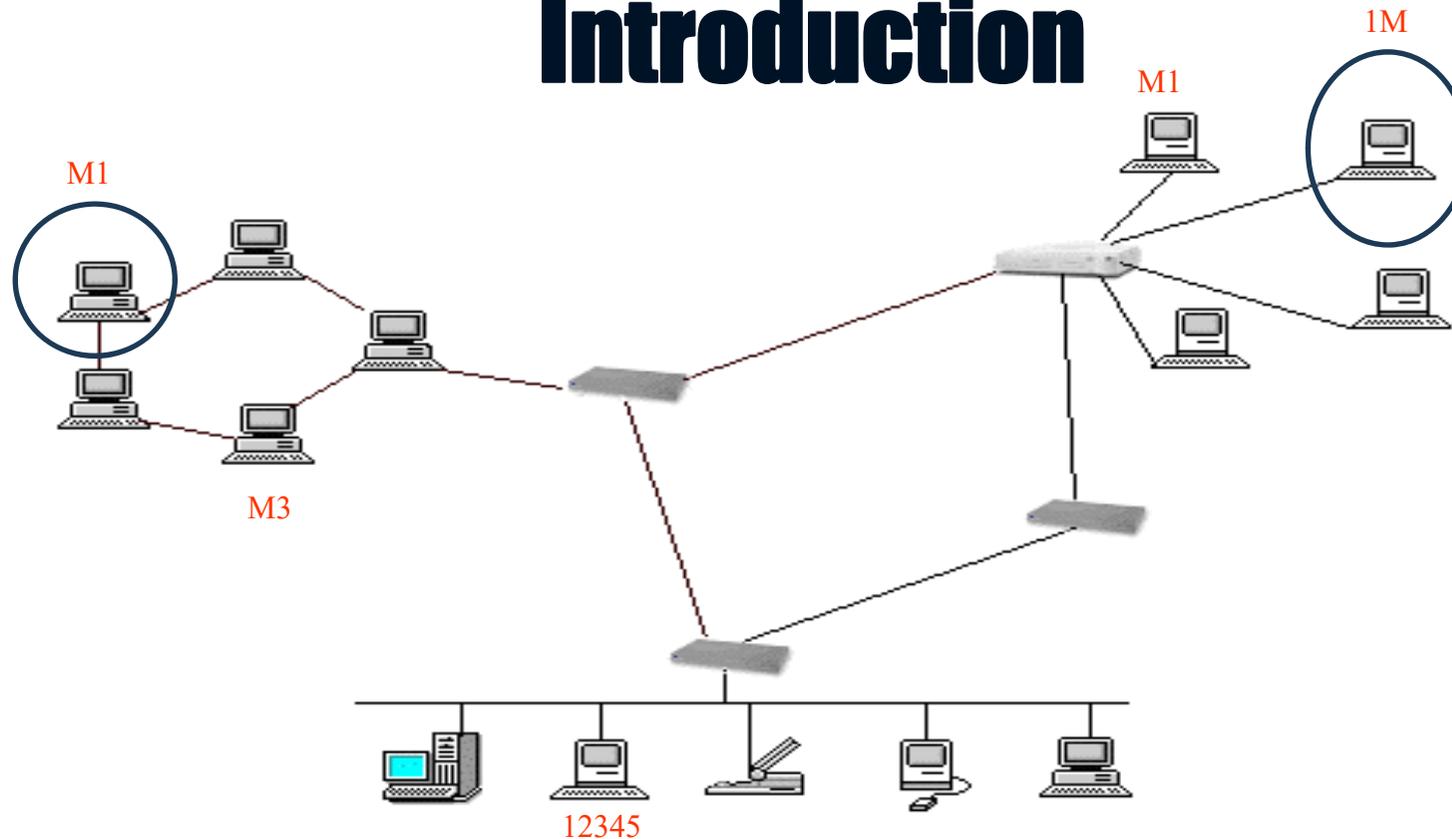


Architecture des Réseaux

**Interconnexion de réseaux :
Routage et transport des
données**

A - Introduction

Introduction

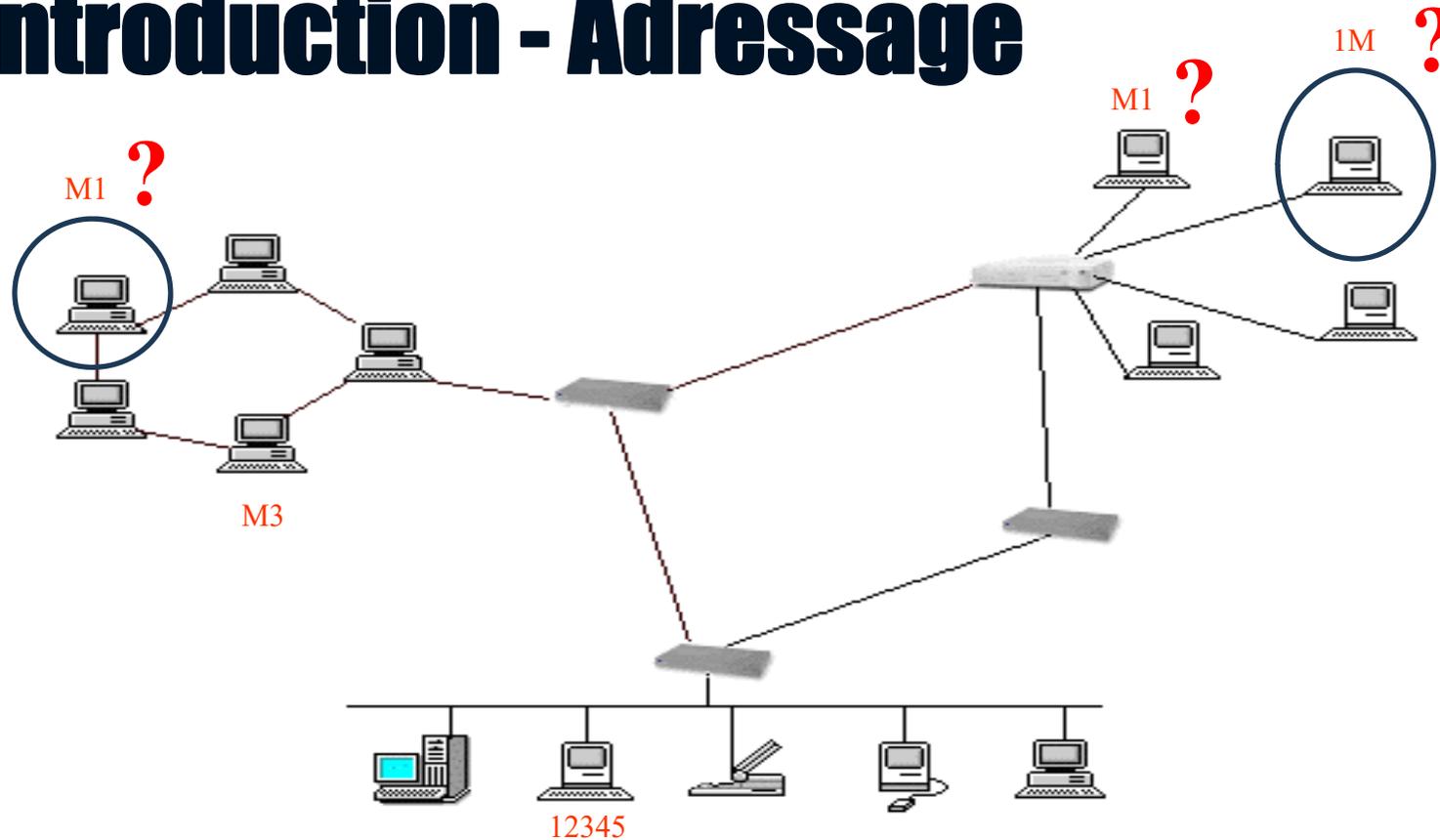


Lorsque l'on dispose d'un réseau local , il est possible et logique de le relier à d'autres réseaux existants, pour échanger des données.

On parle d'interconnexion de réseaux

(ou INTERconnection NETwork ou INTERNET)

Introduction - Adressage

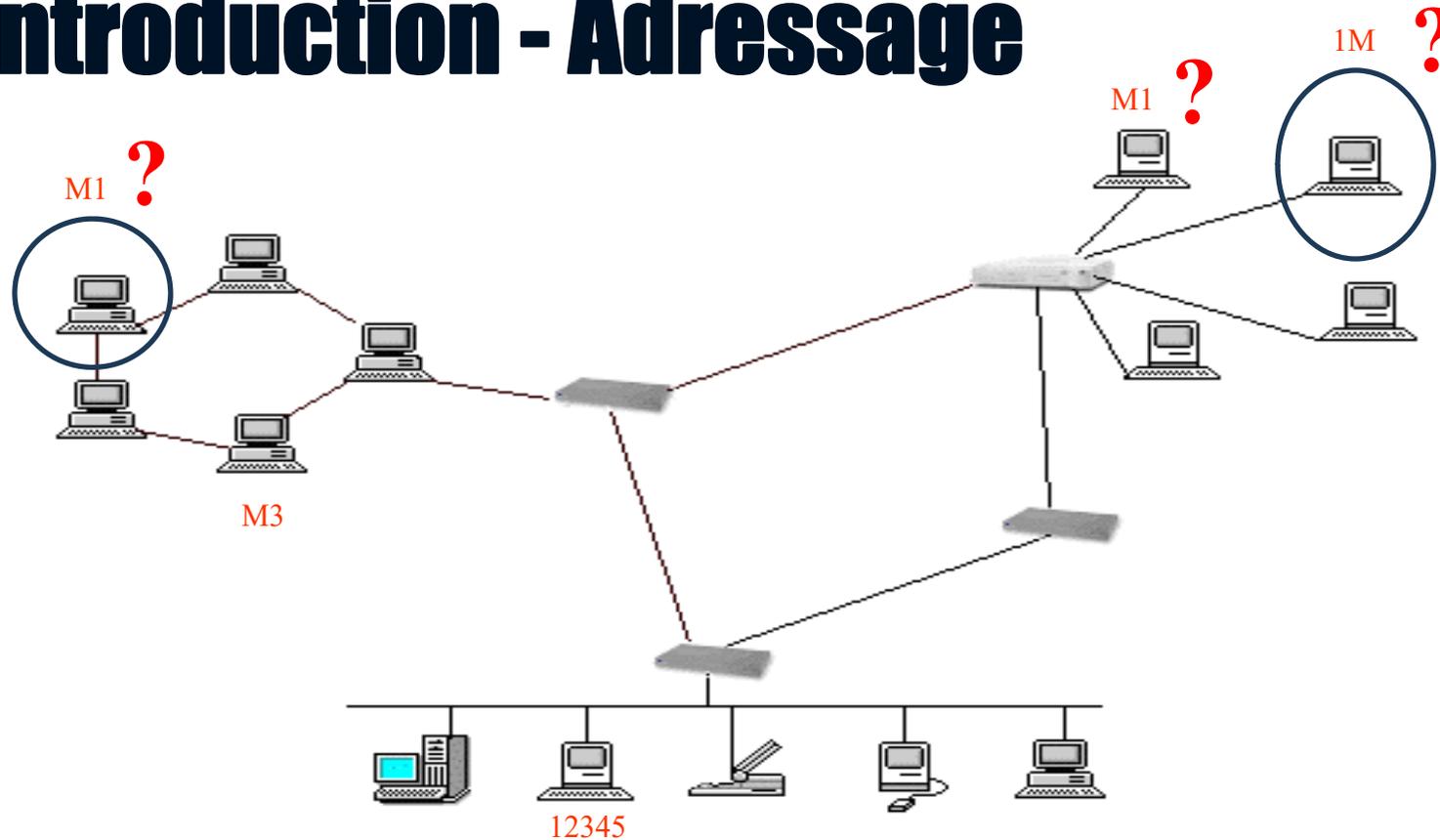


L'interconnexion pose certains problèmes : 1 - Adressage

→ identification sans ambiguïté d'une machine dans un grand réseau.

→ une machine doit être accessible aussi bien par des humains (nom) que par d'autres machines (code numérique) ???

Introduction - Adressage

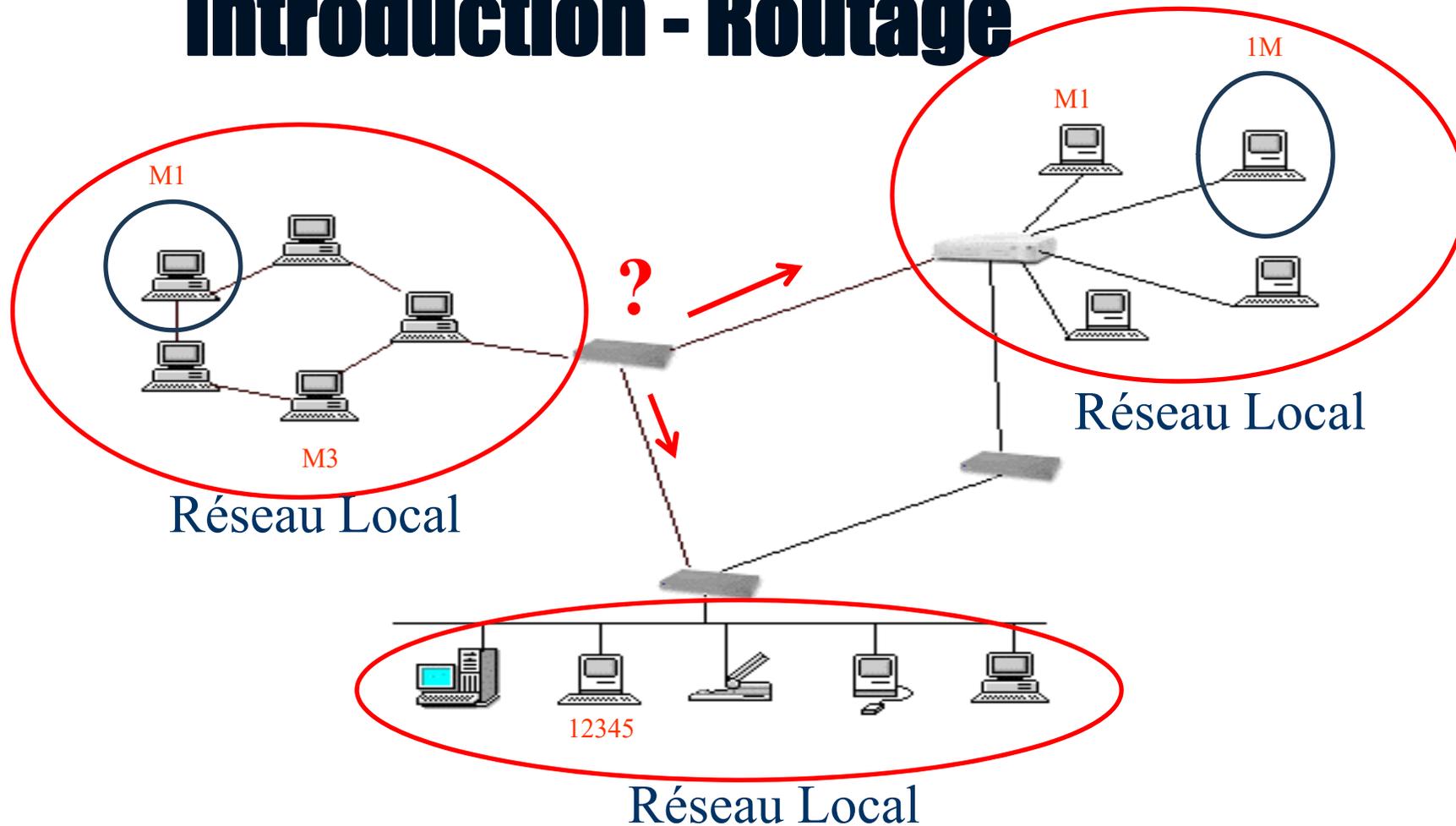


L'interconnexion pose certains problèmes : 1 - Adressage

→ L'adresse doit :

- prendre en charge un grand nombre de machines
- faciliter la localisation
- être gérée au niveau mondial

Introduction - Routage



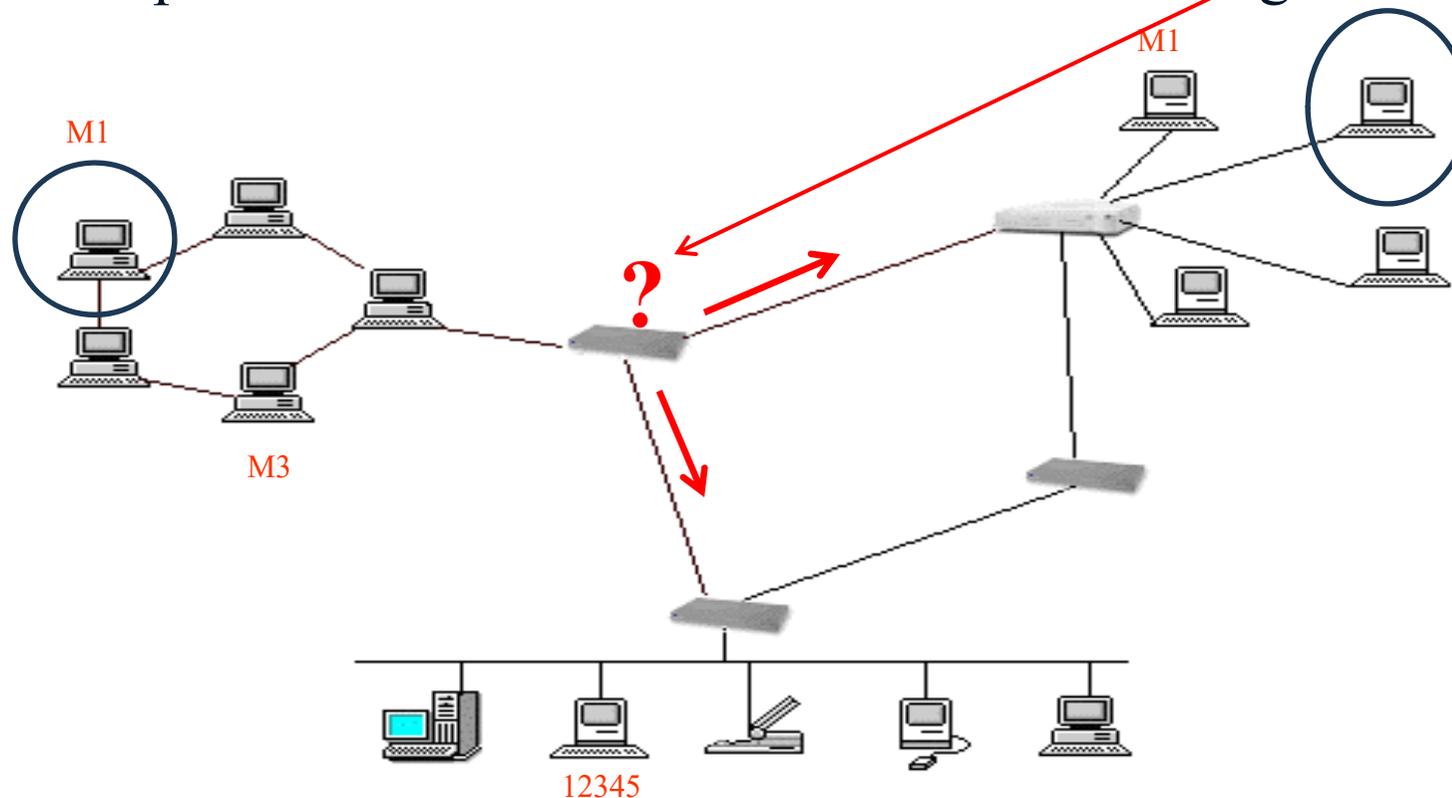
L'interconnexion pose certains problèmes : 2 - Routage

Quelle route choisir pour transmettre des données lorsqu'il y en a plusieurs possibles ???

→ **commutation ou de routage** = politique d'échange des données

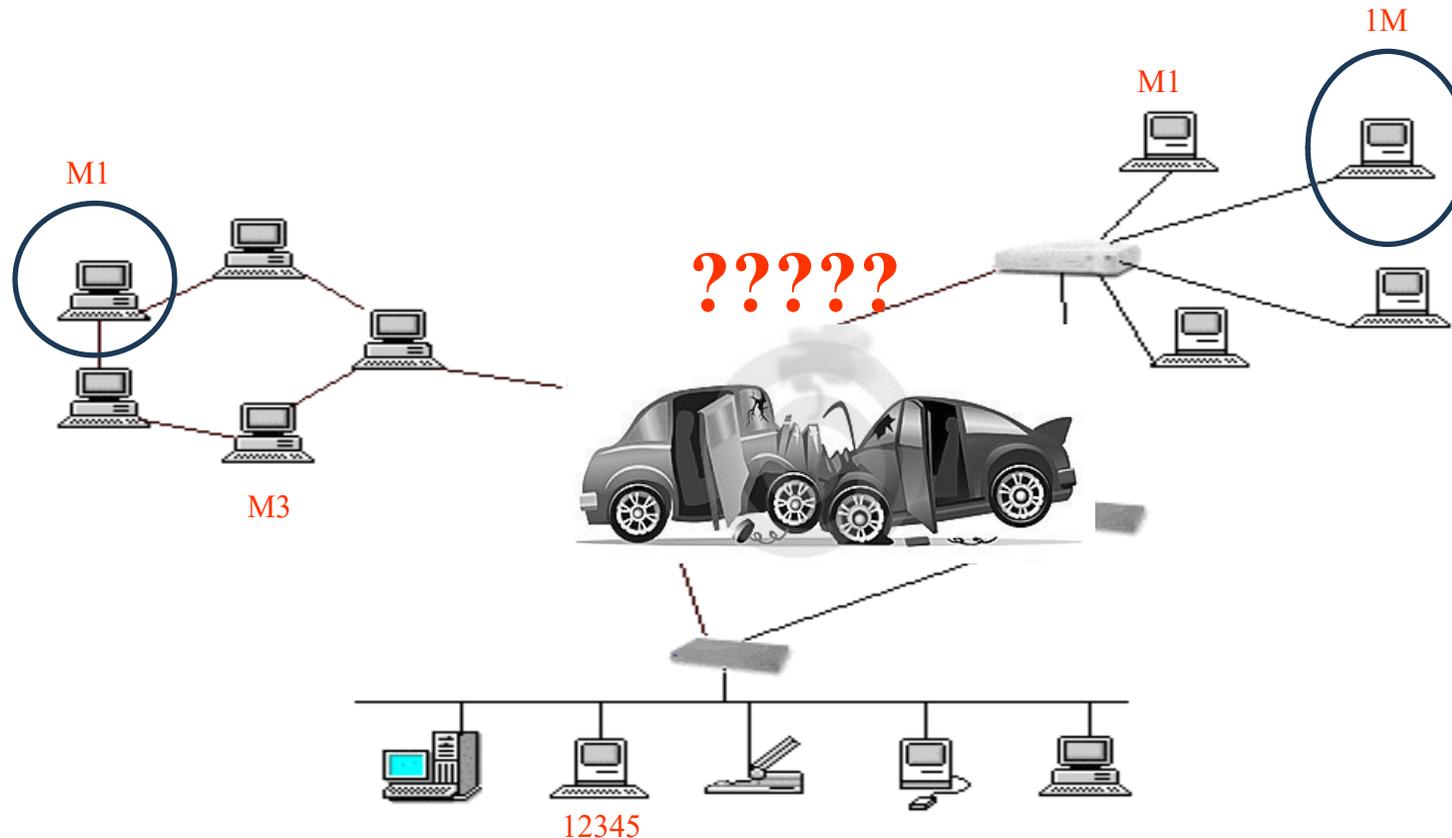
Introduction - Routage

Dans l'interconnexion de réseaux, l'élément essentiel est le **routeur**. Il réalise le choix du chemin en appliquant un algorithme particulier, à partir de paramètres stockés dans des tables de routage. 1M



Introduction - Contrôle

L'interconnexion pose certains problèmes : 3 - Contrôle des échanges :



- Contrôle si les paquets arrivent ou pas
- Contrôle la charge du réseau
- Contrôle la disponibilité du matériel
- ...

Introduction – Différents protocoles

Au fil des années plusieurs solutions ont été mises en œuvre :

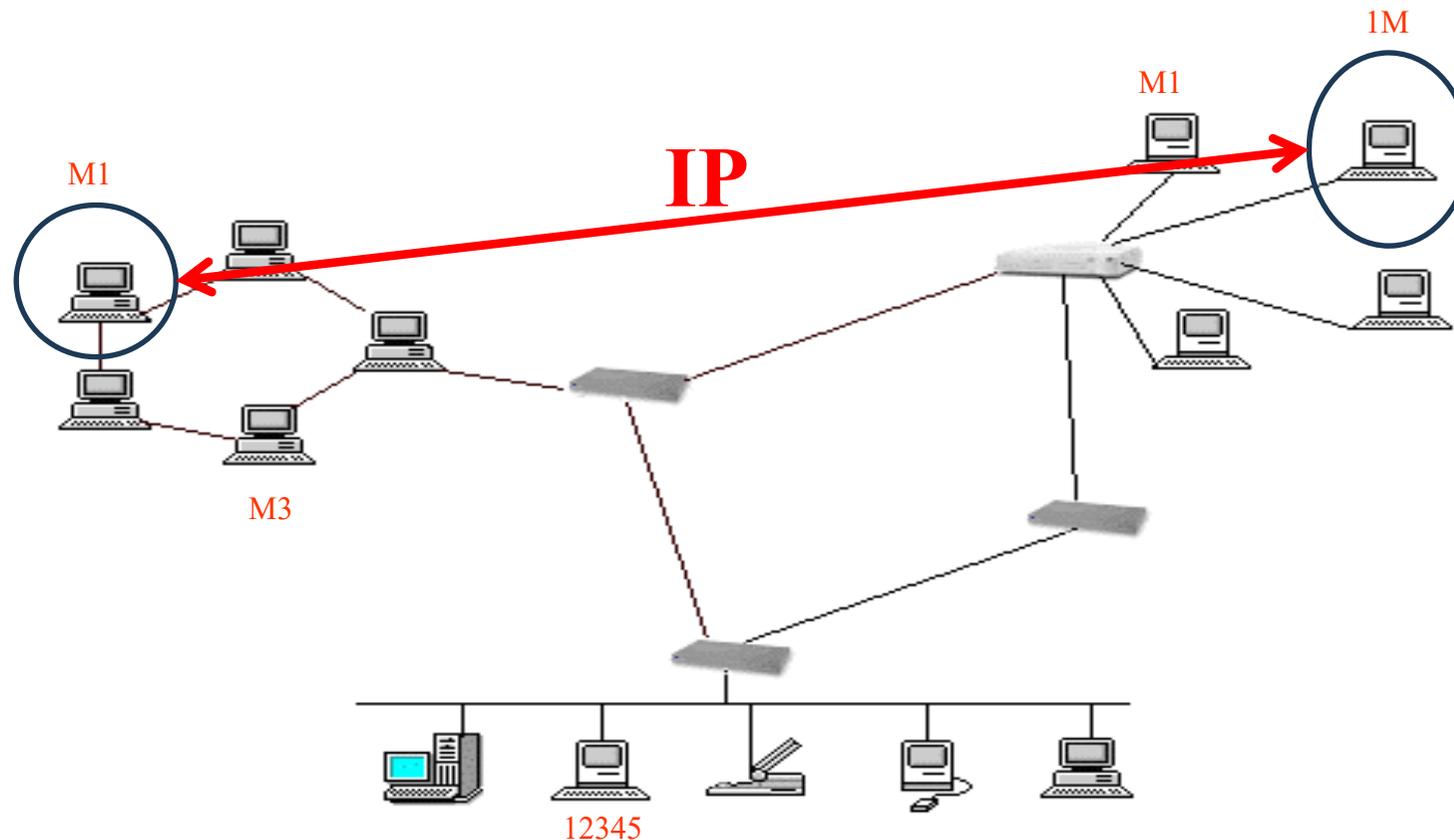
Réseaux publics : X25

Réseaux Locaux : TCP/IP – UDP/IP
IPX

Constructeurs : SNA

TCP/IP et UDP/IP sont devenus « le standard des communications » .

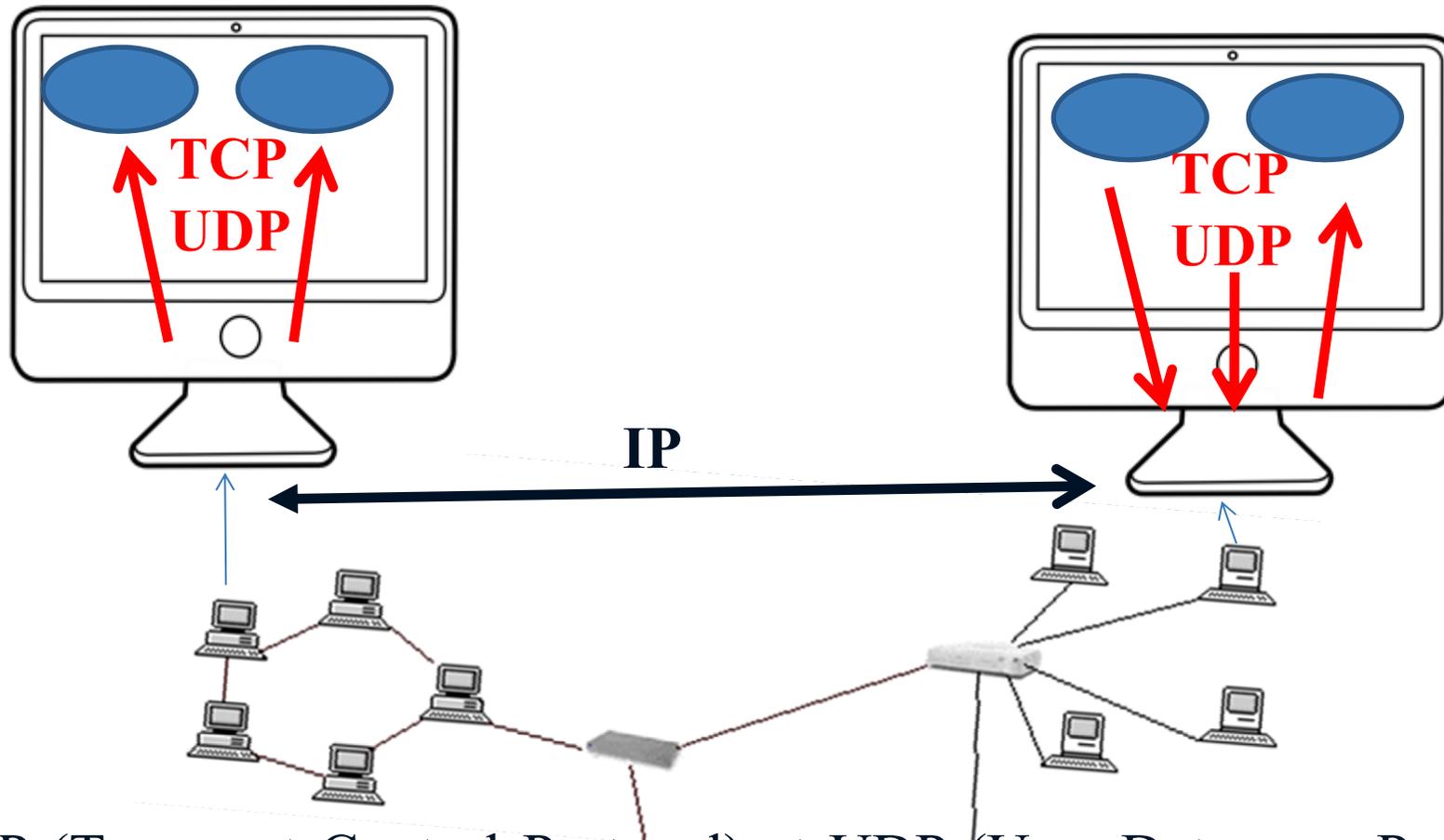
Introduction – Rôle de TCP-UDP/IP



Le protocole IP (Interconnection Protocol) se charge du transfert des données entre deux machines.

Son objectif = faire traverser le réseau aux paquets de données.

Introduction – Rôle de TCP-UDP/IP



TCP (Transport Control Protocol) et UDP (User Datagram Protocol) sont chargés de remettre les paquets IP aux applications.

TCP (Transport Control Protocol) se charge en plus de :

- contrôler le transfert des paquets IP

B - Protocole IP V.4

Protocole IP

Le protocole IP définit :

- ses propres adresses (adresses IP)
- une fonction de routage,
- une structure pour le transfert des données (datagramme),

IP est un protocole sans connexion (paquets traités indépendamment les uns des autres),

IP ne définit pas : de fonctions pour le contrôle des échanges

Il existe deux versions IP V4 et IP V6

Pour la suite on va détailler le protocole IP V4.

Protocole IP V.4

Adressage IP

Pourquoi ne pas utiliser les adresses MAC ??

1- Les réseaux interconnectés n'utilisent pas forcément le même protocole, donc pas forcément des adresses MAC

2 – L'adresse MAC désigne un constructeur + N° carte , l'adresse IP doit désigner une entreprise + N° machine

3 – L'adresse IP doit être stable dans les temps, ce qui n'est pas le cas, si on change la carte réseau

...

Protocole IP V.4 – Adresse IP

L'objectif d'une adresse IP est de référencer , sans ambiguïté, un grand nombre de machines, réparties dans plusieurs réseaux locaux.

Il faut utiliser un champs adresse assez grand, exemple N° de téléphone ...

☞ Une adresse = 32 bits dite "internet address" ou "IP address "

Exemple : 10000000 00001010 00000010 00011110

☞ Une adresse se note sous la forme de quatre entiers décimaux séparés par un point, chaque entier représentant un octet de l'adresse IP :

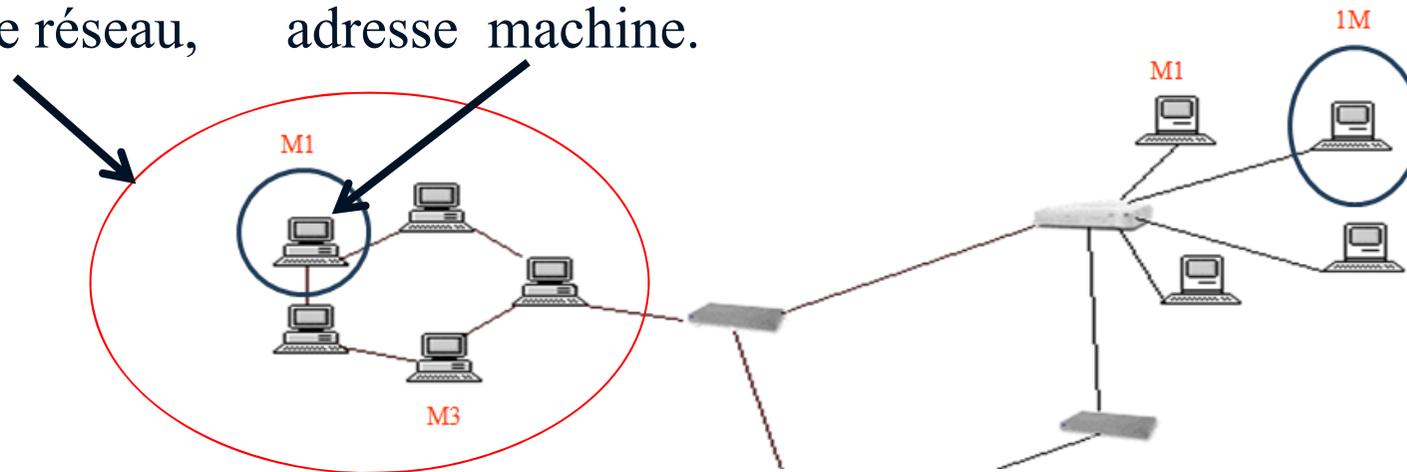
Ex : 128.10.2.30

10000000	00001010	00000010	00011110			
↓	↓	↓	↓			
128	.	10	.	2	.	30

Protocole IP V.4 – Adresse IP

Il faut aussi que, dans cette suite de chiffres, on différencie l'adresse du réseau de l'entreprise et du numéro de machine.

Une adresse est constituée de 2 parties :
adresse réseau, adresse machine.



L'adresse réseau est spécifique à une entreprise et est unique.

On parle d'adresses IP **PUBLIQUES** ou **routables**.

L'ICANN (*Internet Corporation for Assigned Names and Numbers*, remplaçant l'IANA, *Internet Assigned Numbers Agency*, depuis 1998) attribue les adresses IP publiques.

Protocole IP V.4 – Adresse IP

Sur combien de bits est codée l'adresse du réseau ?

Rappel : adresse mac = 48 bits (22 bits + 24 bits)

Nombre adresse réseau : 22 bits → 4,19 millions

Si même logique pour adresse IP = 32 bits → 16 + 16 bits

Nombre d'adresses réseaux : 16 bits = 65537 adresses ???

Chaque réseau pouvant avoir jusqu'à 65537 machines ???

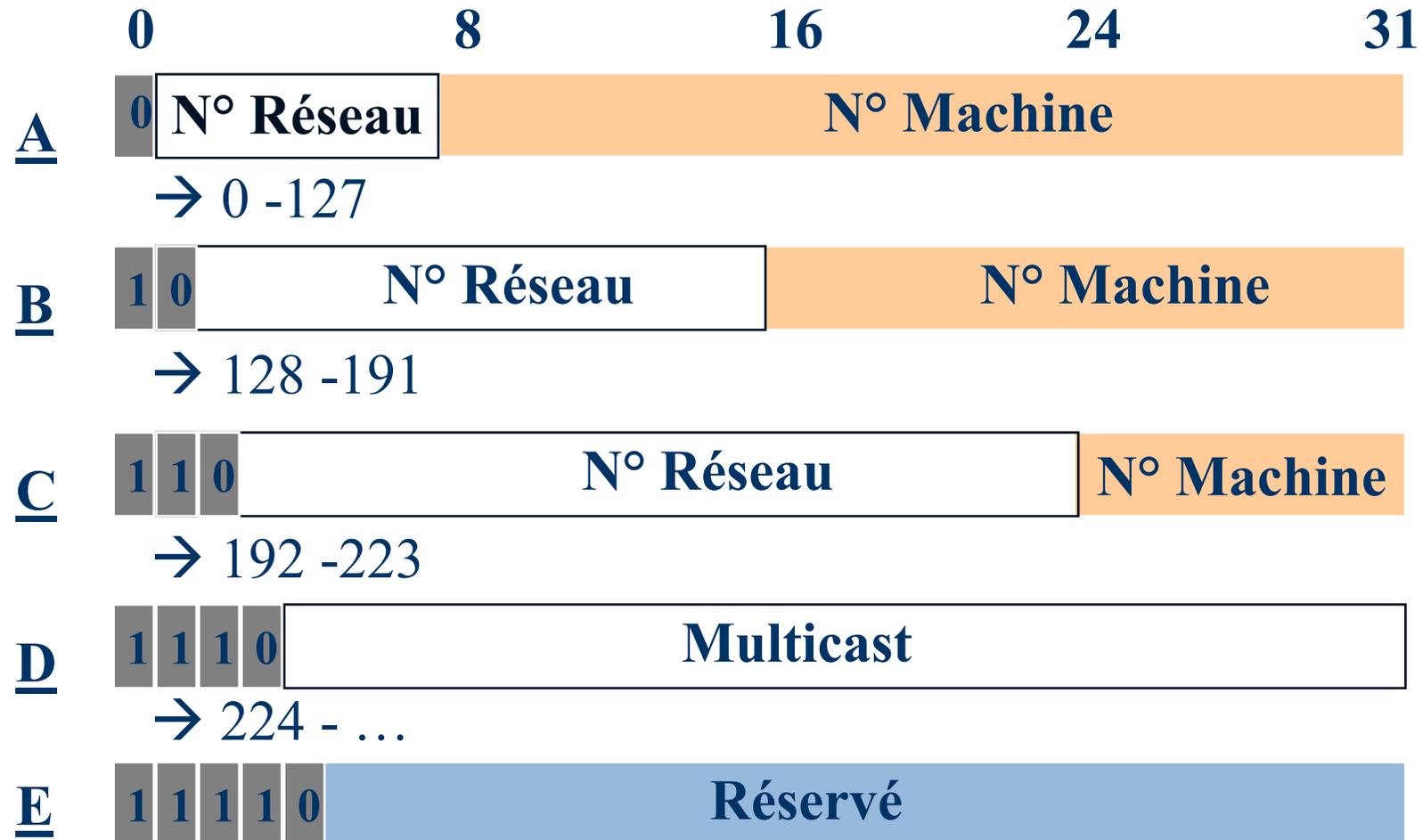
Par contre si on attribue 24 bits pour l'adresse (3 octets)

→ 16,7 millions de réseaux , pouvant avoir jusqu'à 256 machines

On va faire un mix

Protocole IP V.4 – Adresse IP

Les classes d'adresses



Protocole IP V.4 – Adresse IP

Capacités par classes d'adresses

Classe	Réseau	Machine		Total	
A	126	16 777 214		2 113 M	
B	16 384	65 534		1 073 M	
C	2 097 153	254		532 M	
				3720 M	

Protocole IP V.4 – Adresse IP

Quelles adresses ? Pour qui ?

IP début	IP fin	Nbre	Date	Propriétaire
2.0.0.0	2.15.255.255	1048576	12/07/2010	Orange S.A.
5.39.0.0	5.39.127.255	32768	15/05/2012	OVH SAS
5.48.0.0	5.51.255.255	262144	22/05/2012	Bouygues Telecom SA
5.135.0.0	5.135.255.255	65536	06/07/2012	OVH SAS
5.196.0.0	5.196.255.255	65536	23/08/2012	OVH SAS
31.32.0.0	31.39.255.255	524288	01/02/2011	Bouygues Telecom SA
37.8.160.0	37.8.191.255	8192	14/12/2011	Free Mobile SAS
37.64.0.0	37.71.255.255	524288	17/01/2012	SFR
37.160.0.0	37.175.255.255	1048576	08/03/2012	Free Mobile SAS
37.187.0.0	37.187.255.255	65536	20/03/2012	OVH SAS

Exemple d'adresses affectées ...

Protocole IP V.4 – Adresse IP

Toutes ces adresses sont publiques ...



The screenshot shows a satellite map of Europe with a red pin in France. Below the map is a form for IP geolocation. The form has a text input field containing "37.64.1.1" and a button labeled "Localiser IP". Below the form is a table with two columns: "Adresse IP:" and "Nom d'hôte associé:". The table contains the following data:

Adresse IP:	37.64.1.1
Nom d'hôte associé:	1.1.64.37.rev.sfr.net

On peut donc savoir d'où viennent les infos !!

Protocole IP V.4 – Le DHCP

Comment sont attribuées les adresses aux machines ?

2 techniques :

Les paramètres IP peuvent être déterminés automatiquement si votre réseau le permet. Sinon, vous devez demander les paramètres IP appropriés à votre administrateur réseau.

Obtenir une adresse IP automatiquement

Utiliser l'adresse IP suivante :

Adresse IP :

Masque de sous-réseau :

Passerelle par défaut :

-**Adressage statique** : Les adresses sont saisies manuellement

→ Mais cela est très lourd ...

-**Adressage dynamique** : Il est possible d'attribuer **automatiquement** une adresse à une machine , à sa demande. Pour cela il faut installer un service particulier : DHCP

La machine qui dispose de ce service est le : **serveur DHCP**

Protocole IP V.4 – Le DHCP

Protocole DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol)

☞ Objectif : Il sert principalement à distribuer des adresses IP sur un réseau.

☞ Le protocole: Au démarrage, un poste utilisateur consulte de réseau pour localiser le serveur DHCP et lui demande une adresse IP.

Les adresses IP sont délivrées avec une date de début et une date de fin de validité (**bail**). Un client qui voit son bail arriver à terme peut demander au serveur une prolongation du bail. Si le serveur voit un bail arriver à terme, il demandera au client s'il veut prolonger son bail. Si le serveur ne reçoit pas de réponse valide, il rend disponible l'adresse IP.

Protocole IP V.4 – Adresses particulières

0.0.0.0	machine courante
255.255.255.255	réseau courant
224.x.x.x	adresse de diffusion
127.0.0.1	boucle locale

→ Ces valeurs ne peuvent être utilisées comme adresses de machines

Protocole IP V.4 – Adresse IP

Remarques sur la capacité d'adressage

	Internautes 2004	Internautes 2022	Répartition Adresses IP	Adresses Attribuées (en millions)	
A. Nord	196	400	73%	2 920	
Europe	221	800	17%	680	
Reste Monde	308	3400	10%	400	
	725	4600			

☞ Dernier bloc d'adresses IP allouée en février 2011

☞ **Alors, comment satisfaire tout le monde ?**

Protocole IP V.4 – Adresses privées

Pour faire face à cette pénurie , des adresses sont réservées, pour permettre aux ordinateurs d'un réseau local relié à internet, de communiquer entre-eux sans risquer de créer des conflits avec les adresses IP publiques.

On parle d'adresses **IP PRIVEES** ou **non-routables** qui ont des valeurs particulières :

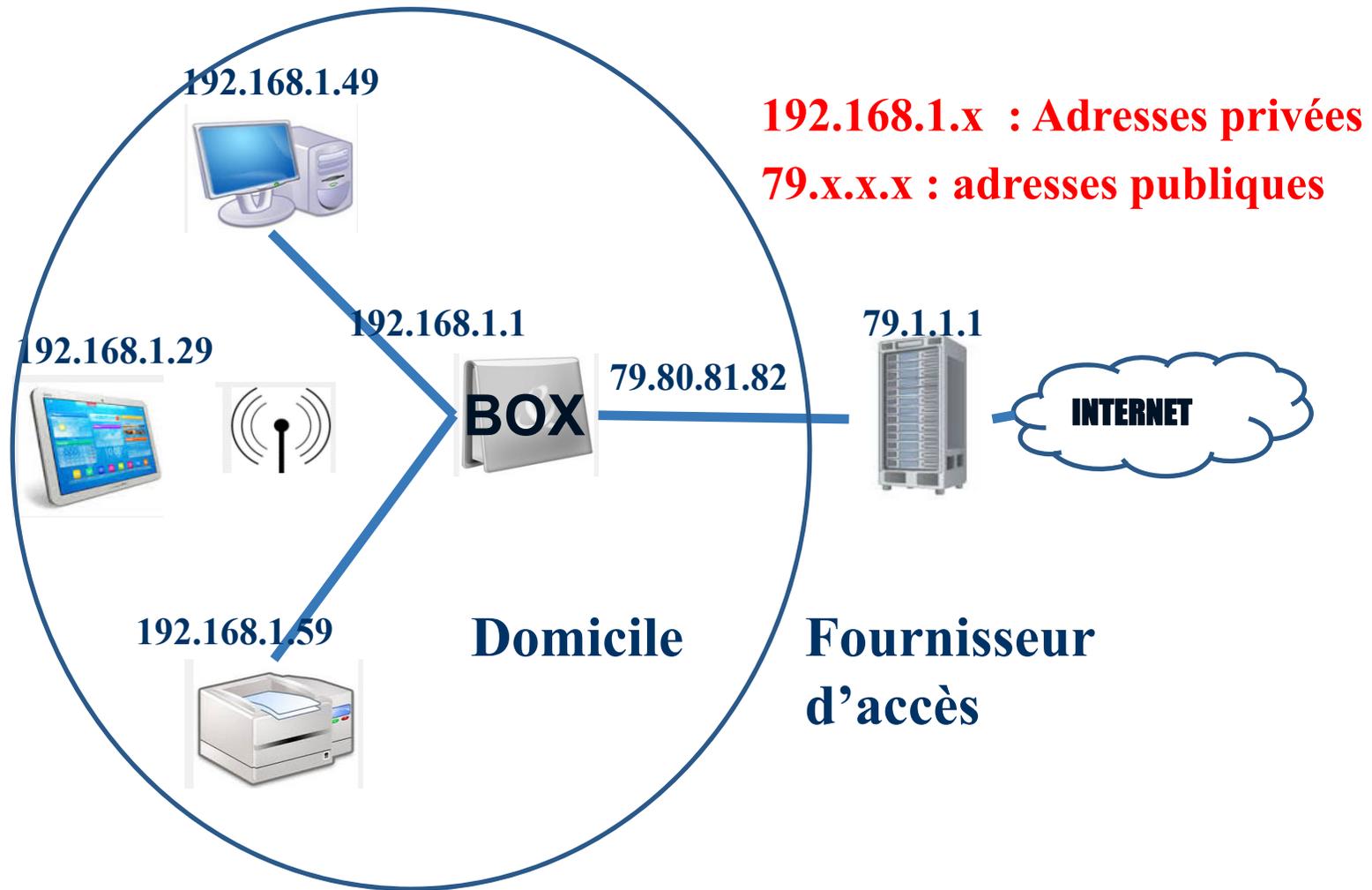
Classe A : 10.0.0.1 à 10.255.255.254

Classe B : 172.16.0.1 à 172.31.255.254

Classe C : 192.168.0.1 à 192.168.255.254

Ces adresses privées peuvent être utilisées dans des réseaux différents, mais ne permettent pas d'aller sur internet. Elles ne sont pas non plus accessible depuis internet.

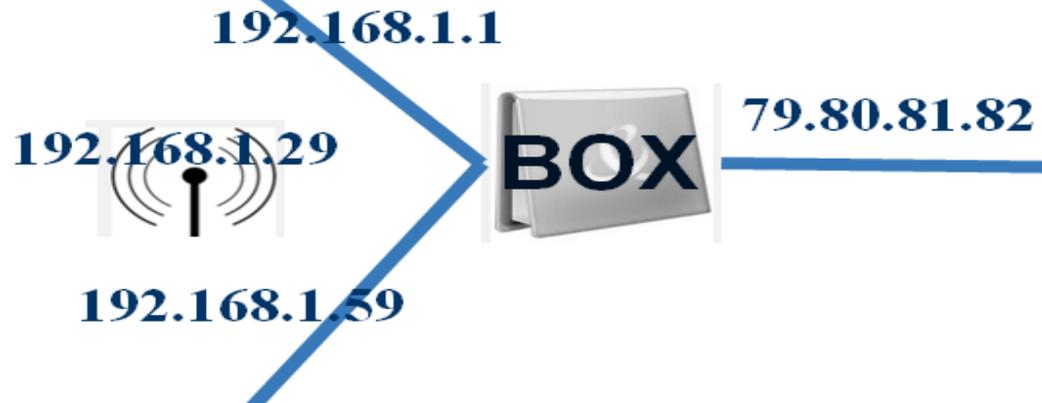
Protocole IP V.4 – Exemple



Exemple de réseau chez un particulier.

Protocole IP V.4 – Le Proxy

Utilisation des adresses privées



Il faut un équipement intermédiaire , pour relayer les messages vers l'extérieur : le PROXY (généralement la BOX, ou le routeur d'établissement)

Cet équipement utilise une table de translation (NAT – Network Adress Translation) pour assurer la correspondance.

IP entrée	Port entrée		IP sortie	Port sortie
192.168.1.1	12345		79.80.81.82	1111
192.168.1.29	23456		79.80.81.82	1122
192.168.1.59	34567		79.80.81.82	2211

Protocole IP V.4 – Le Proxy

Utilisation des adresses privées

Avantages de cette technique :

- Economie d'adresses IP publiques.
- Simplification de la gestion du réseau en numérotant les machines indépendamment des adresses du fournisseur.
- Amélioration de la sécurité des postes internes :
 - par le masquage de leurs adresses,
 - par le fait qu'ils ne sont pas adressables directement.

Protocole IP V.4 – Le DNS

Protocole DNS (Domain Name Service)

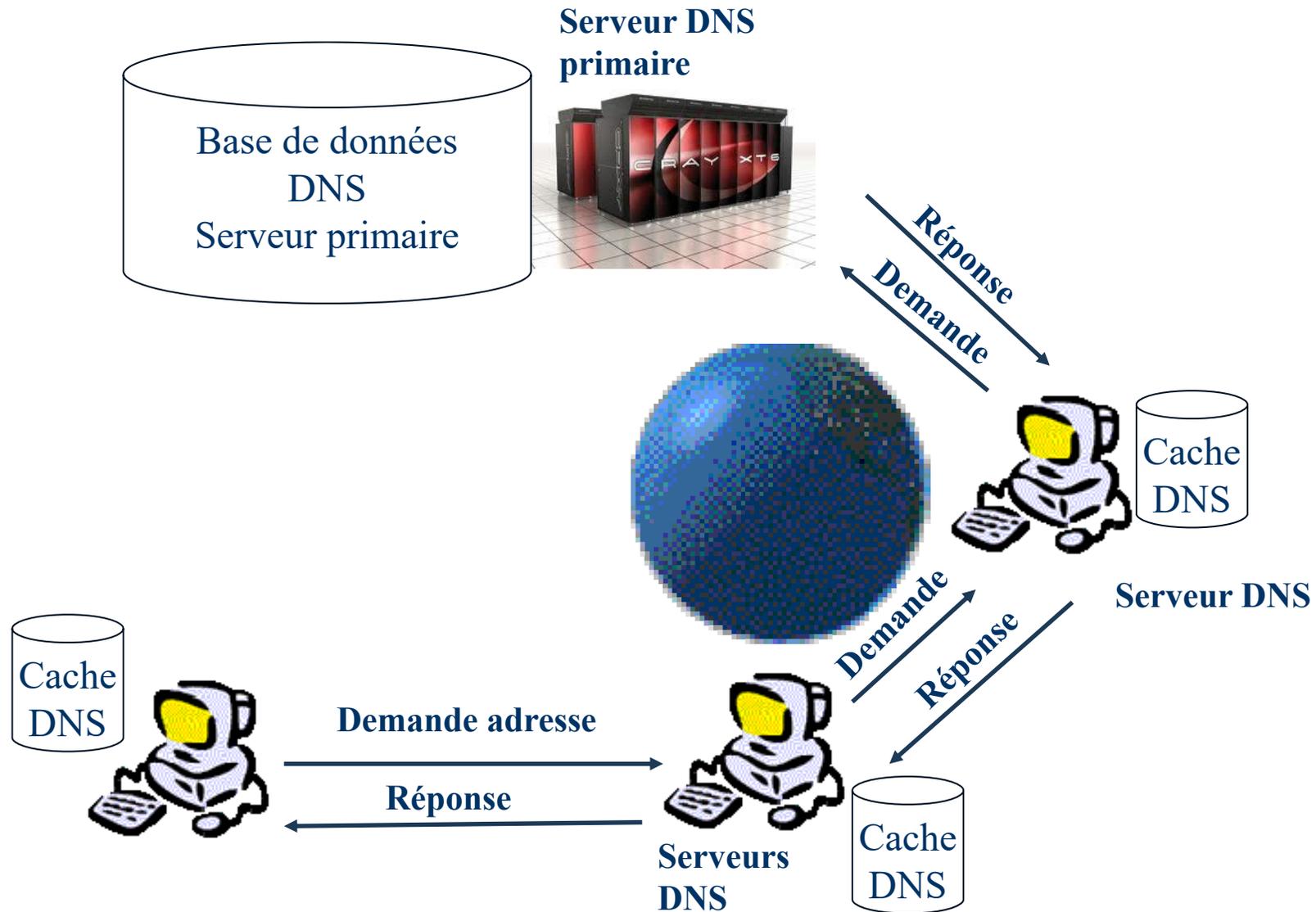
De nos jours plus personne n'accède à un site internet via son adresse IP, mais via un (Exemple : www.google.fr)

Principe : Tous les noms des machines (nom de domaine) et leur adresses IP correspondantes, sont stockées sur des énormes serveurs gérés internationalement (serveurs DNS primaires). **C'est un énorme carnet de contacts à l'échelle mondiale...**

Remarque : La création d'un nom de domaine (www.iut-montpellier.fr) nécessite une démarche de référencement, généralement payante. Les données sont stockées sur les serveurs et mises à la disposition de tous.

Protocole IP V.4 – Le DNS

Architecture du service DNS



Protocole IP V.4 – Le DNS

Configuration IP de Windows

Exemple de cache DNS locale

www.google.com

Nom d'enregistrement. : www.google.com

Type d'enregistrement : 1

Durée de vie : 86400

Longueur de données . : 4

Section : Réponse

Enregistrement (hôte) : 74.125.206.94

www.facebook.com

Nom d'enregistrement. : www.facebook.com

Type d'enregistrement : 1

Durée de vie : 86400

Longueur de données . : 4

Section : Réponse

Enregistrement (hôte) : 179.60.192.36

Protocole IP V.4 – Synthèse 1

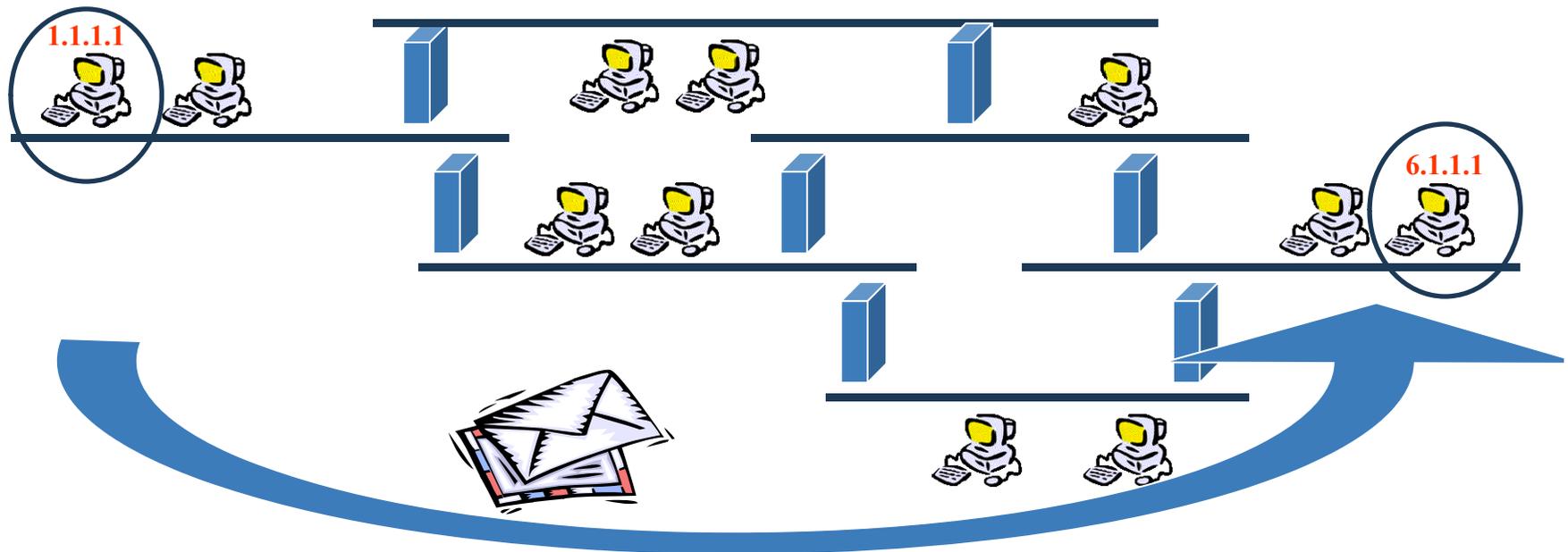
Exemple de configuration IP d'une machine (commande : ipconfig)

Carte réseau sans fil Connexion réseau sans fil :

Description.	: Carte Wireless-N DW1501
Adresse physique	: 9C-B7-0D-2D-54-6A
DHCP activé.	: Oui
Configuration automatique activée. . .	: Oui
Adresse IPv4.	: 192.168.1.67(préféré)
Masque de sous-réseau.	: 255.255.255.0
Bail obtenu.	: vendredi 7 mai 2021 09:15:46
Bail expirant.	: samedi 8 mai 2021 09:15:46
Passerelle par défaut.	: 192.168.1.1
Serveur DHCP	: 192.168.1.2
Serveurs DNS.	: 192.168.1.3

Protocole IP V.4

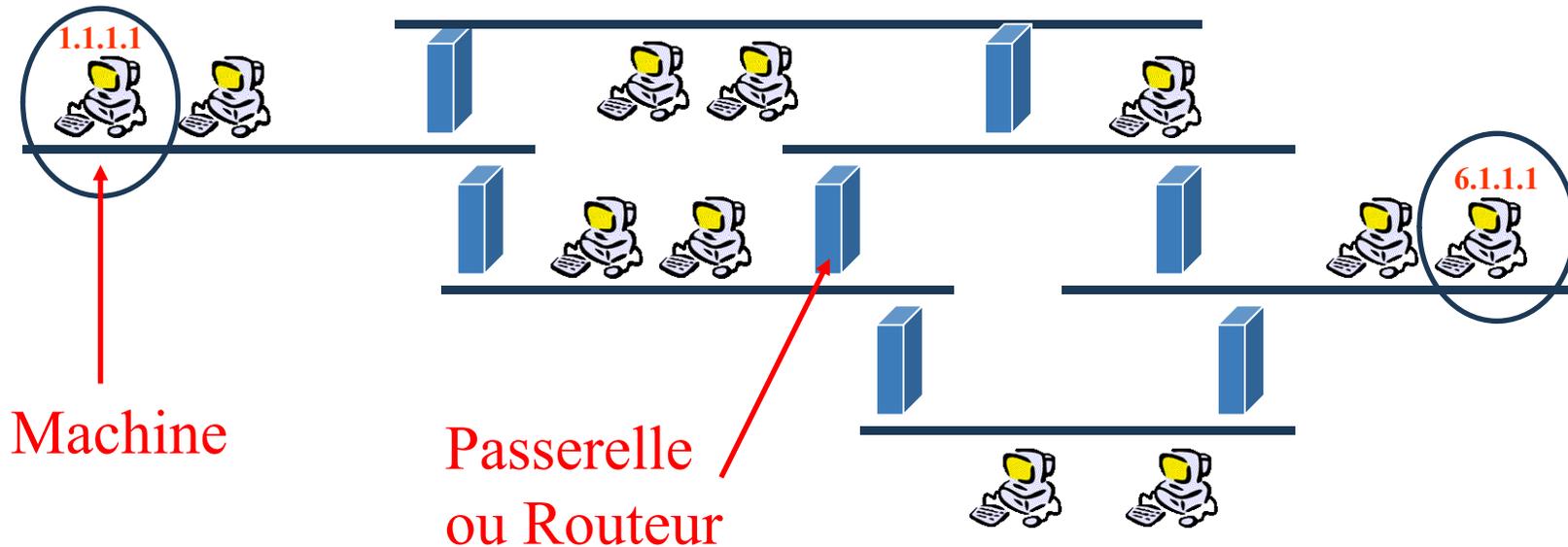
Routage IP



- ☞ Le routage est le processus permettant à un « datagramme » d'être acheminé vers le destinataire.
- ☞ Le destinataire pouvant être ou non sur le même réseau physique que l'émetteur.

Protocole IP V.4

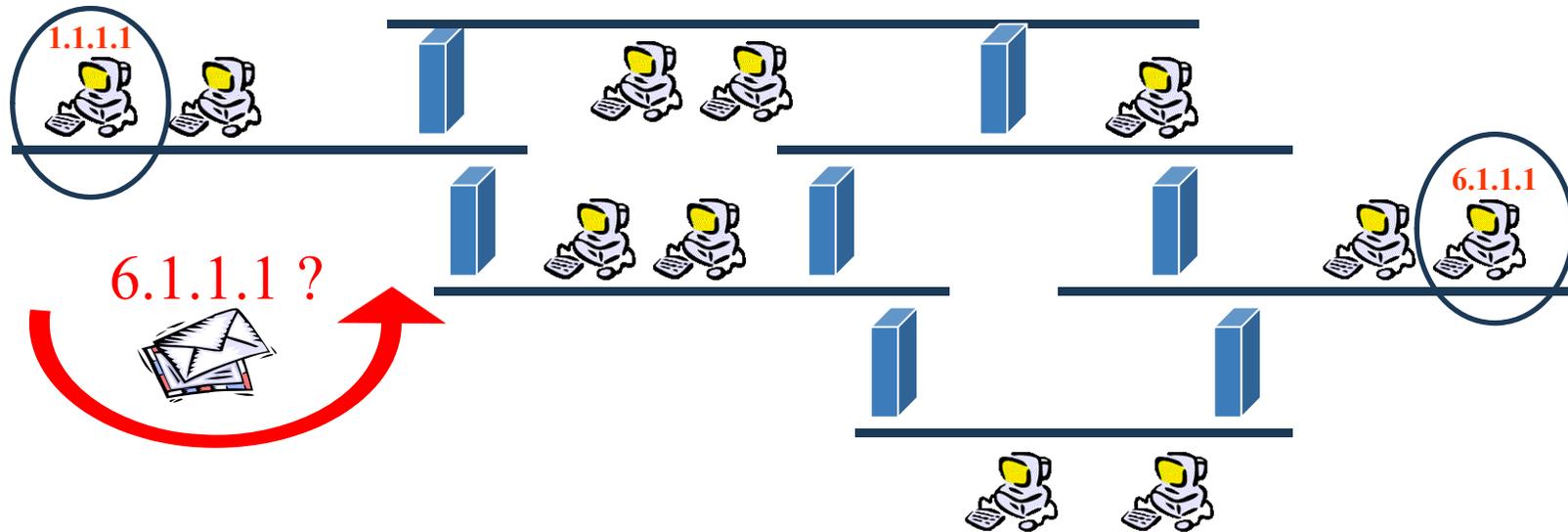
Routage IP



- ☞ Dans un réseau, machine et passerelle participent au routage (Un routeur possède deux ou plusieurs connexions réseaux tandis qu'une machine possède généralement qu'une seule connexion.)

Protocole IP V.4

Routage IP



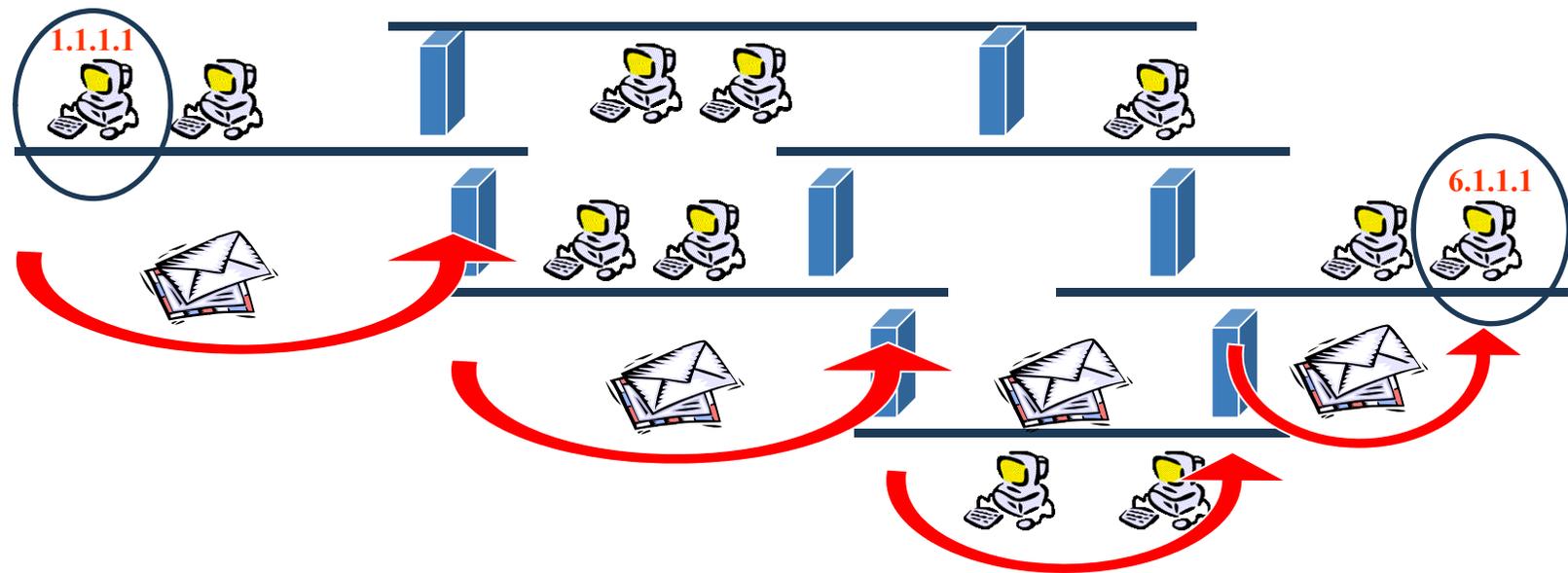
La logique de routage consiste à déterminer si le destinataire est :

- ☞ sur le même réseau que l'émetteur, alors le message sera délivré en local (routage direct)
- ☞ à l'extérieur du réseau, il faudra alors déterminer comment l'atteindre : par quel routeur (routage indirect).

Remarque : Le transfert effectif du message est réalisé par ETHERNET

Protocole IP V.4

Routage IP



Dans le cas où le destinataire n'est pas dans le même réseau que l'émetteur, le message devra transiter de passerelle en passerelle jusqu'à ce que l'une d'entre elle le délivre à son destinataire.

Protocole IP V.4

Exemple de route – Commande « tracer »

```
C:\Users\fg>tracert www.google.fr

Détermination de l'itinéraire vers www.google.fr [173.194.113.87]
avec un maximum de 30 sauts :

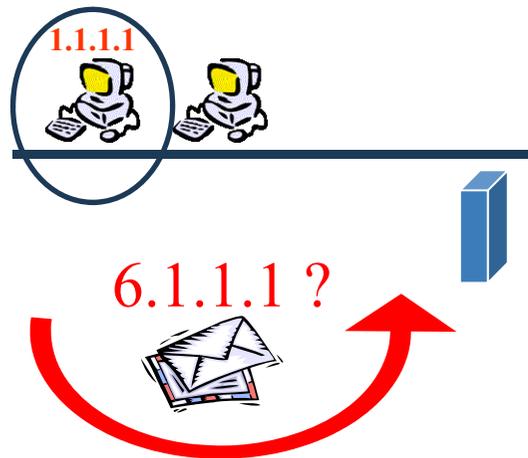
  1  <1 ms  <1 ms  4 ms  10.40.0.1
  2  <1 ms  <1 ms  <1 ms  10.10.0.1
  3  *      *      *      Délai d'attente de la demande dépassé.
  4  1 ms   1 ms   3 ms  192.168.1.2
  5  16 ms  13 ms  *      sortie-labo3-vlan0102.univ-montp2.fr [162.38.102
.100]
  6  1 ms   1 ms   4 ms  sortie-hdmon4.univ-montp2.fr [162.38.100.100]
  7  3 ms   3 ms   2 ms  193.49.241.1
  8  2 ms   2 ms   1 ms  194.199.13.173
  9  2 ms   2 ms   2 ms  tel-6-montpellier-rtr-021.noc.renater.fr [193.51
.182.190]
 10  8 ms   5 ms   5 ms  tel-2-marseille1-rtr-001.noc.renater.fr [193.51
.177.236]
 11  *      8 ms   7 ms  tel-1-marseille2-rtr-021.noc.renater.fr [193.51
.177.185]
 12  5 ms   5 ms   8 ms  72.14.223.254
 13  6 ms   7 ms  10 ms  209.85.252.36
 14  32 ms  18 ms  14 ms  209.85.253.8
 15  23 ms  29 ms  20 ms  72.14.232.78
 16  23 ms  21 ms  21 ms  209.85.251.249
 17  23 ms  23 ms  22 ms  209.85.242.209
 18  21 ms  30 ms  23 ms  fra02s21-in-f23.1e100.net [173.194.113.87]

Itinéraire déterminé.
```

Protocole IP V.4

Routage IP

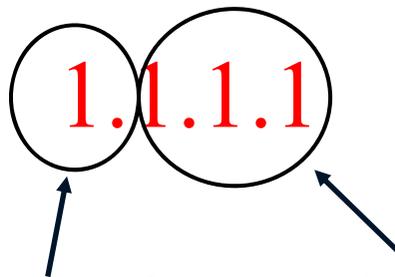
Dans le routage, la machine qui émet doit déterminer si le destinataire est dans son réseau ou pas. Pour cela elle va comparer l'adresse réseau du destinataire et le sien.



Toutes les machines de ce réseau ont une adresse qui commence par 1 (classe A)

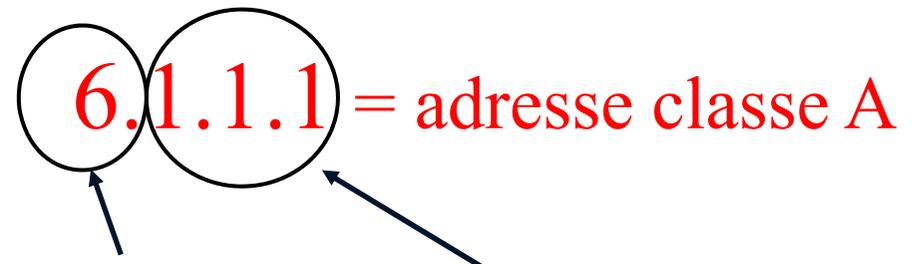
L'adresse réseau sera notée : 1.0.0.0

Emetteur



Adresse réseau Adresse machine

Destinataire



Adresse réseau Adresse machine

Protocole IP V.4

Routage IP

La technique consiste a masquer la partie adresse de la machine.

Le masque = valeur binaire pour extraire une partie de l'adresse de destination

Exemple en décimal

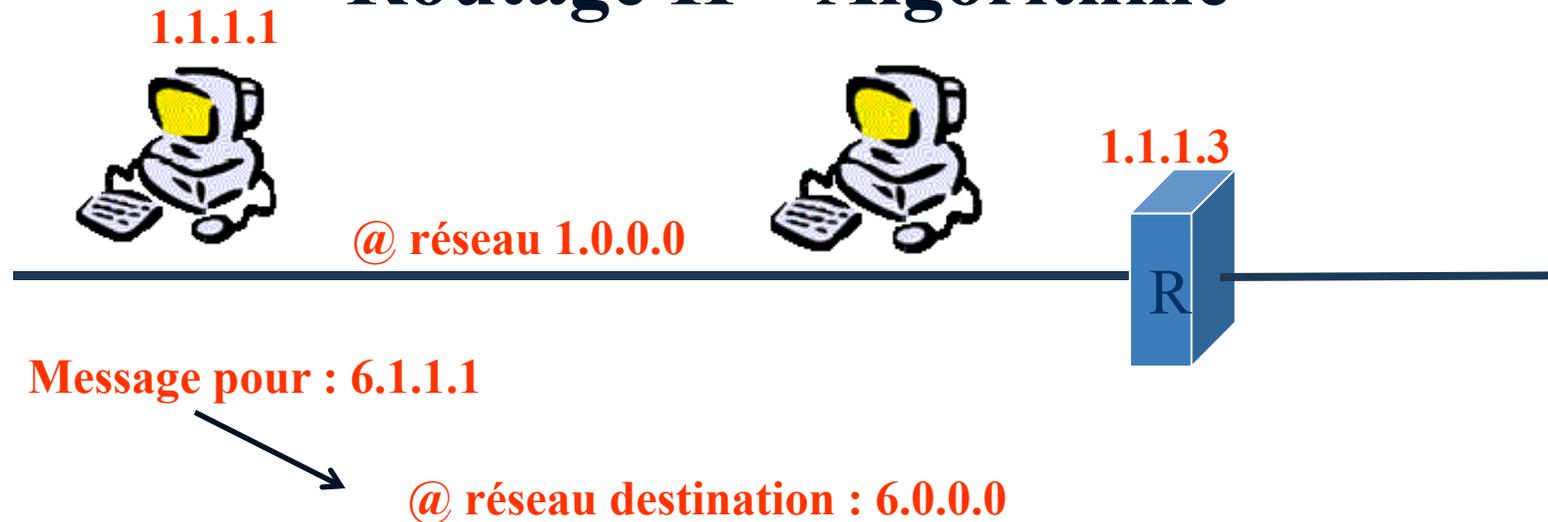
	6.	1.	1.	1	= adresse destination
et	255.	0.	0.	0	= masque
	6 .	0 .	0 .	0	= résultat (adresse réseau)

Exemple en binaire

	00000110.	00000001.	00000001.	00000001
et	11111111.	00000000.	00000000.	00000000
	00000110 .	00000000 .	00000000 .	00000000

Protocole IP V.4

Routage IP - Algorithme



Après le « masquage », on compare l'adresse réseau de l'émetteur avec l'adresse réseau du destinataire :

SI (c'est la même adresse réseau)

ALORS la machine émettrice peut directement envoyer le message au destinataire,

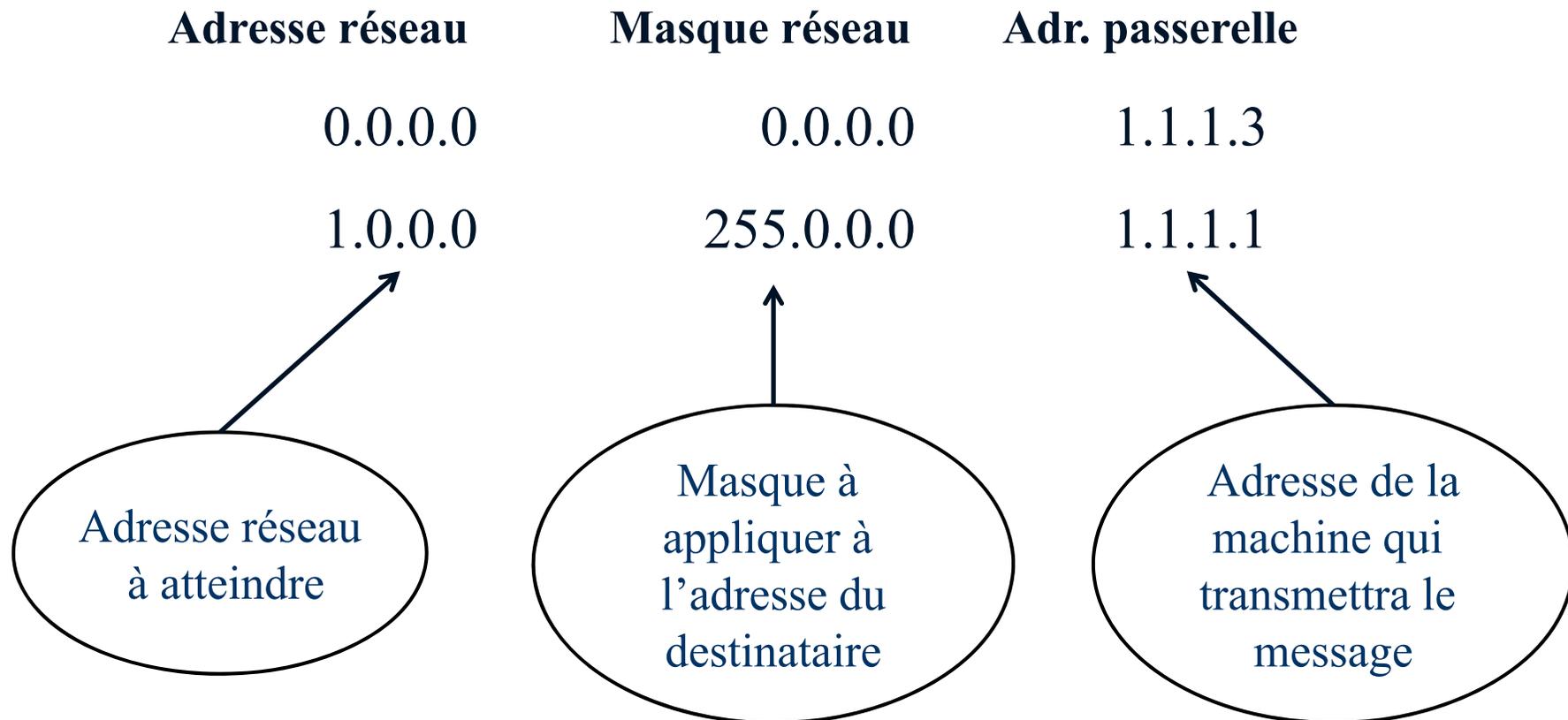
SINON elle doit le transmettre à la passerelle.

Protocole IP V.4

Routage IP

Toutes ces informations sont stockées dans une table de routage.

Exemple de table sous windows



Protocole IP V.4

Routage IP

Principe de fonctionnement

Adresse réseau	Masque réseau	Adr. passerelle
0.0.0.0	0.0.0.0	1.1.1.3
1.0.0.0	255.0.0.0	1.1.1.1

Etape 1 :

**On applique le masque
réseau a l'adresse de
destination**

Exemple :
6.1.1.1
et 255.0.0.0
→ 6.0.0.0

Protocole IP V.4

Routage IP

Principe de fonctionnement

Adresse réseau	Masque réseau	Adr. passerelle
0.0.0.0	0.0.0.0	1.1.1.3
1.0.0.0	255.0.0.0	1.1.1.1



Exemple :

6.0.0.0

1.0.0.0

?

Etape 2 :

**On compare l'adresse réseau
au résultat précédent**

Protocole IP V.4

Routage IP

Principe de fonctionnement

Adresse réseau	Masque réseau	Adr. passerelle
0.0.0.0	0.0.0.0	1.1.1.3
1.0.0.0	255.0.0.0	1.1.1.1



Etape 3 :

Si (les deux valeurs précédentes sont identiques)

ALORS le paquet est émis via la passerelle
SINON on recommence les trois étapes avec la ligne suivante

Exemple :
6.0.0.0
1.0.0.0
différents

Protocole IP V.4

Routage IP

Principe de fonctionnement

Adresse réseau	Masque réseau	Adr. passerelle
0.0.0.0	0.0.0.0	1.1.1.3
1.0.0.0	255.0.0.0	1.1.1.1



Cas particulier:

On trouve souvent une ligne ayant comme valeur de masque de sous-réseau 0.0.0.0

Il s'agit d'une route par défaut.

Si on ne connaît pas le destinataire on force l'envoi du paquet vers une passerelle qui se chargera de trouver le destinataire

Exemple :
6.0.0.0
et 0.0.0.0
= 0.0.0.0

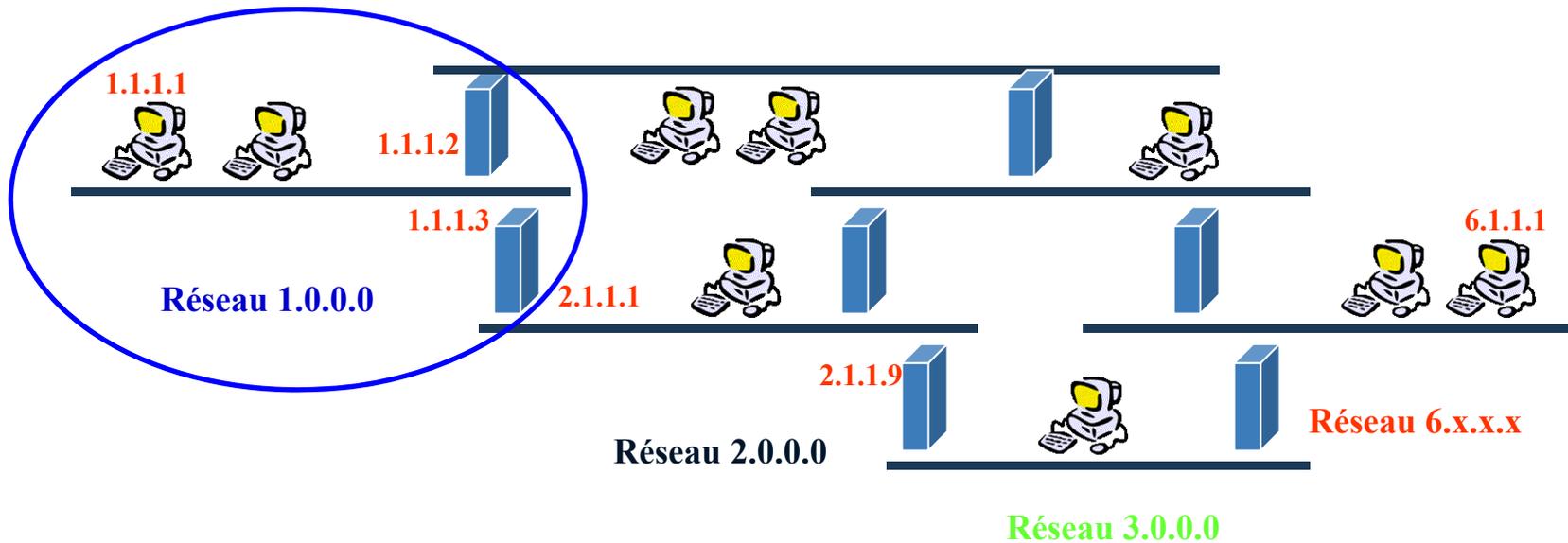
Protocole IP V.4

Exemple de table de routage (commande : route Print)

```
IPV4 Table de routage
=====
Itinéraires actifs :
Destination réseau      Masque réseau  Adr. passerelle  Adr. interface  Métrique
0.0.0.0                 0.0.0.0       192.168.1.1     192.168.1.36    25
127.0.0.0              255.0.0.0     0n-link         127.0.0.1       306
127.0.0.1              255.255.255.255 0n-link         127.0.0.1       306
127.255.255.255       255.255.255.255 0n-link         127.0.0.1       306
192.168.1.0           255.255.255.0 0n-link         192.168.1.36    281
192.168.1.36          255.255.255.255 0n-link         192.168.1.36    281
192.168.1.255         255.255.255.255 0n-link         192.168.1.36    281
224.0.0.0             240.0.0.0     0n-link         127.0.0.1       306
224.0.0.0             240.0.0.0     0n-link         192.168.1.36    281
255.255.255.255       255.255.255.255 0n-link         127.0.0.1       306
255.255.255.255       255.255.255.255 0n-link         192.168.1.36    281
=====
```

Protocole IP V.4

Routage IP

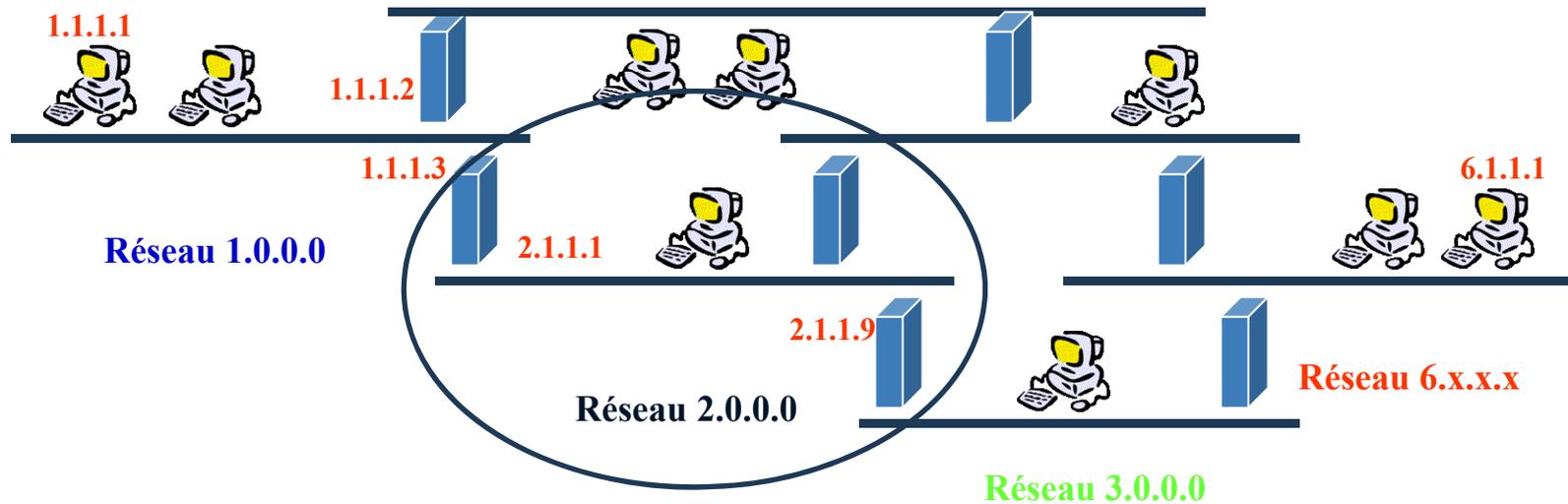


Exemple de table sous windows pour 1.1.1.1

Adresse réseau	Masque réseau	Adr. passerelle
0.0.0.0	0.0.0.0	1.1.1.3
1.0.0.0	255.0.0.0	1.1.1.1

Protocole IP V.4

Routage IP

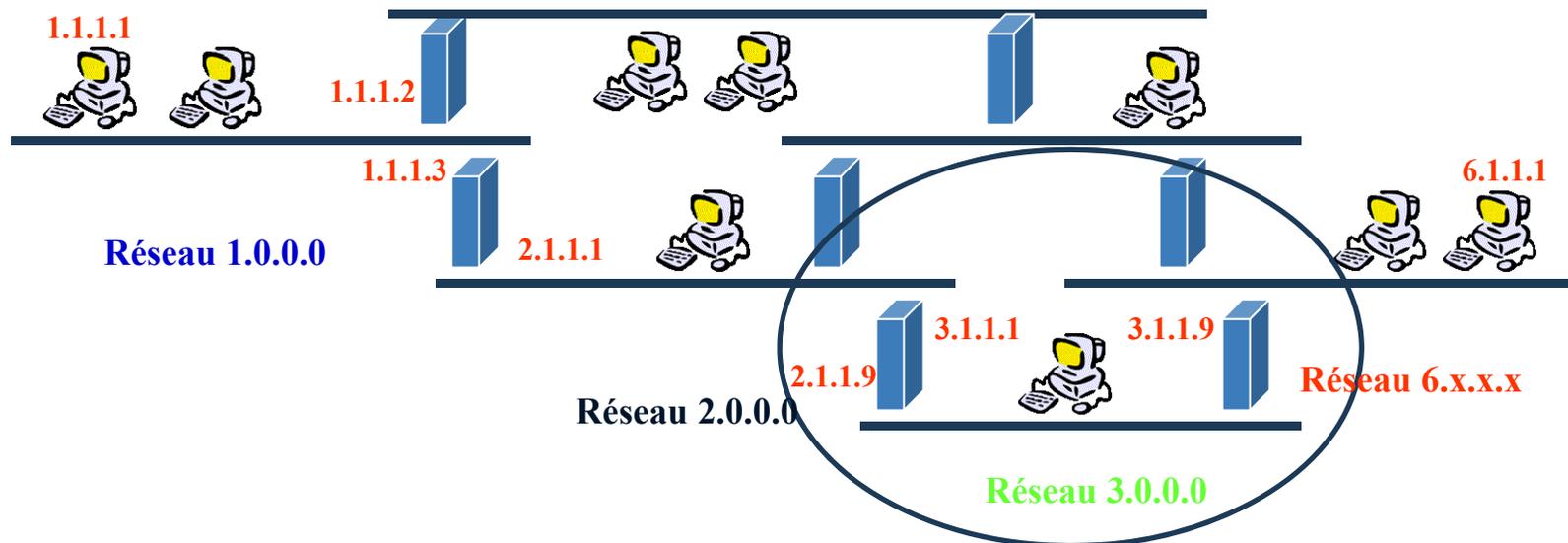


Exemple de table sous windows pour 1.1.1.3

Adresse réseau	Masque réseau	Adr. passerelle
0.0.0.0	0.0.0.0	2.1.1.9
1.0.0.0	255.0.0.0	1.1.1.3
2.0.0.0	255.0.0.0	2.1.1.1

Protocole IP V.4

Routage IP

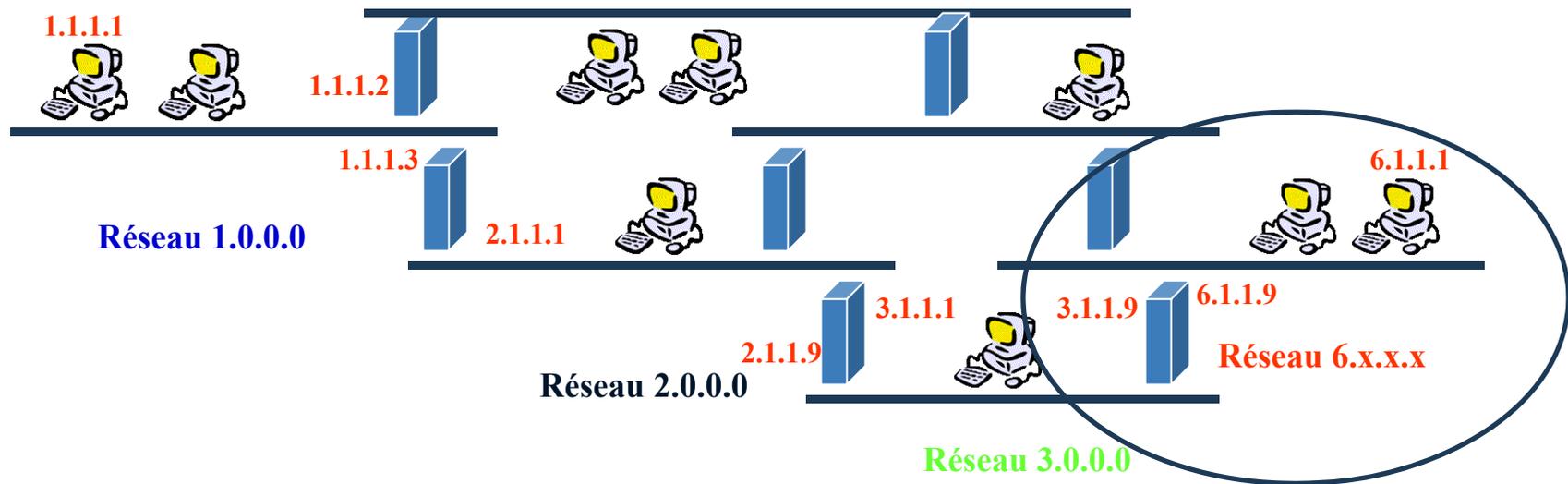


Exemple de table sous windows pour 2.1.1.9

Adresse réseau	Masque réseau	Adr. passerelle
0.0.0.0	0.0.0.0	3.1.1.9
3.0.0.0	255.0.0.0	3.1.1.1
2.0.0.0	255.0.0.0	2.1.1.9

Protocole IP V.4

Routage IP



Exemple de table sous windows pour 3.1.1.9

Adresse réseau	Masque réseau	Adr. passerelle
0.0.0.0	0.0.0.0	3.1.1.1
6.0.0.0	255.0.0.0	6.1.1.9
3.0.0.0	255.0.0.0	3.1.1.9

Protocole IP V.4

Autres protocoles associés à IP

Protocole ARP (Adress Resolution Protocol)

☞ Objectif : établir le lien entre adresse IP et adresse physique (MAC)

☞ Le protocole: Le poste de travail demande à toutes les autres machines, si elles connaissent l'adresse MAC d'une machine identifiée par son adresse IP.

Les informations reçues sont stockées dans une table de correspondance entre les adresses IP et les adresses physiques dans une mémoire cache. Cela évite de faire des demandes à chaque fois.

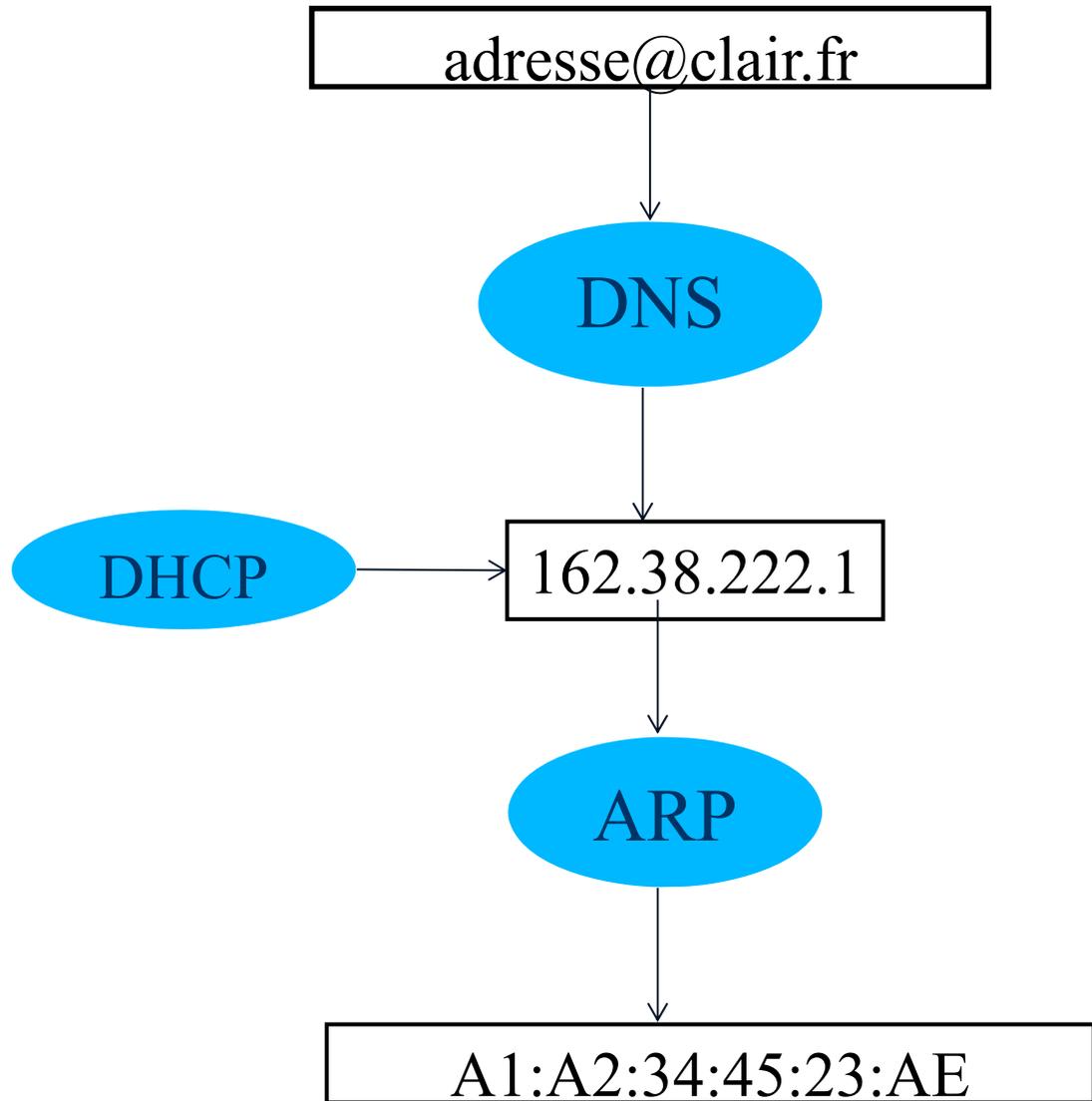
Protocole IP V.4

Exemple de mémoire cache ARP (commande : arp)

Interface : 192.168.1.67 --- 0xd

Adresse Internet	Adresse physique	Type
192.168.1.1	30-7e-cb-94-0b-e8	dynamique
192.168.1.255	ff-ff-ff-ff-ff-ff	statique

Protocole IP V.4



7	Application
6	Présentation
5	Session
4	Transport
3	Réseau
2	Liaison
1	Physique

Protocole IP V.4

Synthèse

Avantage IP: protocole simple et rapide au niveau d'une machine (aucun contrôle=

Limites IP : non conçu pour des très grands réseaux

- Adressage limité en nombre
- Adresses non structurées
- Téléphonie mobile interdite → IPMobile
- Protocole peu fiable si routeurs mal paramétrés

- **→ Solution : IP V6**

Protocole IP V.6

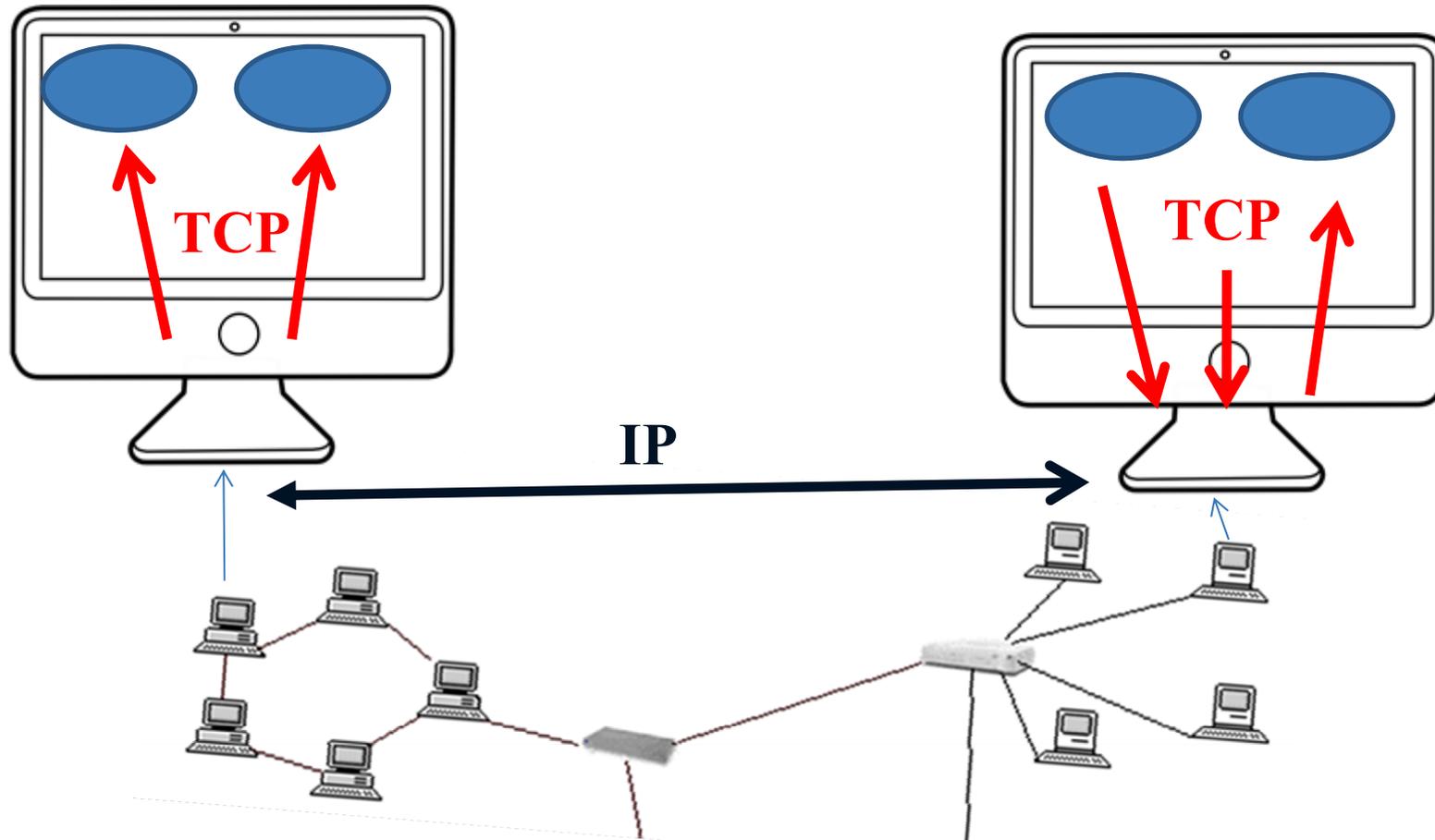
Principales caractéristiques

- Augmentation des possibilités d'adressage (128 bits / 16 octets)
- Simplification du format de l'en-tête (Longueur fixe)
- Fragmentation possible des paquets
- Fonctionnalité d'authentification et de confidentialité (Sécurité des données)
- Routage à la source (le paquet connaît sa route à l'avance)

C - Protocolle TCP

Protocole TCP

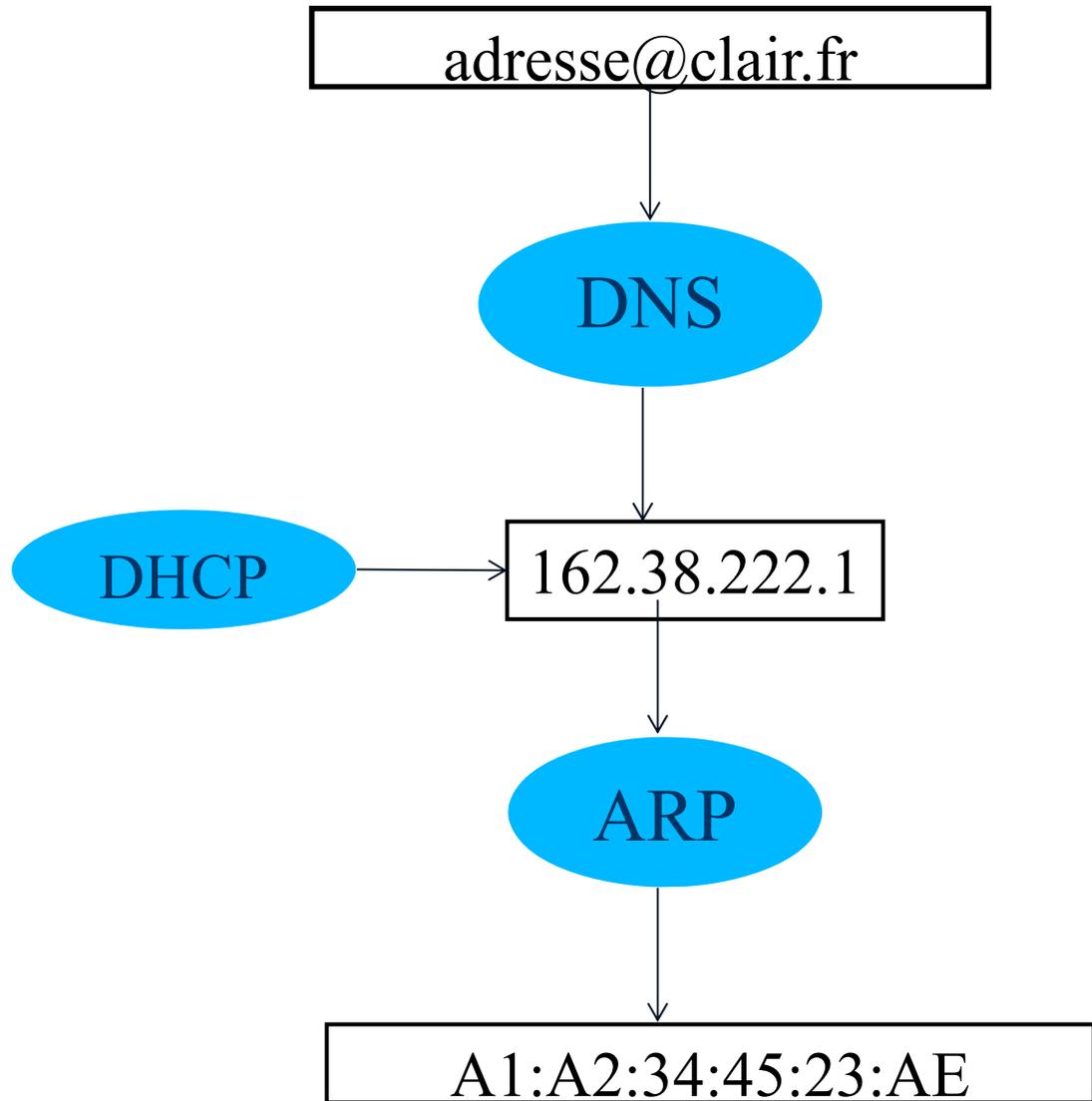
Pourquoi TCP/IP ??



Le protocole TCP (Transport Control Protocol) se charge :

- De contrôler le transfert des paquets IP
- De délivrer les paquets aux applications

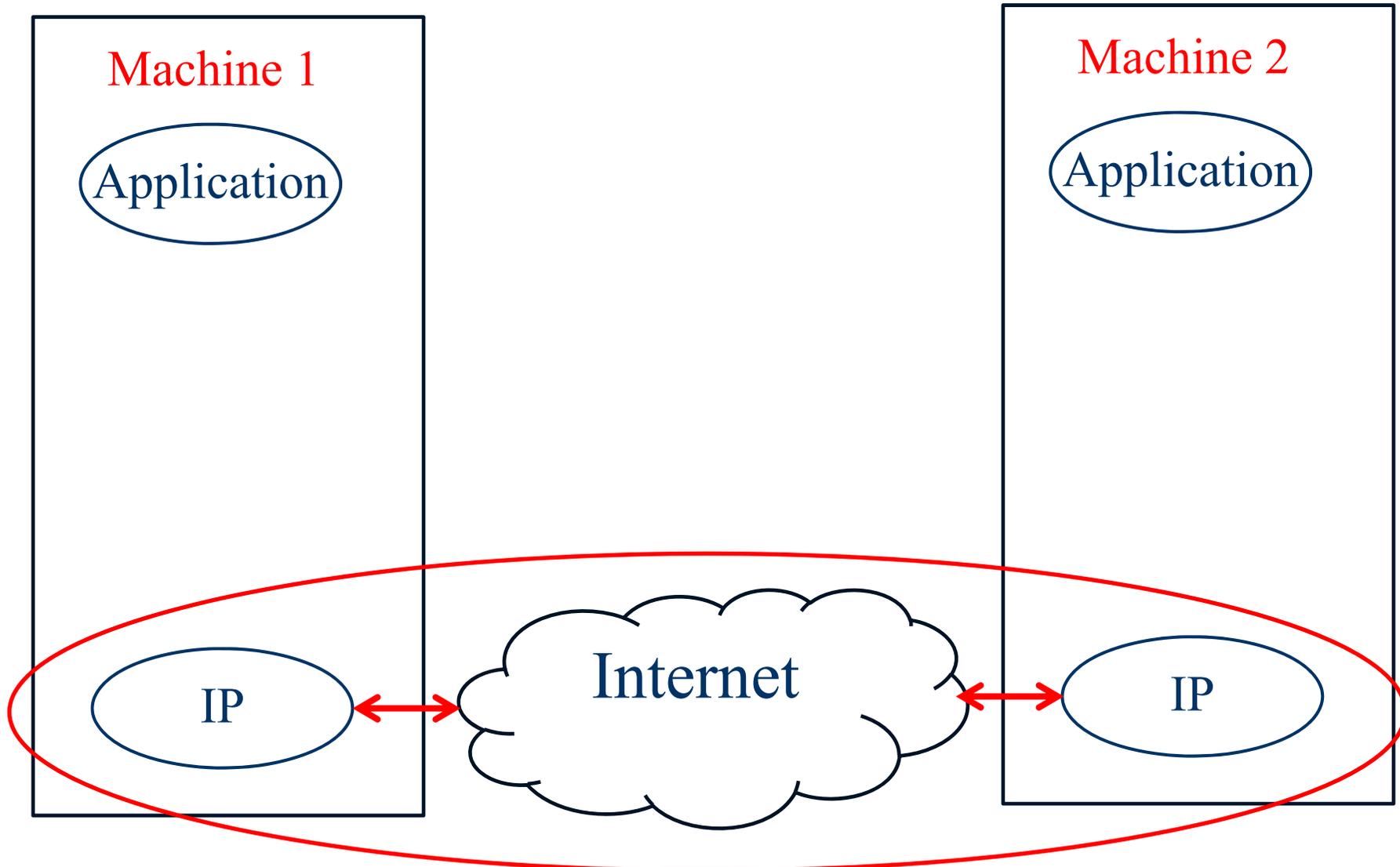
Protocole IP V.4



7	Application
6	Présentation
5	Session
4	Transport
3	Réseau
2	Liaison
1	Physique

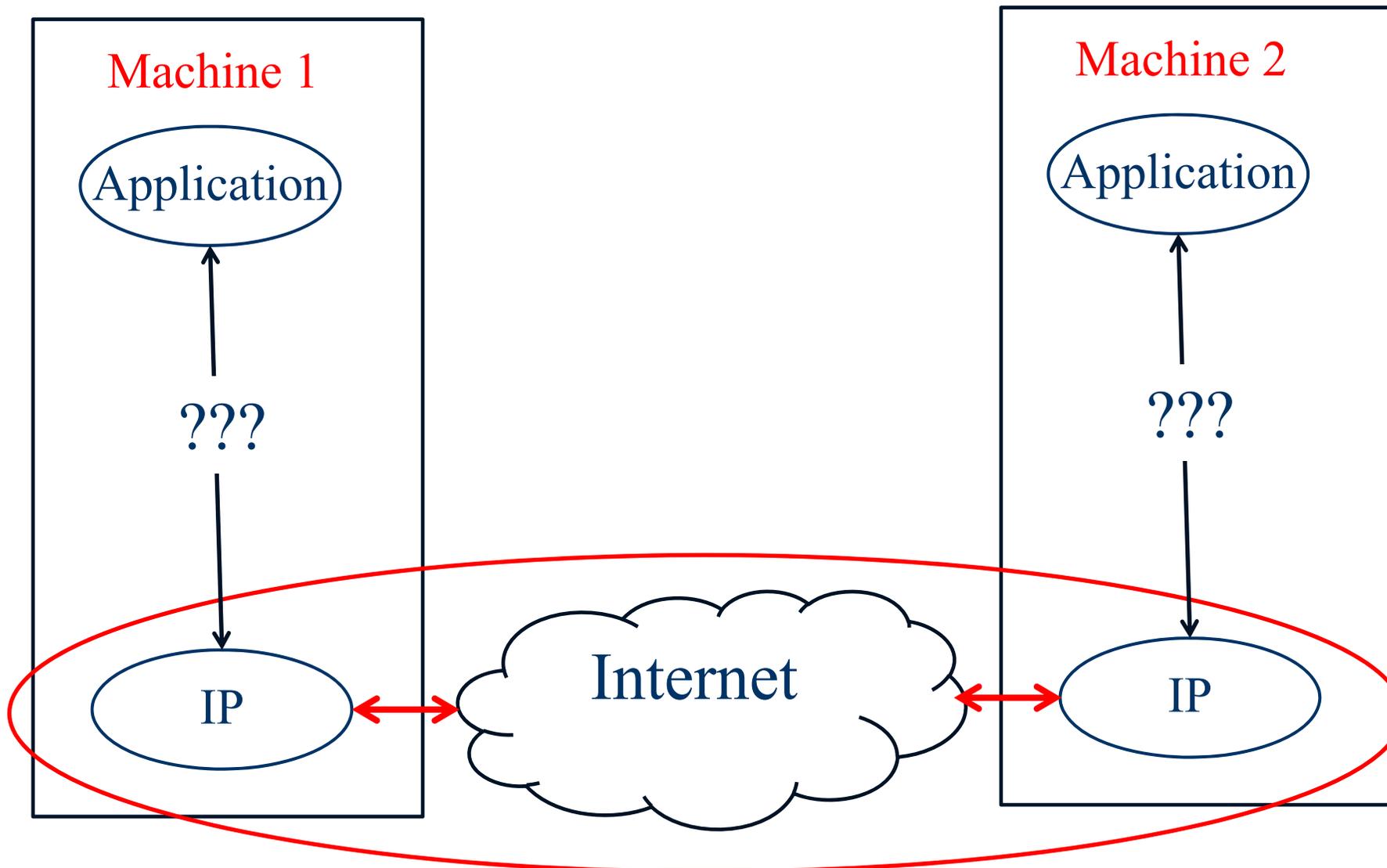
Protocole TCP

1 - TCP - Généralités



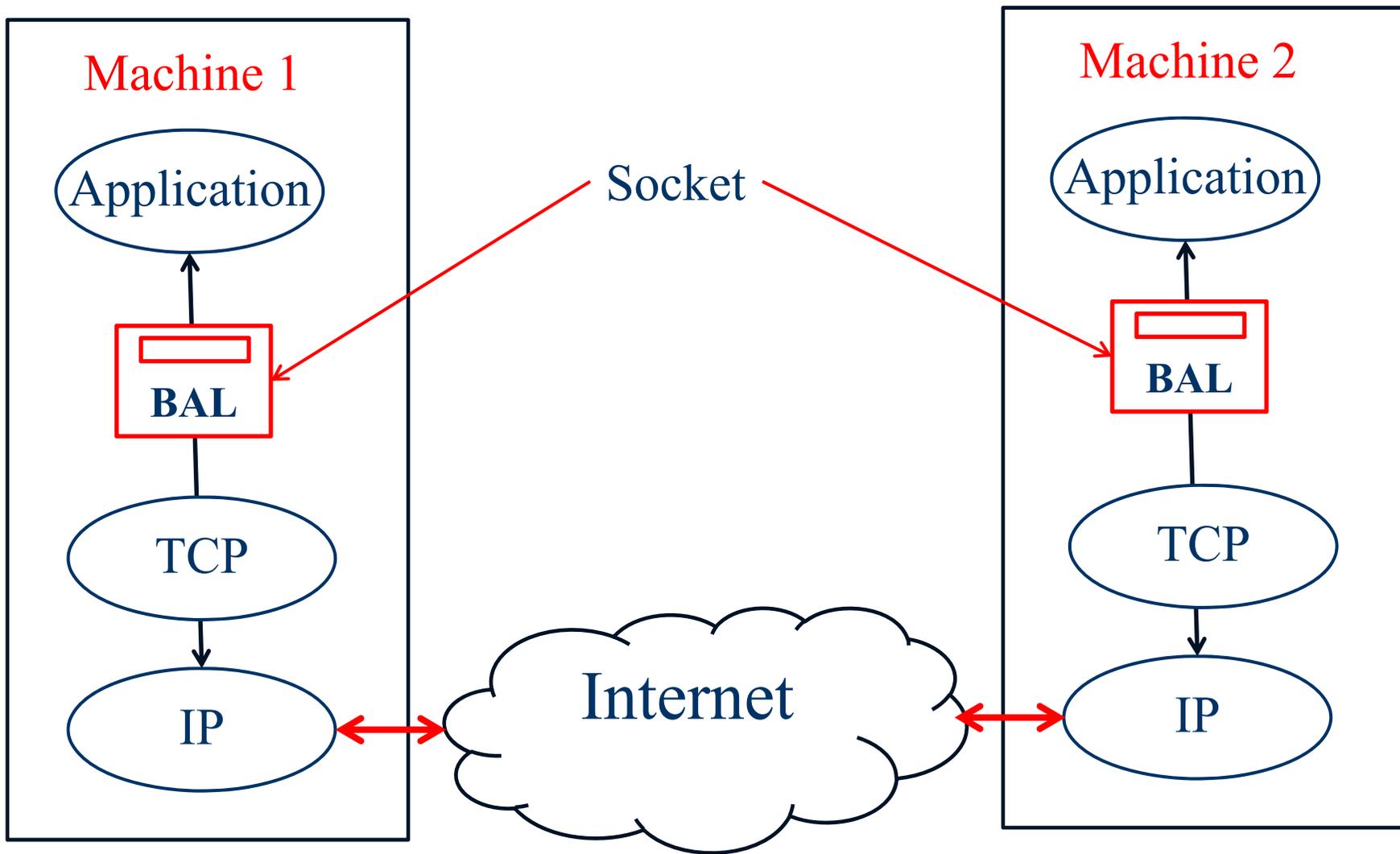
Protocole TCP

1 - TCP - Généralités



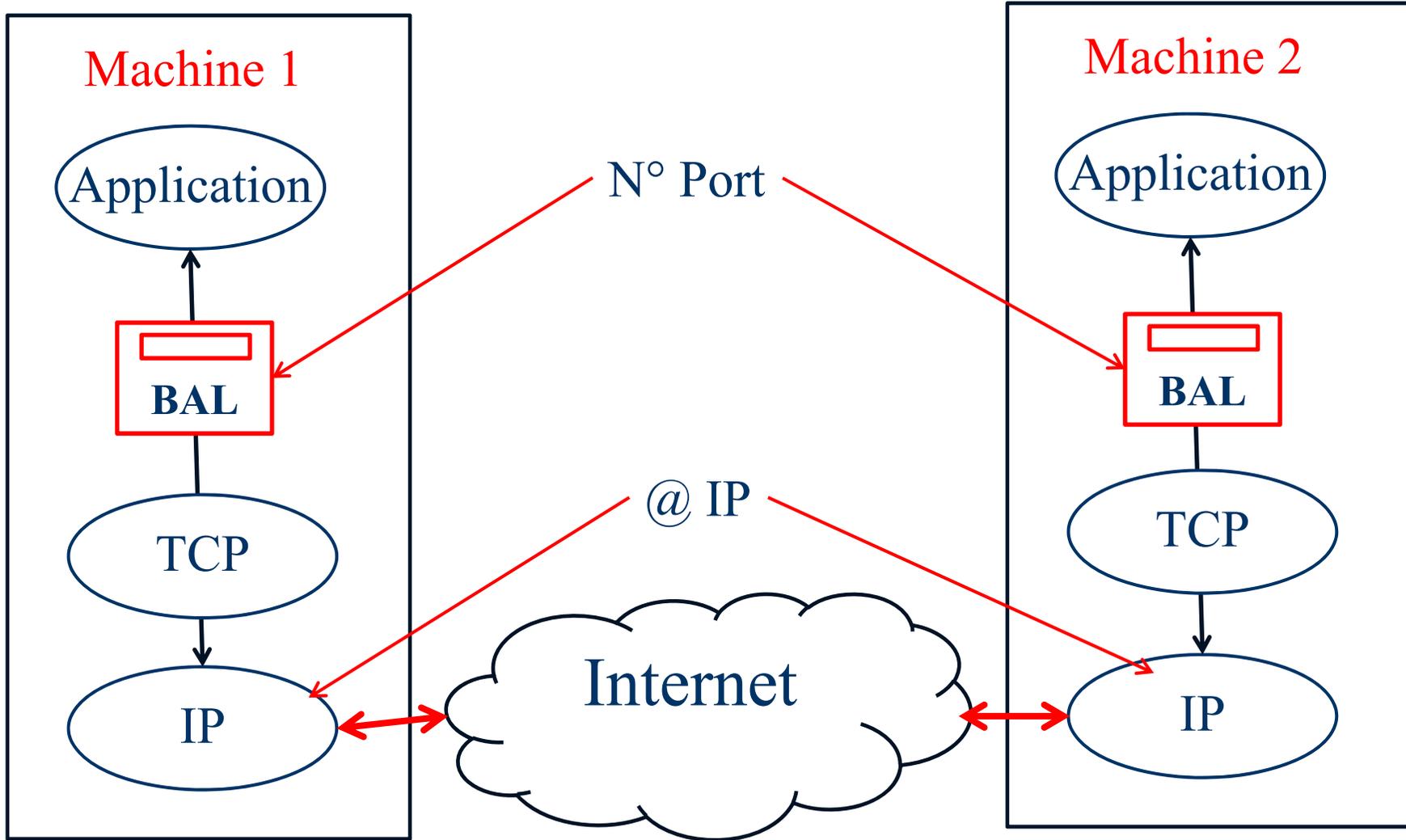
Protocole TCP

1 - TCP - Généralités



Protocole TCP

TCP (Transport Control Protocol) - Objectifs



N° Port = Personne

@IP = Rue + Code Postal + Ville

Protocole TCP

TCP – Quelques N° de Port

<u>No port</u>	<u>Mot-clé</u>	<u>Description</u>
20	FTP-DATA	File Transfer [Default Data]
21	FTP	File Transfer [Control]
23	TELNET	Telnet
25	SMTP	Simple Mail Transfer
42	NAMESERVER	Host Name Server
53	DOMAIN	Domain Name Server
80	HTTP	WWW
110	POP3	Post Office Protocol - Version 3

Protocole TCP

TCP – Fiabilisation

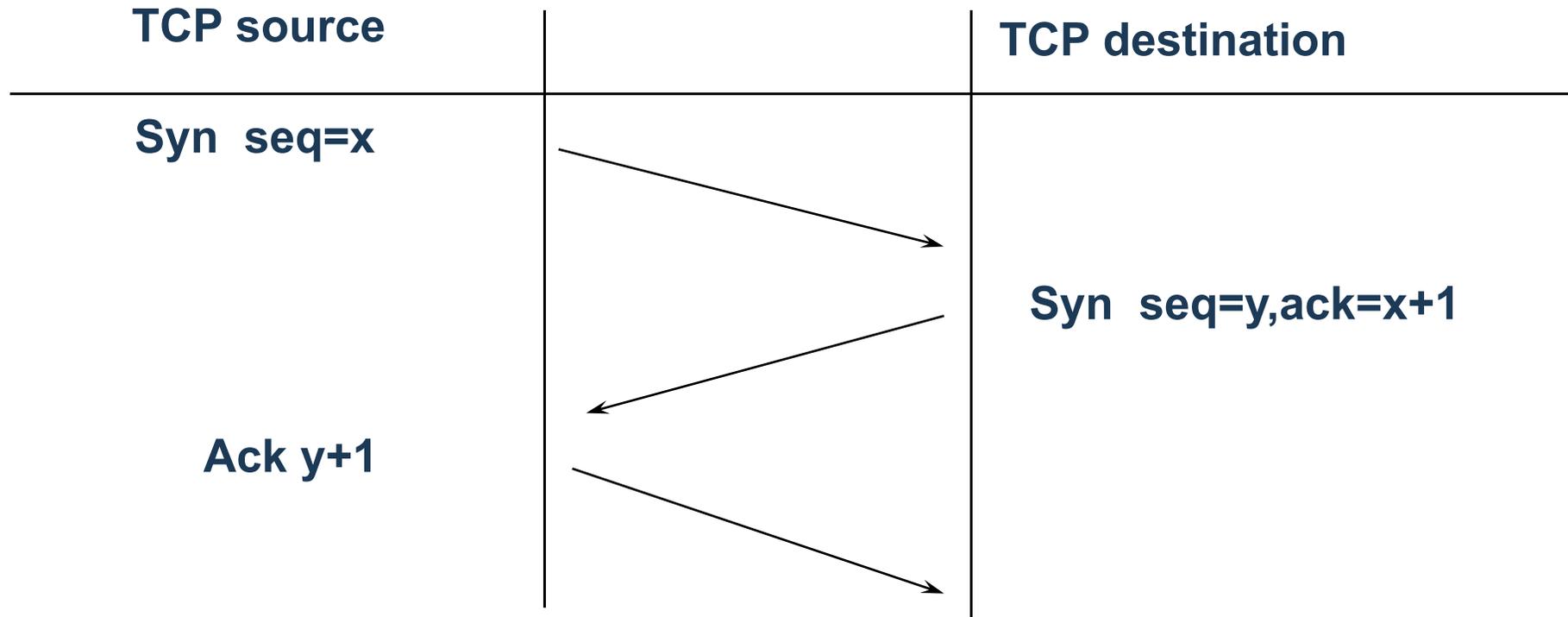
TCP doit assurer un transport fiable des paquets IP :

1. service en mode connecté
2. garantie d'ordonnancement (segmentation)
et de non perte des messages (acquittements)

Protocole TCP

TCP - Connexion

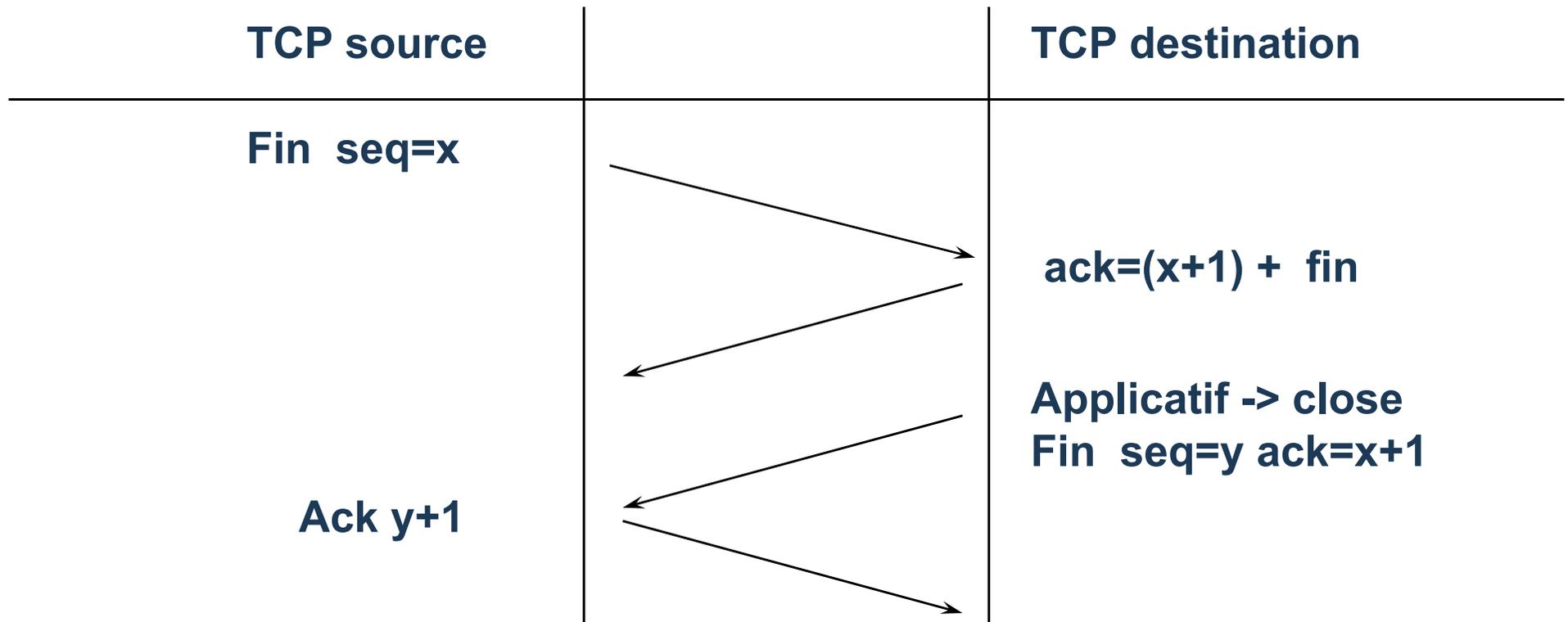
Une connexion TCP est établie en trois temps de manière à assurer la synchronisation nécessaire entre les extrémités:



Protocole TCP

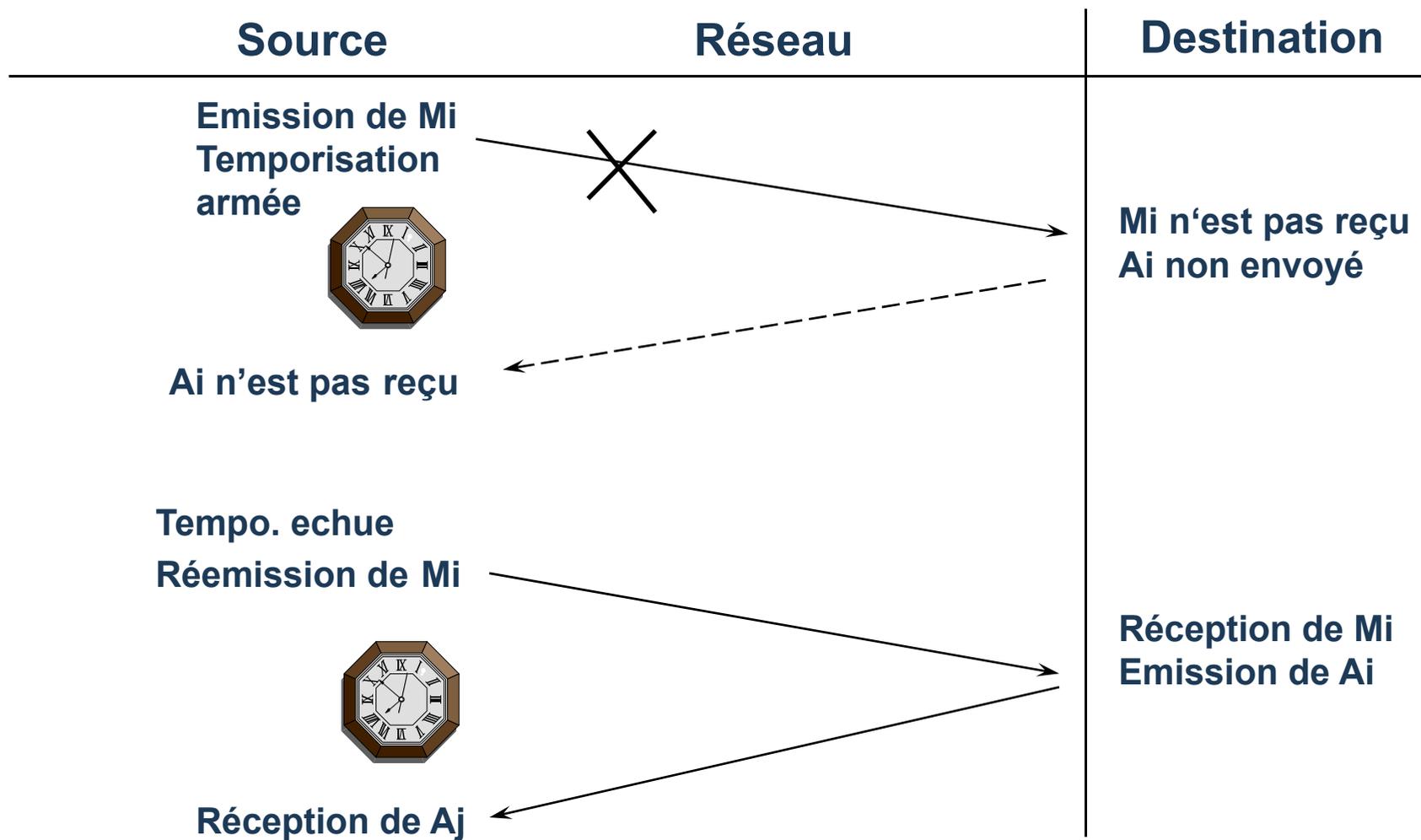
TCP - Déconnexion

Une connexion TCP est libérée en un processus dit "trois temps modifié":



Protocole TCP

TCP - Acquittements



Protocole TCP

Exemple d'échange de trames - Wireshark

Connexion

Source	Destination	Protocol	Length	Info
127.0.0.1	127.0.0.1	TCP	76	56007 > italk [SYN] Seq=0 Win=32792 Len=0 MSS=16396 SACK_PERM=1 TSval=62220 TSecr=0
127.0.0.1	127.0.0.1	TCP	76	italk > 56007 [SYN, ACK] Seq=0 Ack=1 Win=32768 Len=0 MSS=16396 SACK_PERM=1 TSval=62
127.0.0.1	127.0.0.1	TCP	68	56007 > italk [ACK] Seq=1 Ack=1 Win=32896 Len=0 TSval=62220 TSecr=62220

Transfert de données

127.0.0.1	127.0.0.1	TCP	148	italk > 56007 [PSH, ACK] Seq=1 Ack=81 Win=32768 Len=80 TSval=62917 TSecr=62917
127.0.0.1	127.0.0.1	TCP	68	56007 > italk [ACK] Seq=81 Ack=81 Win=32896 Len=0 TSval=62917 TSecr=62917

Déconnexion

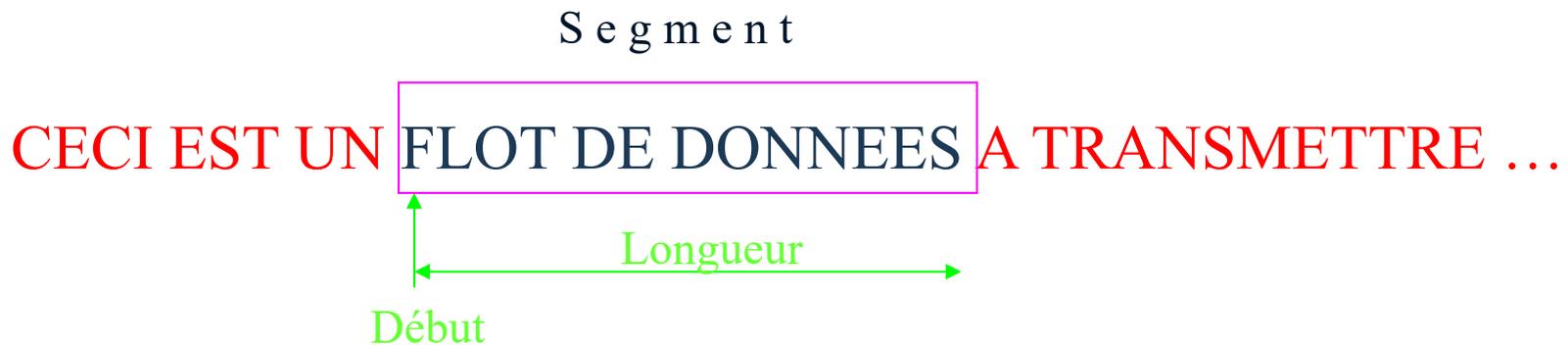
127.0.0.1	127.0.0.1	TCP	68	56007 > italk [FIN, ACK] Seq=241 Ack=241 Win=32896 Len=0 TSval=64385 TSecr=64385
127.0.0.1	127.0.0.1	TCP	68	italk > 56007 [ACK] Seq=241 Ack=242 Win=32768 Len=0 TSval=64395 TSecr=64385

Protocole TCP

TCP - Segmentation

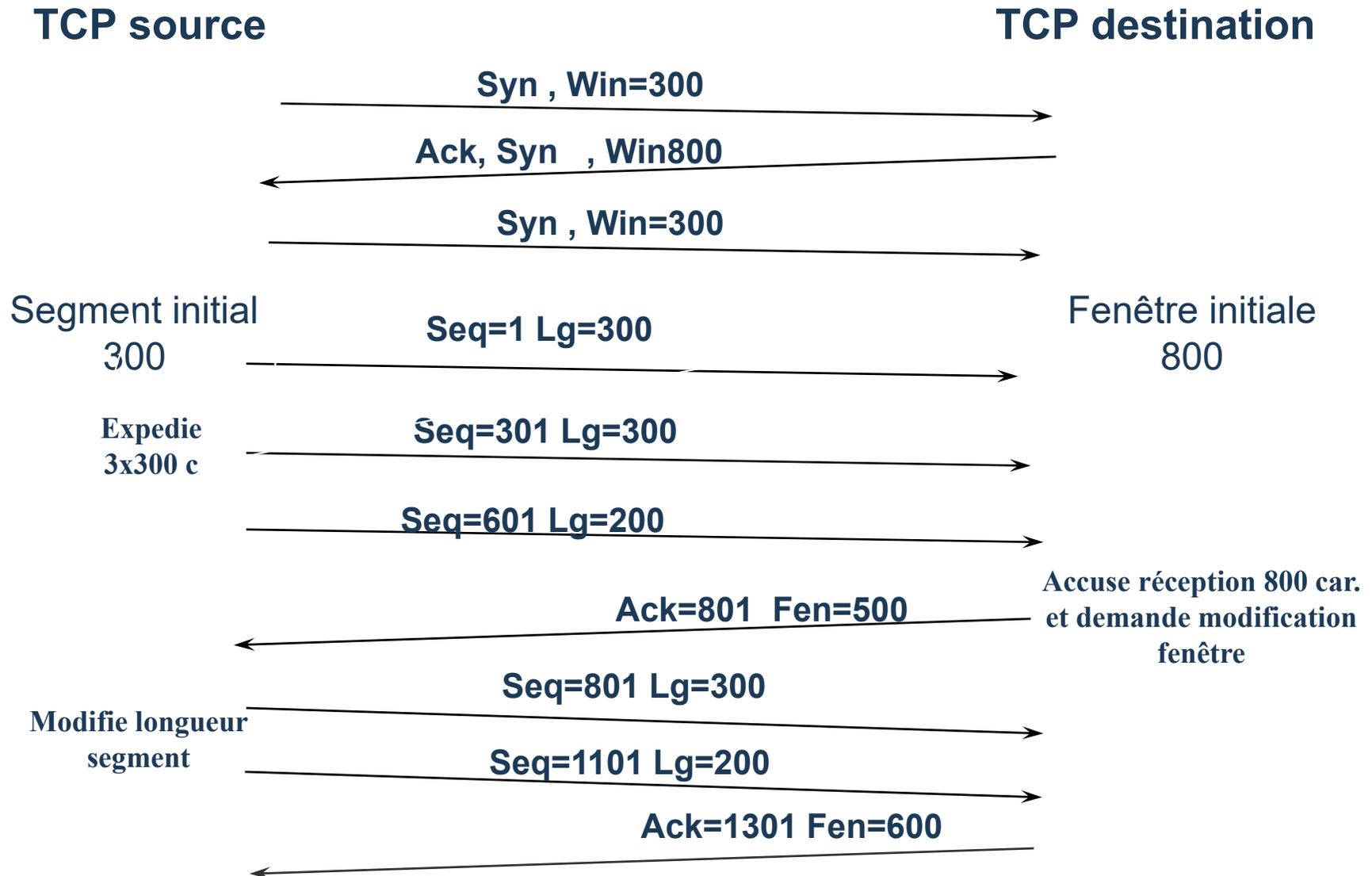
Les données transmises à TCP constituent un flot d'octets de longueur variable.

TCP divise ce flot de données en segments en utilisant un mécanisme de fenêtrage.



Protocole TCP

TCP – Exemple de fenêtrage



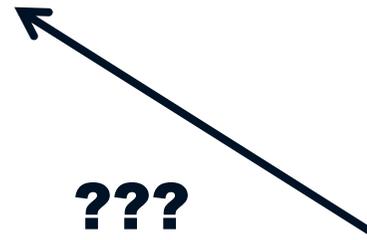
Récapitulatif

TCP – Exemple complet

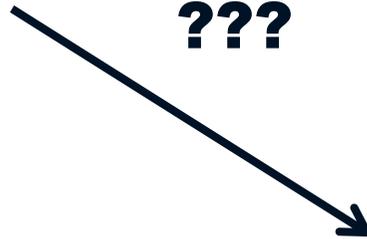


Configuration distante

Adresse IP : 173.168.12.1



???



Configuration locale

Adresse IP : 10.10.20.2

Adresse MAC : 00-60-08-61-04-7b

Passerelle : 10.10.1.1

Adresse MAC : 00-01-02-af-f5-e2

Serveur DNS : 10.10.1.2



TCP – Exemple complet

Configuration locale

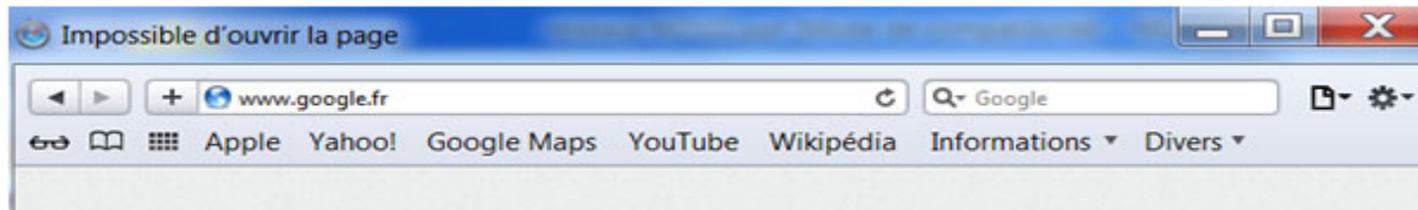
Adresse IP : 10.10.20.2

Adresse MAC : 00-60-08-61-04-7b

Passerelle : 10.10.1.1

Adresse MAC : 00-01-02-af-f5-e2

Serveur DNS : 10.10.1.2

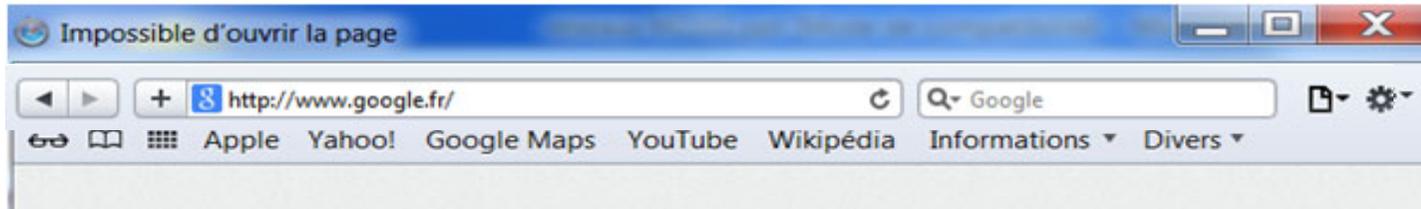


Phase 1

Au lancement du navigateur, le système recherche l'adresse de la passerelle

N°Protocole	Source	Destination	Signification
ARP	00-60-08-61-04-7b	Toutes machines	Qui connaît l'adresse physique de 10.10.1.1 ?
ARP	00-01-02-af-f5-e2	00-60-08-61-04-7b	L'adresse physique de 10.10.1.1 est 000102aff5e2

TCP – Exemple complet



Phase 2

Le système demande au serveur DNS l'adresse IP de www.google.fr

N°Protocole	Source	Destination	Signification
DNS	10.10.20.2 + 1234	10.10.1.2 + 53	Adresse IP de www.google.fr ?
DNS	10.10.1.2 + 53	10.10.20.2 + 1234	Adresse IP de www.google.fr est 173.168.12.1

Configuration locale

Adresse IP : 10.10.20.2

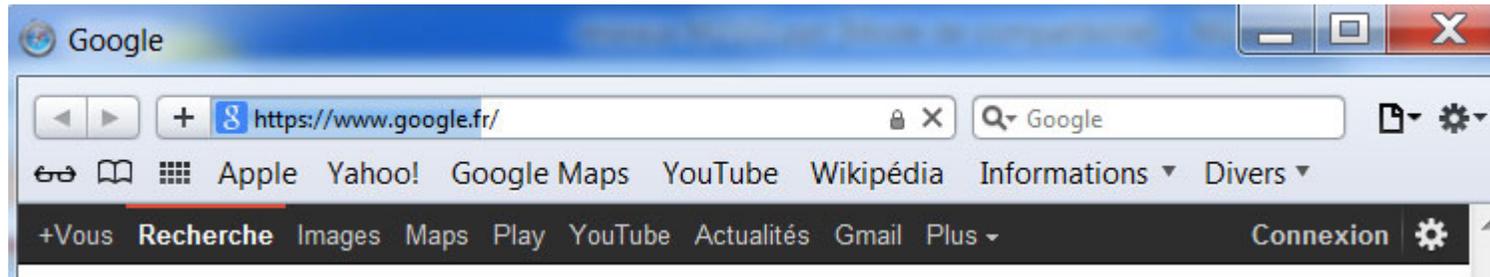
Adresse MAC : 00-60-08-61-04-7b

Passerelle : 10.10.1.1

Adresse MAC : 00-01-02-af-f5-e2

Serveur DNS : 10.10.1.2

TCP – Exemple complet

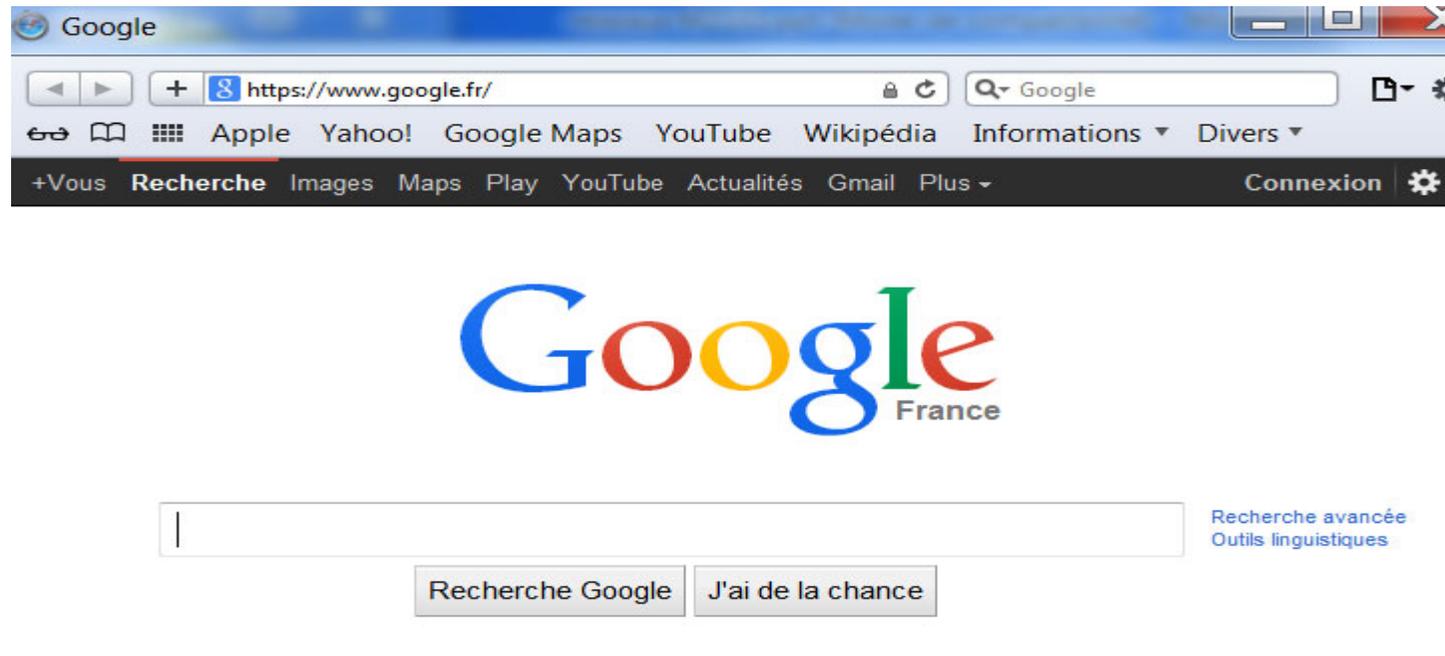


Phase 3

Le système se connecte a www.google.fr et lui demande sa page index.html

N°Protocole	Source	Destination	Signification
TCP	10.10.20.2 + 1234	173.168.12.1 + 50	syn = demande connexion TCP au service HTTP
TCP	173.168.12.1 + 80	10.10.20.2 + 1234	ack + syn : acceptation et demande connexion
TCP	10.10.20.2 + 1234	173.168.12.1 + 80	ack = acceptation connexion
HTTP	10.10.20.2 + 1234	173.168.12.1 + 80	Get /http://...
TCP	173.168.12.1 + 80	10.10.20.2 + 1234	ack

TCP – Exemple complet



Phase 4

Google envoie sa page d'accueil, le navigateur accuse réception et se deconnecte

N°Protocole	Source	Destination	Signification
HTTP	173.168.12.1 + 80	10.10.20.2 + 1234	Document HTML
TCP	10.10.20.2 + 1234	173.168.12.1 + 80	ack + fin
TCP	173.168.12.1 + 80	10.10.20.2 + 1234	ack: acceptation de déconnexion
TCP	173.168.12.1 + 80	10.10.20.2 + 1234	fin → on termine la déconnexion
TCP	10.10.20.2 + 1234	173.168.12.1 + 80	ack

TCP – Exemple complet - Récapitulatif

Configuration locale

Adresse IP : 10.10.20.2

Adresse MAC : 00-60-08-61-04-7b

Passerelle : 10.10.1.1

Adresse MAC : 00-01-02-af-f5-e2

Serveur DNS : 10.10.1.2

Configuration distante

Adresse IP : 173.168.12.1

N°Protocole	Source	Destination	Signification
ARP	00-60-08-61-04-7b	Toutes machines	Qui connaît l'adresse physique de 10.10.1.1 ?
ARP	00-01-02-af-f5-e2	00-60-08-61-04-7b	L'adresse physique de 10.10.1.1 est 000102aff5e2
DNS	10.10.20.2 + 1234	10.10.1.2 + 53	Adresse IP de www.google.fr ?
DNS	10.10.1.2 + 53	10.10.20.2 + 1234	Adresse IP de www.google.fr est 173.168.12.1
TCP	10.10.20.2 + 1234	173.168.12.1 + 50	syn = demande connexion TCP au service HTTP
TCP	173.168.12.1 + 80	10.10.20.2 + 1234	ack + syn : acceptation et demande connexion
TCP	10.10.20.2 + 1234	173.168.12.1 + 80	ack = acceptation connexion
HTTP	10.10.20.2 + 1234	173.168.12.1 + 80	Get /http://...
TCP	173.168.12.1 + 80	10.10.20.2 + 1234	ack
HTTP	173.168.12.1 + 80	10.10.20.2 + 1234	Document HTML
TCP	10.10.20.2 + 1234	173.168.12.1 + 80	ack + fin
TCP	173.168.12.1 + 80	10.10.20.2 + 1234	ack: acceptation de déconnexion
TCP	173.168.12.1 + 80	10.10.20.2 + 1234	fin → on termine la déconnexion
TCP	10.10.20.2 + 1234	173.168.12.1 + 80	ack

TCP/IP : Récapitulatif (2)

