

TCP/IP

Transmission Control Protocol / Internet Protocol

- Adressage
- Protocoles de la pile TCP/IP

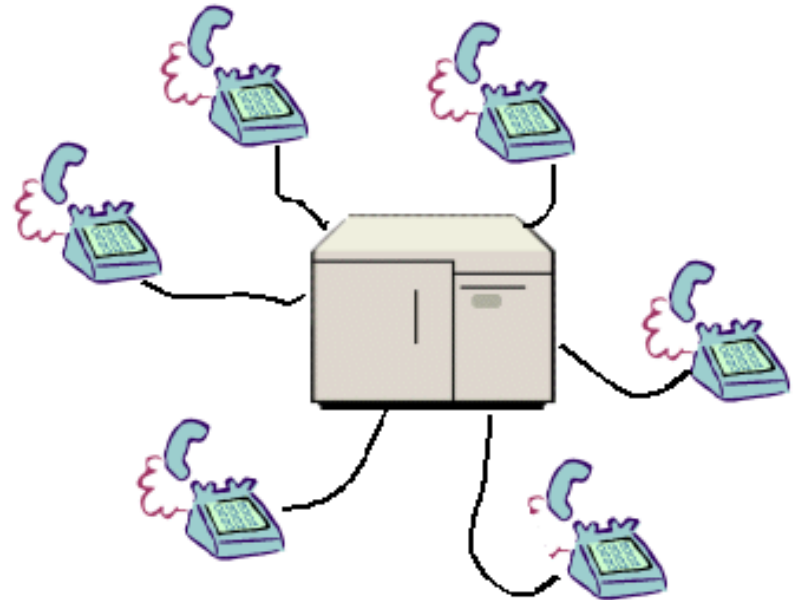
Comment se passe la
communication dans un
réseau ?

Pour communiquer dans un réseau, les éléments doivent être identifiés.

Dans le réseau téléphonique, les postes, reliés à un auto-commutateur...

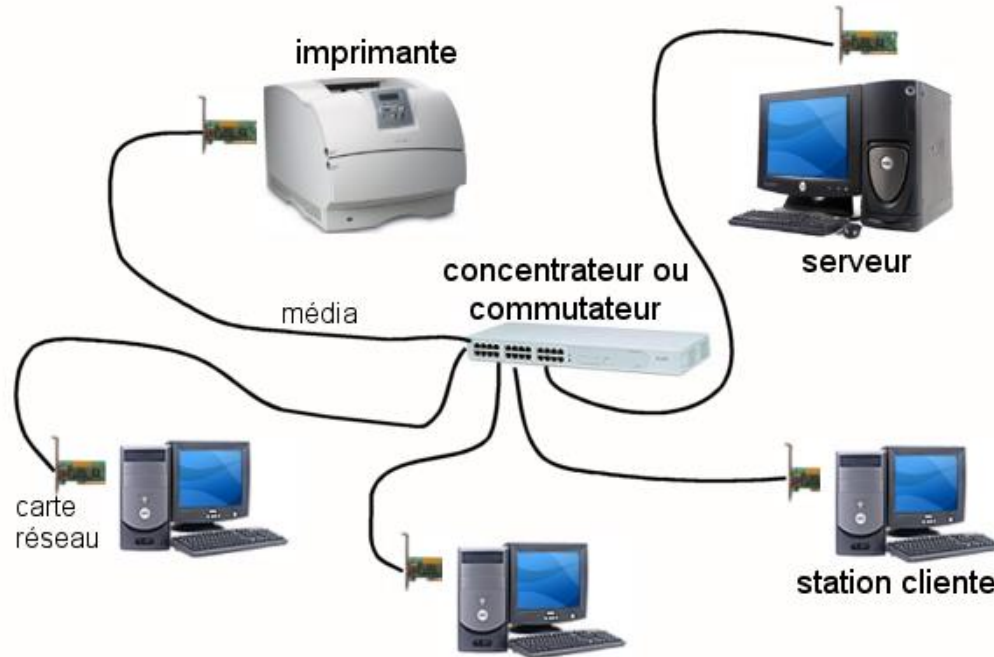
...peuvent dialoguer, car ils disposent chacun d'un numéro téléphonique unique...

01.40.44.65.38



01.40.51.48.28

Dans un réseau informatique, chaque station doit aussi être identifiée sans ambiguïté par son adresse



➤ Chaque élément actif du réseau (imprimante, serveur, station) doit posséder une adresse unique, l'adresse MAC au niveau physique

Ex : 00-50-BA-A3-6F-2B

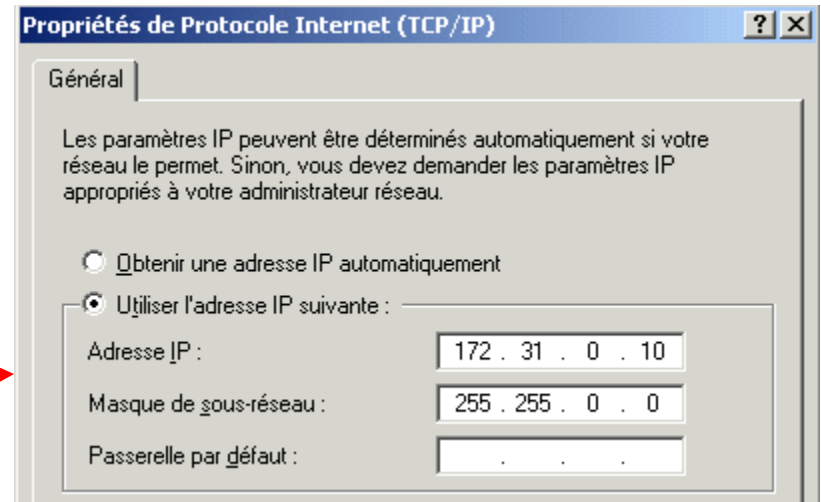
➤ L'attribution d'une adresse logique constitue une première étape pour établir une communication

Ex : 172.31.0.10

Adresse IP

Sur le réseau, un hôte est identifié de manière unique par son adresse IP

172.31.0.10



Une adresse IP est constituée de quatre nombres (entre 0 et 255) séparés par un point.

Toutes les combinaisons de nombres ne sont pas valides.

Adressage IP

Munies de leurs adresses IP, les ordinateurs peuvent communiquer...

...mais ces adresses peuvent-elles être quelconques ?

172.31.0.10

Station A



172.31.0.2



Station B

Adressage IP (suite)

Si on modifie l'adresse IP
d'une station ...

172.31.0.10

Station A



... on constate que la communication est
toujours possible...

...mais devient impossible
avec...

~~172.31.0.2~~

~~172.31.100.44~~

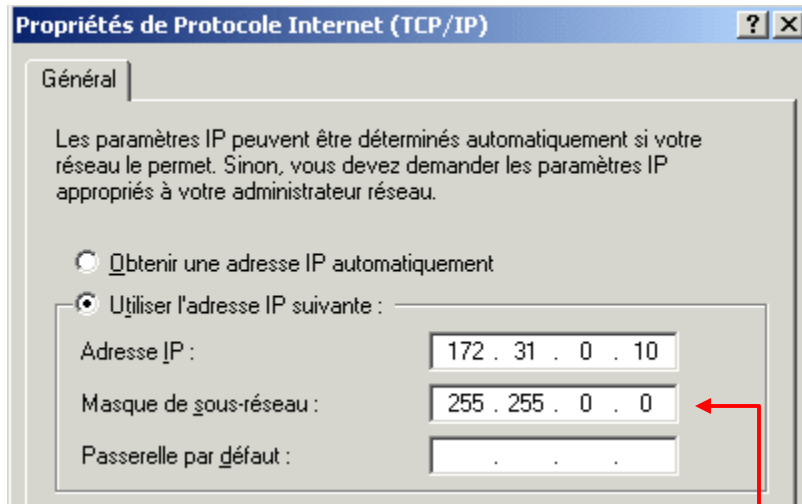
172.32.0.2



Station B

Pourquoi ?

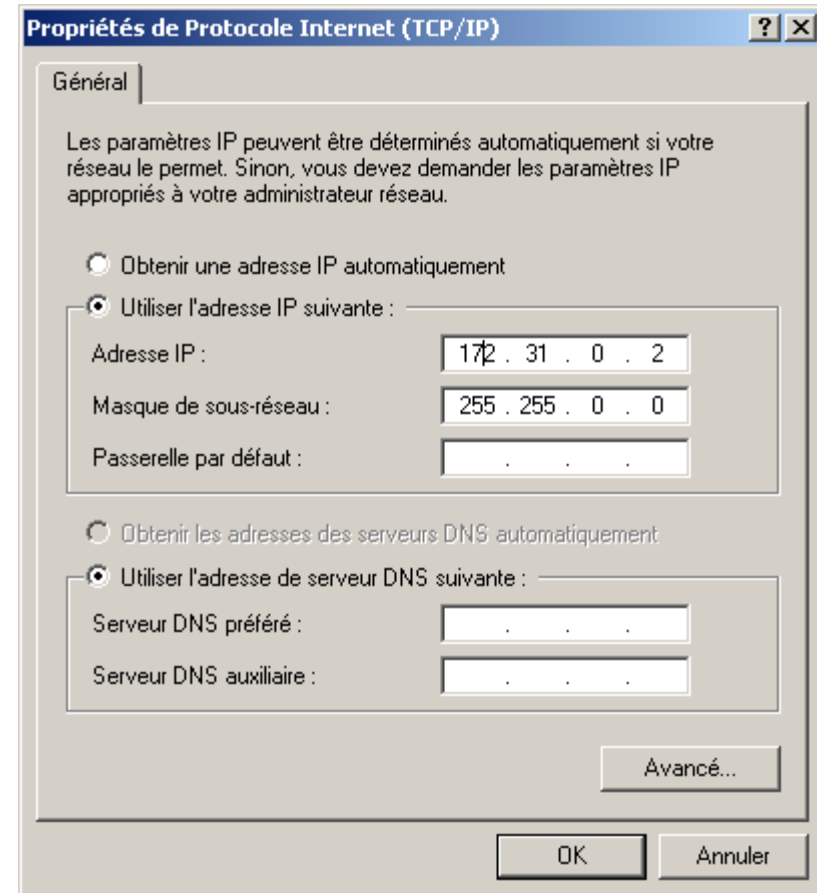
Adressage IP (suite)



Station A

Observons les masques de sous-réseau figurant dans les fenêtres de configuration de chacune des stations observées.

Station B



Adressage IP (suite)

- Le masque de sous-réseau permet de placer des hôtes dans des sous-réseaux où ils pourront communiquer, formant ainsi des regroupements de machines.
- Si les nombres composant deux adresses IP placés en regard d'une valeur de 255 du masque sont identiques, alors les machines sont dans le même sous-réseau et peuvent communiquer.

Station A	172	31	0	10
Station B	172	31	0	2
masque	255	255	0	0
	172	31		

← Les valeurs face aux 255 du masque sont identiques.

Masque de sous-réseau

Dans le masque 255.255.0.0 :

- 255.255 précisent que les deux premiers nombres représentent l'adresse du réseau
- 0.0 précisent que les deux derniers nombres représentent le numéro de l'hôte dans le réseau
- Donc :

adresse IP	172.16.1.1
masque de sous réseau	255.255.0.0
<hr/>	
numéro de réseau	172.16
numéro d'hôte	1.1

Exemple

	Machine A	Machine B
IP	192.168.0.1	192.168.1.2
masque	255.255.255.0	255.255.255.0

Numéro de réseau de la machine A : 192.168.0

Numéro de réseau de la machine B : 192.168.1

Ces numéros sont-ils identiques ? NON

DONC les machines A et B NE peuvent PAS communiquer !

Comment sont classées les adresses IP ?

Class A	0	Network (7 bits)	Local Address (24 bits)
---------	---	------------------	-------------------------

Class B	10	Network (14 bits)	Local Address (16 bits)
---------	----	-------------------	-------------------------

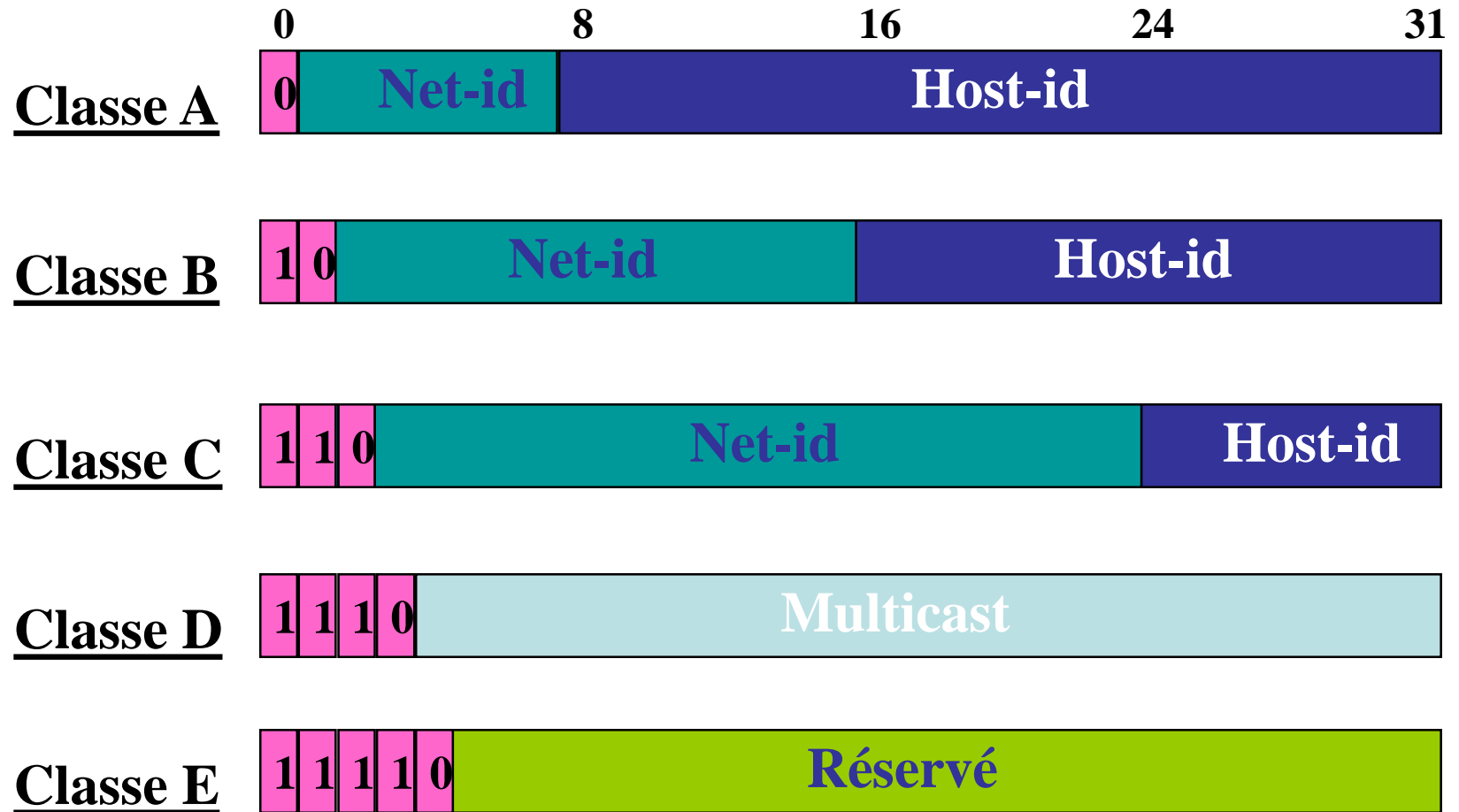
Class C	110	Network (21 bits)	Local Address (8 bits)
---------	-----	-------------------	------------------------

Class D

1110

Multicast Address (28 bits)

Les classes d'adresse



Comment sont classées les adresses IP ?



	Valeur décimale du 1er octet	Masque de sous- réseau
Classe A	1 à 126	255.0.0.0 ou /8
Classe B	128 à 191	255.255.0.0 ou /16
Classe C	192 à 223	255.255.255.0 ou /24
Classe D	224 à 239	Réservée à la diffusion multicast
Classe E	240 et 255	Réservée à la recherche

Adresses publiques – Adresses privées

Dans chaque classe une plage d'adresses est réservée à des fins privées, et ne sont donc pas « visibles » sur Internet :

Classe A : de 10.0.0.1 à 10.255.255.254

Classe B : de 172.16.0.1 à 172.31.255.254

Classe C : de 192.168.0.1 à 192.168.255.254

Directives d'adressage

- Le numéro de réseau ne peut être 127 :
 - 127.0.0.1 : adresse de boucle (loopback)
 - Réservé pour des fonctions de bouclage et de diagnostics

Directives d'adressage (suite)

- Les bits du numéro de réseau et les bits de l'hôte ne peuvent pas avoir tous la valeur 1 (en binaire) : c'est l'adresse de diffusion ou broadcast
 - Ex : dans le réseau d'adresse 192.168.1.0, l'adresse 192.168.1.255 est l'adresse de diffusion
 $(11111111)_2 \rightarrow (255)_{10}$
- Les bits du numéro de réseau et les bits de l'hôte ne peuvent pas avoir tous la valeur 0 : c'est l'adresse du réseau lui-même
 - Ex : 192.168.1.0

Exercice de réflexion

Les adresses suivantes peuvent-elles être attribuées à un hôte ?

131.107.256.80

NON $256 > 255$

222.222.255.222

OUI

231.200.1.1

NON 231 : classe D

172.16.0.0

NON adresse réseau

190.7.2.0

OUI

198.121.254.255

NON adresse de diffusion

Comment attribuer une
adresse IP à un hôte ?

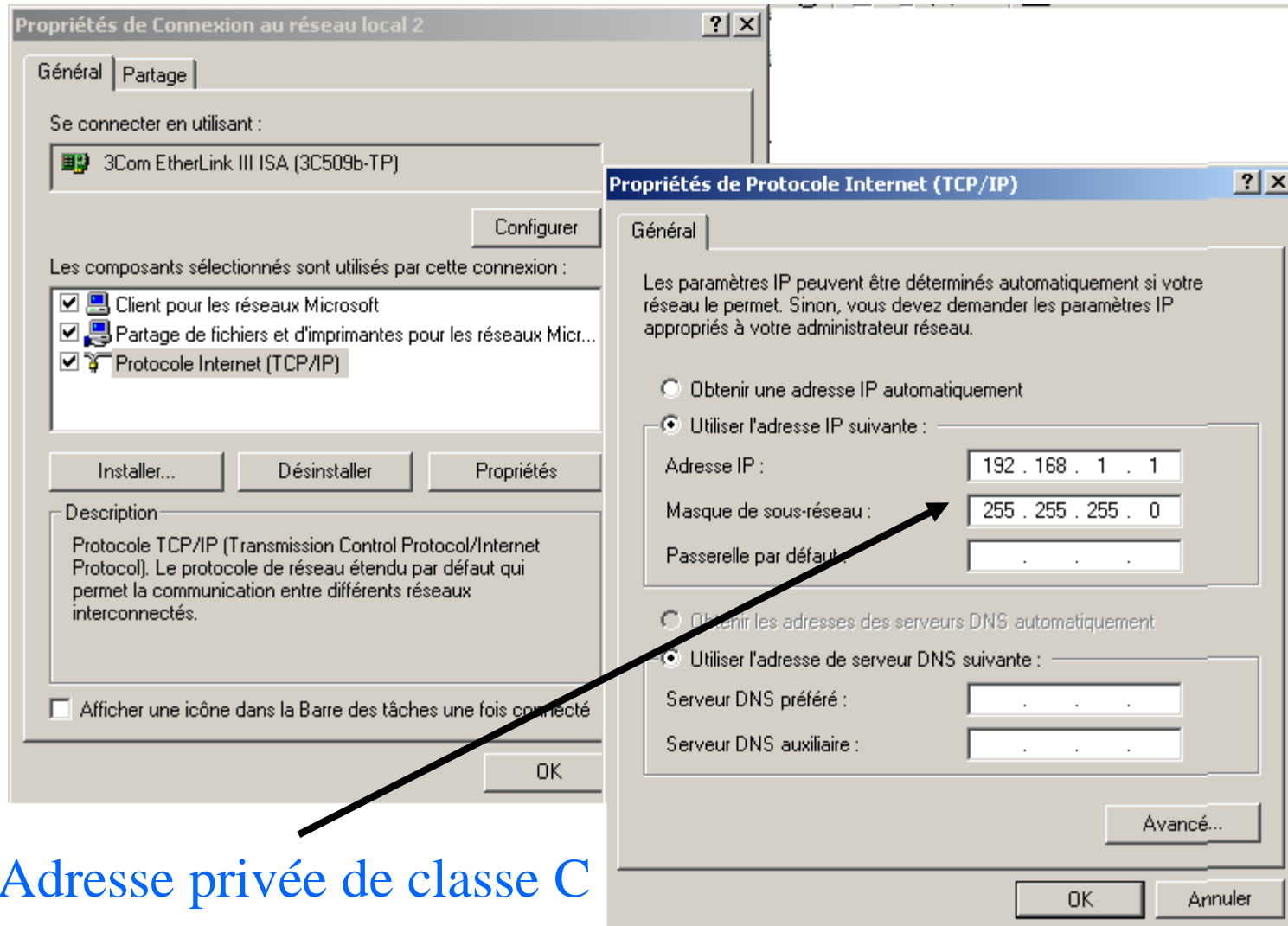
Attribution statique ou dynamique ?

- Statique : l'administrateur configure manuellement chaque hôte du réseau

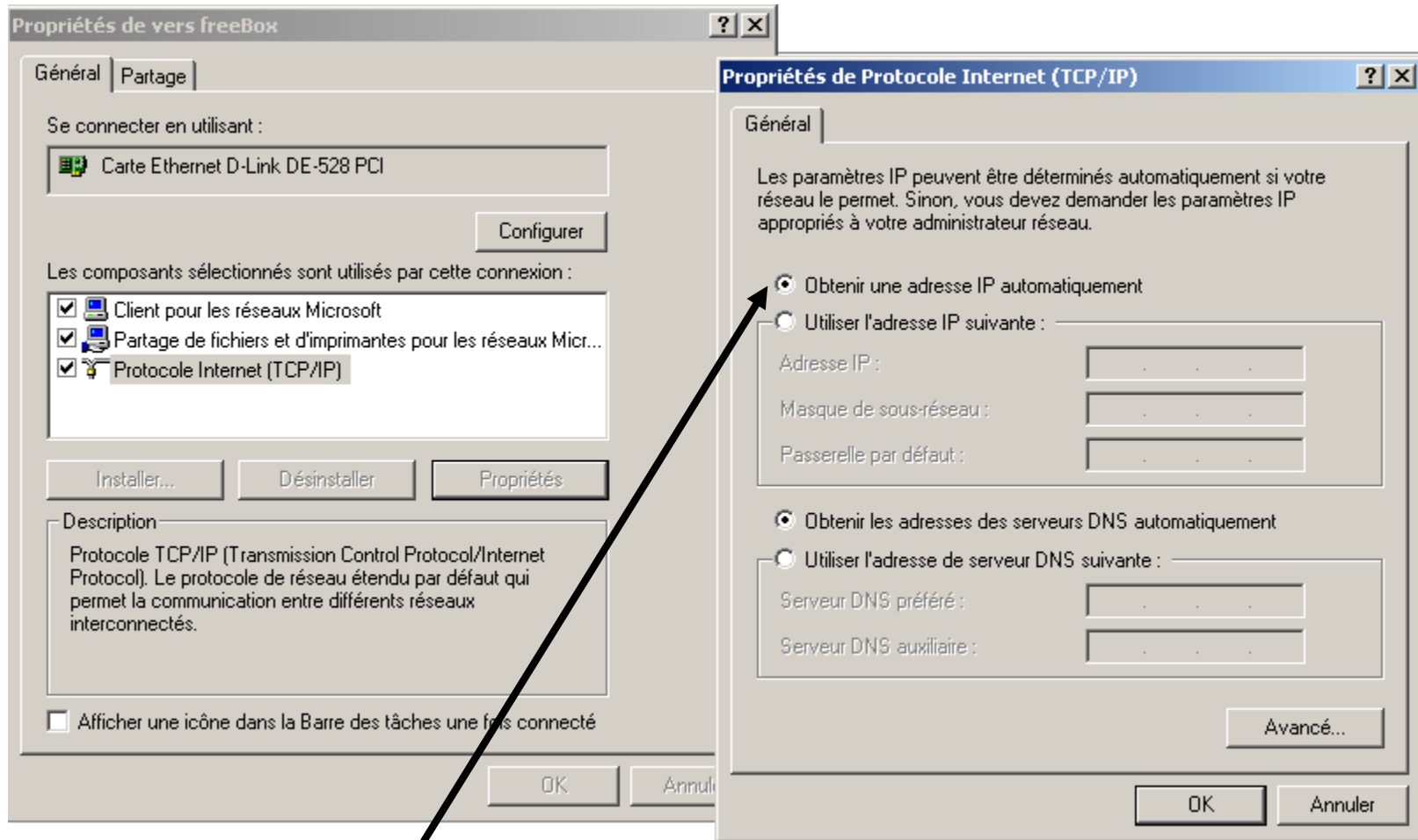
Dans un réseau de grande taille, attribuer une adresse IP à chaque station en respectant l'unicité de valeur peut rapidement devenir une tâche très lourde !

- Dynamique : l'attribution est réalisée automatiquement par un serveur DHCP

Adressage statique

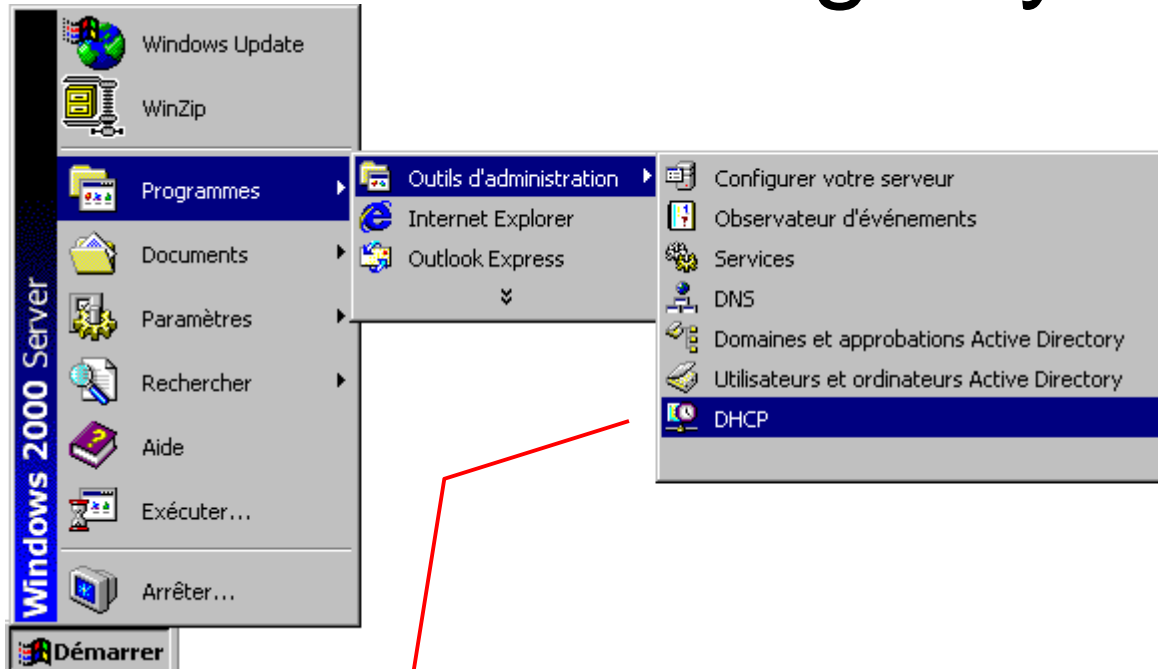


Adressage dynamique côté client



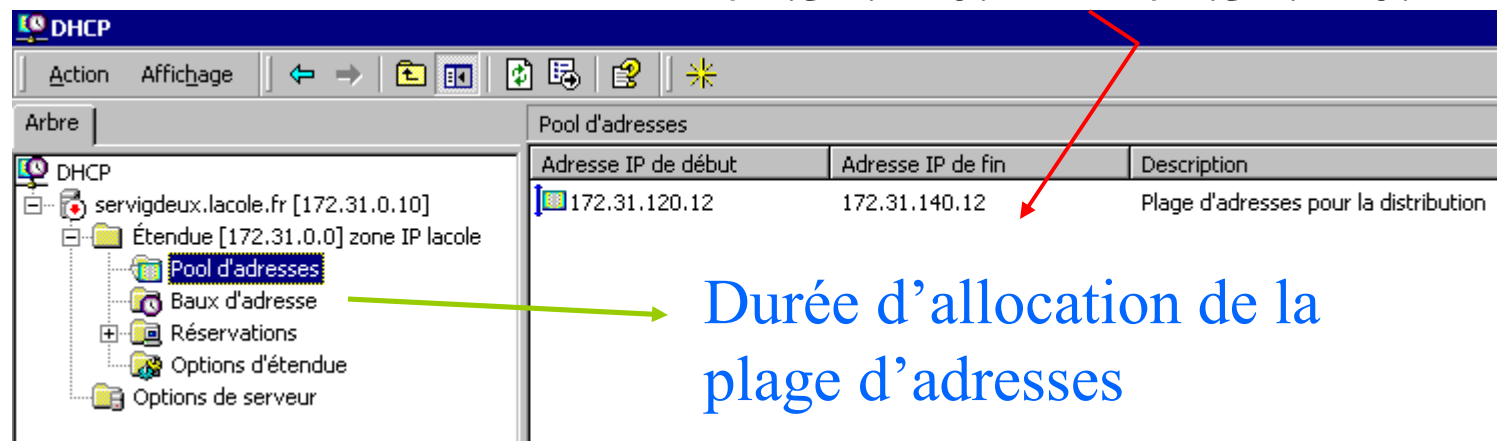
Adressage dynamique

côté serveur



Le serveur DHCP peut fournir une adresse IP comprise dans l'étendue

172.31.120.12 - 172.31.140.12



Durée d'allocation de la
plage d'adresses

Comment vérifier la communication entre 2 hôtes?

Commande DOS : PING

PING 127.0.0.1

PING @hôte_lui-même

PING @hôte_à_joinre

Test de communication

Hôte sur lequel je travaille

192.168.0.2



Hôte à joindre

192.168.0.254



PING 127.0.0.1

Teste si la pile TCP/IP est opérationnelle

```
D:\WINNT\system32\cmd.exe
Microsoft Windows 2000 [Version 5.00.2195]
(C) Copyright 1985-2000 Microsoft Corp.

D:\Documents and Settings\Galko>PING 127.0.0.1

Envoi d'une requête 'ping' sur 127.0.0.1 avec 32 octets de données :

Réponse de 127.0.0.1 : octets=32 temps<10 ms TTL=128
Réponse de 127.0.0.1 : octets=32 temps<10 ms TTL=128
Réponse de 127.0.0.1 : octets=32 temps<10 ms TTL=128
Réponse de 127.0.0.1 : octets=32 temps<10 ms TTL=128

Statistiques Ping pour 127.0.0.1:
    Paquets : envoyés = 4, reçus = 4, perdus = 0 (perte 0%),
Durée approximative des boucles en millisecondes :
    minimum = 0ms, maximum = 0ms, moyenne = 0ms
```

→ Ces 4 lignes indiquent que le test a réussi

PING 192.168.0.2

Teste si la carte est opérationnelle

```
D:\Documents and Settings\Galko>PING 192.168.0.2

Envoi d'une requête 'ping' sur 192.168.0.2 avec 32 octets de données :

Réponse de 192.168.0.2 : octets=32 temps<10 ms TTL=128
Réponse de 192.168.0.2 : octets=32 temps<10 ms TTL=128
Réponse de 192.168.0.2 : octets=32 temps<10 ms TTL=128
Réponse de 192.168.0.2 : octets=32 temps<10 ms TTL=128

Statistiques Ping pour 192.168.0.2:
    Paquets : envoyés = 4, reçus = 4, perdus = 0 (perte 0%),
Durée approximative des boucles en millisecondes :
    minimum = 0ms, maximum = 0ms, moyenne = 0ms
```

Le test a réussi !

PING 192.168.0.254

Teste si la communication avec un autre hôte du réseau est possible

```
D:\Documents and Settings\Galko>PING 192.168.0.254
Envoi d'une requête 'ping' sur 192.168.0.254 avec 32 octets de données :

Réponse de 192.168.0.254 : octets=32 temps<10 ms TTL=64
Réponse de 192.168.0.254 : octets=32 temps<10 ms TTL=64
Réponse de 192.168.0.254 : octets=32 temps<10 ms TTL=64
Réponse de 192.168.0.254 : octets=32 temps<10 ms TTL=64

Statistiques Ping pour 192.168.0.254:
    Paquets : envoyés = 4, reçus = 4, perdus = 0 (perte 0%),
Durée approximative des boucles en millisecondes :
    minimum = 0ms, maximum = 0ms, moyenne = 0ms
```

La communication a abouti !

PING 192.168.0.1

Teste si la communication avec un autre hôte du réseau est possible

```
D:\Documents and Settings\Galko>PING 192.168.0.1  
Envoi d'une requête 'ping' sur 192.168.0.1 avec 32 octets de données :  
  
Délai d'attente de la demande dépassé.  
Délai d'attente de la demande dépassé.  
Délai d'attente de la demande dépassé.  
Délai d'attente de la demande dépassé.  
  
Statistiques Ping pour 192.168.0.1:  
    Paquets : envoyés = 4, reçus = 0, perdus = 4 (perte 100%),  
Durée approximative des boucles en millisecondes :  
    minimum = 0ms, maximum = 0ms, moyenne = 0ms
```

↓ La communication n'a pas abouti avec un autre hôte du même réseau

Délai d'attente de la demande dépassé

Autres commandes DOS

ARP : permet d'obtenir l'adresse MAC à partir de l'adresse IP

```
D:\Documents and Settings\Galko>ping 192.168.0.254

Envoi d'une requête 'ping' sur 192.168.0.254 avec 32 octets de données :

Réponse de 192.168.0.254 : octets=32 temps<10 ms TTL=64
Réponse de 192.168.0.254 : octets=32 temps<10 ms TTL=64
Réponse de 192.168.0.254 : octets=32 temps<10 ms TTL=64
Réponse de 192.168.0.254 : octets=32 temps<10 ms TTL=64

Statistiques Ping pour 192.168.0.254:
    Paquets : envoyés = 4, reçus = 4, perdus = 0 (perte 0%),
Durée approximative des boucles en millisecondes :
    minimum = 0ms, maximum = 0ms, moyenne = 0ms

D:\Documents and Settings\Galko>arp -a
```

Affiche le cache ARP

Interface : 192.168.0.2 on Interface 0x2		
Adresse Internet	Adresse physique	Type
192.168.0.254	00-07-cb-0b-4f-9e	dynamique



IPCONFIG /ALL

```
D:\Documents and Settings\Galko>ipconfig /all
```

```
Configuration IP de Windows 2000
```

```
Nom de l'hôte . . . . . : tesenca
Suffixe DNS principal . . . . . : bureau.priv
Type de noud. . . . . : Diffuser
Routage IP activé . . . . . : Non
Proxy WINS activé . . . . . : Non
Liste de recherche de suffixe DNS : bureau.priv
```

Affichage des
différentes
connexions réseau

```
Ethernet carte Connexion au réseau local 2 :
```

```
Suffixe DNS spéc. à la connexion. :
Description . . . . . : 3Com EtherLink III ISA <3C509b-TP>
Adresse physique. . . . . : 00-A0-24-40-FD-6A
DHCP activé . . . . . : Non
Adresse IP. . . . . : 192.168.1.1
Masque de sous-réseau . . . . . : 255.255.255.0
Passerelle par défaut . . . . . :
Serveurs DNS. . . . . :
```

```
Ethernet carte vers freeBox :
```

```
Suffixe DNS spéc. à la connexion. :
Description . . . . . : Carte Ethernet D-Link DE-528 PCI
Adresse physique. . . . . : 00-50-BA-A3-6F-2B
DHCP activé . . . . . : Oui
Autoconfiguration activée . . . . : Oui
Adresse IP. . . . . : 192.168.0.2
Masque de sous-réseau . . . . . : 255.255.255.0
Passerelle par défaut . . . . . : 192.168.0.254
Serveur DHCP. . . . . : 192.168.0.254
Serveurs DNS. . . . . : 212.27.39.134
                        212.27.39.135
Bail obtenu . . . . . : mardi 11 janvier 2005 16:31:30
Bail expire . . . . . : vendredi 21 janvier 2005 16:31:30
```

Évolution

- Avec la croissance rapide d'Internet est apparu le problème de pénurie d'adresses IP publiques.
- Pour résoudre ce problème, de nouveaux systèmes d'adressage, notamment la norme IPv6 a été développée.

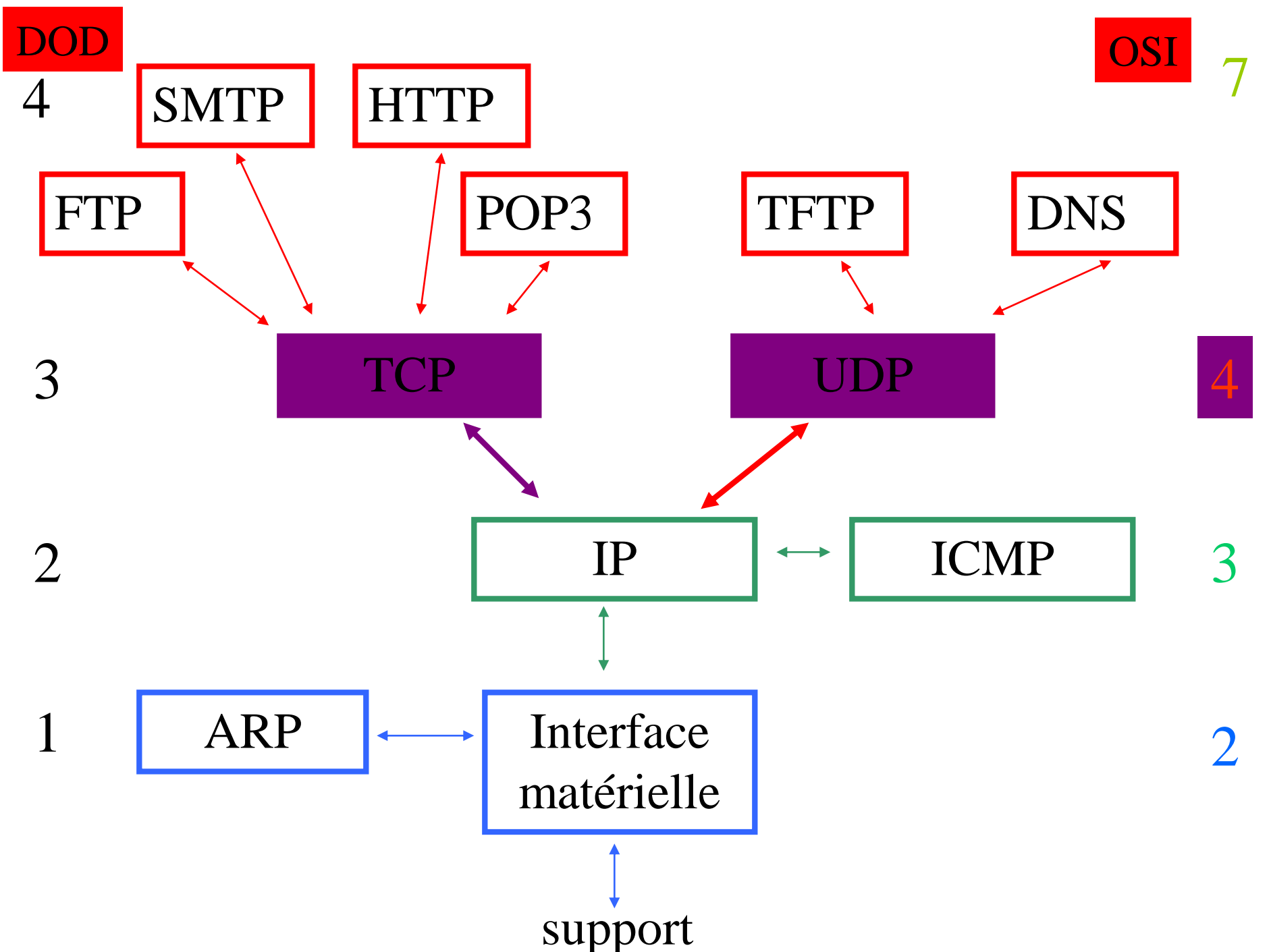
IPv6

- L'adresse comporte 16 octets
- Elle est exprimée au format hexadécimal avec des deux-points de séparation
- Ex : A524:72D3:2C80:DD02:0029:EC7A:002B:EA73

Les protocoles de la famille TCP/IP

Les réseaux locaux utilisent les protocoles TCP/IP

- Pour communiquer, les stations d'un réseau utilisent des protocoles : ensemble de règles fortement structurées, constituant un langage.
- L'ensemble de protocoles le plus utilisé, tant en réseau local que sur Internet, est TCP/IP.
- Les protocoles les plus fréquemment utilisés sont :
HTTP, FTP, SMTP, POP3, IMAP4, DNS



Les protocoles du niveau application

Ce sont les protocoles du niveau hiérarchique le plus élevé, ceux que -généralement- l'utilisateur met en œuvre, et dont il peut percevoir le fonctionnement sur son écran.

Les protocoles du niveau application : HTTP

HyperText Transfer Protocol

- C'est un des protocoles les plus connus, celui que les internautes utilisent pour se connecter à un site avec une adresse de la forme
`http://www.commentcamarche.net`
- C'est le protocole utilisé pour le transfert de pages Web, qui s'appuie sur le protocole TCP et en exploite donc la fiabilité.

Les protocoles du niveau application : HTTP (suite)

- Il permet le transfert directionnel (serveur vers client) de documents de type "texte", encodés par le langage de description de page HTML.
- Il autorise l'envoi, en encapsulation HTML, de données binaires représentant des images ou de sons.
- Il nécessite chez le client un logiciel de présentation des pages : un navigateur.

Les protocoles du niveau application : FTP

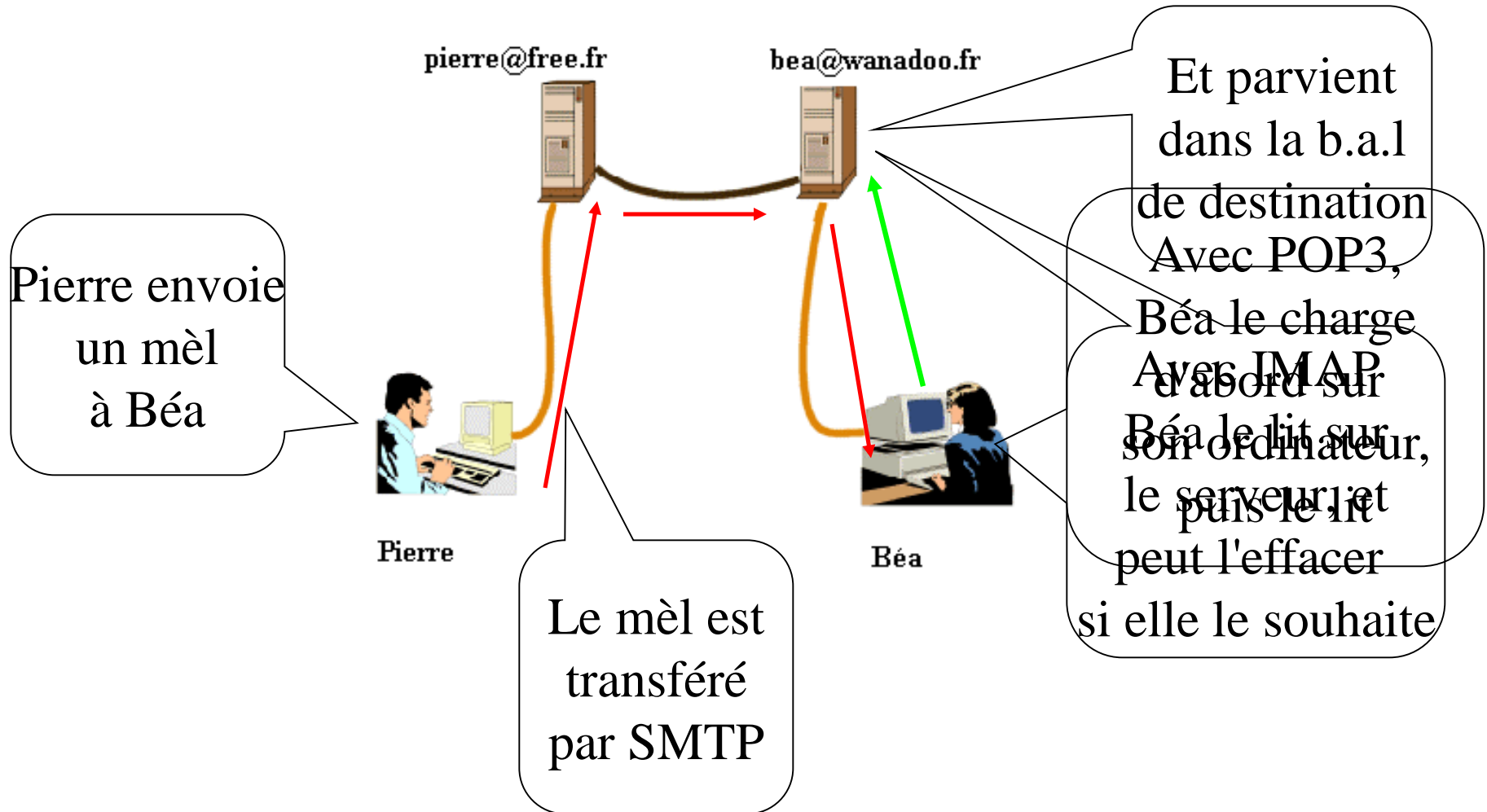
File Tranfer Protocol

- Il permet le transfert de fichiers de type quelconque, entre deux ordinateurs, l'un étant client, l'autre serveur.
- Il s'appuie sur le protocole TCP en utilisant deux ports de connexion : un pour le contrôle du transfert, l'autre pour le transfert des données.

Les protocoles du niveau application : FTP (suite)

- Il nécessite chez les deux interlocuteurs la possession d'un logiciel de transfert de fichier.
- Un navigateur contient généralement un module FTP intégré, mais on peut réaliser ce transfert aussi bien en mode DOS (commande FTP) qu'avec un logiciel autorisant le multiplexage et la reprise sur incident.

Les protocoles du niveau application : SMTP/POP3/IMAP4



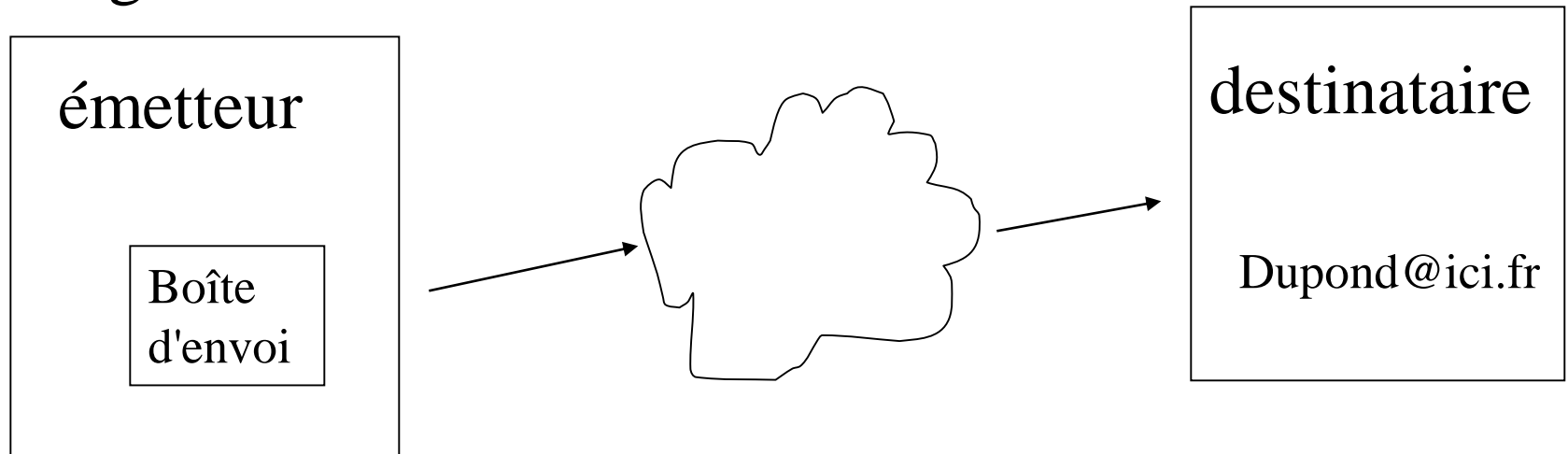
Les protocoles du niveau application : SMTP

Simple Mail Transfer Protocol

- SMTP permet l'envoi de messages vers des hôtes possédant un service de courrier.
- L'envoi de fichiers binaires (pièces jointes) est rendu possible par leur encodage à l'aide d'un protocole MIME (Multipurpose Internet Mail Extensions).

Les protocoles du niveau application : SMTP (suite)

➤ Le courrier composé est d'abord stocké dans une boîte d'envoi, puis acheminé par une connexion TCP directement à son destinataire, grâce à un logiciel de messagerie.



➤ Ceci suppose que le destinataire est toujours en ligne.

Les protocoles du niveau application : SMTP (suite)

➤ Pour un utilisateur personnel, qui n'a pas sa propre boîte dans son ordinateur toujours connecté, c'est son fournisseur d'accès (FAI) qui rend ce service : la boîte est chez le FAI :

Exemple d'envoi de courrier entre Pierre et Béa.

Les protocoles du niveau application : POP3

Post Office Protocol version 3

- SMTP dépose le courrier de l'utilisateur chez le FAI. Pour pouvoir lire le courrier, il va falloir aller le chercher sur le serveur du FAI, avec POP3.
- Avec un mot de passe, l'utilisateur pourra connaître la liste des messages stockés, les télécharger puis les effacer du serveur.

Les protocoles du niveau application : IMAP 4

Internet Message Access Protocol rev4

- Pour pouvoir lire le contenu d'un message avec POP3, il faut d'abord le télécharger, ce qui peut être coûteux en temps pour des messages sans intérêt.
- Le protocole IMAP4 permet de consulter le contenu d'un message directement sur le serveur du FAI, à partir de n'importe quel ordinateur relié à Internet.

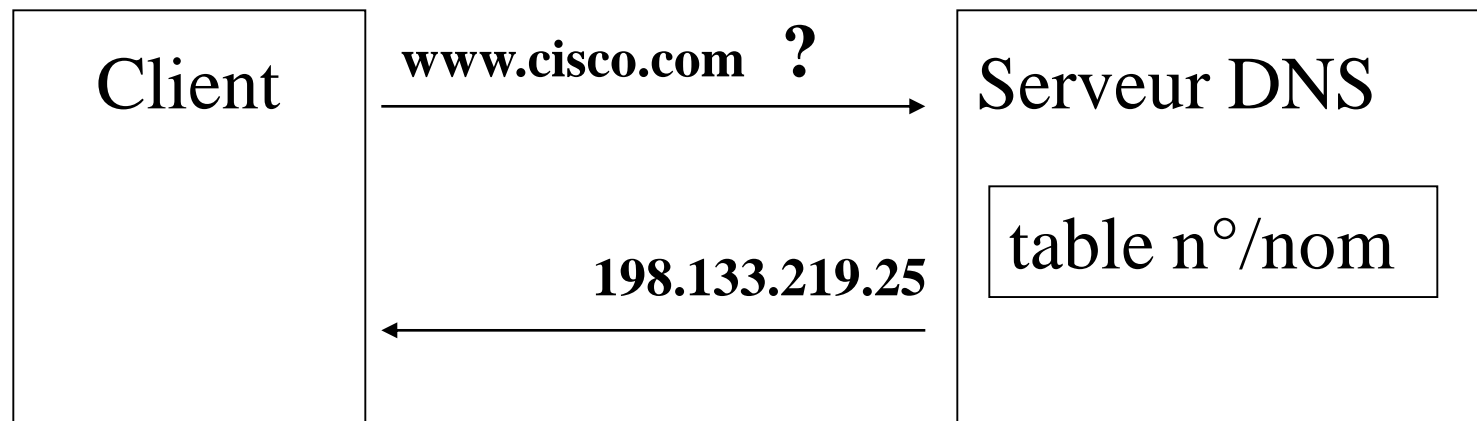
Les protocoles de configuration automatique : DNS

Domain Name System

- Il s'agit d'un service transparent, c'est à dire non initié explicitement par l'utilisateur, et dont le résultat ne produit rien de particulièrement visible sur son écran.
- Un ordinateur connecté à Internet possède une adresse unique, son numéro IP ; pour s'adresser à cet ordinateur, il faudrait utiliser son numéro IP : ex : 212.27.37.71.
- On préfère lui attribuer un nom plus facile à retenir, par exemple `www.guill.net`

Les protocoles de configuration automatique : DNS (suite)

- Connectés au réseau Internet, des ordinateurs disposent de tables établissant la correspondance entre un n°IP et un nom : ce sont des serveurs DNS.
- Un client adresse au serveur une requête DNS à laquelle il répondra.



Les protocoles de configuration (suite)

- Protocole fondamental d'Internet, DNS utilise une base de données répartie : les correspondances **nom - n°IP** sont enregistrées dans différents serveurs.
- La requête d'un client est soumise à un premier serveur ; si elle ne peut être traitée par le premier serveur contacté, elle est transmise par ce serveur à un autre serveur.
- La réponse sera apportée directement par ce dernier au client.

Travaux pratiques

Les commandes utilisées

La commande *man programme* affiche l'aide du programme indiqué.

La commande ***ifconfig*** permet de configurer pour chaque carte réseau les paramètres IP (adresse, masque de réseau...).

La commande ***route*** permet de configurer la table de routage de chaque machine.

La commande ***arp*** permet de visualiser la table ARP de la machine.

La commande ***ping*** *X.Y.Z.W* permet de tester la connectivité en direction de l'adresse indiquée.

La commande ***traceroute*** *X.Y.Z.W* permet de visualiser les routeurs rencontrés pour atteindre l'adresse indiquée.

La commande ***netstat*** permet d'afficher les informations sur la table de routage du routeur.