

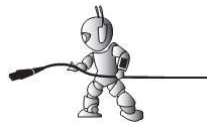
# RT 12

## Routage IP



### Chapitre 0

### Rappels sur le Protocole IP



Dr. H. Zerrouki  
<zerrouki.hadj@gmail.com>

UDL-SBA, Faculté de Génie Electrique

DÉPARTEMENT  
Télécommunications



## Plan de cours



Définitions

L'adressage IP (IPv4)

Construction de sous-réseaux (Subnetting)

Découpage en sous-réseaux avec classe

- ❖ Selon le nombre d'hôtes (Machines)
- ❖ Selon le nombre de sous-réseaux

Découpage en sous-réseaux sans classe

- ❖ La notion CIDR
- ❖ La technique VLSM (Masque variable)

## DEFINITIONS

### Le protocole IP

- ❑ Le **protocole IP** (Internet Protocol), assure le service attendu de la couche réseau du modèle TCP/IP.
- ❑ Son rôle est de gérer l'acheminement des paquets entre les nœuds (machines)
- ❑ Le protocole IP offre un fonctionnement **non fiable** et **sans connexion**

#### a) Non fiable

- Absence de garantie que les datagrammes arrivent à destination ; les datagrammes peuvent être perdus, retardés, altérés ou dupliqués sans que ni la source ou la destination ne le sachent.

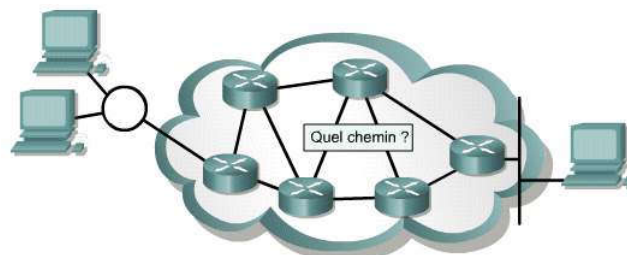
#### b) Sans connexion

- Mode non-connecté : chaque datagramme est traité et donc acheminé de manière totalement indépendante des autres (sans accusé de réception).

## DEFINITIONS

### Le protocole IP

- ❑ Le rôle de protocole IP étant de déterminer le chemin entre les nœuds source et destination, soit donc déterminer les nœuds intermédiaires, il faut disposer d'un mécanisme permettant d'identifier de manière unique chaque nœud sur le réseau.
- ❑ Les nœuds intermédiaires sont appelés **routeurs**, et pour assurer cette communication, ce protocole se base sur ce que l'on appelle **l'adresse IP** que chaque nœud possède.

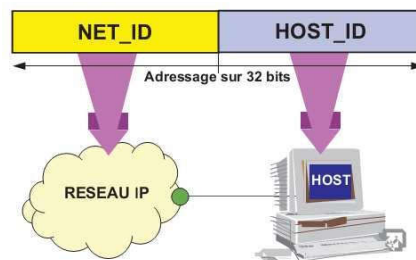


## L'ADRESSAGE IP (IPv4)

### L'adresse IPv4

- ❑ L'adresse IP d'un nœud est l'identifiant logiciel unique de ce nœud sur le réseau.
- ❑ Cette adresse, modifiable à volonté par simple configuration logicielle.
- ❑ Codée sur **32 bits** regroupés en **4 octets**, généralement notée **xxx.yyy.zzz.ttt** (dite notation décimale pointée) avec **xxx, yyy, zzz et ttt** compris entre **0 et 255**
- ❑ Divisée en **deux groupes** de bits de taille variable se partageant les **32 bits**.
  - Identifiant de réseau (Network ID, **Net ID**) ;
  - Identifiant de l'hôte (le nœud) dans le réseau (**Host ID**).

Exp. : **10001010 00110000 00011010 00000001** → **138.48.26.1**



## L'ADRESSAGE IP (IPv4)

### Masque de réseau

- ❑ Comme la séparation réseau / hôte est variable d'un réseau à l'autre, il faut préciser sa position dans les 32 bits, en associant à l'adresse IP le **masque de réseau** (Netmask), codé lui aussi sur 32 bits (séparés en 4 octets) de la manière suivante :
  - bit de l'adresse IP définissant le réseau → bit correspondant du masque à **1** ;
  - bit de l'adresse IP définissant l'hôte → bit correspondant du masque à **0**.
- ❑ L'**identifiant de réseau** s'obtient alors en réalisant un masquage bit-à-bit (ET logique.) de l'adresse IP avec le masque de réseau,
- ❑ L'**identifiant d'hôte** s'obtient en réalisant un masquage de l'adresse IP avec le complément à 1 du masque de réseau.
  - Le masque par défaut des adresses de Classe A est **255.0.0.0**
  - Le masque par défaut des adresses de Classe B est **255.255.0.0**
  - Le masque par défaut des adresses de Classe C est **255.255.255.0**

## L'ADRESSAGE IP (IPv4)

### Masque de réseau

#### Exemple :

Soit l'adresse IP **192.168.1.72**, associée au masque de réseau **255.255.255.0**.

	192	.	168	.	1	.	72	
Adresse IP	1100 0000	.	1010 1000	.	0000 0001	.	0100 1000	192.168.1.72
Masque	1111 1111	.	1111 1111	.	1111 1111	.	0000 0000	255.255.255.0
Identifiant réseau	1100 0000	.	1010 1000	.	0000 0001	.	0000 0000	192.168.1.0
Identifiant hôte	0000 0000	.	0000 0000	.	0000 0000	.	0100 1000	0.0.0.72

Même adresse IP, associée au masque de sous-réseau **255.255.255.224**.

Adresse IP	1100 0000	.	1010 1000	.	0000 0001	.	0100 1000	192.168.1.72
Masque	1111 1111	.	1111 1111	.	1111 1111	.	1110 0000	255.255.255.224
Identifiant réseau	1100 0000	.	1010 1000	.	0000 0001	.	0100 0000	192.168.1.64
Identifiant hôte	0000 0000	.	0000 0000	.	0000 0001	.	0000 1000	0.0.0.8

## L'ADRESSAGE IP (IPv4)

### Conventions d'adressage IPv4

#### a) Classes d'adresses :

□ Parmi les  $2^{32}$  adresses disponibles avec IPv4, **5 plages** d'adresses sont définies, distinguées par rapport aux **4 premiers bits** de l'identifiant réseau :

□ Les classes d'adresse **A**, **B** et **C** sont des adresses **unicast**, permettant d'établir une communication point-à-point entre les nœuds source et destination.

- **Classe A** : **Un** octet réseau, **trois** octets d'hôtes.
- **Classe B** : **Deux** octets réseau, **deux** octets d'hôtes.
- **Classe C** : **Trois** octets réseau, **un** octet d'hôte.

□ La **classe D** est une classe d'adresses **multicast**, permettant d'établir une communication multi-points entre les nœuds proposant la même adresse IP multicast.

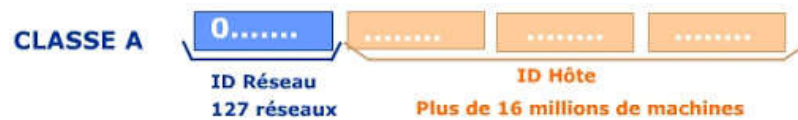
□ La **classe E** est une classe **expérimentale**, ou "Class E addresses are reserved for future use"

## L'ADRESSAGE IP (IPv4)

### Conventions d'adressage IPv4

#### La Classe A :

- ☐ Le bit de poids fort du premier octet est à **zéro** (**le premier bit est 0**). Le premier octet peut prendre la valeur comprise entre **0** et **127**.
- ☐ Le premier octet est affecté au réseau et les trois octets suivants aux utilisateurs du réseau :
- ☐ Les réseaux disponibles en classe A sont donc les réseaux allant de **1.X.X.X** à **127.X.X.X**.



## L'ADRESSAGE IP (IPv4)

### Conventions d'adressage IPv4

#### La Classe B :

- ☐ Le bit de poids fort du premier octet est à **un** et le bit suivant à **zéro** (**les deux premiers bits sont 10**). Le premier octet peut prendre la valeur comprise entre **128** et **191**.
- ☐ Les deux premiers octets sont affectés au réseau et les deux octets suivants aux utilisateurs du réseau.
- ☐ Les réseaux disponibles en classe B sont donc les réseaux allant de **128.0.X.X** à **191.255.X.X**.



## L'ADRESSAGE IP (IPv4)

### Conventions d'adressage IPv4

#### La Classe C :

- ☐ Les deux bits de poids fort du premier octet est à **un** et le bit suivant à **zéro** (**les trois premiers bits sont 110**). Le premier octet peut prendre la valeur comprise entre **192** et **223**.
- ☐ Les trois premiers octets sont affectés au réseau et l'octet suivant aux utilisateurs du réseau.
- ☐ Les réseaux disponibles en classe C sont donc les réseaux allant de **192.0.0.X** à **223.255.255.X**.



## L'ADRESSAGE IP (IPv4)

### Conventions d'adressage IPv4

#### La Classe D :

- ☐ Les trois bits de poids fort du premier octet est à **un** et le bit suivant à **zéro** (**les quatre premiers bits sont 1110**). Le premier octet peut prendre la valeur comprise entre **224** et **239**.
- ☐ Les adresses disponibles en classe D sont allant de **224.0.0.0** à **239.255.255.255**.



## L'ADRESSAGE IP (IPv4)

### Conventions d'adressage IPv4

#### La Classe E :

- ☐ Les quatre bits de poids fort du premier octet est à un (les quatre premiers bits sont 1111). Le premier octet peut prendre la valeur comprise entre 240 et 255.
- ☐ Les adresses disponibles en classe E sont allant de 240.0.0.0 à 255.255.255.255.



## L'ADRESSAGE IP (IPv4)

### Méthode par calcul binaire

#### Obtenir l'adresse du réseau :

- ☐ Pour l'adresse IP 140.159.125.25, adresse de classe B à laquelle on applique un masque par défaut de 255.255.0.0 :

10001100.	10011111.	01111101.	00011001	140.159.125.25
11111111.	11111111.	00000000.	00000000	255.255. 0 . 0
<hr/>				
10001100.	10011111.	00000000.	00000000	140.159. 0 . 0

#### Obtenir l'adresse de Broadcast (Diffusion):

- ☐ On remplace les bits de valeur 0 de la partie hôte du résultat obtenu pour l'adresse de réseau par des bits de valeur 1, soit les deux derniers octets maximisés.

10001100.	10011111.	00000000.	00000000	140.159. 0 . 0
par				
10001100.	10011111.	11111111.	11111111	140.159.255.255

## L'ADRESSAGE IP (IPv4)

### Méthode par calcul binaire

Obtenir la plage d'adresses de ce réseau :

☐ La plage d'adresse du réseau sera comprise entre la première adresse utilisable et la dernière utilisable,

☐ Autrement dit, celle qui suit l'adresse du réseau (@ Réseau + 1) et celle qui précède l'adresse de Broadcast (@ Broadcast - 1) :

De : 10001100. 10011111. 00000000. 00000001 140.159. 0 . 1

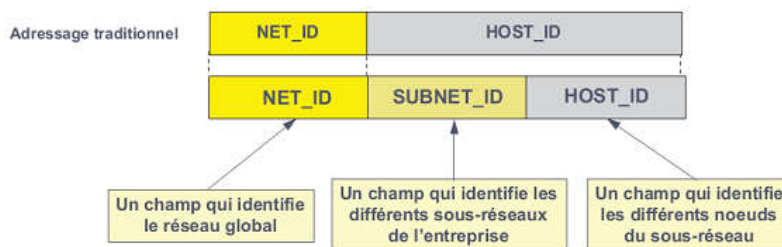
à : 10001100. 10011111. 11111111. 11111110 140.159.255.254

## CONSTRUCTION DE SOUS-RÉSEAUX (SUBNETTING)

### Subnetting

☐ Consiste à segmenter un même réseau en plusieurs sous-réseaux de taille non nécessairement identiques en utilisant des masques de sous-réseaux (SubNet mask) différents.

☐ Le découpage en segments distincts est local, c'est-à-dire que l'identifiant du sous-réseau est obtenu en utilisant des bits de l'identifiant d'hôte de départ ; le découpage en sous-réseau est donc invisible de l'extérieur du réseau considéré :





## DÉCOUPAGE EN SOUS-RÉSEAUX AVEC CLASSE

### a) Découpage selon le nombre de sous-réseaux

❑ On peut découper l'adresse de réseau IP en **N** sous-réseaux de tailles égales en réservant **n** bits parmi les bits de la partie hôtes initiale.

❑ La première étape consistera à déterminer le nombre de bits que nous devons emprunter pour la partie hôte de manière à satisfaire à l'exigence :

$$2^n \geq N$$

❑ On augmente la partie réseau de **n bits** et on diminue la partie hôte à **m bits** ou **m** est le nombre de bits de la partie hôtes (machines) initiale – **n bits**.

❑ On prend un exemple de la **classe C** : **192.168.1.0** dont le masque réseau est par définition **255.255.255.0**.

❑ L'adresse **192.168.1.0**, soit en binaire : **11000000 10101000 00000001 00000000**

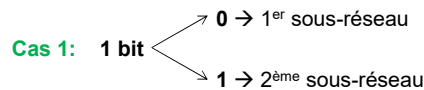
## DÉCOUPAGE EN SOUS-RÉSEAUX AVEC CLASSE

### a) Découpage selon le nombre de sous-réseaux

**Calcul de nombre de sous-réseaux :**

❑ Si on utilise **n bits** de la partie la plus significatif d'hôtes  $\Rightarrow 2^n = N$  sous-réseaux.

❑ Si on utilise **1 bit** de la partie la plus significatif d'hôtes  $\Rightarrow 2^1 = 2$  sous-réseaux.



❑ Si on utilise **2 bits** de la partie la plus significatif d'hôtes  $\Rightarrow 2^2 = 4$  sous-réseaux.

**Cas 2: 2 bits**

Valeur	Ordre du sous-réseau
00	1 <sup>er</sup> S/R
01	2 <sup>ème</sup> S/R
10	3 <sup>ème</sup> S/R
11	4 <sup>ème</sup> S/R

## DÉCOUPAGE EN SOUS-RÉSEAUX AVEC CLASSE

### Calcul du masque de sous-réseaux :

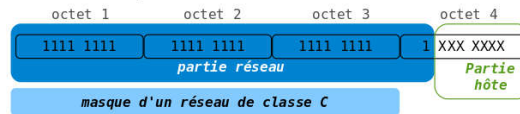
- ❑ Le masque de chaque sous-réseau est obtenu en rajoutant **1 bits** à **1** au masque initial.
- ❑ Le masque de réseau par défaut est **255.255.255.0**, soit en binaire :

11111111 11111111 11111111 00000000.

- ❑ **Cas 1:** Pour 2 sous-réseaux ( $2^1 = 2$ ), en ajoutant **1 bits** on obtient :

11111111 11111111 11111111 10000000 ➔ **255.255.255.128**

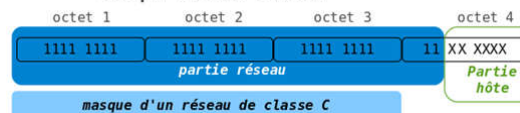
Masque réseau étendu



- ❑ **Cas 2:** Pour 4 sous-réseaux ( $2^2 = 4$ ), en ajoutant **2 bits** on obtient :

11111111 11111111 11111111 11000000 ➔ **255.255.255.192**

Masque réseau étendu



## DÉCOUPAGE EN SOUS-RÉSEAUX AVEC CLASSE

### Calcul de l'adresse de chaque sous-réseaux :

- ❑ L'adresse du sous-réseau est la première adresse d'une plage d'adresse.

- ❑ Pour la trouver, rien de plus simple, c'est l'adresse la plus basse, donc c'est l'adresse qui ne contient que des 0 dans la partie hôtes :

- ❖ **Cas 1:** Pour **1 bit**, les 2 adresses de sous-réseaux utilisables sont :

- 192.168.1.0xxx xxxx ➔ 192.168.1.0.
- 192.168.1.1xxx xxxx ➔ 192.168.1.128.

- ❖ **Cas 2:** Pour **2 bit**, les 4 adresses de sous-réseaux utilisables sont :

- 192.168.1.00xx xxxx ➔ 192.168.1.0.
- 192.168.1.01xx xxxx ➔ 192.168.1.64.
- 192.168.1.10xx xxxx ➔ 192.168.1.128.
- 192.168.1.11xx xxxx ➔ 192.168.1.192.

## DÉCOUPAGE EN SOUS-RÉSEAUX AVEC CLASSE

### Calcul de la plage d'adresses utilisables de sous-réseaux :

☐ La plage d'adresse du sous-réseau sera comprise entre la première adresse utilisable et la dernière utilisable.

☐ Le nombre d'hôtes pour chaque sous-réseau est calculé de la manière suivante :

$$\text{Nbr. de hôtes} = 2^m - 2$$

- **m** est le nombre de bits de la nouvelle partie d'hôtes :
- (-2) pour écarter l'adresse de sous-réseau (tout les bits de la partie hôtes à 0) et l'adresse de diffusion de sous-réseau (tout les bits de la partie hôtes à 1).

**Cas 1:** Le nbr. de machines dans ce sous-réseau est :  $2^7 - 2 = 126$  machines. ( $7 = 8 - 1$ )

**SR-1 :** de 192.168.1.00000001 => 192.168.1.1 à 192.168.1.01111110 => 192.168.1.126

**SR-2 :** de 192.168.1.10000001 => 192.168.1.129 à 192.168.1.11111110 => 192.168.1.254

**Cas 2:** Le nbr. de machines dans ce sous-réseau est :  $2^6 - 2 = 62$  machines. ( $6 = 8 - 2$ )

**SR-1 :** de 192.168.1.00000001 => 192.168.1.1 à 192.168.1.00111110 => 192.168.1.62

**SR-2 :** de 192.168.1.01000001 => 192.168.1.65 à 192.168.1.01111110 => 192.168.1.126

**SR-3 :** de 192.168.1.10000001 => 192.168.1.129 à 192.168.1.00111110 => 192.168.1.190

**SR-4 :** de 192.168.1.11000001 => 192.168.1.193 à 192.168.1.11111110 => 192.168.1.254

## DÉCOUPAGE EN SOUS-RÉSEAUX AVEC CLASSE

### Calcul de l'adresse de diffusion (Broadcast) :

☐ Pour obtenir l'adresse de diffusion dans chaque sous-réseau; on met à 1 tous les bits de la partie d'hôtes.

**Cas 1:** Les adresses de diffusion sont :

**SR-1 :** diffusion : 192.168.1.01111111, soit 192.168.1.127.

**SR-2 :** diffusion : 192.168.1.11111111, soit 192.168.1.255.

**Cas 2:** Les adresses de diffusion sont :

**SR-1 :** diffusion : 192.168.1.00111111, soit 192.168.1.63.

**SR-2 :** diffusion : 192.168.1.01111111, soit 192.168.1.127.

**SR-3 :** diffusion : 192.168.1.10111111, soit 192.168.1.191.

**SR-4 :** diffusion : 192.168.1.11111111, soit 192.168.1.255.

## DÉCOUPAGE EN SOUS-RÉSEAUX AVEC CLASSE

### b) Découpage selon le nombre d'hôtes (machines)

Il faudra prévoir un certain nombre d'adresses supplémentaires pour accueillir de nouvelles machines. Il va donc falloir résoudre la petite équation :

$$M + 2 \leq 2^n$$

$n$  représente le nombre de bits dans la partie hôtes (en partant de la fin)

$M$  représente le nombre de machines.

(+2) pour ajouter l'adresse de sous-réseau (tout les bits de la partie hôtes à 0) et l'adresse de diffusion de sous-réseau (tout les bits de la partie hôtes à 1).

En utilisant les mêmes méthodes de calcul précédemment, vous pouvez trouver facilement le masque et quelles sont les différentes adresses de sous-réseau et de diffusion et la plage d'adresses utilisables pour chacun de ces réseaux.

## DÉCOUPAGE EN SOUS-RÉSEAUX AVEC CLASSE

### b) Découpage selon le nombre d'hôtes (machines)

On reprend le même exemple de la classe C : 192.168.1.0 dont le masque réseau est par définition 255.255.255.0.

Le nombre de bits  $n$  requis pour que chaque sous-réseau ait 60 adresses d'hôte.

$$M + 2 \leq 2^n \implies 60 + 2 \leq 2^n$$

Donc 6 bits au moins doivent être disponibles pour l'adressage hôte.

Le reste ( 8 - 6 = 2 ) bits peuvent être empruntés pour créer des adresses de S.R

Dans ce cas, nous pouvons créer  $2^2 = 4$  sous-réseaux.

	Masque	@ sous-réseau	Plage d'adresses utilisables	Diffusion
SR-1	255.255.255.192	192.168.1.0	192.168.1.1 – 192.168.1.62	192.168.1.63
SR-2	255.255.255.192	192.168.1.64	192.168.1.65 – 192.168.1.126	192.168.1.127
SR-3	255.255.255.192	192.168.1.128	192.168.1.129 – 192.168.1.190	192.168.1.191
SR-4	255.255.255.192	192.168.1.192	192.168.1.193 – 192.168.1.254	192.168.1.255

## DÉCOUPAGE EN SOUS-RÉSEAUX SANS CLASSE

### a) La notion CIDR

❑ La notation **CIDR** (*Classless Inter-Domain Routing*) permet de spécifier dans l'adresse IP elle-même le nombre de bits significatifs constituant la partie réseau de l'adresse, elle représente le nombre de bits pris par la partie réseau du masque.

❑ Au lieu de représenter le masque d'une adresse en notation décimale pointée, le CIDR propose de noter une adresse suivie de **"/nombre de bits à 1"**.

❑ Exemple, **255.255.255.192** noté **/26**. Le **/26** vous indique que les 26 premiers bits de l'adresse IP. Les **6 bits** restants sont utilisés pour calculer la partie hôte.

❑ Les masques par défaut :

- Classe A : **255.0.0.0 : /8**
- Classe B : **255.255.0.0 : /16**
- Classe C : **255.255.255.0 : /24**

## DÉCOUPAGE EN SOUS-RÉSEAUX SANS CLASSE

### b) La technique VLSM

❑ La technique **VLSM** (*Variable-Length Subnet Masks*) est une simple extension du découpage en sous-réseaux de base, où une même adresse de classe A, B ou C est découpée en sous-réseaux à l'aide de masques de longueurs différentes.

❑ La technique VLSM permet à une entreprise d'utiliser plusieurs sous masques dans le même espace d'adressage réseau. La mise en œuvre de VLSM est souvent appelée « subdivision d'un sous-réseau en sous-réseaux » et peut être utilisée pour améliorer l'efficacité de l'adressage.

❑ Construction des sous-réseaux dans le réseau principal (généralement ordonnés par ordre croissant ou décroissant de taille),

- Détermination du masque nécessaire pour chacun des sous-réseaux.
- Calcul les adresses de sous-réseaux
- Calcul les adresses de diffusion de chaque sous-réseaux.

## DÉCOUPAGE EN SOUS-RÉSEAUX SANS CLASSE

### b) La technique VLSM

□ **Exemple** : Soit le réseau **192.168.1.0 / 24** pour lequel on doit construire

**3 sous-réseaux** :

- segment administratif ( **Ad** ) : **60** ordinateurs ;
- segment atelier ( **At** ) : **100** machines-outils ;
- segment services internet ( **SI** ) : **20** serveurs.

□ **Solution** :

Analyse :

- sous-réseau ( **Ad** ) de **60** ordinateurs → (60+2 = **62**) adresses nécessaires → sous-réseau de **64** adresses (**2<sup>6</sup>**);
- sous-réseau ( **At** ) de **100** machines → (100+2 = **102**) adresses nécessaires → sous-réseau de **128** adresses (**2<sup>7</sup>**);
- sous-réseau ( **SI** ) de **20** serveurs → (20+2 = **22**) adresses nécessaires → un sous-réseau de **32** adresses (**2<sup>5</sup>**);

## DÉCOUPAGE EN SOUS-RÉSEAUX SANS CLASSE

### 1) Les adresses et les masques associés aux sous-réseaux :

Masque du réseau **192.168.1.0 / 24** est : **255.255.255.0**

On applique toujours :  $M + 2 \leq 2^n$

Construction des sous-réseaux (par ordre décroissant de taille) :

S-R (At) : **100** hôtes ==> **102** adresses  $\leq$  (**2<sup>7</sup>**); **7** bits pour les hôtes, **1** bit pour S.R.

Masque du S.R **At** : **255.255.255.10000000** ==> **255.255.255.128 /25**

L'adresse du S.R **At** : **192.168.1.00000000** ==> **192.168.1.0**

00

01

10

11

S-R (Ad) : **60** hôtes ==> **62** adresses  $\leq$  (**2<sup>6</sup>**); **6** bits pour les hôtes, **2** bits pour S.R.

Masque du S.R **Ad** : **255.255.255.11000000** ==> **255.255.255.192 /26**

L'adresse du S.R **Ad** : **192.168.1.10000000** ==> **192.168.1.128**

000

001

010

011

S-R (SI) : **20** hôtes ==> **22** adresses  $\leq$  (**2<sup>5</sup>**); **5** bits pour les hôtes, **3** bits pour S.R.

Masque du S.R **SI** : **255.255.255.11100000** ==> **255.255.255.224 /27**

L'adresse du S.R **SI** : **192.168.1.11000000** ==> **192.168.1.192**

100

101

110

111

## DÉCOUPAGE EN SOUS-RÉSEAUX SANS CLASSE

## 2) Les plages d'adresses possibles et les adresses de diffusion :

<u>S-R (At) :</u>	de	<b>192.168.1.1</b>	à	192.168.1. <b>126</b>	<u>Diffusion :</u>	<b>192.168.1.127</b>
		<b>00000001</b>		<b>01111110</b>		<b>01111111</b>
<u>S-R (Ad) :</u>	de	<b>192.168.1.129</b>	à	192.168.1. <b>190</b>	<u>Diffusion :</u>	<b>192.168.1.191</b>
		<b>10000001</b>		<b>10111110</b>		<b>10111111</b>
<u>S-R (Sl) :</u>	de	<b>192.168.1.193</b>	à	192.168.1. <b>222</b>	<u>Diffusion :</u>	<b>192.168.1.223</b>
		<b>11000001</b>		<b>11011110</b>		<b>11011111</b>

**256** adresses

**128** adresses

64 adresses

32 adrss

## DÉCOUPAGE EN SOUS-RÉSEAUX SANS CLASSE

Construction des sous-réseaux (par ordre croissant de taille) :

### 1) Les adresses et les masques associés aux sous-réseaux :

S-R (SI): 20 hôtes ==> 22 adresses  $\leq (2^5)$ ; 5 bits pour les hôtes, 3 bits pour S.R.

Masque du S.R SI : 255.255.255.11100000 ==> 255.255.255.224 /27

L'adresse du S.R SI : 192.168.1.00000000 ==> 192.168.1.0

S-R (Ad) : 60 hôtes ==> 62 adresses  $\leq (2^6)$ ; 6 bits pour les hôtes, 2 bits pour S.R.

Masque du S.R Ad : 255.255.255.11000000 ==> 255.255.255.192 /26

L'adresse du S.R Ad : 192.168.1.01000000 ==> 192.168.1.64

S-R (At) : 100 hôtes ==> 102 adresses  $\leq (2^7)$ ; 7 bits pour les hôtes, 1 bits pour S.R.

Masque du S.R At : 255.255.255.10000000 ==> 255.255.255.128 /25

L'adresse du S.R At : 192.168.1.10000000 ==> 192.168.1.128

## DÉCOUPAGE EN SOUS-RÉSEAUX SANS CLASSE

### 2) Les plages d'adresses possibles et les adresses de diffusion :

S-R (SI) : de 192.168.1.1 à 192.168.1.30 Diffusion : 192.168.1.31  
                   00000001                   00011110                   00011111  
 S-R (Ad) : de 192.168.1.65 à 192.168.1.126 Diffusion : 192.168.1.127  
                   01000001                   01111110                   01111111  
 S-R (At) : de 192.168.1.129 à 192.168.1.254 Diffusion : 192.168.1.255  
                   10000001                   11111110                   11111111

256 adresses
--------------

32 adrss		64 adresses	128 adresses
----------	--	-------------	--------------