les différences entre tous ces réseaux ne doivent pas apparaître à l'utilisateur de l'interconnexion
- Abstraction à chaque niveau de fonctionnalité (couches de protocoles) qui « encapsule » les fonctionnalités de niveau inférieur
- Affranchit l'utilisateur des détails relatifs aux couches inférieures et finalement au réseau lui-même (couche physique).



Concepts de l'interconnexion (2)

- Les premiers systèmes d'interconnexion ont traité le problème au niveau applicatif : messagerie relayant le message de noeud en noeud. Cette solution présente plusieurs inconvénients :
 - si les applications interfacent elles-mêmes le réseau (aspects physiques), elles sont victimes de toute modification de celui-ci,
 - plusieurs applications différentes sur une même machine dupliquent l'accès au réseau,
 - lorsque le réseau devient important, il est impossible de mettre en oeuvre toutes les applications nécessaires à l'interconnexion sur tous les noeuds des réseaux.

Concepts de l'interconnexion (3)

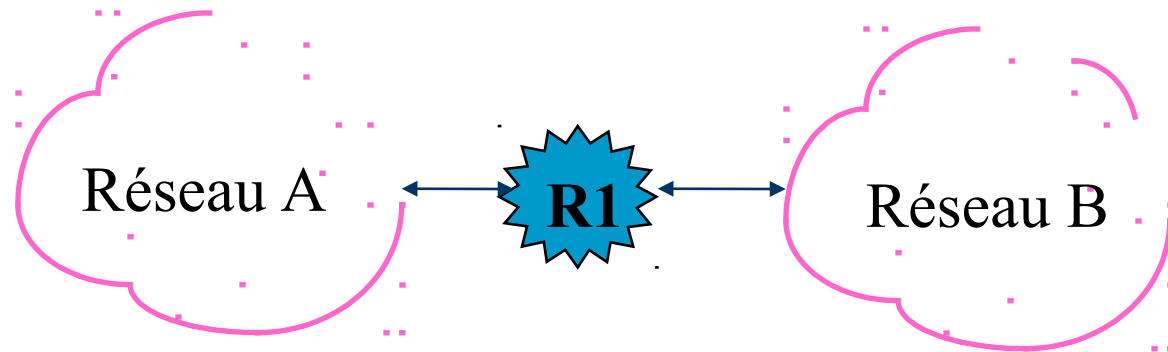
- Alternative : mise en oeuvre de l'interconnexion au niveau des protocoles gérant la couche réseau de ces systèmes
- Avantage considérable : les données sont acheminées par les noeuds intermédiaires sans que ces noeuds aient la moindre connaissance des applications responsables de ces données

Concepts de l'interconnexion (4)

- Autres avantages :
 - la commutation est effectuée sur la base de paquets de petite taille plutôt que sur la totalité de fichiers pouvant être de taille très importante,
 - le système est flexible puisqu'on peut facilement introduire de nouvelles interfaces physiques en adaptant la couche réseau alors que les applications demeurent inchangées,
 - les protocoles peuvent être modifiés sans que les applications soient affectées.
- Le concept d'interconnexion ou d'*internet* repose sur la mise en oeuvre d'une couche réseau masquant les détails de la communication physique du réseau et détachant les applications des problèmes de routage.

Les routeurs

- L'interconnexion : faire transiter des informations depuis un réseau vers un autre réseau par des noeuds spécialisés appelés passerelles (*gateway*) ou plus souvent routeurs (*router*)
- Les routeurs possèdent une connexion sur chacun des réseaux qu'ils interconnectent



interconnexion multiple



Réseau A

R1

Réseau B

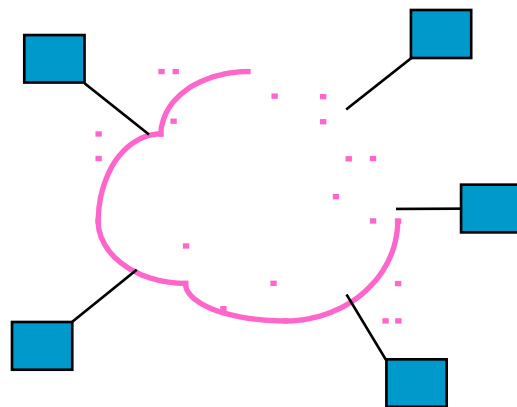
R2

Réseau C

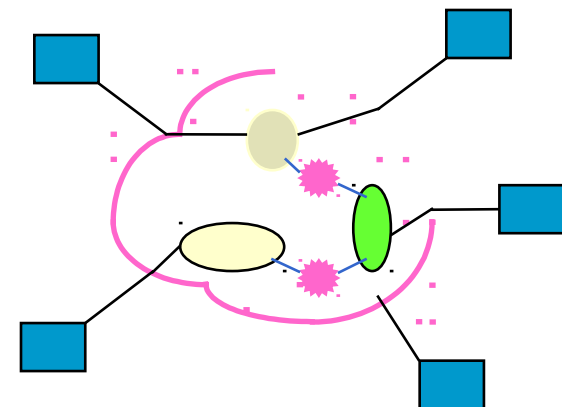
- R1 transfère sur le réseau B, les paquets circulant sur le réseau A et destinés aux réseaux B et C
- R1 doit avoir connaissance de la topologie du réseau, à savoir que C est accessible depuis le réseau B.
- Le routage n'est pas effectué sur la base de la machine destinataire mais sur la base du réseau destinataire

Un réseau unique

- A l'intérieur de chaque réseau, les noeuds utilisent la technologie spécifique de leur réseau (Ethernet, X25, etc)
- Le logiciel d'interconnexion « encapsule » ces spécificités et offre un service commun à tous les applicatifs, faisant apparaître l'ensemble de ces réseaux disparates comme un seul et unique réseau.



Octobre
2000



Dominique SERET -
Université René



L'adressage Internet (1)

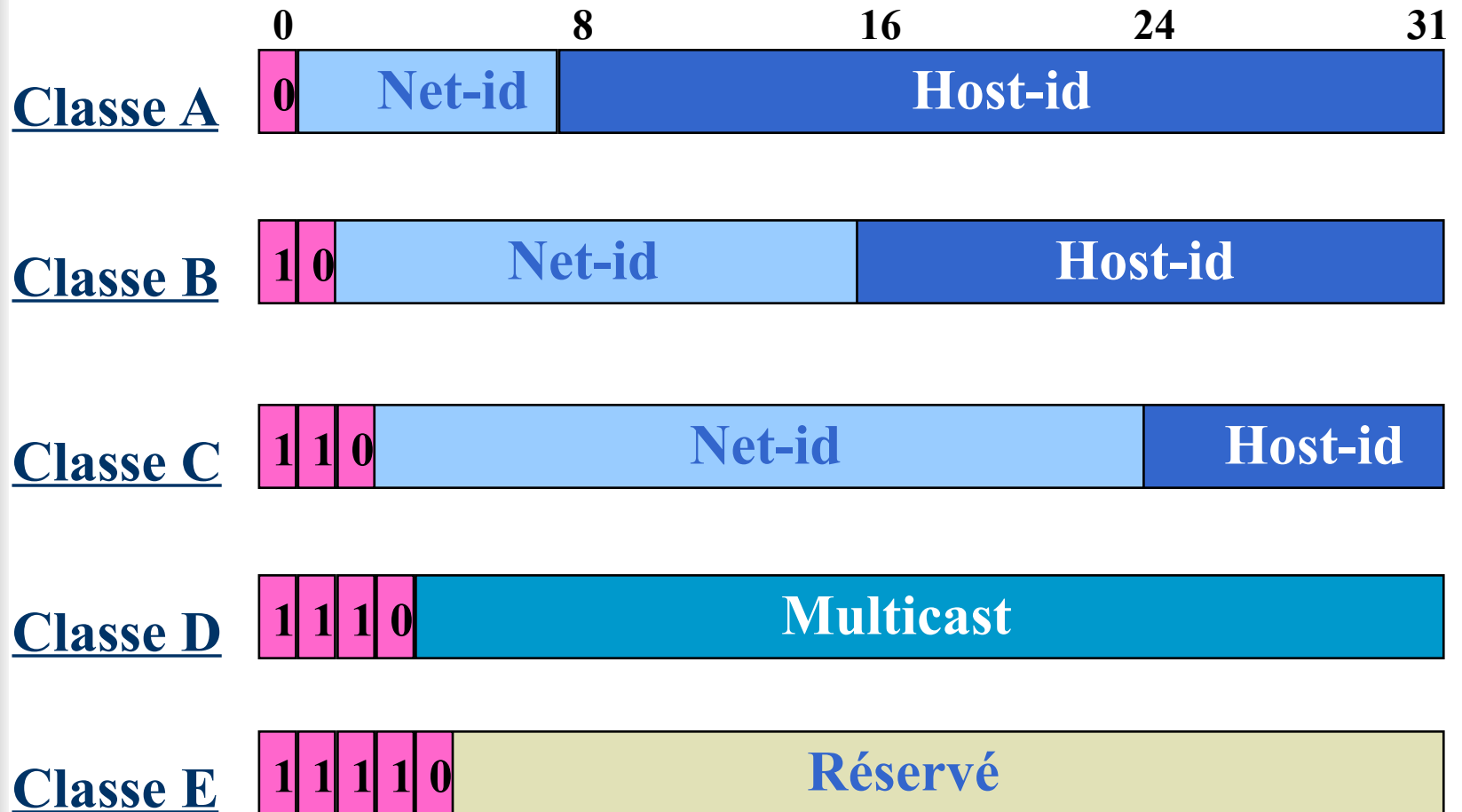
- But : fournir un service de communication universel permettant à toute machine de communiquer avec toute autre machine de l'interconnexion
- Une machine doit être accessible aussi bien par des humains que par d'autres machines
- Une machine doit pouvoir être identifiée par :
 - un nom (mnémotechnique pour les utilisateurs),
 - une adresse qui doit être un identificateur universel de la machine,
 - une route précisant comment la machine peut être atteinte.



L'adressage Internet (2)

- Solution : adressage binaire compact assurant un routage efficace
- Adressage "à plat" (par opposition à un adressage hiérarchisé) permettant la mise en oeuvre de l'interconnexion d'égal à égal
- Utilisation de noms pour identifier des machines (réalisée à un autre niveau que les protocoles de base)
- Les classes d'adressage
 - Une adresse = 32 bits dite "internet address" ou "IP address" constituée d'une paire (« netid », « hostid ») où netid identifie un réseau et hostid identifie une machine sur ce réseau.
 - Cette paire est structurée de manière à définir cinq classes d'adresse

Les classes d'adresse





La notation décimale pointée

- L'interface utilisateur concernant les adresses IP consiste en la notation de quatre entiers décimaux séparés par un point
10000000 00001010 00000010 00011110 = 128.10. 2. 30
- Adresses particulières
 - Adresse réseau : adresse IP dont la partie hostid ne comprend que des zéros : 192.20.0.0 désigne le réseau de classe C 192.20.
 - Adresse machine locale : adresse IP dont le champ réseau (netid) ne contient que des zéros
 - hostid = 0 (=> tout à zéro), l'adresse est utilisée au démarrage du système afin de connaître l'adresse IP



Les adresses particulières

■ Adresses de diffusion :

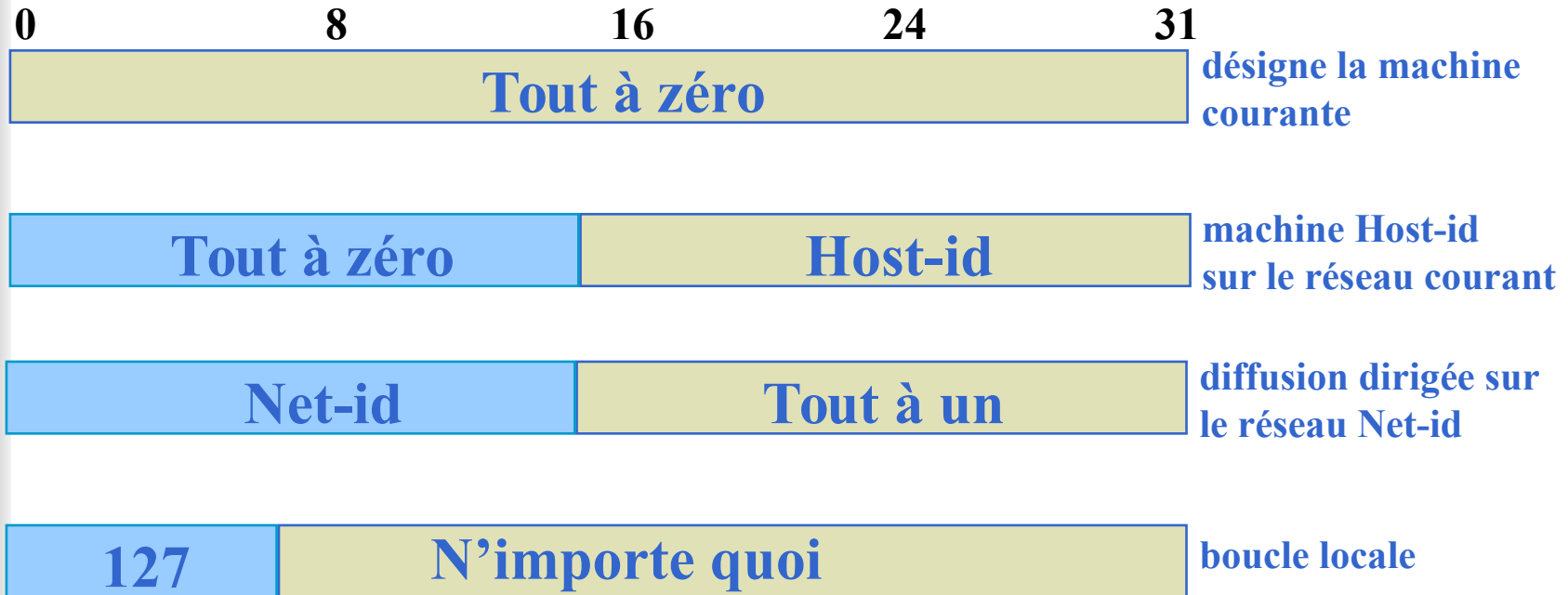
la partie hostid ne contient que des 1 => la diffusion concerne toutes les machines situées sur le réseau spécifié : 192.20.255.255 désigne toutes les machines du réseau 192.20.

- En conséquence, une adresse IP dont la valeur hostid ne comprend que des 1 ne peut être attribuée à une machine réelle.

■ Adresse de boucle locale : l'adresse réseau 127.0.0.0 est réservée pour la désignation de la machine locale, c'est-à-dire la communication intra-machine.

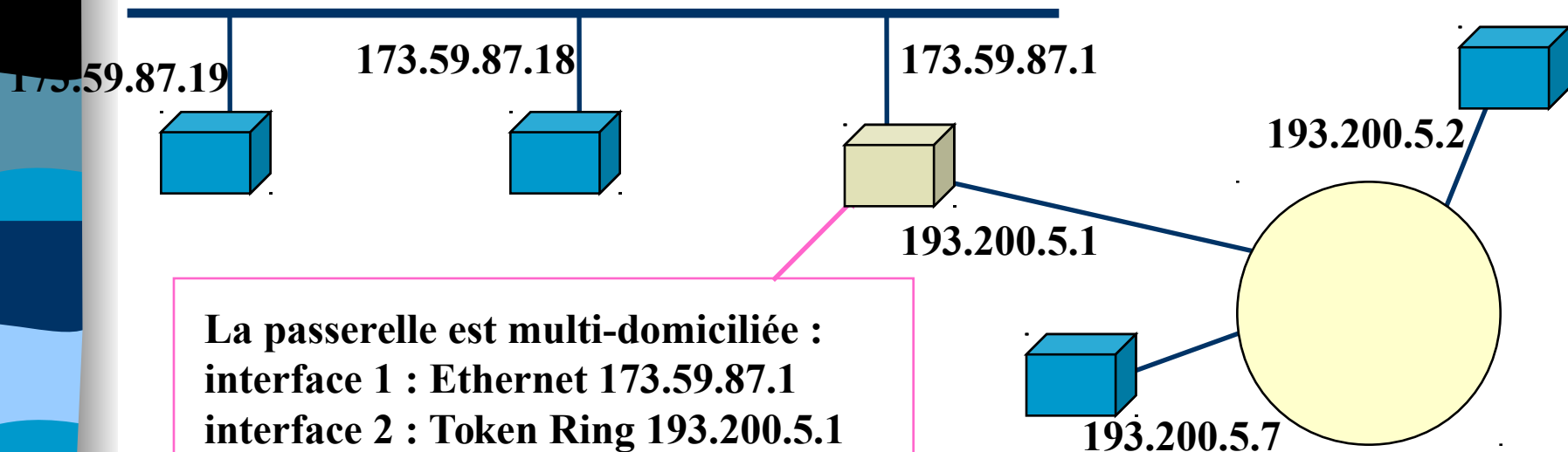
- Une adresse réseau 127 ne doit, en conséquence, jamais être véhiculée sur un réseau et un routeur ne doit jamais router un datagramme pour le réseau 127.

Les adresses particulières (fin)



Adressage et routeurs

- Une adresse IP => une interface physique => une connexion réseau. S'applique particulièrement aux routeurs qui possèdent par définition plusieurs connexions à des réseaux différents
- A une machine, est associé N adresses IP. Si $N > 1$, la machine (routeur) est dite multi-domiciliée.





ARP: Address Resolution Protocol

- La communication entre machines ne peut s'effectuer qu'à travers l'interface physique. Les applicatifs ne connaissant que des adresses IP, comment établir le lien adresse IP / adresse physique ?
- La solution : ARP
 - Mise en place dans TCP/IP d'un protocole de bas niveau appelé Address Resolution Protocol (ARP)
 - Rôle de ARP : fournir à une machine donnée l'adresse physique d'une autre machine située sur le même réseau à partir de l'adresse IP de la machine destinatrice



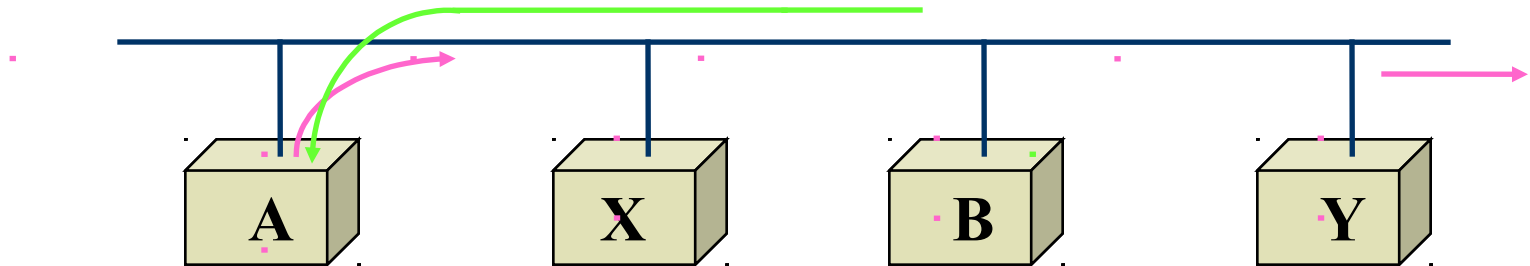
ARP: Address Resolution Protocol

■ La technique

- Diffusion d'adresse sur le réseau physique
- La machine d'adresse IP émet un message contenant son adresse physique
- Les machines non concernées ne répondent pas
- Gestion cache pour ne pas effectuer de requête ARP à chaque émission

- L'association **adresse physique - adresse IP** de l'émetteur est incluse dans la requête ARP de manière à ce que les récepteurs enregistrent l'association dans leur propre mémoire cache

ARP : fonctionnement



- Pour connaître l'adresse physique de B, P_B , à partir de son adresse IP I_B , la machine A diffuse une requête ARP qui contient l'adresse I_B vers toutes les machines; la machine B répond avec un message ARP qui contient la paire (I_B, P_B) .



Format du message ARP

- La requête ARP est véhiculée dans un message protocolaire lui-même encapsulé dans la trame de liaison de données.
- Lorsque la trame arrive à destination, la couche liaison de données détermine l'entité responsable du message encapsulé; Ex : champ type de la trame Ethernet : 0806 pour ARP
- La structure du message ARP/RARP gère une association adresse de protocole / adresse physique indépendamment de l'interface physique et du protocole utilisé

Le message ARP

0	8	16	24	31
Type de matériel		Type de protocole		
LGR-MAT	LGR-PROT	Opération		
Adresse physique émetteur (octets 0-3)				
Adresse Phy émetteur (octets 4,5)		Adresse IP émetteur (octets 0,1)		
Adresse IP émetteur (octets 2,3)		Adresse Phy cible (octets 0,1)		
Adresse Physique cible (octets 2,5)				
Adresse IP cible (octets 0-3)				



RARP: Reverse Address Resolution Protocol (1)

- L'adresse IP d'une machine est configurable (elle dépend du réseau sur lequel elle se trouve) et est souvent enregistrée sur la mémoire secondaire où le système d'exploitation la trouve au démarrage.
- Ce fonctionnement usuel n'est plus possible dès lors que la machine est une station sans mémoire secondaire.
- Problème : déterminer un mécanisme permettant à la station d'obtenir son adresse IP depuis le réseau.



RARP: Reverse Address Resolution Protocol (2)

■ La solution

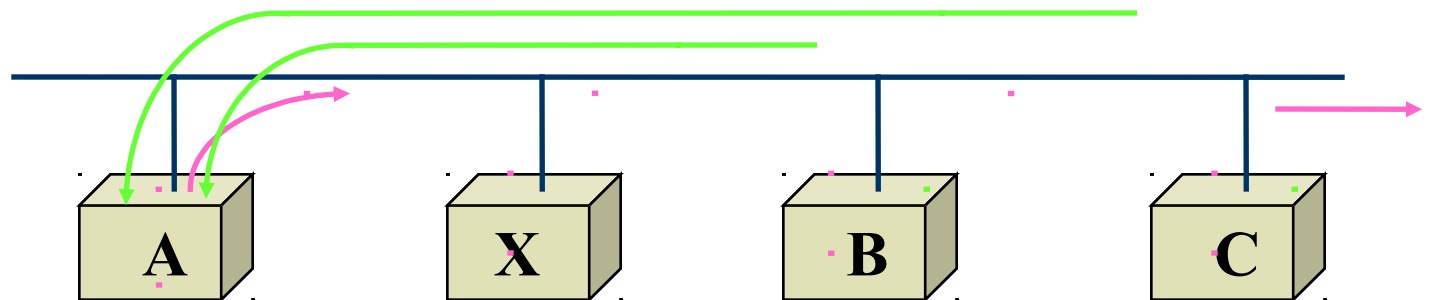
- Protocole de bas niveau appelé Reverse Address Resolution Protocol
- Permet d'obtenir son adresse IP à partir de l'adresse physique qui lui est associée.

■ Fonctionnement

- Serveur RARP sur le réseau physique
son rôle : fournir les adresses IP associées aux adresses physiques des stations du réseau
- Le serveur possède une base de données contenant les couples adresse physique/adresse IP,
- les stations émettent une requête RARP sur le réseau, consistant à demander l'adresse IP qui est associée à leur adresse physique

RARP: Reverse Address Resolution Protocol

- Les requêtes RARP sont propagées vers le ou les serveur(s) RARP par mécanisme de diffusion. Le(s) serveur(s) RARP réponde(nt) par un message de type RARP.



Pour connaître son adresse IP, A diffuse sur le réseau, une requête RARP qui la désigne comme destinataire
Les Serveurs RARP (B et C) répondent à la requête.