

IP V4 : structure et calcul

Calcul d'adressage IPv4 — BTS SIO SISR

Sommaire

- 1. Rappels binaires
- 2. Structure d'une adresse IPv4
- 3. Classes d'adresses (historique)
- 4. Masque de sous-réseau et notation CIDR
- 5. Adresse réseau, adresse de broadcast, plage d'hôtes
- 6. Méthode rapide de calcul (technique des puissances de 2)
- 7. Sous-réseautage (subnetting) — découpage en sous-réseaux
- 8. VLSM (Variable Length Subnet Mask)
- 9. Adresses privées, publiques et particulières
- 10. Exercices corrigés
- 11. Aide-mémoire (cheat sheet)

1. Rappels binaires

Une adresse IPv4 est codée sur **32 bits**, répartis en **4 octets** de 8 bits, séparés par des points (notation décimale pointée).

Décimal	Binaire
0	00000000
128	10000000
192	11000000
224	11100000
240	11110000
248	11111000

Décimal	Binaire
252	11111100
254	11111110
255	11111111

Puissances de 2 à connaître par cœur (bases de tout calcul de sous-réseau) :

2 ⁿ	1	2	4	8	16	32	64	128	256
n	0	1	2	3	4	5	6	7	8

2. Structure d'une adresse IPv4

Une adresse IPv4 se compose de deux parties :

- **Partie réseau (Net ID)** : identifie le réseau
- **Partie hôte (Host ID)** : identifie la machine sur ce réseau

192.168.1.10 / 24

réseau

hôte

Le **masque de sous-réseau** indique où se situe la frontière entre les deux parties (bits à 1 = réseau, bits à 0 = hôte).

3. Classes d'adresses (historique — notion de culture, peu utilisée depuis le CIDR)

Classe	1er octet	Masque par défaut	Nb réseaux	Nb hôtes/réseau
A	1 - 126	255.0.0.0 /8	126	16 777 214
B	128 - 191	255.255.0.0 /16	16 384	65 534
C	192 - 223	255.255.255.0 /24	2 097 152	254
D	224 - 239	(multicast)	—	—
E	240 - 255	(réservé/expérimental)	—	—

127.x.x.x est réservé à la boucle locale (loopback, ex : 127.0.0.1).

Depuis 1993, le **CIDR** (Classless Inter-Domain Routing) remplace cette logique rigide : on utilise le masque (ou préfixe `/n`) indépendamment de la classe.

4. Masque de sous-réseau et notation CIDR

Le masque peut s'écrire de deux façons équivalentes :

- **Notation décimale pointée** : `255.255.255.0`
- **Notation CIDR (préfixe)** : `/24`

Le chiffre après le `/` correspond au **nombre de bits à 1** dans le masque.

CIDR	Masque décimal	Nb bits hôte
/8	255.0.0.0	24
/16	255.255.0.0	16
/20	255.255.240.0	12
/24	255.255.255.0	8
/25	255.255.255.128	7
/26	255.255.255.192	6
/27	255.255.255.224	5
/28	255.255.255.240	4
/29	255.255.255.248	3
/30	255.255.255.252	2

5. Adresse réseau, adresse de broadcast, plage d'hôtes

Pour un réseau donné :

- **Adresse réseau (Net ID)** : tous les bits hôte à **0**

- **Adresse de broadcast** : tous les bits hôte à **1**
- **Plage d'hôtes utilisables** : toutes les adresses entre les deux (exclues)

Nombre d'hôtes utilisables = $2^{(\text{nb bits hôte})} - 2$ (on retire l'adresse réseau et le broadcast)

Exemple : 192.168.1.0 /26

- Masque : 255.255.255.192 → bits hôte = 6
 - Nombre d'adresses total : $2^6 = 64$
 - Adresse réseau : **192.168.1.0**
 - Adresse de broadcast : **192.168.1.63**
 - Plage d'hôtes utilisables : **192.168.1.1 à 192.168.1.62** (62 hôtes)
-

6. Méthode rapide de calcul (technique du "pas" / bloc)

C'est **la** méthode à maîtriser pour aller vite en examen ou en TP.

Principe : le dernier octet non-nul du masque donne un **pas** (ou "bloc") = $256 - (\text{valeur de l'octet du masque})$.

Exemple : trouver le réseau de 192.168.1.130 /26

1. Masque /26 → dernier octet du masque = 192
2. Pas = $256 - 192 = \mathbf{64}$
3. On liste les multiples de 64 : 0, 64, 128, 192
4. 130 se situe entre 128 et 192 → le réseau commence à **128**
5. Adresse réseau : **192.168.1.128**
6. Adresse de broadcast : juste avant le multiple suivant (192) → **192.168.1.191**
7. Plage d'hôtes : **192.168.1.129 à 192.168.1.190**

Cette méthode fonctionne quel que soit l'octet concerné (2^e, 3^e ou 4^e octet) : on repère juste l'octet où le masque n'est ni 255 ni 0, on calcule le pas dessus, et on liste les multiples.

7. Sous-réseautage (subnetting)

Objectif : découper un réseau en plusieurs sous-réseaux plus petits.

Règle : chaque bit "emprunté" à la partie hôte pour l'ajouter à la partie réseau **double** le nombre de sous-réseaux et **divise par 2** le nombre d'hôtes disponibles par sous-réseau.

Exemple : découper 192.168.1.0 /24 en 4 sous-réseaux

- Il faut 4 sous-réseaux $\rightarrow 2^n \geq 4 \rightarrow n = 2$ bits empruntés
- Nouveau masque : $/24 + 2 = /26$ (255.255.255.192)
- Pas = $256 - 192 = 64$

Sous-réseau	Adresse réseau	1ère adresse	Dernière adresse	Broadcast
1	192.168.1.0/26	.1	.62	.63
2	192.168.1.64/26	.65	.126	.127
3	192.168.1.128/26	.129	.190	.191
4	192.168.1.192/26	.193	.254	.255

Formules essentielles

- Nombre de sous-réseaux créés = $2^{(\text{bits empruntés})}$
- Nombre d'hôtes par sous-réseau = $2^{(\text{bits hôte restants})} - 2$
- Bits empruntés + bits hôte restants = $32 - (\text{préfixe d'origine})$

8. VLSM (Variable Length Subnet Mask)

Le VLSM permet d'attribuer à **chaque sous-réseau un masque adapté à son besoin réel**, au lieu d'un découpage uniforme. C'est la méthode utilisée en entreprise pour ne pas gaspiller d'adresses.

Méthode :

1. Lister les besoins en hôtes par sous-réseau, **du plus grand au plus petit**
2. Pour chaque besoin, trouver le plus petit préfixe qui couvre ce besoin ($2^{\text{bits hôte}} - 2 \geq \text{besoin}$)
3. Attribuer les plages **dans l'ordre décroissant**, en partant de la première adresse disponible

Exemple : à partir de 192.168.10.0/24, prévoir :

- Réseau A : 100 hôtes
- Réseau B : 50 hôtes
- Réseau C : 20 hôtes
- Réseau D : 2 hôtes (liaison inter-routeurs)

Besoin	Bits hôte nécessaires	Masque	Plage attribuée
A : 100	7 ($2^7-2=126$)	/25	192.168.10.0 - .127
B : 50	6 ($2^6-2=62$)	/26	192.168.10.128 - .191
C : 20	5 ($2^5-2=30$)	/27	192.168.10.192 - .223
D : 2	2 ($2^2-2=2$)	/30	192.168.10.224 - .227

“ **Astuce d'examen** : toujours traiter les besoins du plus gros au plus petit, sinon les plages se chevauchent ou gaspillent de l'espace.

9. Adresses privées, publiques et particulières

Plages d'adresses privées (RFC 1918) — non routables sur Internet

Classe	Plage	Masque par défaut
A	10.0.0.0 - 10.255.255.255	/8
B	172.16.0.0 - 172.31.255.255	/12
C	192.168.0.0 - 192.168.255.255	/16

Adresses particulières

Adresse / plage	Usage
0.0.0.0	Adresse indéterminée / route par défaut
127.0.0.0/8	Boucle locale (loopback)

Adresse / plage	Usage
169.254.0.0/16	APIPA (auto-attribution en l'absence de DHCP)
255.255.255.255	Broadcast limité
X.X.X.X (tous bits hôte à 1)	Broadcast dirigé du sous-réseau

10. Exercices corrigés

Exercice 1

Soit l'adresse **10.20.35.200 /21**. Déterminer l'adresse réseau, le broadcast et la plage d'hôtes.

<details> <summary>Corrigé</summary>

- /21 → masque = 255.255.248.0 → le 3^e octet est concerné (valeur 248)
- Pas = 256 – 248 = 8
- Multiples de 8 autour de 35 : 32 et 40
- Adresse réseau : **10.20.32.0**
- Broadcast : **10.20.39.255**
- Plage d'hôtes : **10.20.32.1 à 10.20.39.254**

</details>

Exercice 2

Une entreprise dispose du réseau **172.20.0.0/22**. Elle doit créer 6 sous-réseaux de taille égale. Quel masque utiliser, et quelle est la 3^e plage obtenue ?

<details> <summary>Corrigé</summary>

- Besoin : 6 sous-réseaux → $2^3=8 \geq 6$ → 3 bits empruntés
- Nouveau préfixe : /22 + 3 = **/25**
- Masque : 255.255.255.128, pas sur le dernier octet = 128, mais il faut d'abord voir sur quel octet cela joue : /22 touche déjà le 3^e octet (masque 255.255.252.0). En empruntant 3 bits supplémentaires on descend dans le 4^e octet.
- Taille de chaque sous-réseau : $2^{(32-25)} = 2^7 = 128$ adresses
- Sous-réseaux : 172.20.0.0/25, 172.20.0.128/25, 172.20.1.0/25, 172.20.1.128/25 ...
- 3^e sous-réseau : **172.20.1.0/25** → hôtes de .1 à .126, broadcast .127

</details>

Exercice 3

Combien d'hôtes utilisables sur un réseau /29 ? Sur un /30 ?

<details> <summary>Corrigé</summary>

- /29 → 3 bits hôte → $2^3 - 2 = 6$ **hôtes utilisables**
- /30 → 2 bits hôte → $2^2 - 2 = 2$ **hôtes utilisables** (typique d'une liaison point-à-point routeur-routeur)

</details>

11. Aide-mémoire (cheat sheet)

CIDR	Masque	Nb adresses	Nb hôtes utilisables
/24	255.255.255.0	256	254
/25	255.255.255.128	128	126
/26	255.255.255.192	64	62
/27	255.255.255.224	32	30
/28	255.255.255.240	16	14
/29	255.255.255.248	8	6
/30	255.255.255.252	4	2

Méthode en 3 étapes à retenir pour tout exercice :

1. Identifier l'octet où le masque n'est ni 255 ni 0 → calculer le **pas** (256 – valeur de l'octet du masque)
2. Lister les multiples du pas pour situer l'adresse → obtenir **adresse réseau** et **adresse suivante**
3. Broadcast = adresse juste avant le multiple suivant ; plage d'hôtes = tout ce qui est entre les deux

Fiche réalisée pour révision BTS SIO option SISR — bloc administration réseaux.