

# La Pile TCP/IP

# Introduction à l'internet

---

- Il est constitué de l'interconnexion de multiples réseaux,
- Il offre un service de réseau virtuel mondial,
- Il repose sur un adressage global se plaçant au-dessus des différents réseaux.
- Ces derniers sont reliés entre eux par des routeurs.
- Objectifs et propriétés :
  - ✓ Masquer les détails matériels des différents réseaux,
  - ✓ Ne pas imposer de topologie réseaux particulière,
  - ✓ Faire partager tous les ordinateurs de l'Internet par un ensemble d'identificateurs qui soit universel (nom URL ou adresse IP).

# Introduction TCP/IP

---

- Transfer Control Protocol / Internet Protocol
- C'est le protocole d'Internet : le protocole de base de L'Internet.
- Interconnexion de réseaux planétaire
- Interconnecte des réseaux sur divers protocoles :
  - ✓ Ethernet, Token Ring, PPP, ATM, Frame Relay, ...
- C'est une pile de protocoles:
  - ✓ Elle est indépendante de l'architecture matérielle et des systèmes d'exploitation.
  - ✓ Elle se base sur la philosophie OSI en ce qui concerne:
    - Le découpage 4 couches ( 7 couches par OSI), L'encapsulation.

# Introduction TCP/IP

---

- TCP/IP : interconnexion de réseaux planétaire
- Interconnecte des réseaux sur divers protocoles :
  - ✓ Ethernet, Token Ring, PPP, ATM, Frame Relay, ...
- TCP/IP = services de base du transfert des données
  - ✓ Transport de datagrammes : service élémentaire de la commutation de paquets.
  - ✓ Transport de messages acquitté entre uniquement l'émetteur et le récepteur (TCP)
  - ✓ Chaque nœud d'interconnexion (IP) gérant de proche en proche la transmission des datagrammes
  - ✓ Adaptation de TCP/IP à la plupart des interfaces matérielles.
  - ✓ Indépendant du support de transmission; adaptables à toutes sortes de media depuis le réseau local jusqu'aux réseaux opérateurs "longues distances".

# Protocoles

---

## ■ Définition :

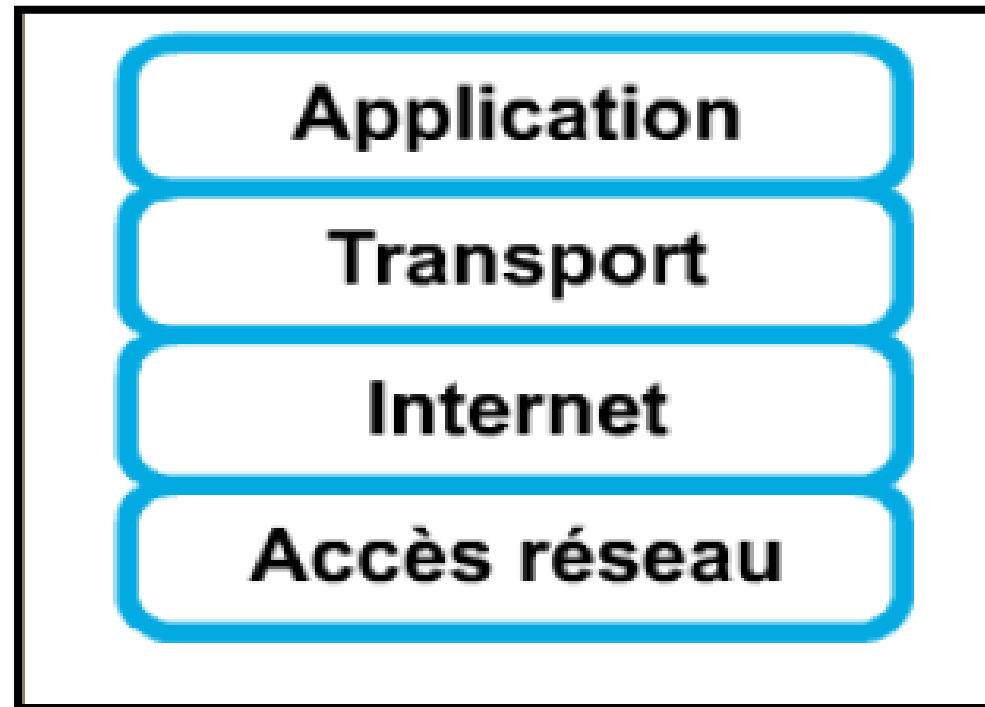
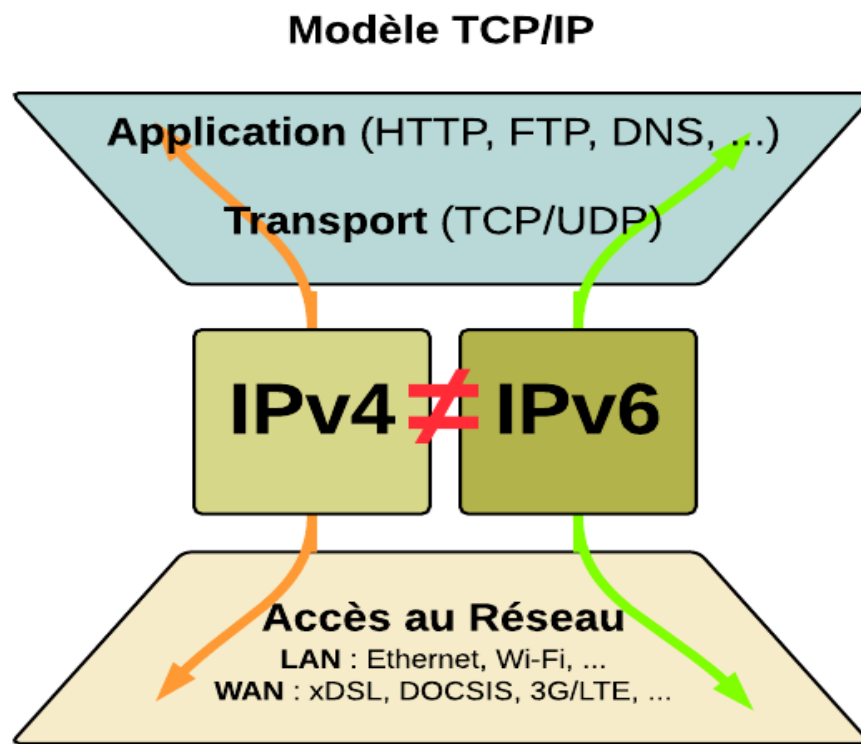
- ✓ Les protocoles définissent les règles standardisées permettant un échange d'informations au travers d'un réseau bit/byte/paquet et information/données.
- ✓ Ils sont désignés pour normaliser (temps de réponse , qualité, type de support)et prennent en compte les contraintes(atténuation, bruit, perte, délai, segmentation)

## ■ Structure :

- ✓ Les protocoles sont structurés en couches, Il y a 7 couches. Ils sont définis par le modèle OSI (Open System Interconnexion).

# Couches du modèle TCP/IP

- Le modèle TCP/IP comporte quatre couches : la couche application, la couche transport, la couche Internet et la couche d'accès au réseau. Comme vous pouvez le constater, certaines couches du modèle TCP/IP portent le même nom que des couches du modèle OSI. Il ne faut pas confondre les couches des deux modèles, car la couche application comporte des fonctions différentes dans chaque modèle.



# Couches du modèle TCP/IP

---

## ■ *La couche application :*

Les concepteurs du modèle TCP/IP estimaient que les protocoles de niveau supérieur devaient inclure les détails des couches session, présentation et application du modèle OSI. Ils ont donc simplement créé une couche application qui gère les protocoles de haut niveau, les questions de représentation, le code et le contrôle du dialogue. Le modèle TCP/IP regroupe en une seule couche tous les aspects liés aux applications et suppose que les données sont préparées de manière adéquate pour la couche suivante.

# Couches du modèle TCP/IP

---

## ■ ***La couche transport :***

- ✓ La couche transport est chargée des questions de qualité de service touchant la fiabilité, le contrôle de flux et la correction des erreurs.
- ✓ Le protocole TCP est orienté connexion. Il établit un dialogue entre l'ordinateur source et l'ordinateur de destination pendant qu'il prépare les informations de couche application en unités appelées segments.



# Couches du modèle TCP/IP

---

- ***La couche Internet :***

- Le rôle de cette couche consiste à envoyer des paquets source à partir d'un réseau quelconque de l'inter réseau et à les faire parvenir à destination, indépendamment du trajet et des réseaux traversés pour y arriver. Le protocole qui régit cette couche est appelé protocole IP (Internet Protocol). L'identification du meilleur chemin et la commutation de paquets ont lieu au niveau de cette couche. Pensez au système postal. Lorsque vous postez une lettre, vous ne savez pas comment elle arrive à destination (il existe plusieurs routes possibles), tout ce qui vous importe c'est qu'elle arrive à bon port.

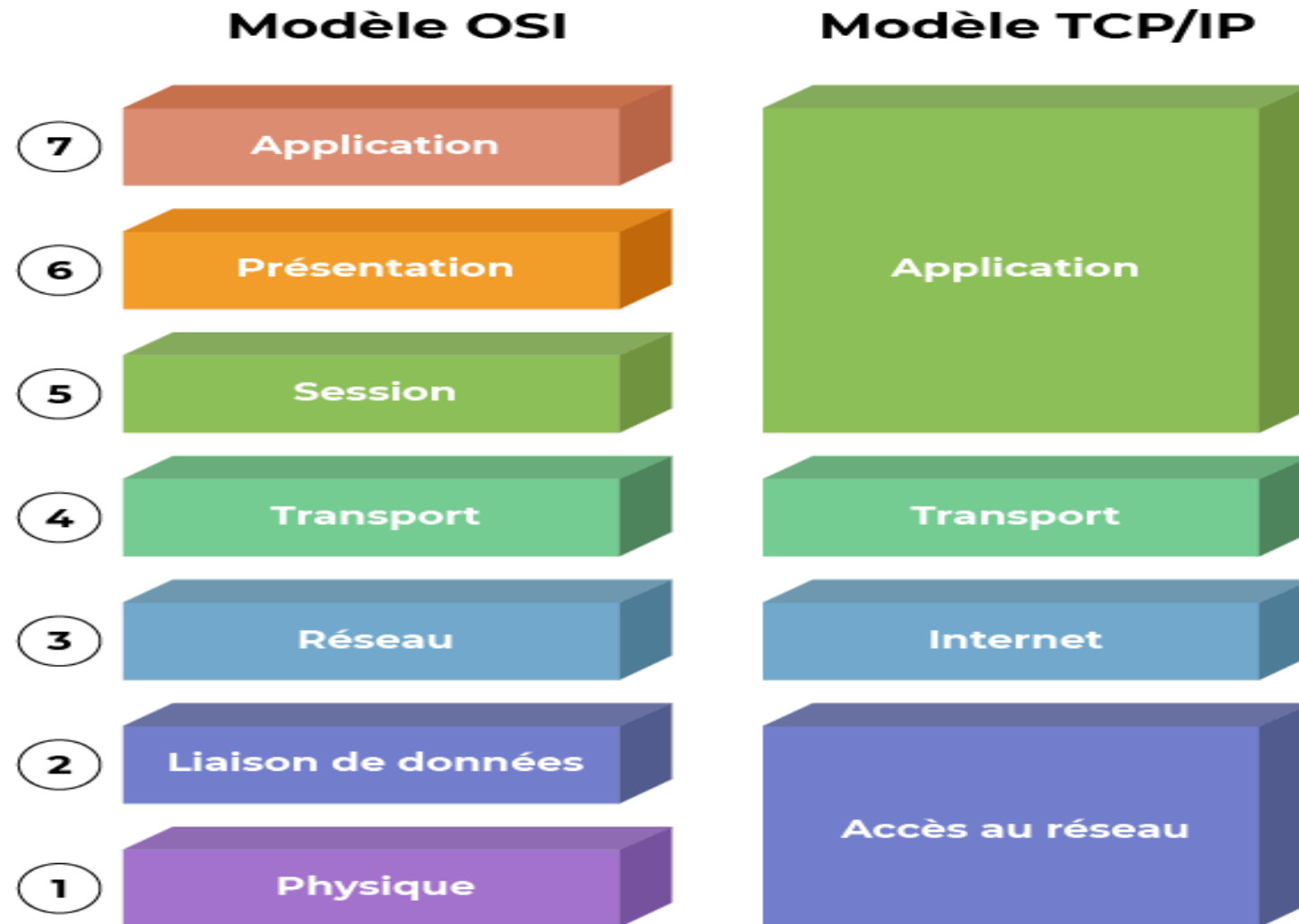
# Couches du modèle TCP/IP

---

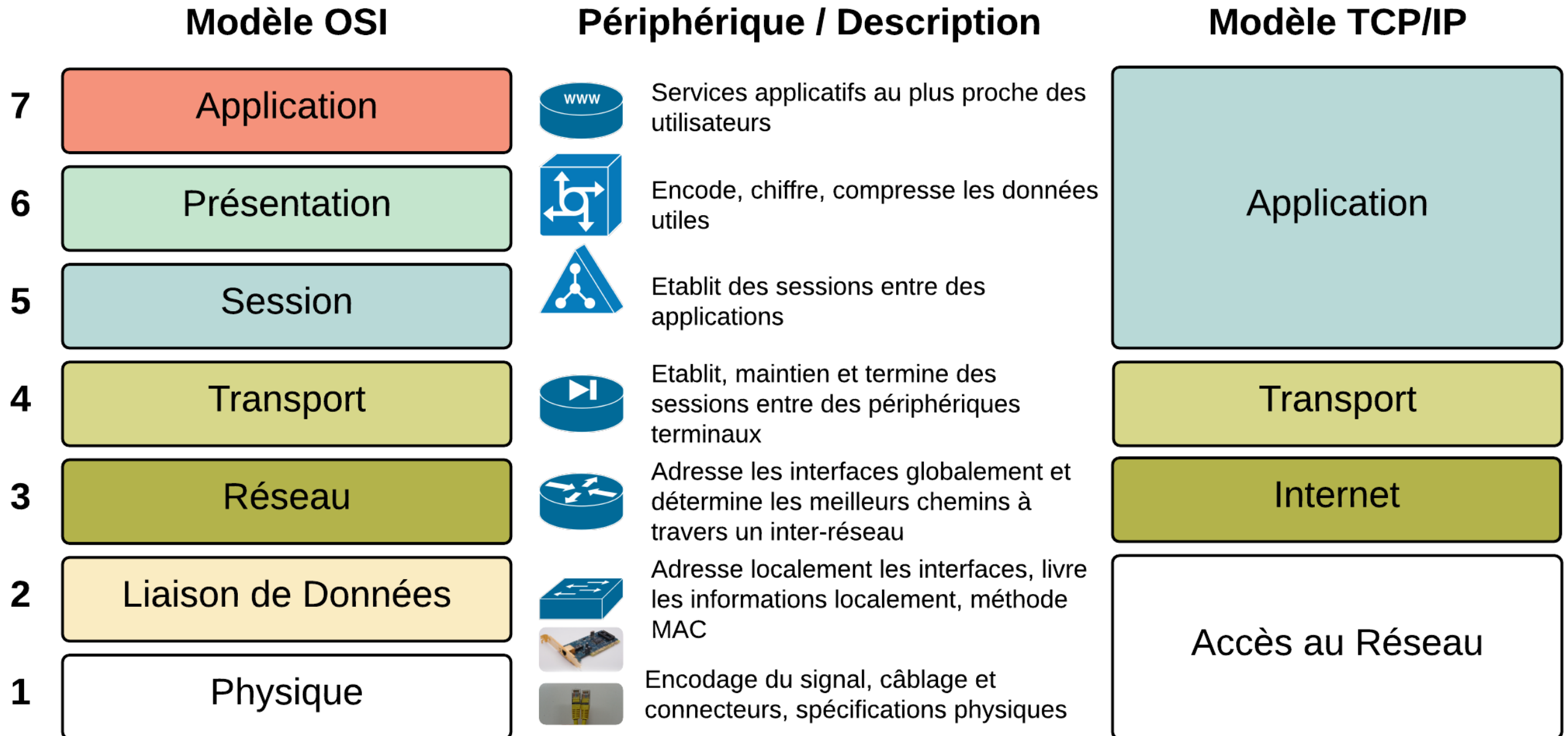
## ■ *La couche d'accès au réseau :*

- ✓ Cette couche se charge de tout ce dont un paquet IP a besoin pour établir une liaison physique, puis une autre liaison physique.
- ✓ Cela comprend les détails sur les technologies LAN et WAN, ainsi que tous les détails dans la couche physique et liaison de données du modèle OSI.

# Modèle OSI et comparaison au modèle TCP/IP

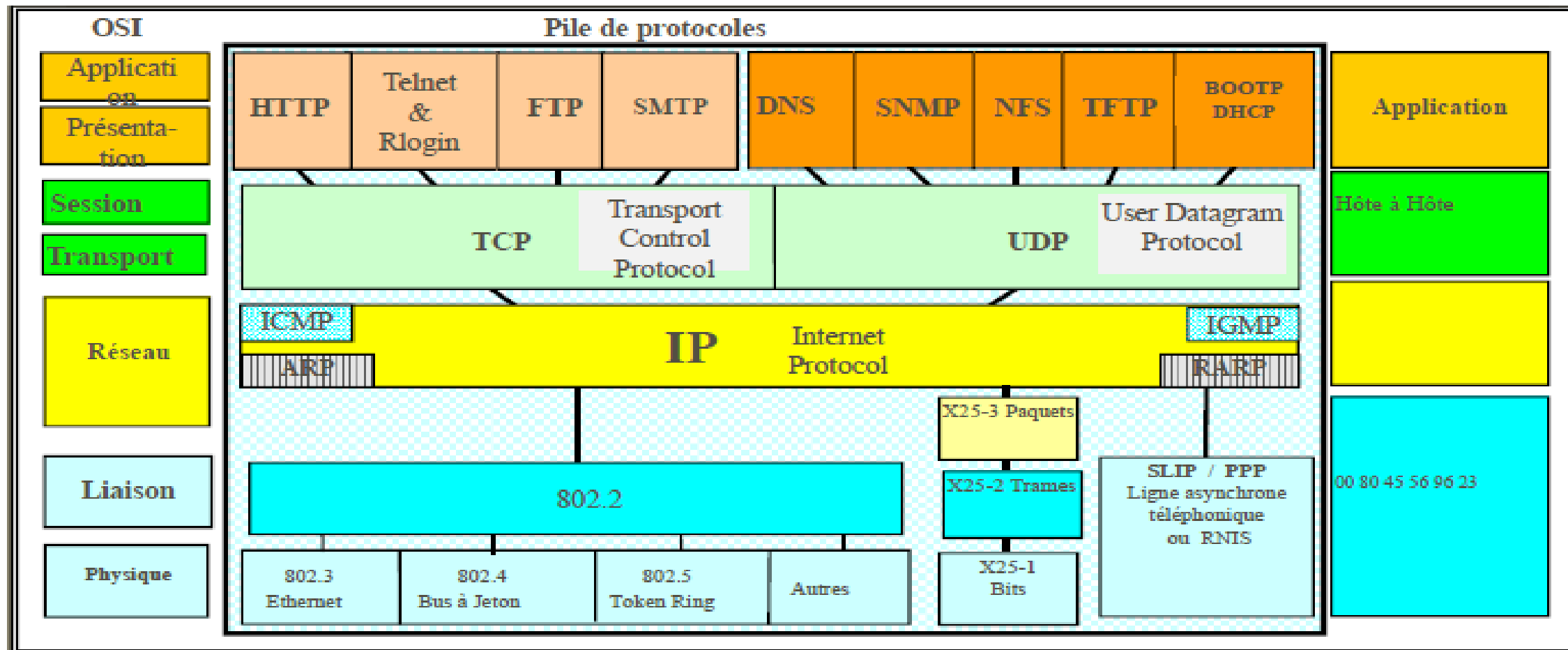


# Modèle OSI et comparaison au modèle TCP/IP



# Comparaison entre les modèles TCP/IP et OSI

- Le dessin suivant montre l'équivalence entre ces couches et les différents protocoles de la pile. Les protocoles correspondant aux couches 6 et 7 OSI sont des applications de transmissions qui s'appuient sur TCP/IP. Les couches 1 et 2 dépendent du type de réseau utilisé.



# RÉALISATION D'UN PLAN D'ADRESSAGE

# Adressage IPv4

---

- Au niveau de la couche Liaison, les nœuds du réseau communiquent avec les autres stations en utilisant des adresses qui dépendent du type de réseau utilisé. Un nœud peut être un micro-ordinateur, un serveur de fichier, une imprimante réseau ou n'importe quel périphérique utilisant TCP/IP. Chaque nœud possède une adresse physique ou adresse MAC.
- Dans les réseaux Ethernet et Token-Ring, l'adresse physique est contenue dans une ROM sur chaque interface réseau.
- Toutes les adresses sont différentes et comportent 6 octets. Cette adresse est déterminée par le constructeur de l'interface selon un plan de numérotation à l'échelle mondiale.

# Adressage IPv4

---

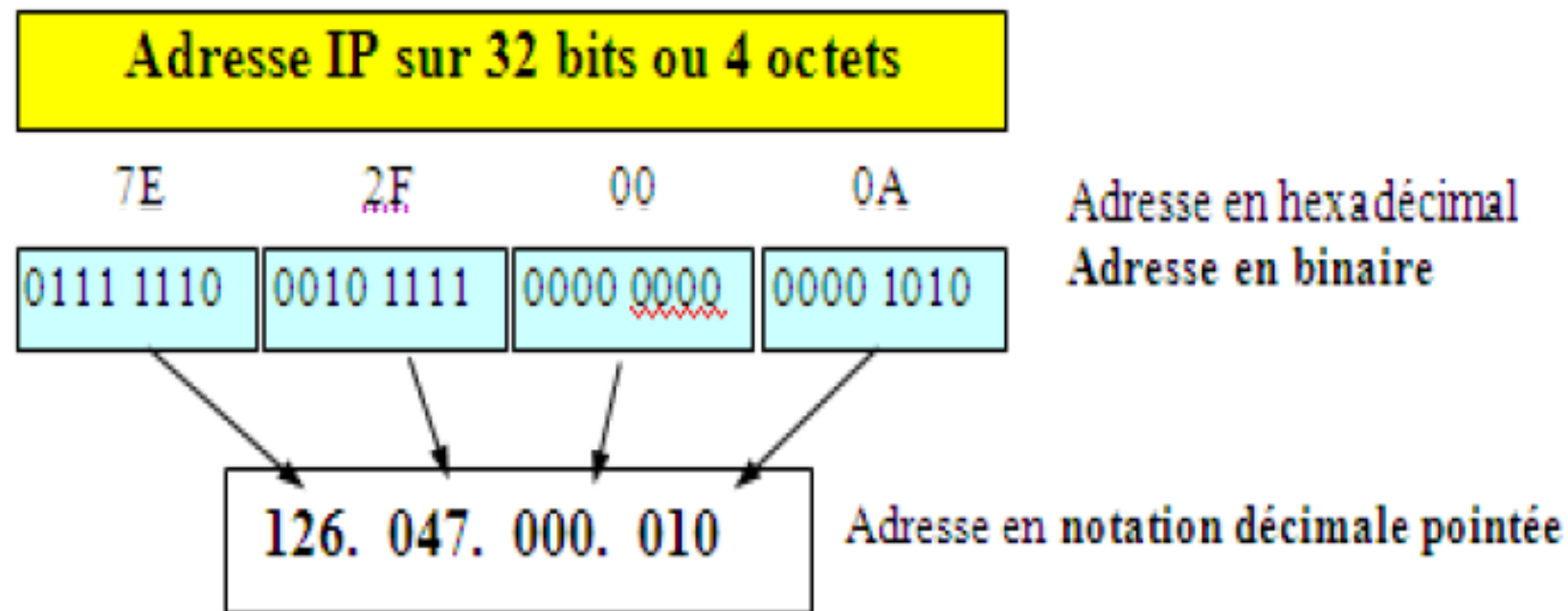
- Les adresses IP au contraire sont des adresses logiques. Elles sont indépendantes du type de réseau utilisé. Dans la version 4 de IP, elles comportent toujours 32 bits, dont une partie identifie le réseau (**NetID**), l'autre le noeud sur ce réseau (**HostID**).
- Types d'adresses :
  - Unicast : Adresse permettant l'adressage d'une seule machine.
  - Multicast : Adresse correspondant à un groupe de machines.
  - Broadcast : Adresse correspondant à toutes les machines d'un réseau.



# Représentation des adresses IP

- La représentation de cette adresse se fait dans une notation «décimale pointée» c'est-à-dire que chaque octet de l'adresse est représenté par un nombre décimal, séparé du suivant par un point.

- Exemple :



# Classes d'adresses

---

■ Il existe **5** classes d'adresses IP:

**1. Classe A**

**2. Classe B**

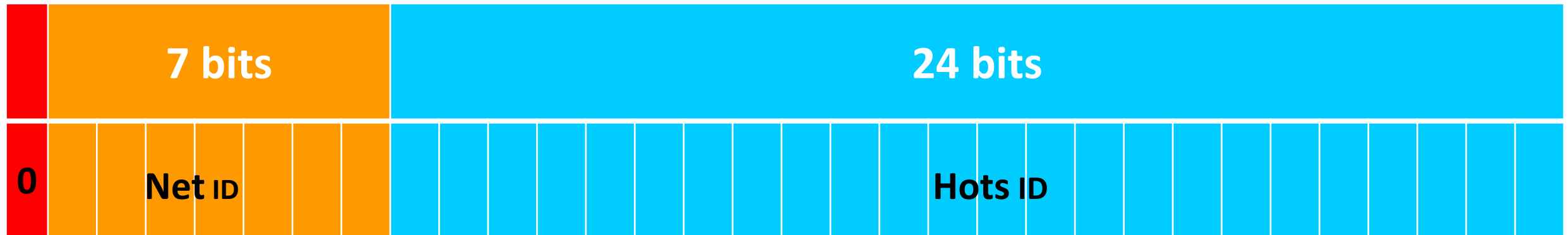
**3. Classe C**

**4. Classe D**

**5. Classe E**

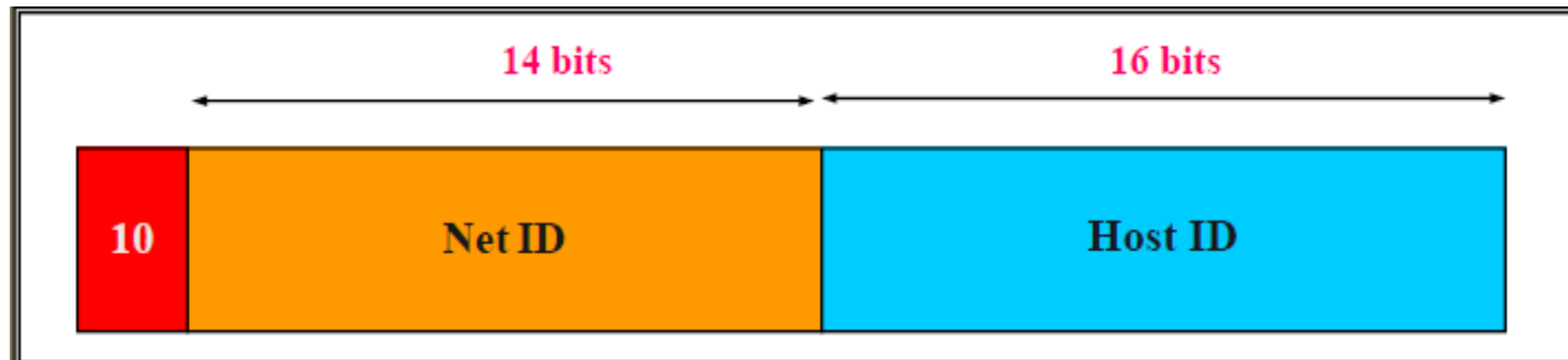
# Classes d'adresses

- Il existe 5 classes d'adresses IP.
- **1) Classe A :** Dans cette classe, l'adresse réseau est définie sur 7 bits et l'adresse hôte sur 24 bits.



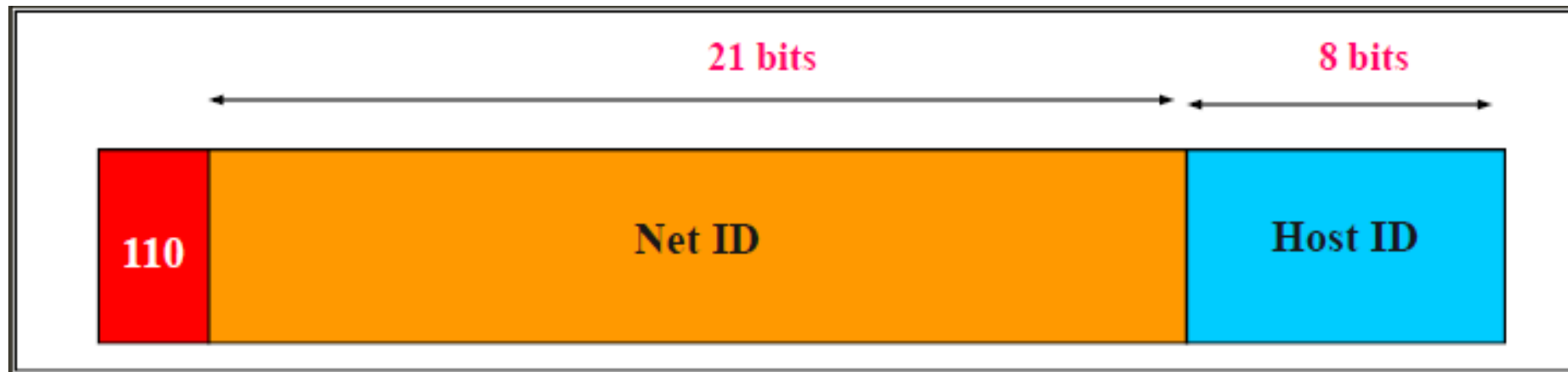
# Classes d'adresses

- **2) Classe B** : Dans cette classe, l'adresse réseau est sur 14 bits et l'adresse hôte sur 16 bits.



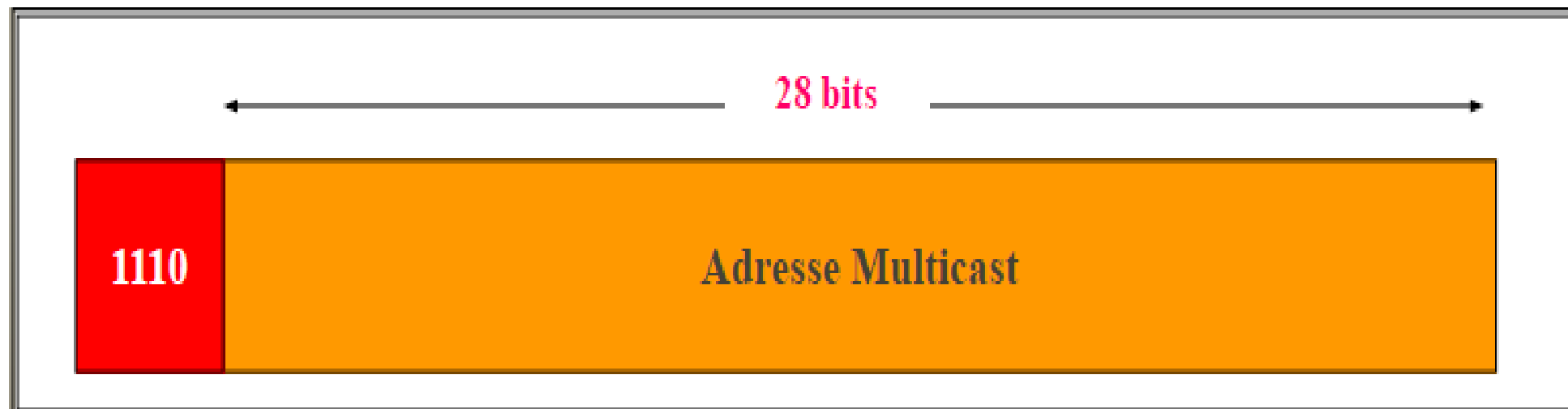
# Classes d'adresses

- **3) Classe C** : Dans cette classe l'adresse du réseau est codifiée sur 21 bits et l'adresse hôte sur 8 bits



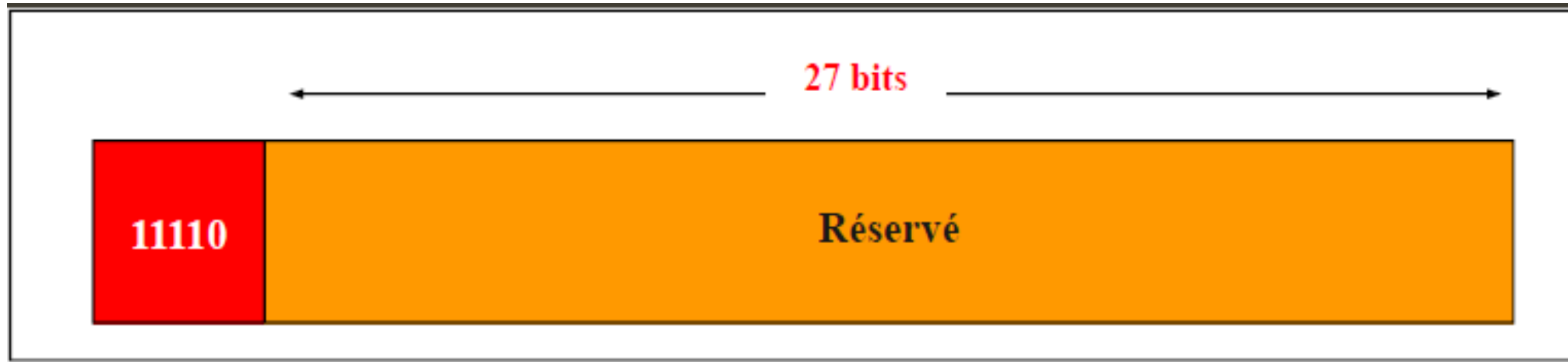
# Classes d'adresses

- **4) Classe D** : Dans cette classe l'adresse du réseau est codifiée sur 28 bits et sert à diffuser des trames vers des groupes de stations.



# Classes d'adresses

- **5) Classe E** : Cette classe est réservée à un usage futur.



# Identification des classes d'adresses

Selon la valeur des bits du premier octet représentant l'adresse réseau IP, il est facile de déterminer la classe utilisée.

Classe	Notation décimale	Premier octet en binaire	Nb de réseaux	NB de nœuds
A	<b>0.0.0.0</b> à <b>127.255.255.255</b>	<b>00000000</b> et <b>01111111</b>	126	16 777 214
B	<b>128.0.0.0</b> à <b>191.255.255.255</b>	<b>10000000</b> et <b>10111111</b>	16 384	65 534
C	<b>192.0.0.0</b> à <b>223.255.255.255</b>	<b>11000000</b> et <b>11011111</b>	2 097 152	254
D	<b>224.0.0.0</b> à <b>239.255.255.255</b>	<b>11100000</b> et <b>11101111</b>	Non applicable	Non applicable
E	<b>240.0.0.0</b> à <b>247.255.255.255</b>	<b>11110000</b> et <b>11110111</b>	Non applicable	Non applicable



# Adresses Privées

- Pour les réseaux non connectés à l'Internet, les administrateurs décident de la classe et de l'adresse **NetID**. Cependant pour des évolutions possibles, il est fortement recommandé de servir des adresses non utilisées sur Internet.
- Ce sont les adresses privées suivantes en classe A, B et C :

Tranches d'adresses IP privées	Nombre de réseaux privés
10.0.0.0 à 10.255.255.255	1 réseau de classe A
172.16.0.0 à 172.31.255.255	16 réseaux de classe B
192.168.0.0 à 192.168.255.255	256 réseaux de classe C

# Adresses spéciales

---

- Les règles concernant les adresses IP prévoient un certain nombre d'adresses spéciales :
  1. Adresses **Réseaux**
  2. Adresses **Broadcast à diffusion dirigée**
  3. Adresses **Broadcast à diffusion limitée**
  4. Adresses **“Loopback”** pour la maintenance
  5. Adresses **réservées**

# Adresses spéciales

---

- Adresses **Réseaux** : Dans ces adresses, la partie réservée à l'identification des hôtes (ou stations) est composée uniquement de 0.

## Par exemple:

- 126.0.0.0 représente l'adresse du réseau et non celle d'un hôte.
- 172.16.0.0 représente l'adresse du réseau, et non celle d'un hôte.
- 192.168.1.0 représente l'adresse du réseau et non celle d'un hôte

# Adresses spéciales

---

- Adresses **Broadcast** à diffusion dirigée :
  - Dans ces adresses, la partie “adresse Station” a tous ses bits à 1.

## Par exemple

- **126.255.255.255** est une adresse à diffusion dirigée pour tous les hôtes du réseau **126.0.0.0**
- **172.16.255.255** est une adresse à diffusion dirigée pour tous les hôtes du réseau **172.16.0.0**
- **192.168.1.255** est une adresse à diffusion dirigée pour tous les hôtes du réseau **192.168.1.0**

# Adresses spéciales

---

## ➤ Adresses Broadcast à **diffusion limitée** :

- Dans ces adresses tous les bits sont à 1 autrement dit (255.255.255.255)
- L'adresse 255.255.255.255 est utilisée comme adresse de diffusion limitée pour envoyer un message à tous les hôtes du réseau local où se trouve l'émetteur (auquel la station émettrice est connectée).
- Permettant de diffuser un message à tous les hôtes du réseau local.

# Adresses spéciales

---

- Adresses “**Loopback**” pour la maintenance:
  - 127.0.0.1
  - Ping sur la station pour vérifier le fonctionnement de la pile IP locale.
- **Adresses réservées** : Ce sont les adresses dont le numéro de réseau n'est composé que de 0 ou de 1. Ce sont des adresses réservées pour des raisons historiques et ne peuvent pas être assignées à des hôtes
  - 0.0.0.0 : Cette adresse est réservée pour désigner le réseau local
  - 127.0.0.0 et 127.255.255.255
  - 128.0.0.0 et 191.255.0.0
  - 192.0.0.0 et 223.255.255.0

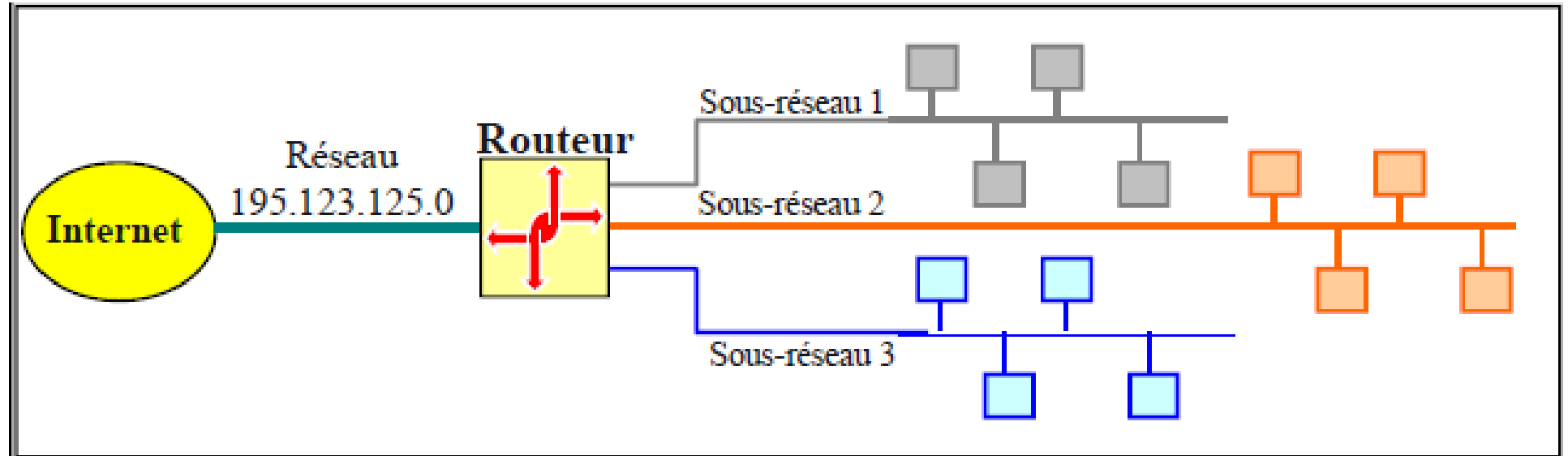
# Notions de sous réseaux

---

- Un réseau peut être divisé en sous-réseaux afin de pouvoir :
  - ✓ Eviter le gaspillage des adresses nœuds d'un réseau;
  - ✓ Utiliser des supports physiques différents;
  - ✓ Réduire le trafic sur le réseau;
  - ✓ Isoler une partie du réseau en cas de défaillance d'un composant du réseau;
  - ✓ Augmenter la sécurité;
- Chaque sous-réseau est relié à un autre par un routeur.

# Notions de sous réseaux

## ■ Exemple :

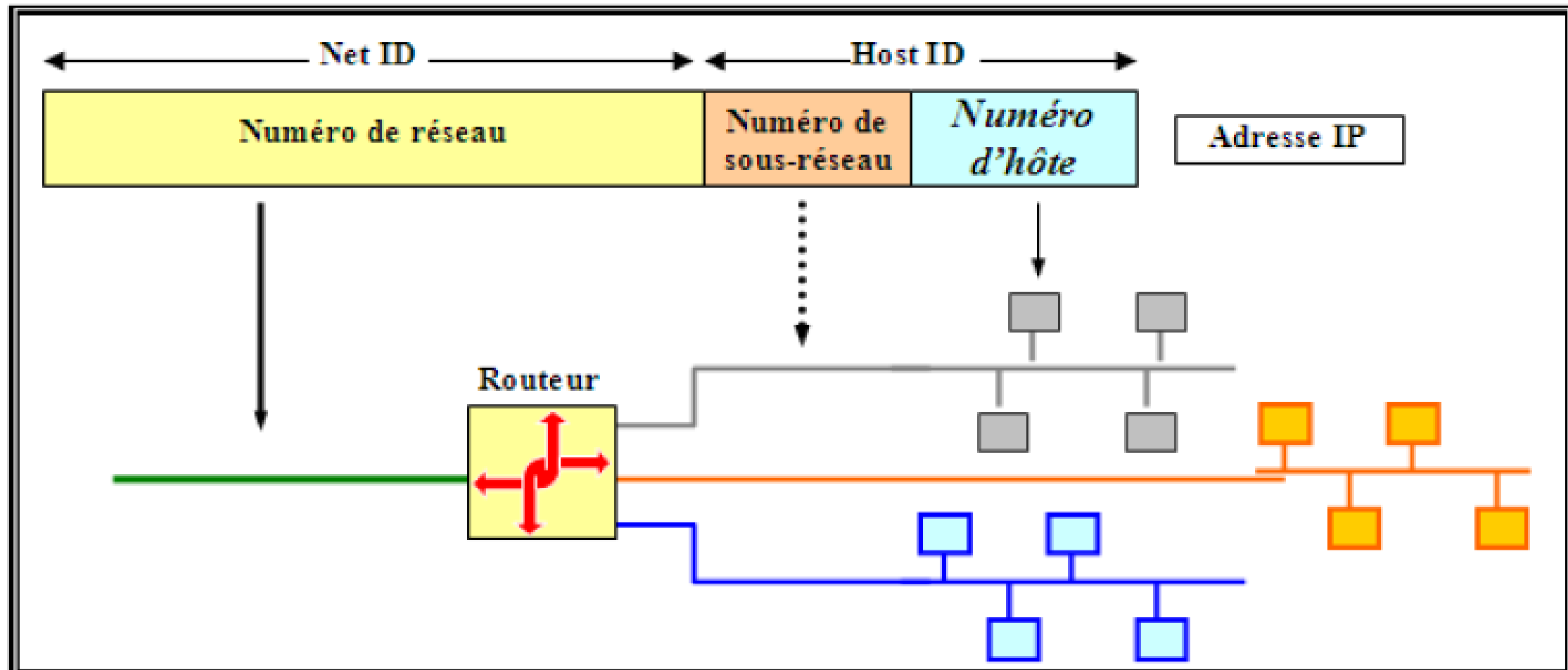


Dans la figure ci-dessus, le routeur est connecté à Internet par un réseau de classe C 195.123.125.0. Il est donc possible d'utiliser 256 (- 2) adresses pour les noeuds. Cependant si tous les noeuds sont sur le même réseau, celui-ci risque d'être chargé. On répartit les nœuds sur 3 réseaux que l'on connecte à un routeur. Chacun de ces réseaux doit avoir une adresse distincte. on effectue une **subdivision du réseau en sous-réseaux (subnetting)** pour créer des adresses spécifiques à chacun d'eux.



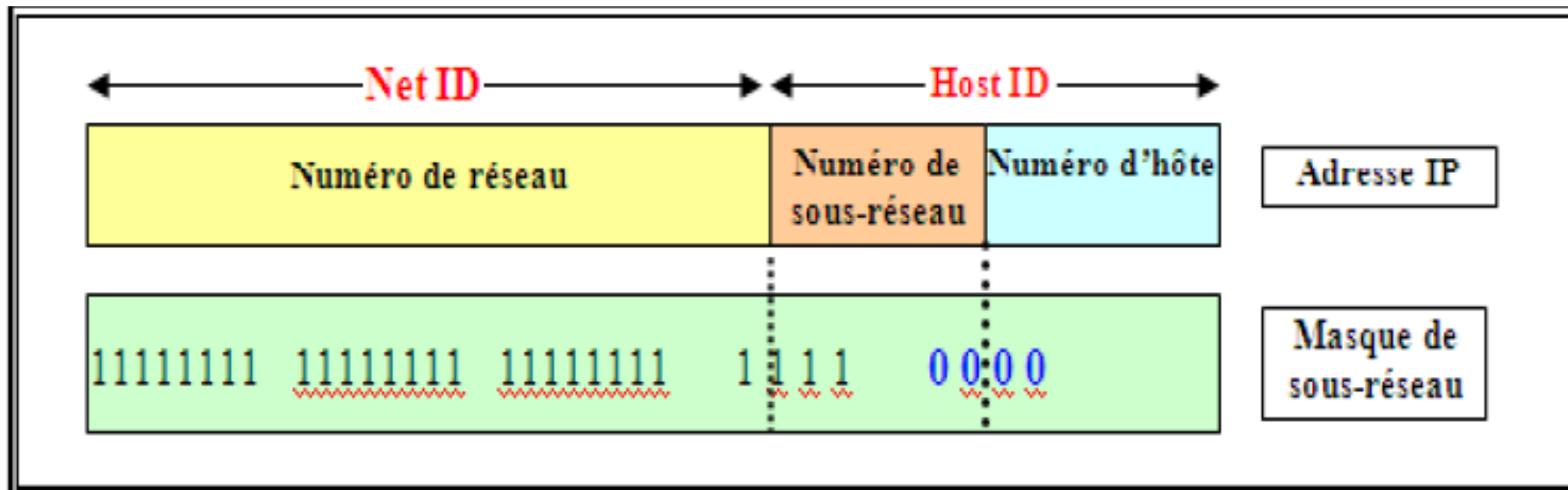
# Masques de sous-réseaux

- L'adressage de sous-réseaux va se faire avec des bits normalement réservés à l'adressage des nœuds.

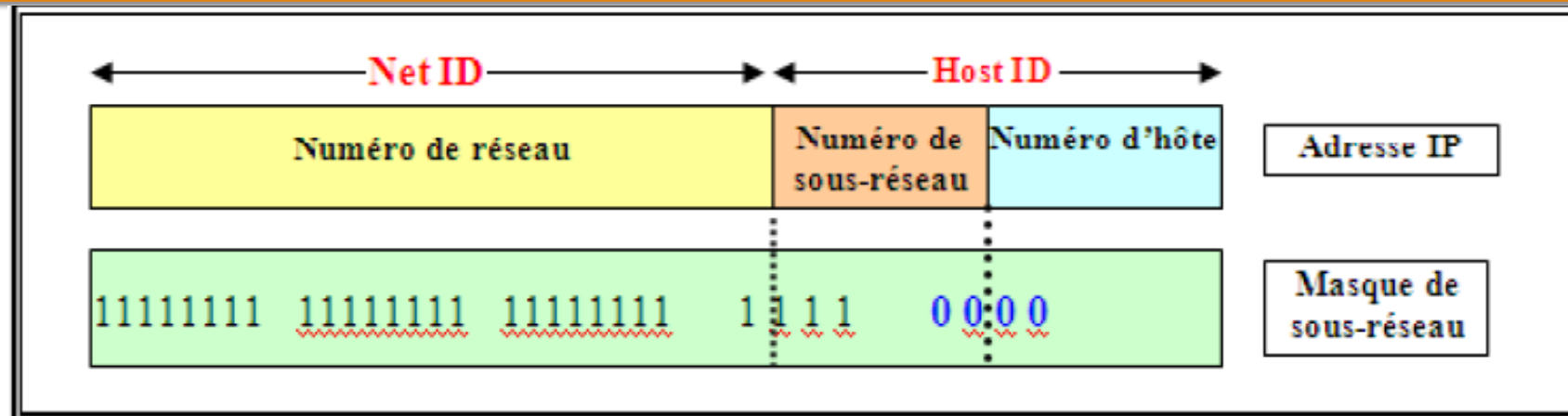


# Masques de sous-réseaux

- Pour indiquer le nombre de bits pris sur la partie HostID comme numéro de sous-réseau, on va utiliser un masque de sous-réseaux. Ce masque indique par des bits à 1 le nombre de bits de l'adresse IP qui correspondent à l'adresse réseau et à l'adresse sous-réseaux. Les bits à 0 du masque indiquent les bits de l'adresse IP qui correspondent à l'HostID.



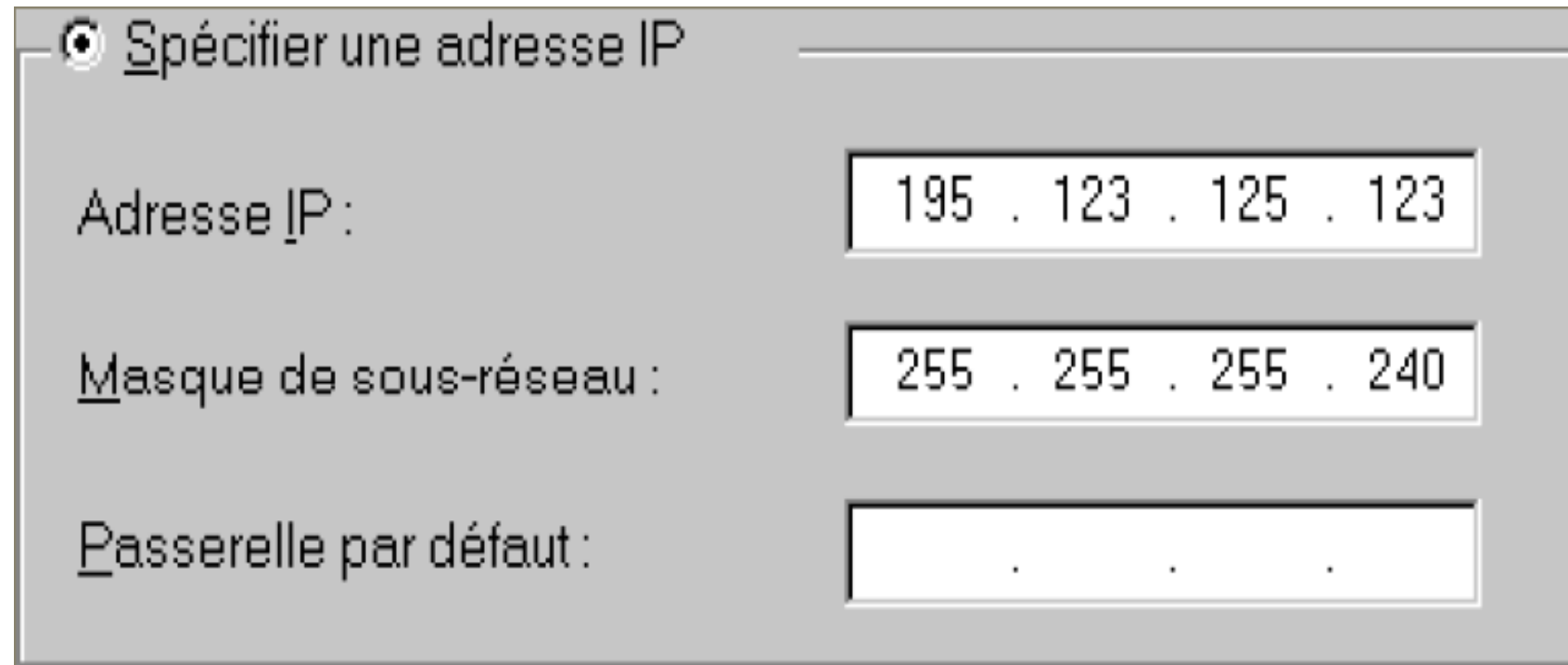
# Masques de sous-réseaux



- Dans l'exemple, l'adresse IP est une adresse de classe **C**. On désire créer **16** sous-réseaux.
- Il est donc nécessaire d'utiliser 4 bits de la partie HostID pour indiquer le numéro de sous-réseau.
- Le masque comporte 28 bits à 1, c'est à dire :
  - 24 bits correspondant à la partie NetID de l'adresse et 4 bits pour indiquer les bits de l'adresse IP qui doivent être interprétés comme étant l'adresse de sous-réseaux.
  - 4 bits à 0, indiquent les bits de l'adresse IP qui doivent être interprétés comme des adresses de noeuds.

# Masques de sous-réseaux

- Les masques de sous réseaux sont à entrer dans chaque ordinateur travaillant en IP. Les valeurs des masques se rentrent la plupart du temps en notation décimale pointée. Pour illustrer l'exemple précédent, voici comment il conviendrait d'indiquer à une station NT, son adresse IP et son masque de sous-réseau.



A screenshot of a network configuration dialog box. At the top, there is a radio button labeled "Spécifier une adresse IP" which is selected. Below this, there are three input fields. The first is labeled "Adresse IP:" and contains the text "195 . 123 . 125 . 123". The second is labeled "Masque de sous-réseau:" and contains the text "255 . 255 . 255 . 240". The third is labeled "Passerelle par défaut:" and contains three dots ".".

# Masques de sous-réseaux

- Exemple : Calcul de l'adresse de sous-réseau et de l'adresse nœud :

Adresse IP	195	123	125	124
Adresse IP binaire	1 1 0 0 0 0 1 1	0 1 1 1 1 0 1 1	0 1 1 1 1 1 0 1	0 1 1 1 1 1 0 0
ET logique				
Masque en	1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 0 0 0 0
Masque en	255	255	255	240
Adresse réseau	1 1 0 0 0 0 1 1	0 1 1 1 1 0 1 1	0 1 1 1 1 1 0 1	0 1 1 1 1 1 0 0
Adresse sous-réseau				1 1 0 0
Adresse				12

# Masques de sous-réseaux

---

- Dans l'exemple précédent, le masque de sous-réseau comporte 28 bits. L'adresse IP 195.123.125.124 est une adresse de classe C.
- Les 24 premiers bits du masque correspondent au NetID.
- Les 4 bits suivants à 1 dans le masque indiquent qu'il faut interpréter les 4 premiers bits du dernier octet comme une adresse de sous-réseau et non comme une adresse HostID.
- Les 4 bits à 0 du masque indiquent qu'il faut interpréter les 4 derniers bits du dernier octet de l'adresse IP comme une adresse noeud.

# Masques de sous-réseaux

## ■ Exemple :

Adresses IP	Masque-->	11111111 . 11111111 . 1111 0000 . 00000000	ID ss-réseau	ID nœud
	129.047.192.254	10000001 . 00101111 . 1100 0000 . 11111110		
	129.047.193.001	10000001 . 00101111 . 1100 0001 . 00000001		
	129.047.192.001	10000001 . 00101111 . 1100 0000 . 00000001		
	129.047.128.001	10000001 . 00101111 . 1000 0000 . 00000001		
	129.047.129.001	10000001 . 00101111 . 1000 0001 . 00000001		
	129.047.128.254	10000001 . 00101111 . 1000 0000 . 11111110		

Quelle est la valeur du masque en décimal ?

Quel est pour toutes les adresses IP le numéro de réseau ?

Complétez le tableau en rentrant les adresses de sous-réseaux et les adresses nœud pour chaque adresse IP.

# Masques de sous-réseaux

- **Exemple :**
- Un masque de sous-réseau est 255.255.255.240
- Quelle est la classe des adresses IP qui sont utilisées dans le tableau ci-dessous ?
- En face des adresses IP suivantes, indiquez l'ID sous-réseau puis l'ID nœud.

Adresse IP	ID sous-réseau	ID nœud
195.252.13.33		
195.252.13.66		
195.252.13.47		



# Variable-Length Subnet Mask (VLSM)

- La segmentation en sous-réseaux par la méthode des masques de sous-réseaux fonctionne par *emprunt* de bits de la partie hôte.
- De part la nature binaire des adresses IP, chaque bit emprunté provoque une division par deux. On obtient ainsi
  - 2 sous-réseaux en empruntant 1 bit ;
  - $2^2$  soit 4 sous-réseaux en empruntant 2 bits ;
  - $2^3$  soit 8 sous-réseaux en empruntant 4 bits ;
  - Et ainsi de suite.
- Si les sous-réseaux doivent adresser un nombre très différent d'hôtes, il y aura soit un problème de gâchis d'adresses non utilisées, soit un problème pour adresser les hôtes trop nombreux dans un même sous-réseau.
- VLSM offre une solution de sous-réseaux à *taille variable*

# Variable-Length Subnet Mask (VLSM)

- VLSM génère des sous-réseaux variables en fonction du nombre d'hôtes à héberger.
- Chaque sous-réseau doit avoir une adresse qui serait possible avec un masque de sous-réseau traditionnel, en respectant le découpage binaire.
- Prenons le cas d'un réseau à segmenter en fonction des services d'une société de communication :
  - Direction : 9 machines, soit 4 bits nécessaires pour identifier chaque hôte. Le CIDR du sous-réseau est donc de /28 ;
  - Comptabilité : 5 machines, soit 3 bits nécessaires. Le CIDR du sous-réseau est donc de /29 ;
  - Commerciaux : 35 machines, soit 6 bits nécessaires. Le CIDR du sous-réseau est donc de /26 ;
  - Support : 10 machines, soit 4 bits nécessaires. Le CIDR du sous-réseau est donc de /28.

# Variable-Length Subnet Mask (VLSM)

- Le sous-réseau le plus grand ayant un CIDR de /26, on peut partir d'un réseau de base 192.168.1.0/25.
  - Le réseau « Commerciaux » peut se voir affecter le sous-réseau 192.168.1.64/26, qui est un des 2 sous-réseaux valides.
  - Le reste de l'adressage peut être réparti entre les autres sous-réseaux, par exemple
    - 192.168.1.32/28 pour la Direction ;
    - 192.168.1.48/28 pour le support ;
    - 192.168.1.0/29 pour la Comptabilité ;

# Conclusion : conception d'un plan d'adressage

---

- Pour concevoir un plan d'adressage il faut réaliser les étapes suivantes :
  - ✓ Regrouper les entités qui peuvent l'être afin d'économiser les adresses IP;
  - ✓ Découper les réseaux en sous réseaux;
  - ✓ Prévoir les plages d'adresses et les méthodes de leur obtention;
- Si notre site est à proximité d'un autre réseau, on pourra agir de deux manières :
  - ✓ Intégration et autonomie : se concerter avec les administrateurs de ce réseau, partager une ou plusieurs plages d'adresses et partager les informations et l'expérience.
  - ✓ Indépendance : pour des raisons particulières (sécurité).
- Enfin, il faut étudier la possibilité de connexion de notre site avec un réseau étendu (matériel, adresses publics...)