

Cours

Les Fondamentaux de l'Informatique

L'ADRESSAGE IP – L'APPROCHE VLSM

Introduction

À travers le cours précédent, a été abordé les notions fondamentales et historique de l'adressage IP version 4. La méthode expliquée est ce que l'on appelle : *FLSM* (*Fixed Length Subnet Masking*), les masques de sous réseaux sont standardisés et la classe d'adresse définit le masque. Il a notamment été indiqué que très tôt que le nombre d'adresse IP avaient été comblées.

Pour répondre à cette problématique, l'une des solutions trouvées a été de se défaire de la limitation imposée par FLSM au niveau des masques de sous réseaux alloués et de permettre à ce masque d'avoir des valeurs qui varient au sein d'un même réseau.

La méthode VLSM est née.

La méthode VLSM (Variable Length Subnet Masking), est une technique avancée de sous-réseautage en IPv4 qui permet de créer des sous-réseaux de tailles différentes au sein du même réseau. Contrairement à la méthode classique FLSM, où tous les sous-réseaux créés ont une taille identique, VLSM s'adapte aux besoins en attribuant à chaque sous-réseau le nombre exact d'adresses IP nécessaire.

Cette approche permet non seulement de mettre fin aux restrictions du nombre d'adresses disponibles (tout du moins durant un temps) mais octroie également de la scalabilité à l'adressage IPv4, permet une meilleure répartition des plages IP en fonction des besoins mais surtout, renforce la sécurité du plan d'adressage en limitant le nombre d'adresse pouvant être attribuée.

Le principe de segmentation

La segmentation est un processus par lequel on divise un tout en parties plus petites et gérables. En réseau, la segmentation, aussi appelée sous-réseautage/subnetting, consiste à diviser un réseau en plusieurs sous-réseaux plus petits.

Cela permet notamment de :

- **Réduire la congestion** : en limitant la diffusion d'informations dans des segments de réseau plus petits.
- **Améliorer la sécurité** : les segments isolent certains services ou départements, limitant l'accès pour chaque segment.
- **Gérer efficacement les adresses IP** : en allouant les adresses de manière adaptée aux besoins de chaque sous-réseau.

La segmentation peut s'effectuer de manière physique ou logique.

Une segmentation physique requiert l'usage de matériels supplémentaires tels que les pare-feux afin de cloisonner les sous-réseaux.

Une segmentation logique pour s'effectuer soit via un plan d'adressage sous-réseauté, soit à l'aide virtualisation des réseaux comme les VLANs

La segmentation réseau représente certes une complexification de l'architecture réseau d'une infrastructure informatique mais permet néanmoins de s'approcher d'une politique dite « *ZeroTrust* » qui devient la norme en matière de sécurité.

Les limites de FLSM

L'approche de FLSM est donc un vestige au même titre que les classes d'adresses.

Classe	Plage d'adresses	Adresse privée (RFC 1918)	Adresses réservées
Classe A	0.0.0.0 - 127.255.255.255	10.0.0.0 - 10.255.255.255	0.0.0.0 (adresse non routable) 127.0.0.0 - 127.255.255.255 (bouclage)
Classe B	128.0.0.0 - 191.255.255.255	172.16.0.0 - 172.31.255.255	Aucune
Classe C	192.0.0.0 - 223.255.255.255	192.168.0.0 - 192.168.255.255	192.0.0.0/24 (IETF pour documentation)
Classe D	224.0.0.0 - 239.255.255.255		Multicast (224.0.0.0 - 239.255.255.255)
Classe E	240.0.0.0 - 255.255.255.255		Réservée pour des recherches futures (240.0.0.0 - 255.255.255.254) 255.255.255.255 (diffusion limitée)

Classe	Masque par défaut (CIDR)	Masque en notation décimale
Classe A	/8	255.0.0.0
Classe B	/16	255.255.0.0
Classe C	/24	255.255.255.0
Classe D		
Classe E		

De fait, la possibilité de concevoir des sous-réseaux en est irrémédiablement restreints.

En effet, avec FLSM le nombre de sous réseaux est contraint à la plage IP adressable sous un même masque.

Exemple

10.0.0.0/10

Avec cette adresse réseau et en respectant l'approche FLSM, pour concevoir des sous-réseaux, nous n'allons avoir d'autre choix que de rogner la partie hôte pour concevoir des sous-réseaux logiques.

Sous-réseau	Adresse réseau	Masque	Plage d'adresses	Nombre d'adresses
Sous-réseau 1	10.0.0.0	/10	10.0.0.1 - 10.63.255.254	4,194,302
Sous-réseau 2	10.64.0.0	/10	10.64.0.1 - 10.127.255.254	4,194,302
Sous-réseau 3	10.128.0.0	/10	10.128.0.1 - 10.191.255.254	4,194,302

Dans l'exemple ci-dessus, 3 sous-réseaux ont été définis :

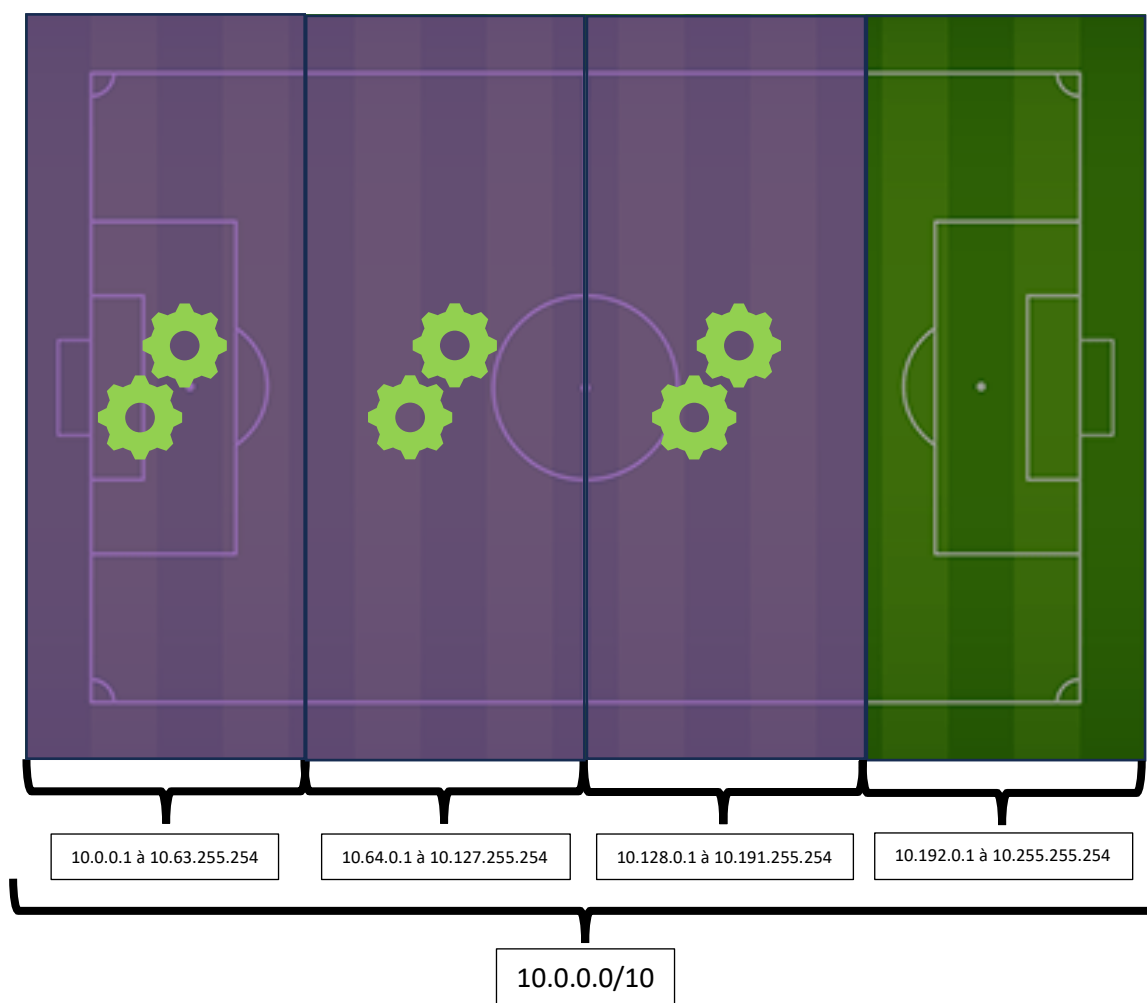
Sous-réseau	Adresse de début	Adresse de fin
Sous-réseau 1	0000 1010.0000 0000.0000 0000.0000 0000	0000 1010.0011 1111.1111 1111.1111 1111
Sous-réseau 2	0000 1010.0100 0000.0000 0000.0000 0000	0000 1010.0111 1111.1111 1111.1111 1111
Sous-réseau 3	0000 1010.1000 0000.0000 0000.0000 0000	0000 1010.1011 1111.1111 1111.1111 1111
Masque	1111 1111.1100 0000.0000 0000.0000 0000	

Chaque sous-réseau est soumis à la restriction d'avoir le même masque. Forcément, si l'on souhaite avec 3 sous-réseaux, les 3 doivent avoir une taille similaire.

Analogie

C'est un peu comme si nous devons placer 3 équipes sur une surface égale sur un terrain de foot.

Nous devrions le découper en nombre de parcelles égales afin de pouvoir placer tout le monde.



Explications

Pour calculer le nombre de sous-réseaux adressables, déterminer en premier lieu la classe d'adresse à laquelle appartient l'adresse IP « hypothétiquement ». Pour cela, regarder le masque de sous-réseau.

Une fois cela fait, compter le nombre de bit supplémentaire *emprunté* à la partie hôte dans le masque de sous-réseau vis-à-vis du masque par défaut de la classe d'adresse.

Exemple : 192.168.10.5 / 26

C'est une adresse de classe C.

Le masque par défaut de la classe C est 255.255.255.0

Soit 1111 1111 1111 1111 1111 1111 0000 0000

Or, /26 signifie un masque 255.255.255.192

Soit 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1100 0000

2 bits supplémentaire ont été emprunté dans le masque à la partie hôte.

À partir de là, faire une puissance de 2.

2^2 (2 bits empruntés) = 4

Ensuite calculer les 4 adresses réseaux.

Pour cela, calculer leur poids (conversion binaire vers décimal)

Dans cet exemple, il y a 4 compositions possible :

Masque : 1111 1111 1111 1111 1111 1111 **1100** 0000

- **Sous-réseau 1 :** 1100 0000 1010 1000 0000 1010 **0000** 0000 (**192.168.10.0**)
- **Sous-réseau 2 :** 1100 0000 1010 1000 0000 1010 **0100** 0000 (**192.168.10.64**)
- **Sous-réseau 3 :** 1100 0000 1010 1000 0000 1010 **1000** 0000 (**192.168.10.128**)
- **Sous-réseau 4 :** 1100 0000 1010 1000 0000 1010 **1100** 0000 (**192.168.10.192**)

VLSM

VLSM permet d'utiliser des masques de sous-réseau de longueurs différentes au sein d'un même réseau. Contrairement à la méthode FLSM, où tous les sous-réseaux sont de taille égale, le VLSM permet d'adapter la taille des sous-réseaux en fonction des besoins spécifiques en adresses IP de chaque segment.

VLSM permet de nombreux avantages :

- Optimise l'usage des adresses IP
- Scalabilise la conception réseau
- Améliore l'administration
- Réduit la taille des tables de routage

Exemple

Imaginons que nous avons besoin de 7 sous-réseaux, chaque sous-réseau ayant des besoins différents en matière de volumétrie d'adresses hôtes disponibles.

- Sous-réseau 1 : 1000 adresses
- Sous-réseau 2 : 500 adresses
- Sous-réseau 3 : 200 adresses
- Sous-réseau 4 : 50 adresses
- Sous-réseau 5 : 20 adresses
- Sous-réseau 6 : 10 adresses
- Sous-réseau 7 : 5 adresses

Pour chaque sous-réseau, nous devons déterminer le nombre total d'adresses nécessaires. Chaque sous-réseau doit également tenir compte de l'adresse réseau et de l'adresse de diffusion.

Nombre d'adresses IP disponibles = 2^n , où n est le nombre de bits utilisés pour les adresses d'hôtes.

Il faut donc choisir un masque qui donne suffisamment d'adresses.

Sous-réseau 1**Adresses requises :** 1000**Calcul du masque :** $2^{10} = 1024$ adresses**Masque :** /22 (2 bits de réseau supplémentaires)**Plage d'adresses**

Adresse réseau : 10.0.0.0

Plage : 10.0.0.1 à 10.0.3.254

Adresse de diffusion : 10.0.3.255

Sous-réseau 2**Adresses requises :** 500**Calcul du masque :** $2^9 = 512$ adresses**Masque :** /23 (1 bit de réseau supplémentaire)**Plage d'adresses :**

Adresse réseau : 10.0.4.0

Plage : 10.0.4.1 à 10.0.5.254

Adresse de diffusion : 10.0.5.255

Sous-réseau 3**Adresses requises :** 200**Calcul du masque :** $2^8 = 256$ adresses**Masque :** /24 (aucun bit de réseau supplémentaire)**Plage d'adresses :**

Adresse réseau : 10.0.6.0

Plage : 10.0.6.1 à 10.0.6.254

Adresse de diffusion : 10.0.6.255

Sous-réseau 4**Adresses requises :** 50**Calcul du masque :** $2^6 = 64$ adresses**Masque :** /26 (2 bits de réseau supplémentaires)**Plage d'adresses :**

Adresse réseau : 10.0.7.0

Plage : 10.0.7.1 à 10.0.7.62

Adresse de diffusion : 10.0.7.63

Sous-réseau 5
Adresses requises : 20

Calcul du masque : $2^5 = 32$ adresses

Masque : /27 (1 bit de réseau supplémentaire)

Plage d'adresses :

Adresse réseau : 10.0.7.64

Plage : 10.0.7.65 à 10.0.7.94

Adresse de diffusion : 10.0.7.95

Sous-réseau 6
Adresses requises : 10

Calcul du masque : $2^4 = 16$ adresses

Masque : /28 (1 bit de réseau supplémentaire)

Plage d'adresses :

Adresse réseau : 10.0.7.96

Plage : 10.0.7.97 à 10.0.7.110

Adresse de diffusion : 10.0.7.111

Sous-réseau 7
Adresses requises : 5

Calcul du masque : $2^3 = 8$ adresses

Masque : /29 (1 bit de réseau supplémentaire)

Plage d'adresses :

Adresse réseau : 10.0.7.112

Plage : 10.0.7.113 à 10.0.7.118

Adresse de diffusion : 10.0.7.119

Grâce à VLSM, chaque sous-réseau est adapté aux besoins réels.

La conception du réseau peut facilement s'adapter à l'évolution des besoins.

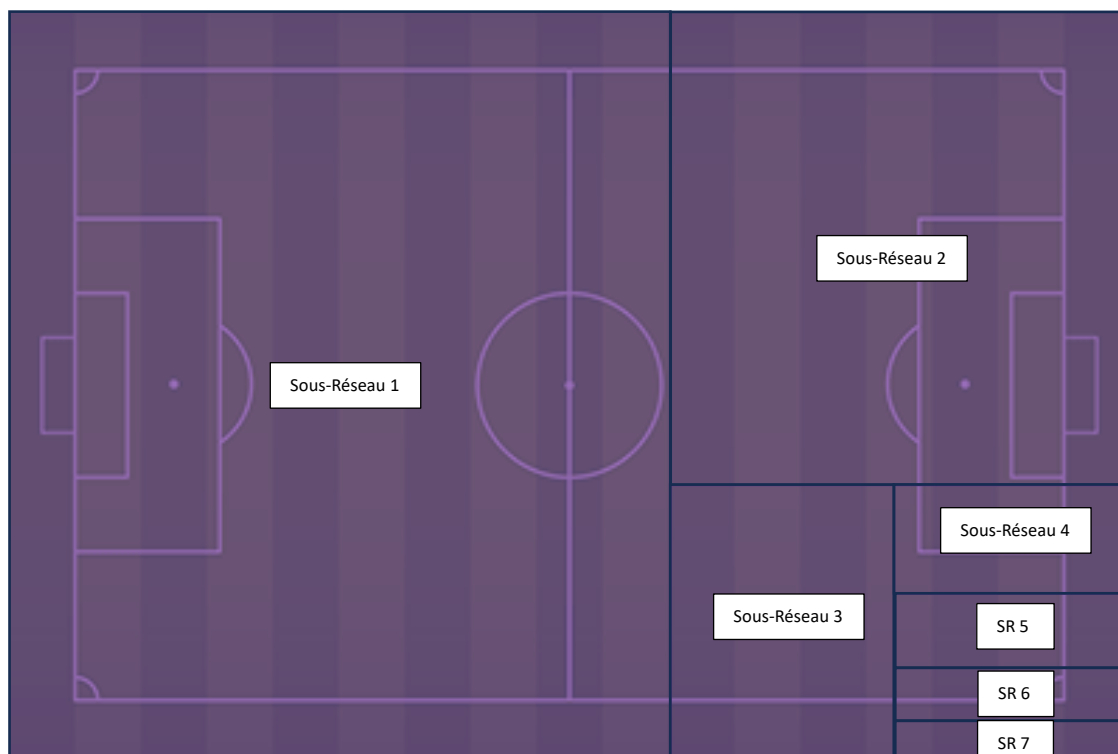
Au lieu de gaspiller de nombreuses adresses avec des sous-réseaux de taille fixe, VLSM permet d'utiliser exactement ce qui est nécessaire.

Voilà donc comment nous pourrions découper nos sous-réseaux avec la méthode VLSM :

Sous-réseau	Nb d'adresses	SubnetMask	Adresse réseau	Plage d'adresses	Broadcast
1	1000	/22	10.0.0.0	10.0.0.1 à 10.0.3.254	10.0.3.255
2	500	/23	10.0.4.0	10.0.4.1 à 10.0.5.254	10.0.5.255
3	200	/24	10.0.6.0	10.0.6.1 à 10.0.6.254	10.0.6.255
4	50	/26	10.0.7.0	10.0.7.1 à 10.0.7.62	10.0.7.63
5	20	/27	10.0.7.64	10.0.7.65 à 10.0.7.94	10.0.7.95
6	10	/28	10.0.7.96	10.0.7.97 à 10.0.7.110	10.0.7.111
7	5	/29	10.0.7.112	10.0.7.113 à 10.0.7.118	10.0.7.119

Analogie

Si l'on applique la logique VLSM à notre terrain de football, voici ce que cela donnerait :



Avec VLSM voici schématiquement ce que notre adressage donnerait !

Explications théoriques

1. Déterminer le nombre de sous-réseaux nécessaires et le nombre d'adresses IPs nécessaires dans chaque sous-réseau.
2. Calculer le masque de sous-réseau à l'aide de la formule 2^n .

Nombre d'adresses nécessaires	Puissance de 2 (ⁿ)	Masque de sous-réseau	Adresses IP totales
1000	10	/22	1024
500	9	/23	512
200	8	/24	256
50	6	/26	64
20	5	/27	32
10	4	/28	16
5	3	/29	8

3. Lors de l'attribution des adresses, commencer par le sous-réseau qui nécessite le plus d'adresses, afin de garantir qu'il a suffisamment d'espace.
Réserver les plages d'adresses en appliquant le masque de sous-réseau.
Après avoir défini le premier sous-réseau, passer au suivant. Répéter le processus d'attribution d'adresses tout en respectant les limites d'adresses des sous-réseaux précédemment définis.
S'assurer que les nouvelles plages ne chevauchent pas les plages d'adresses utilisées pour les sous-réseaux déjà définis.

De manière générale lors de la conception d'un plan d'adressage, les adresses IPs choisis pour le plan respect la RFC 1918. Cela évite notamment tout conflits entre plusieurs réseaux privés ou des routeurs.

Le plan d'adressage

Concevoir un plan d'adressage IP est une étape cruciale pour organiser et gérer efficacement un réseau. Voici une approche méthodique à titre d'exemple :

1. Évaluation des besoins en sous-réseaux

- Lister les départements, services ou sites géographiques de votre organisation qui nécessitent chacun leur propre sous-réseau (ex. : Administration, Finance, IT, Production, etc.).
- Estimer le nombre d'appareils pour chaque sous-réseau (ordinateurs, imprimantes, caméras, serveurs, etc.), en incluant une marge pour une éventuelle expansion.

2. Choix de l'espace d'adressage

- Utiliser un espace d'adressage privé (conforme à la RFC 1918), comme :
 - Classe A : 10.0.0.0/8
 - Classe B : 172.16.0.0/16
 - Classe C : 192.168.0.0/24
- Le choix de la classe dépend de la taille du réseau. Pour de très grandes organisations, la classe A est recommandée ; pour des réseaux de taille moyenne, la classe B ; et pour des petits réseaux ou des segments, la classe C.

3. Définition de la structure des sous-réseaux

- Attribuer des sous-réseaux pour chaque entité en fonction du nombre d'appareils et du besoin d'expansion.
- Utiliser VLSM (Variable Length Subnet Mask) pour allouer le nombre exact d'adresses nécessaires, sans gaspillage.

4. Découpe en sous-réseaux avec masques adaptés

En commençant par le plus grand sous-réseau nécessaire, procéder à la découpe en appliquant un masque adapté à chaque sous-réseau :

- Exemple de découpe (espace d'adressage 192.168.0.0/16) :
 - 192.168.0.0/24 pour le département Administration (255 adresses)
 - 192.168.1.0/25 pour le département IT (128 adresses)
 - 192.168.2.0/26 pour le département Finance (64 adresses)
 - etc.

5. Établir les plages d'adresses réservées

- Adresses pour les équipements réseau (routeurs, switches) : réserver une partie du sous-réseau pour les adresses des équipements essentiels, comme 192.168.0.1 pour le routeur ou le gateway.
- Adresses pour les services critiques (ex. serveurs DHCP, DNS) : réserver également une portion d'adresses pour ces services, généralement au début ou à la fin de chaque sous-réseau.

6. Planification des adresses de diffusion et des plages d'adresses DHCP

- Déterminer les adresses de diffusion pour chaque sous-réseau (par exemple, 192.168.0.255 pour 192.168.0.0/24).
- Plages DHCP : configurer des plages dynamiques en fonction des besoins et réserver certaines adresses en dehors de cette plage pour les équipements ayant besoin d'une adresse fixe.

Sous-Réseau	Plage d'Adresses	Masque	Nb Adresses	Utilisation
192.168.0.0/24	192.168.0.1 - 192.168.0.254	255.255.255.0	254	Administration
192.168.1.0/25	192.168.1.1 - 192.168.1.126	255.255.255.128	126	IT
192.168.2.0/26	192.168.2.1 - 192.168.2.62	255.255.255.192	62	Finance
192.168.3.0/27	192.168.3.1 - 192.168.3.30	255.255.255.224	30	Production
192.168.4.0/28	192.168.4.1 - 192.168.4.14	255.255.255.240	14	Marketing



Documenter et conserver à jour : Noter chaque attribution d'adresse et les modifications pour éviter les conflits.

Réserver des sous-réseaux supplémentaires pour les futures expansions.

Organiser par localisation ou par fonction : Cela simplifie la gestion et facilite l'identification des sous-réseaux.