

## **Module: Réseaux Informatiques**

### **Exemple : Adressage IP**

#### **Segmenter un réseau IP en fonction du nombre de sous-réseaux**

##### **Exemple 1:**

Pour créer des sous-réseaux IP, on utilise un ou plusieurs bits d'hôte en tant que bits réseau. Pour cela, il convient de développer le masque pour emprunter **quelques bits de la partie hôte** de l'adresse et créer d'autres bits réseau. Plus les bits d'hôte empruntés sont nombreux, plus le nombre de sous-réseaux qui peuvent être définis est important. Pour chaque **bit emprunté**, il faut doubler le nombre de sous-réseaux disponibles. Par exemple, si vous empruntez **1 bit**, vous pouvez créer **2 sous-réseaux**. Si vous empruntez **2 bits**, **4 sous-réseaux** sont créés, si vous empruntez **3 bits**, **8 sous-réseaux** sont créés et ainsi de suite. Toutefois, pour chaque bit emprunté, le nombre d'adresses disponibles par sous-réseau décroît.

Les bits peuvent être empruntés uniquement dans la partie **hôte** de l'adresse. La partie réseau de l'adresse est attribuée par le **fournisseur d'accès** et ne peut pas être modifiée. Par conséquent, les entreprises qui avaient besoin d'un grand nombre de sous-réseaux devaient en faire part à leur **FAI** (Fournisseur d'Accès à Internet) afin qu'il leur attribue un bloc d'adresses IP dont le masque par défaut comportait suffisamment de bits pour créer les sous-réseaux nécessaires.

##### **Problèmes avec le sous-réseau Zéro et le sous-réseau Tous-Uns**

Traditionnellement, il était vivement recommandé que le **sous-réseau Zéro** et le **sous-réseau Tous-Uns** ne soient pas utilisés pour l'adressage. Selon **RFC 950**, « il est utile de préserver et d'élargir la traduction des ces adresses spéciales (adresse **réseau** et adresse de **diffusion**) dans les réseaux en sous-réseautage. Ceci signifie que les valeurs de tous les zéros et de tous les uns dans le champ du sous-réseau ne devraient pas être assignées aux sous-réseaux (physiques) réels. » C'est la raison pour laquelle les ingénieurs réseau requis de calculer le nombre de sous-réseaux obtenus en empruntant trois bits calculeraient  $2^3 - 2$  (6) et non  $2^3$  (8). Le -2 prend en considération que le **sous-réseau Zéro** et le **sous-réseau Tous-Uns** ne sont pas utilisés traditionnellement.

Sur la question d'utiliser le **sous-réseau Zéro** et le **sous-réseau Tous-Uns**, les états **RFC 1878**, « Cette pratique (d'exclure les sous-réseaux Tous-Zéros et Tous-Uns) est obsolète. Le logiciel moderne sera en mesure d'utiliser tous les réseaux définissables. » Aujourd'hui, l'utilisation du sous-réseau Zéro et du sous-réseau Tous-Uns est généralement **acceptée** et **supportée** par la **plupart des constructeurs**.

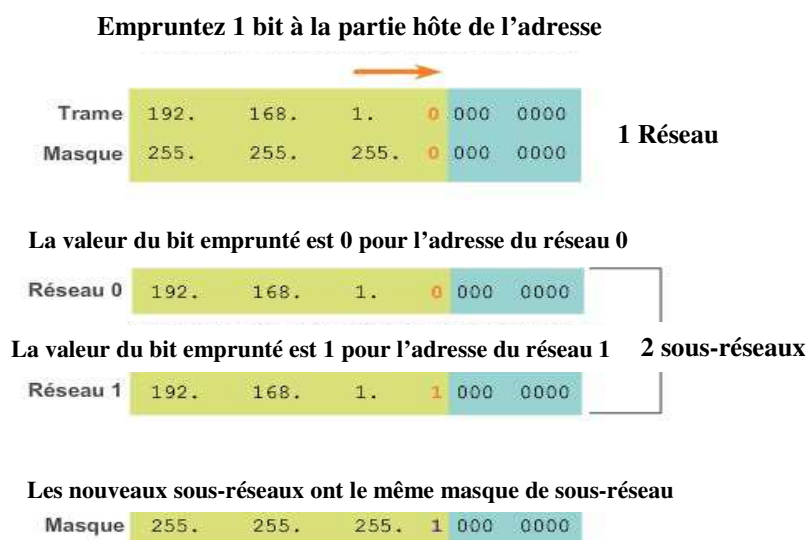
Dans les exemples suivants, nous avons considéré l'utilisation du **sous-réseau Zéro** et du **sous-réseau Tous-Uns**. Pour calculer le nombre de sous-réseaux nous avons utilisé la formule suivante:

**$2^n$  (où n = le nombre de bits empruntés) doit être supérieur ou égal au nombre de sous-réseaux demandé.**

**Remarque :** Dans les exemples présentés sur les figures, seul le dernier octet est indiqué en binaire, car seuls les bits de la partie hôte peuvent être empruntés.

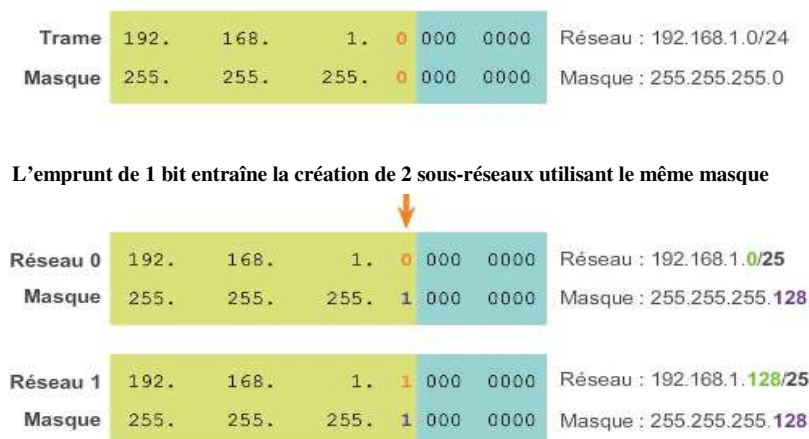
Comme l'illustre la **Figure 1**, le réseau **192.168.1.0/24** comporte **24 bits** dans la partie réseau et **8 bits** dans la partie hôte, ce qui est indiqué par le masque de sous-réseau **255.255.255.0** ou la notation **/24**.

Sur cette **Figure**, 1 bit est emprunté au bit le plus important (bit le plus à gauche) de la partie hôte, ce qui fait passer la partie réseau à **25 bits**. Deux sous-réseaux sont ainsi créés. Ils sont identifiés à l'aide d'un 0 dans le bit emprunté pour le premier réseau et d'un 1 dans le bit emprunté pour le second réseau. Le masque de sous-réseau des deux réseaux utilise un 1 à la position du bit emprunté pour indiquer que ce bit se trouve désormais dans la partie réseau.



**Figure 1**

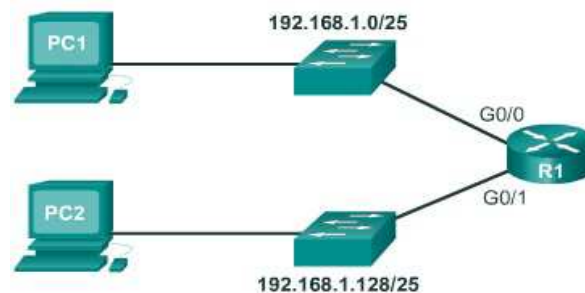
Comme l'illustre la **Figure 2**, lorsque l'on convertit l'octet binaire en décimal, on constate que la première adresse de sous-réseau est **192.168.1.0** et la deuxième adresse de sous-réseau est **192.168.1.128**. Étant donné qu'un bit a été emprunté, le masque de sous-réseau de chaque sous-réseau est **255.255.255.128** ou **/25**.



**Figure 2**

Dans l'exemple précédent, le réseau **192.168.1.0/24** a été segmenté en deux sous-réseaux :

- **192.168.1.0/25**
- **192.168.1.128/25**

**Figure 3**

Sur la **Figure 3**, observez que deux segments de réseau local sont reliés aux interfaces **GigabitEthernet** du routeur **R1**. Les sous-réseaux seront utilisés pour les segments reliés à ces interfaces. Pour qu'elles puissent servir de passerelle pour les périphériques du réseau local, **chacune des interfaces du routeur** doit obtenir une adresse IP appartenant à la plage d'adresses valides du sous-réseau attribué. Il est courant d'attribuer la **première** ou la **dernière** adresse disponible d'une plage réseau à l'interface du routeur.

Le premier sous-réseau, **192.168.1.0/25**, est utilisé pour le réseau connecté à l'interface **GigabitEthernet 0/0** et le second sous-réseau, **192.168.1.128/25**, est utilisé pour le réseau connecté à l'interface **GigabitEthernet 0/1**. Avant d'attribuer une adresse IP à chacune de ces interfaces, il est nécessaire de déterminer la plage d'adresses IP valides pour chaque sous-réseau.

Voici quelques recommandations à appliquer à chacun des sous-réseaux :

- **Adresse réseau** : tous les bits 0 de la partie hôte de l'adresse.
- **Première adresse d'hôte** : tous les bits 0 et le bit 1 le plus à droite de la partie hôte de l'adresse.
- **Dernière adresse d'hôte** : tous les bits 1 et le bit 0 le plus à droite de la partie hôte de l'adresse.
- **Adresse de diffusion** : tous les bits 1 de la partie hôte de l'adresse.

Soit l'adresse réseau **192.168.1.0**. On veut subdiviser ce réseau en **2 sous-réseaux**.

1. Donner la **classe** de l'adresse IP et le **masque** par défaut.  
La **classe C** et le masque par défaut est **255.255.255.0**
2. Combien de **bits** sont utilisés pour identifier la partie sous-réseau.
  - Nous voulons découper le réseau de classe C **192.168.1.0/24** en **2 sous-réseaux**.
  - Le nombre de réseaux doit être une puissance de 2, or  $2=2^1$
  - donc nous avons emprunté **un seul bit** dans la partie sous-réseau.
3. Combien de **bits** sont utilisés pour identifier la partie hôte.
  - Nombre de bits d'hôte restant est **7 bits**.
4. Déterminer le nouveau masque de sous réseau.  
**1111 1111.1111 1111. 1111 1111. 1000 0000** → **255.255.255.128**
5. Remplir le tableau suivant :

N° sous-réseau	Adresse sous-réseau	Masque de sous-réseau	1 <sup>ère</sup> adresse valide	Dernière adresse valide	Adresse de diffusion	Nombre maximal d'hôtes
0	192.168.1.0	255.255.255.128	192.168.1.1	192.168.1.126	192.168.1.127	$2^7-2=126$
1	192.168.1.128	255.255.255.128	192.168.1.129	192.168.1.254	192.168.1.255	$2^7-2=126$

## Calculer les sous-réseaux

Utilisez la formule suivante pour calculer le nombre de sous-réseaux :

$2^n$  (où  $n$  = le nombre de bits empruntés) doit être supérieur ou égal au nombre de sous-réseaux.

## Calcul du nombre d'hôtes

Utilisez la formule suivante pour calculer le nombre d'hôtes par sous-réseau :

$2^n$  (où  $n$  = le nombre de bits restants dans le champ d'hôte)

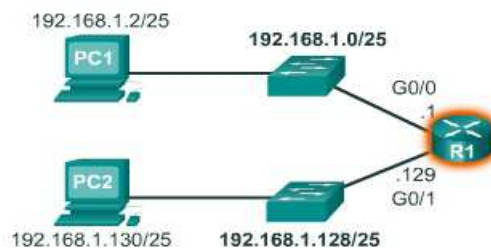
Étant donné que les hôtes ne peuvent pas utiliser l'adresse réseau ni l'adresse de diffusion d'un sous-réseau, 2 de ces adresses ne peuvent pas être attribuées à des hôtes. Cela signifie que chaque sous-réseau dispose de 126 adresses d'hôte valides ( $128 - 2$ ).

**Conclusion :** Donc, dans cet exemple, l'emprunt de 1 bit d'hôte du réseau permet la création de 2 sous-réseaux dont chacun peut prendre en charge un total de **126 hôtes**.

## Partie Pratique:

En utilisant le logiciel **Cisco Packet Tracer**, pour attribuer la première adresse d'hôte de chaque sous-réseau à l'interface du routeur correspondante, exécutez la commande **ip address** en mode de configuration d'interface, comme illustré à la **Figure 4**. Notez que chaque sous-réseau utilise le masque de sous-réseau **255.255.255.128** pour indiquer que la partie réseau de l'adresse est **25 bits**.

La configuration d'un hôte du réseau **192.168.1.128/25** : Notez que l'adresse IP de la passerelle est l'adresse configurée sur l'**interface G0/1** de R1, **192.168.1.129**, et que le masque de sous-réseau est **255.255.255.128**.



```
R1(config)#interface gigabitethernet 0/0
R1(config-if)#ip address 192.168.1.1 255.255.255.128
R1(config-if)#exit
R1(config)#interface gigabitethernet 0/1
R1(config-if)#ip address 192.168.1.129 255.255.255.128
```

**Figure 4**

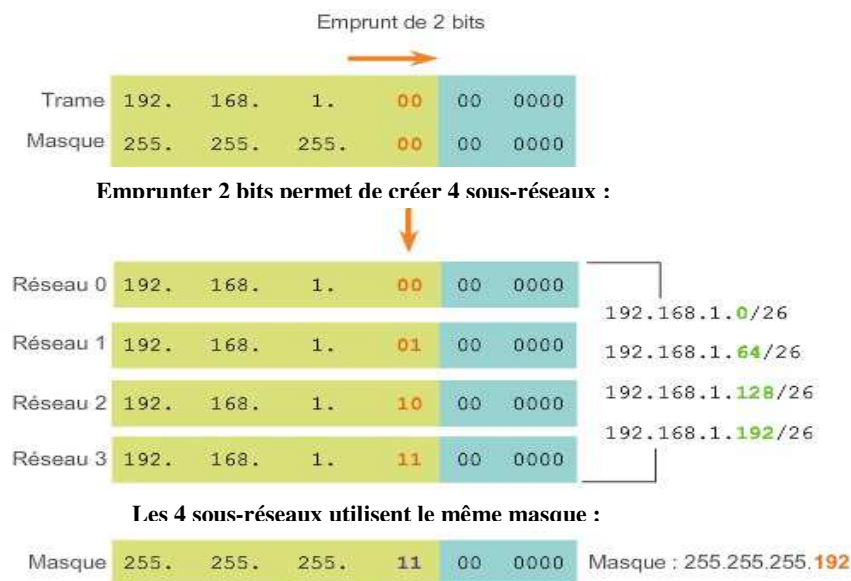
## Exemple 2:

Prenons l'exemple d'un interrèseau nécessitant **trois sous-réseaux**. Si on utilise le même bloc d'adresses, **192.168.1.0/24**, des bits d'hôte doivent être empruntés pour créer au moins **3 sous-réseaux**. En empruntant un seul bit, nous obtiendrions seulement deux sous-réseaux. Pour obtenir davantage de sous-réseaux, **il faut emprunter plus de bits d'hôte**.

Calculez le nombre de sous-réseaux créés lorsque l'on emprunte **2 bits**.

— Pour cela, utilisez la formule  $2^{\text{nombre de bits empruntés}}$  :  $2^2 = 4$  sous-réseaux

L'emprunt de 2 bits crée 4 sous-réseaux, comme illustré à la Figure 5.



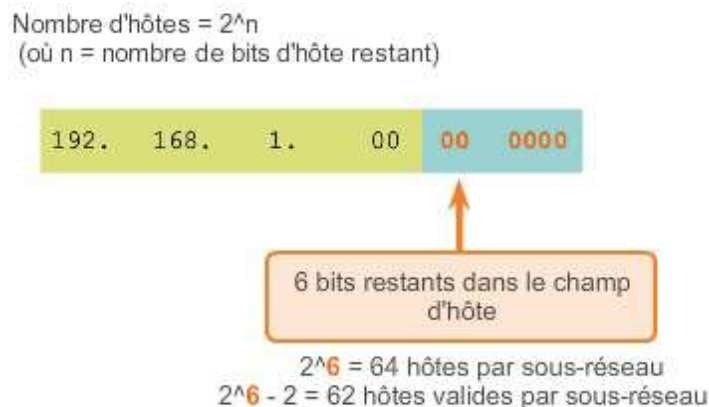
**Figure 5**

Souvenez-vous que le masque de sous-réseau doit être modifié en fonction des bits empruntés. Dans cet exemple, lorsque **2 bits** sont empruntés, le dernier octet du masque compte 2 bits de plus. En notation décimale, le masque est représenté sous la forme **255.255.255.192**, car le dernier octet correspond à **1100 0000** au format binaire.

### Calcul du nombre d'hôtes

Pour calculer le nombre d'hôtes, observez le dernier octet. Après l'emprunt de 2 bits pour le sous-réseau, il reste **6 bits** d'hôte.

Appliquez la formule de calcul du nombre d'hôtes comme illustré à la Figure 6 :  $2^6 = 64$



**Figure 6**

Toutefois, n'oubliez pas que tous les bits 0 de la partie hôte de l'adresse correspondent à l'adresse réseau, et que tous les 1 de la partie hôte correspondent à une adresse de diffusion. Par conséquent, il n'y a que **62 adresses d'hôte** réellement disponibles pour chaque sous-réseau.

Comme l'illustre la **Figure 6**, la première adresse d'hôte du premier sous-réseau est **192.168.1.1** et la dernière adresse d'hôte est **192.168.1.62**.

**Plage d'adresses du sous-réseau 192.168.1.0/26**

Adresse réseau

192.	168.	1.	00	00	0000	= 192.168.1.0
------	------	----	----	----	------	---------------

Première adresse d'hôte

192.	168.	1.	00	00	0001	= 192.168.1.1
------	------	----	----	----	------	---------------

Dernière adresse d'hôte

192.	168.	1.	00	11	1110	= 192.168.1.62
------	------	----	----	----	------	----------------

Adresse de diffusion

192.	168.	1.	00	11	1111	= 192.168.1.63
------	------	----	----	----	------	----------------

**Figure 6**

La **figure 7** indique les plages des sous-réseaux 0 - 2. N'oubliez pas que chaque hôte doit disposer d'une adresse IP valide appartenant à la plage définie pour ce segment du réseau. Le sous-réseau attribué à l'interface du routeur détermine le segment auquel un hôte appartient.

Plages d'adresses Réseaux 0 - 2						
Réseau 0	Réseau	192.	168.	1.	00	00 0000 192.168.1.0
	Premier	192.	168.	1.	00	00 0001 192.168.1.1
	Dernier	192.	168.	1.	00	11 1110 192.168.1.62
	Diffusion	192.	168.	1.	00	11 1111 192.168.1.63
Réseau 1	Réseau	192.	168.	1.	01	00 0000 192.168.1.64
	Premier	192.	168.	1.	01	00 0001 192.168.1.65
	Dernier	192.	168.	1.	01	11 1110 192.168.1.126
	Diffusion	192.	168.	1.	01	11 1111 192.168.1.127
Réseau 2	Réseau	192.	168.	1.	10	00 0000 192.168.1.128
	Premier	192.	168.	1.	10	00 0001 192.168.1.129
	Dernier	192.	168.	1.	10	11 1110 192.168.1.190
	Diffusion	192.	168.	1.	10	11 1111 192.168.1.191

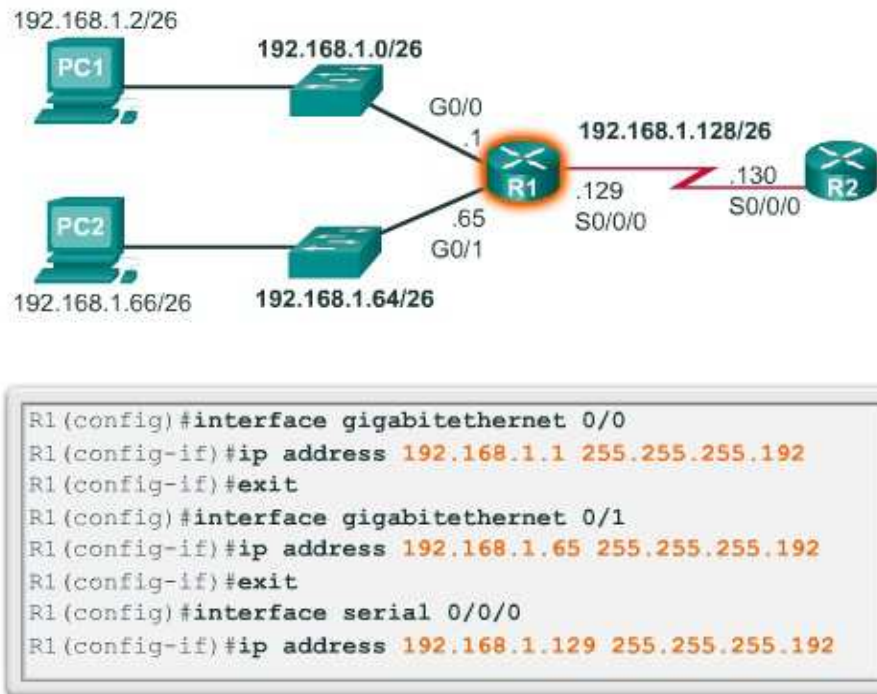
**Figure 7**

N° sous réseau	Adresse sous réseau	Masque de sous réseau	1 <sup>ère</sup> adresse valide	Dernière adresse valide	Adresse de diffusion	Nombre maximal d'hôtes
0	192.168.1.0	255.255.255.192	192.168.1.1	192.168.1.62	192.168.1.63	$2^6 - 2 = 62$
1	192.168.1.64	255.255.255.192	192.168.1.65	192.168.1.126	192.168.1.127	$2^6 - 2 = 62$
2	192.168.1.128	255.255.255.192	192.168.1.129	192.168.1.190	192.168.1.191	$2^6 - 2 = 62$
3	192.168.1.192	255.255.255.192	192.168.1.193	192.168.1.254	192.168.1.255	$2^6 - 2 = 62$



## Partie Pratique:

La **Figure 8** présente un exemple de **configuration** en utilisant le logiciel **Cisco Packet Tracer**. Dans cette configuration, le premier réseau est attribué à l'interface **GigabitEthernet 0/0**, le second réseau est attribué à l'interface **GigabitEthernet 0/1** et le troisième est attribué au **réseau Série 0/0/0**.



**Figure 8**

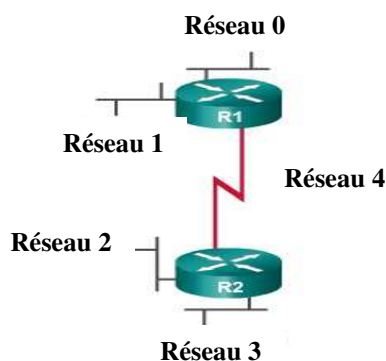
Si l'on utilise le même plan d'adressage, la première adresse d'hôte du sous-réseau est à nouveau attribuée à l'interface du routeur. Les hôtes de chaque sous-réseau utilisent l'adresse de l'interface du routeur comme adresse de **passerelle par défaut**.

- **PC1 (192.168.1.2/26)** utilise **192.168.1.1** (adresse de l'interface G0/0 de R1) comme adresse de passerelle par défaut
- **PC2 (192.168.1.66/26)** utilise **192.168.1.65** (adresse de l'interface G0/1 de R1) comme adresse de passerelle par défaut

**Remarque :** tous les périphériques du même sous-réseau seront associés à une adresse IP d'hôte de la **plage d'adresses d'hôte** et utiliseront le **même masque de sous-réseau**.

### Exemple 3:

À présent, prenons l'exemple d'un interréseau qui nécessite **cinq sous-réseaux**, comme illustré à la **Figure 9**.



**Figure 9**

Si on utilise le même bloc d'adresses, **192.168.1.0/24**, des bits d'hôte doivent être empruntés pour créer au moins **5 sous-réseaux**. En empruntant **2 bits**, nous obtiendrions seulement **4 sous-réseaux**, comme nous l'avons vu dans l'exemple précédent. Pour obtenir davantage de sous-réseaux, il faut emprunter plus de bits d'hôte.

⇒ **Calculez le nombre de sous-réseaux créés si 3 bits sont empruntés.**

Utilisez pour cela la formule suivante :  **$2^3 = 8$  sous-réseaux**

En empruntant **3 bits**, on obtient **8 sous-réseaux**. Lorsque **3 bits** sont empruntés, le dernier octet du masque de sous-réseau compte 3 bits de plus (**/27**). On obtient donc le masque de sous-réseau **255.255.255.224**. Tous les périphériques sur ces sous-réseaux utiliseront le masque de sous-réseau **255.255.255.224 (/27)**.

#### Calcul du nombre d'hôtes

Pour calculer le nombre d'hôtes, observez le dernier octet. Après l'emprunt de 3 bits pour le sous-réseau, il reste **5 bits** d'hôte.

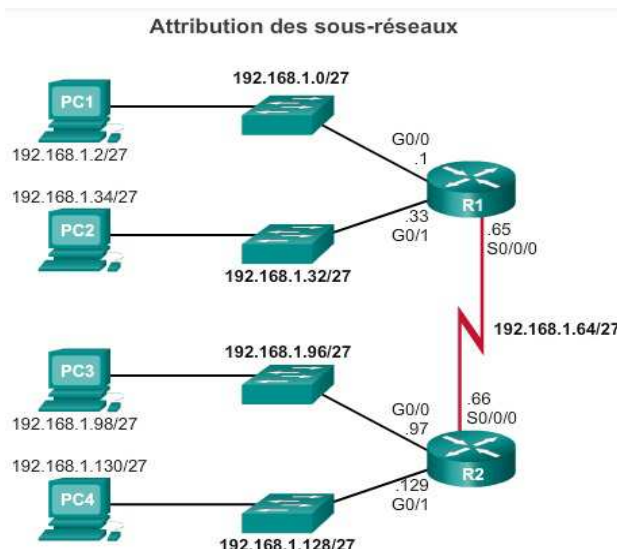
Appliquez la formule pour calculer le nombre d'hôtes :

**$2^5 = 32$** , mais vous devez retirer 2 pour tous les 0 de la partie hôte de l'adresse réseau et tous les 1 de la partie hôte de l'adresse de diffusion.

N° sous réseau	Adresse sous réseau	Masque de sous réseau	1 <sup>ère</sup> adresse valide	Dernière adresse valide	Adresse de diffusion	Nombre maximal d'hôtes
0	192.168.1.0	255.255.255.224	192.168.1.1	192.168.1.30	192.168.1.31	$2^5 - 2 = 30$
1	192.168.1.32	255.255.255.224	192.168.1.33	192.168.1.62	192.168.1.63	$2^5 - 2 = 30$
2	192.168.1.64	255.255.255.224	192.168.1.65	192.168.1.94	192.168.1.95	$2^5 - 2 = 30$
3	192.168.1.96	255.255.255.224	192.168.1.97	192.168.1.126	192.168.1.127	$2^5 - 2 = 30$
4	192.168.1.128	255.255.255.224	192.168.1.129	192.168.1.158	192.168.1.159	$2^5 - 2 = 30$
5	192.168.1.160	255.255.255.224	192.168.1.161	192.168.1.190	192.168.1.191	$2^5 - 2 = 30$
6	192.168.1.192	255.255.255.224	192.168.1.193	192.168.1.222	192.168.1.223	$2^5 - 2 = 30$
7	192.168.1.224	255.255.255.224	192.168.1.225	192.168.1.254	192.168.1.255	$2^5 - 2 = 30$

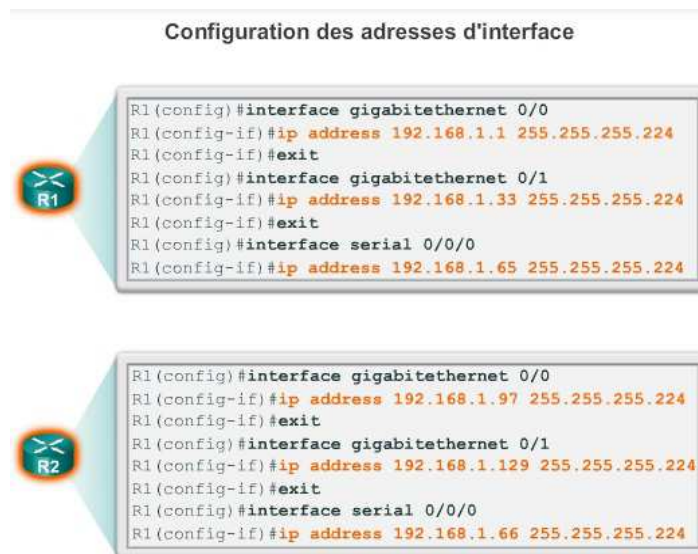
Les sous-réseaux sont attribués aux **segments réseau** requis pour la topologie présentée à la Figure 10.



**Figure 10**

Si on utilise le même plan d'adressage, la **première adresse d'hôte du sous-réseau** est à nouveau attribuée à **l'interface du routeur**, comme le montre la Figure 11. Les hôtes de chaque sous-réseau utilisent l'adresse de l'interface du routeur comme adresse de passerelle par défaut.

- **PC1 (192.168.1.2/27)** utilise l'adresse **192.168.1.1** comme adresse de passerelle par défaut.
- **PC2 (192.168.1.34/27)** utilise l'adresse **192.168.1.33** comme adresse de passerelle par défaut.
- **PC3 (192.168.1.98/27)** utilise l'adresse **192.168.1.97** comme adresse de passerelle par défaut.
- **PC4 (192.168.1.130/27)** utilise l'adresse **192.168.1.129** comme adresse de passerelle par défaut.

**Figure 11**

## Calculateur de sous-réseaux IPv4 :

<https://www.sebastienadam.be/ipcalculator/>

Cet outil permet de calculer des sous-réseaux sur base d'une adresse réseau donné et d'un masque de réseau. Le calcul peut se faire sur base d'un **nombre de sous-réseaux**, **d'hôtes par réseau** ou de **sous-réseaux de tailles variables**.