Le VLSM : la méthode pas à pas

La démarche en cinq étapes pour construire un plan VLSM : besoin en adresses, bits hôtes, masque, placement aligné, bornes. Puis la vérification du plan avec la grille en cinq points.

Objectifs et prérequis

Cette fiche résume la méthode du cours « Le VLSM : des sous-réseaux de tailles différentes ». Gardez-la sous les yeux pendant les exercices et le TP. Suivez les cinq étapes dans l'ordre, pour chaque segment.

Elle prolonge la fiche « Découper un réseau en sous-réseaux ». Les mots bits hôtes, taille de bloc et pas d'avancement doivent vous être familiers.

Situation de départ

Une PME reçoit la plage `172.16.0.0/24`. Elle a trois LAN de **60, 28 et 12 PC**, chacun derrière son routeur, et deux liaisons entre routeurs. Le plus grand LAN demande 61 adresses, donc un /26. En découpage égal, tous les blocs seraient des /26. Un /24 n'en contient que 4, pour 5 segments : c'est impossible.

Vous allez donc donner à chaque segment **son propre masque**. Vous répondrez en deux temps :

— **A. Dimensionner** chaque segment : besoin, bits hôtes, préfixe ;
— **B. Placer** chaque bloc : alignement, bornes.

Notions essentielles

Notion	Ce qu'il faut retenir
VLSM	*Variable Length Subnet Mask* : chaque sous-réseau reçoit un masque ajusté à son besoin.
Besoin en adresses	PC + **interfaces de routeur** du segment. Une liaison point à point demande **2 adresses**.
Bits hôtes h	Plus petit h tel que $\mathbf{2^h - 2}$ **besoin**.
Préfixe	**32 − h**. Bits empruntés : bits hôtes du parent − h.
Taille de bloc	$\mathbf{2^h}$ **adresses**, dont $2^h - 2$ utilisables (cas classique).
Pas d'avancement	**256 − octet significatif** du masque.
Première adresse libre	**Diffusion précédente + 1**. C'est un candidat, pas encore une réponse.
Alignement	Un réseau commence sur un multiple de sa taille de bloc : octet significatif **multiple du pas** et octets suivants **à 0**.
Bornes	Bits hôtes à 0 : réseau. Bits hôtes à 1 : diffusion. Utilisables : réseau + 1 à diffusion − 1.

Mémo : du besoin au préfixe

Lisez la première colonne : elle donne l'intervalle de besoins couvert par chaque préfixe. De /24 à /30, l'octet significatif est le 4e. Pour /23 et /22, c'est le 3e : la taille de bloc vaut alors pas × 256.

Besoin en adresses	h	Préfixe	Masque	Taille de bloc	Utilisables	Pas
1 à 2	2	/30	`255.255.255.252`	4	2	4 (4e octet)
3 à 6	3	/29	`255.255.255.248`	8	6	8 (4e octet)
7 à 14	4	/28	`255.255.255.240`	16	14	16 (4e octet)
15 à 30	5	/27	`255.255.255.224`	32	30	32 (4e octet)
31 à 62	6	/26	`255.255.255.192`	64	62	64 (4e octet)
63 à 126	7	/25	`255.255.255.128`	128	126	128 (4e octet)

Besoin en adresses	h	Préfixe	Masque	Taille de bloc	Utilisables	Pas
127 à 254	8	/24	`255.255.255.0`	256	254	256 (4e octet), soit 1 dans le 3e
255 à 510	9	/23	`255.255.254.0`	512	510	2 (3e octet)
511 à 1 022	10	/22	`255.255.252.0`	1 024	1 022	4 (3e octet)

Méthode et exemple

La démarche, étape par étape

A. Dimensionner. Faites-le pour tous les segments avant d'en placer un seul.

Étape	Question à vous poser	Ce que vous écrivez
1. Besoin	Combien de PC ? Combien d'interfaces de routeur sur ce segment ?	Besoin en adresses, puis liste **triée par ordre décroissant**
2. Bits hôtes	Quel est le plus petit h tel que $2^h - 2$ besoin ?	h
3. Masque	Combien de bits empruntés ? Quel préfixe ?	Bits hôtes du parent − h ; /n = 32 − h ; masque pointé

B. Placer, bloc par bloc, du plus grand au plus petit.

Étape	Question à vous poser	Ce que vous écrivez
4. Placement	Que vaut la diffusion précédente + 1 ? Ce candidat est-il un multiple du pas, avec les octets suivants à 0 ?	Adresse réseau alignée ; sinon, multiple suivant
5. Bornes	Que vaut l'adresse avec les bits hôtes à 1 ?	Diffusion, puis plage réseau + 1 à diffusion − 1

Le premier bloc commence à l'adresse réseau du parent. Si vous placez les blocs par ordre décroissant, à la suite et sans trou, chaque candidat tombe aligné. Vérifiez quand même : c'est un contrôle de deux secondes.

Exemple : `172.16.0.0/24`

Trois LAN, chacun derrière son routeur, et deux liaisons R1–R2 et R2–R3. Seul le dernier octet change.

Étapes 1 à 3. Chaque LAN compte une interface de routeur. Le parent /24 offre 8 bits hôtes.

Segment	Besoin	Calcul de h	h	Préfixe	Masque
LAN 1	60 + 1 = 61	$2^5 - 2 = 30$ non ; $2^6 - 2 = 62$ oui	6	/26	`255.255.255.192`
LAN 2	28 + 1 = 29	$2^4 - 2 = 14$ non ; $2^5 - 2 = 30$ oui	5	/27	`255.255.255.224`
LAN 3	12 + 1 = 13	$2^3 - 2 = 6$ non ; $2^4 - 2 = 14$ oui	4	/28	`255.255.255.240`
R1–R2	1 + 1 = 2	$2^1 - 2 = 0$ non ; $2^2 - 2 = 2$ oui	2	/30	`255.255.255.252`
R2–R3	1 + 1 = 2	idem	2	/30	`255.255.255.252`

Étapes 4 et 5. Pour chaque bloc : candidat, alignement, bornes.

```
Segment  Candidat          Pas  Aligné ?        Réseau              Diffusion
LAN 1    .0 (parent)       64  0 = 0 x 64      00|000000 =   0     00|111111 =  63
LAN 2    63 + 1 = 64       32  64 = 2 x 32     010|00000 =  64     010|11111 =  95
LAN 3    95 + 1 = 96       16  96 = 6 x 16     0110|0000 =  96     0110|1111 = 111
R1-R2    111 + 1 = 112      4  112 = 28 x 4    011100|00 = 112     011100|11 = 115
R2-R3    115 + 1 = 116      4  116 = 29 x 4    011101|00 = 116     011101|11 = 119
```

Segment	Préfixe	Réseau	Utilisables	Diffusion
LAN 1	/26	`172.16.0.0`	`.1` – `.62`	`.63`
LAN 2	/27	`172.16.0.64`	`.65` – `.94`	`.95`
LAN 3	/28	`172.16.0.96`	`.97` – `.110`	`.111`
R1–R2	/30	`172.16.0.112`	`.113` – `.114`	`.115`
R2–R3	/30	`172.16.0.116`	`.117` – `.118`	`.119`

Les adresses de `172.16.0.120` à `172.16.0.255` restent libres, soit 136 adresses. Elles forment deux blocs alignés : `172.16.0.120/29` ($120 = 15 \times 8$) et `172.16.0.128/25`.

À vous. La PME ajoute un LAN de 100 postes derrière un nouveau routeur. Où le placer ?

Réponse. Besoin : $100 + 1 = 101$ adresses. $2^6 - 2 = 62$ ne suffit pas ; $2^7 - 2 = 126$ suffit : h = 7, /25. La première adresse libre est `.120`, qui n'est pas un multiple de 128. Le bloc commence donc en `172.16.0.128/25` : utilisables de `.129` à `.254`, diffusion `.255`.

Points de vigilance

Les erreurs fréquentes

Erreur	Exemple	Le bon réflexe
Oublier l'interface du routeur	254 PC + 1 routeur = 255 adresses. Un /24 n'offre que 254 adresses utilisables.	Comptez les interfaces **avant** l'étape 2. Ici, il faut un /23 : il ne tient pas dans un parent /24.
Compter une seule adresse pour une liaison	Une liaison R1–R2 relie deux interfaces.	2 adresses, donc h = 2 et un **/30** classique.
Placer les blocs sans les trier	Le /27 du LAN 2 placé en `.0`, puis le /26 du LAN 1.	Triez par besoin décroissant : les grands blocs ont les contraintes d'alignement les plus fortes.
Prendre la première adresse libre sans contrôle	Démarrer un /26 en `.32`.	Vérifiez que le candidat est un multiple du pas. Sinon, sautez au multiple suivant.
Oublier les octets suivants	Prendre `10.6.4.1` pour le réseau d'un /22.	Le 3e octet est bien un multiple de 4, mais le 4e doit valoir 0.

> ⚠ Piège : diffusion + 1 n'est pas toujours aligné
>
> Un bloc finit en `172.16.0.31`. Le candidat suivant est `.32`. Or un /26 avance par 64 : ses réseaux commencent en 0, 64, 128 ou 192. Avec le masque /26, 32 ET 192 = 0 : le bloc chevaucherait celui déjà placé. Laissez `.32` à `.63` libres et commencez le /26 en `172.16.0.64`.

Vérifier son plan

- ☐ **Assez d'adresses** : chaque masque offre $2^h - 2$ besoin, PC et interfaces de routeur compris.
- ☐ **Blocs alignés** : chaque réseau est un multiple de sa taille de bloc.
- ☐ **Blocs disjoints et contenus dans le parent** : chaque réseau commence après la diffusion du précédent, et le dernier finit dans la plage de départ.
- ☐ **Interfaces uniques** : chaque interface a une adresse différente, dans le bon réseau, ni réseau ni diffusion.
- ☐ **Passerelles et routes** : les PC ont la bonne passerelle et chaque réseau du plan est joignable depuis chaque routeur.

Synthèse

— **A. Dimensionner** : besoin → bits hôtes → bits empruntés → nouveau masque.
— Besoin = PC + interfaces de routeur. Liaison point à point : 2 adresses, un /30.
— Plus petit h tel que $2^h - 2 \quad$ besoin. Préfixe = $32 - h$.
— Triez les segments par besoin décroissant.
— **B. Placer** : première adresse libre = diffusion précédente + 1. Vérifiez ensuite l'alignement du nouveau bloc.
— Bits hôtes à 0 : réseau. Bits hôtes à 1 : diffusion. Utilisables : du réseau + 1 à la diffusion − 1.
— Relisez chaque plan avec la grille en cinq points.

Pour aller plus loin

— RFC 1878 — Variable Length Subnet Table For IPv4, RFC historique, utile comme table des préfixes et de leurs tailles.
— RFC 4632 — CIDR, qui définit la notation /n.
— RFC 1918 — adresses privées, dont la plage `172.16.0.0/12`, qui contient l'exemple.
— RFC 3021 — préfixes /31 sur les liaisons point à point. Cette fiche garde, comme le cours, la convention du /30 classique.