

Calcul de sous-réseaux (Exercices)

Hainaut Patrick 2024

But de cette présentation

- Le calcul de sous-réseaux en IPv4 pose généralement beaucoup de problèmes aux apprenants
- Cette présentation est divisée en 3 parties
 - Calcul d'une plage
 - Calcul de sous-réseaux traditionnel
 - Calcul VLSM
- Cette présentation a pour but de vous aider
- Ne négligez pas non plus les vidéos sur le sujet

Composition d'une adresse IP

- Une adresse IP en IPv4 comporte 32 bits (4 bytes, 1 byte étant toujours égal à 8 bits)
- Un certain nombre de ces bits représente le (sous-)réseau
- Ce nombre est déterminé par le nombre de bits à 1 dans le masque de sous-réseau
- Dans les 32 bits, ces bits sont situés sur la gauche
- Les bits restants (à droite) sont des bits machines utilisés pour adresser les machines du (sous-)réseau

Masque de sous-réseau

- Le masque de sous-réseau permet de déterminer le nombre de bits de (sous-)réseau présents dans l'adresse IP
- Il permet donc de déterminer si deux adresses IP sont dans le même (sous-)réseau ou pas
- Un masque de sous-réseau est une suite continue de bits à 1 (Ex.:11111111.11111111.11100000.00000000)
- Il peut être représenté sous forme décimale pointée (Ex.:255.255.224.0) ou en tant que nombre de bits à 1 (Ex.: /19)

Plage IP à partir d'une adresse IP

- **Exemple: 192.168.0.10/24**

Le masque de sous-réseau comporte 24 bits à 1

Les 24 premiers bits de l'adresse sont donc fixés

Dans ce cas, ça tombe juste, puisque 24 bits, ça représente 3 bytes

Les 3 premiers bytes de l'adresse sont donc fixés et gardent la même valeur pour tout le sous-réseau; 192.168.0

Le dernier byte varie de 0 à 255 puisque les 8 bits correspondant dans le masque de sous-réseau sont à 0

L'adresse de réseau, représentant le réseau et non-attribuable est la première adresse de (sous-)réseau: **192.168.0.0**

L'adresse de diffusion, non attribuable est la dernière adresse du (sous-) réseau: **192.168.0.255**

Plage IP à partir d'une adresse IP

- **Exemple: 192.168.0.10/27**

Le masque de sous-réseau comporte 27 bits à 1

Les 27 premiers bits de l'adresse sont donc fixés

On a 3 bytes de fixé (24 bits) + 3 bits dans le dernier byte

Les 3 premiers bytes de l'adresse sont fixés et gardent la même valeur pour tout le sous-réseau; 192.168.0

Les 3 bits sur la gauche du dernier byte sont fixés aussi

On regarde l'état de ces 3 bits; dans ce cas ils sont à 000 (puisque l'on a 10 en décimal, ce qui donne 00001010 en binaire)

Seuls les 5 bits sur la droite du dernier byte varient de 00000 à 11111, donc de 0 à 31 (au niveau du masque, ces bits sont à 0)

L'adresse de réseau est 192.168.0.0 (00000000)

L'adresse de diffusion est 192.168.0.31 (00011111)

Plage IP à partir d'une adresse IP

- **Exemple: 192.168.0.168/27**

Le masque de sous-réseau comporte 27 bits à 1

Les 27 premiers bits de l'adresse sont donc fixés

On a 3 bytes de fixés (24 bits) + 3 bits dans le dernier byte

Les 3 premiers bytes de l'adresse sont fixés à 192.168.0

Les 3 bits sur la gauche du dernier byte sont fixés aussi

On regarde l'état de ces 3 bits; dans ce cas ils sont à 101

(on a 168 en décimal, ce qui donne 10101000 en binaire)

Ce sont des bits de poids forts, leur valeur est $128+32=160$

Seuls les 5 bits sur la droite du dernier byte varient de 00000 à 11111, donc de 0 à 31

L'adresse de réseau est 192.168.0.160 (10100000)

L'adresse de diffusion est 192.168.0.191 (10111111)

Plage IP à partir d'une adresse IP

- **Exemple: 172.200.202.16/22**

Le masque de sous-réseau comporte 22 bits à 1

Les 22 premiers bits de l'adresse sont donc fixés

On a 2 bytes de fixés (16 bits) + 6 bits dans le troisième byte

Les 2 premiers bytes de l'adresse sont fixés à 172.200

Les 6 bits sur la gauche du troisième byte sont fixés aussi

On regarde l'état de ces 6 bits; dans ce cas ils sont à 110010

(on a 202 en décimal, ce qui donne 11001010 en binaire)

Seuls les 2 bits sur la droite du troisième byte varient de 00 à 11, donc de 0 à 3

Le quatrième byte n'étant pas fixé, il varie de 0 à 255

L'adresse de réseau est 172.200.200.0 (11001000.00000000)

L'adresse de diffusion est 172.200.203.255 (11001011.11111111)

Analyse de ces exemples

- On voit dans ces exemples que le masque de sous-réseau est indissociable de l'adresse IP. C'est lui qui permet de différencier la partie réseau de l'adresse IP de la partie machines
- Le fait de calculer la plage réseau dont fait partie une adresse IP est un préalable indispensable au calcul de sous-réseau
- Cela permet de déterminer l'adresse de réseau dont il faudra tenir compte pour le calcul de sous-réseau
- Le sous-réseau sera toujours une partie du réseau d'origine et **aucune adresse IP ne sera en dehors** -> suite à vos calculs, si vous trouvez une plage d'adresse IP pour le sous-réseau en dehors de la plage du réseau d'origine -> erreur ...

VLSM

- Dans l'industrie, on utilise couramment la division des réseaux avec le VLSM
- Pour ce faciliter la vie, quelques petites choses à retenir:
 - Les poids binaires cumulés:

128	64	32	16	8	4	2	1
128	192	224	240	248	252	254	255

VLSM

- La correspondance masque – nombre d’adresses

masque	masque en décimal	Nbr d’adresses	Nbr d’hôtes (PC)
/22	255.255. 252 .0	1024	1022
/23	255.255. 254 .0	512	510
/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

VLSM

- La nécessité de commencer son plan d’adressage par le réseau le plus grand (en nombre d’hôtes) et d’aller en décroissant:

Exemple:

- sous-réseau A : 5 hôtes
- sous-réseau B : 40 hôtes
- sous-réseau C : 10 hôtes
- sous-réseau D : 60 hôtes

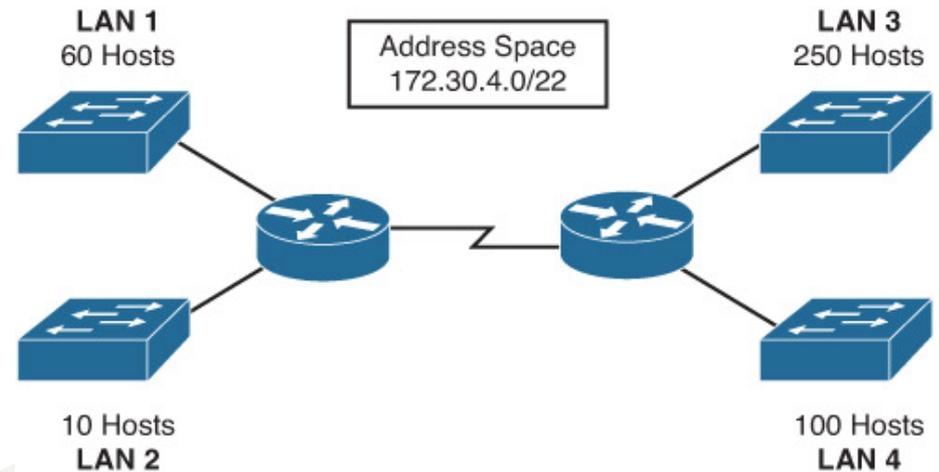
On traitera les sous-réseaux dans cet ordre: D, B, C, A

- Si on commence par le sous-réseau le plus petit, il est absorbé par les sous-réseaux plus grands

VLSM

- Soit le schéma suivant:

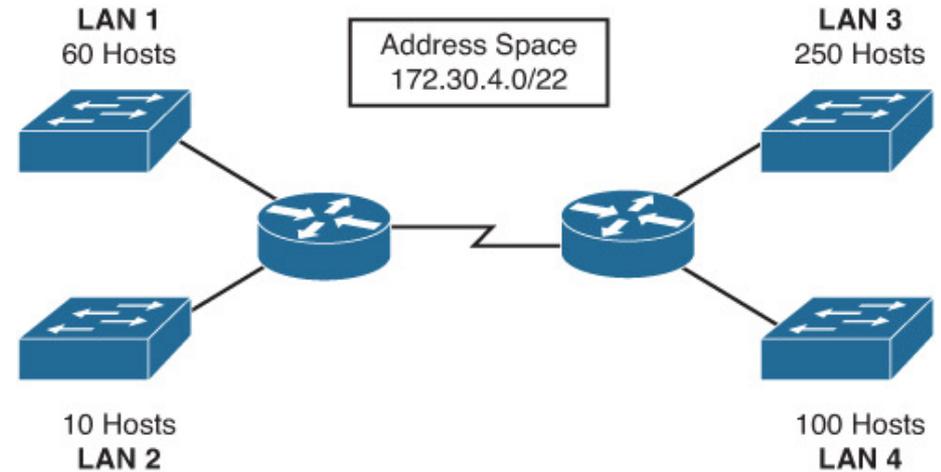
- La première chose à faire est de déterminer le nombre de réseaux et de les classer du plus grand au plus petit
- Dans le cas de ce schéma, on a 4 réseaux terminaux et 1 réseaux entre routeurs, donc 5 réseaux au total



- On aura donc:
- | | | |
|----------------------|-----------------|-----|
| LAN3: 250 hôtes -> | 256 adresses -> | /24 |
| LAN4: 100 hôtes -> | 128 adresses -> | /25 |
| LAN1: 60 hôtes -> | 64 adresses -> | /26 |
| LAN2: 10 hôtes -> | 16 adresses -> | /28 |
| Routeurs: 2 hôtes -> | 4 adresses -> | /30 |

VLSM

- L'adresse de départ 172.30.4.0/22 est bien une adresse réseau (seuls les bits 2 et 1 du 3^{ème} byte sont à 0, le 4 présent dans ce byte est donc bien fixé)



- Pour le LAN3, la plage est: 172.30.4.0/24 -> 172.30.4.255/24
- Pour le LAN4, la plage est: 172.30.5.0/25 -> 172.30.5.127/25
- Pour le LAN1, la plage est: 172.30.5.128/26 -> 172.30.5.191/26
- Pour le LAN2, la plage est: 172.30.5.192/28 -> 172.30.5.207/28
- Pour la liaison routeurs, la plage est: 172.30.5.208/30 -> 172.30.5.211/30

VLSM

- Rappels:
 - On commence à compter à 0, donc si on veut, par exemple, 64 adresses dans une plage IP, on rajoutera 63 pour obtenir ces 64 adresses
172.30.5.128/26 -> 172.30.5.191/26 -> on a rajouté 63 à 128 pour obtenir 191 et on a bien 64 adresses
 - Le dernier byte de l'adresse réseau d'une plage IP est toujours pair (128 dans l'exemple plus haut)
 - Le dernier byte de l'adresse de diffusion d'une plage IP est toujours impair (191 dans l'exemple plus haut)

Calcul de sous-réseaux traditionnel: principes

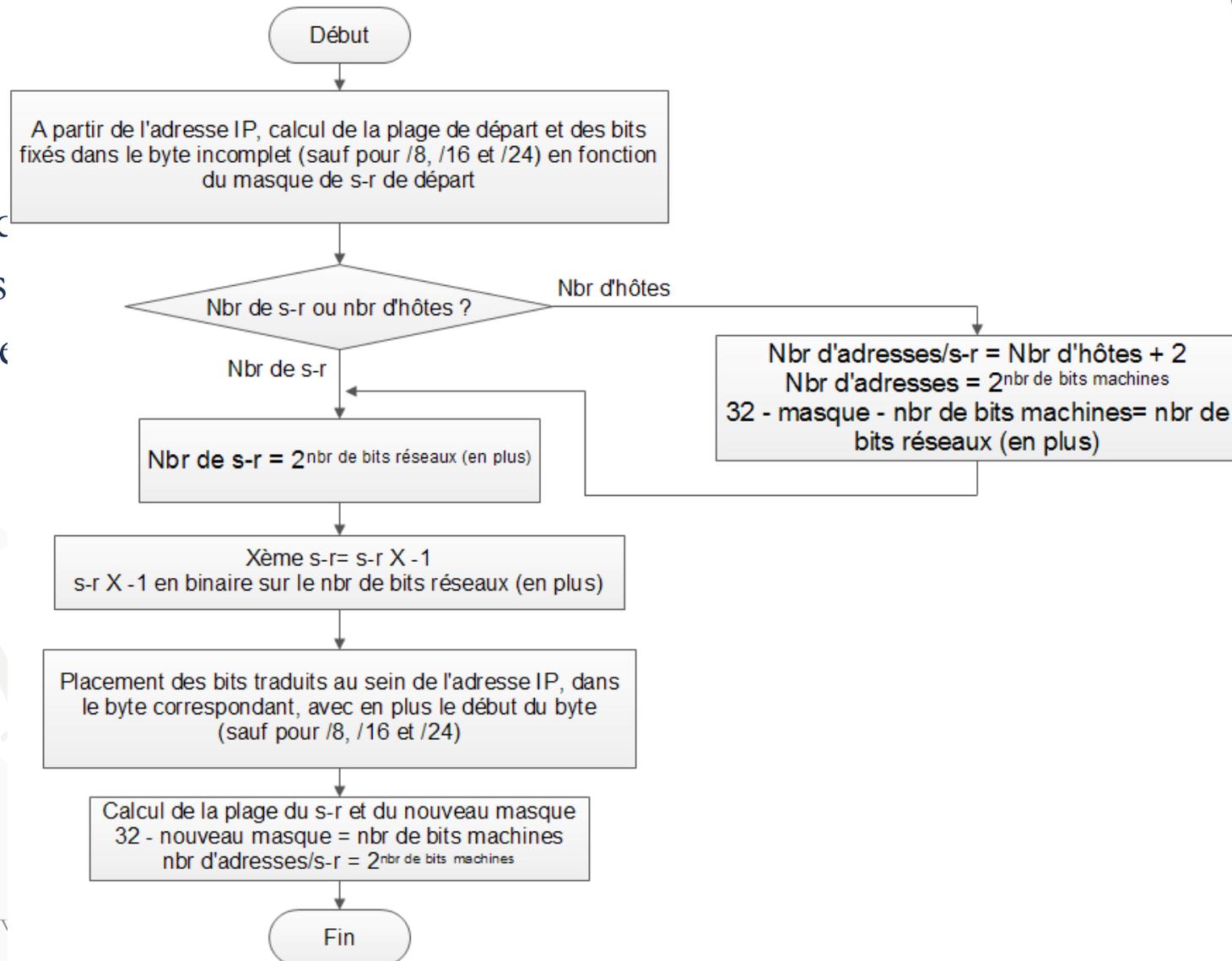
- Comme pour le VLSM, le but est de diviser le réseau d'origine en plusieurs sous-réseaux plus petits mais dans ce cas, tous les (sous-)réseaux ont le même nombre d'adresses
- Pour ce faire, on va transformer un certain nombre de bits machines en bits de réseau en ajoutant des bits à 1 dans le masque de sous-réseau
- Le nombre de bits ajoutés permet de déterminer le nombre de sous-réseaux par $2^{\text{nbr de bits ajoutés (réseau)}}$
- Le nombre d'adresses par sous-réseau est lié au nombre de bits machines restant via $2^{\text{nbr de bits machines}}$

Calcul de sous-réseaux traditionnel: principes

- Le nombre de sous-réseaux et le nombre d'adresses par sous-réseaux est toujours un exposant de 2: 1, 2, 4, 8, 16, 32, ...
- Retenez que $2^5=32$ et que $2^{10}=1024$, vous pourrez en déduire tous les autres

Calcul de sous-réseaux: ordinogramme

On peut schématiser la procédure de calcul de sous-réseau comme suit:



Calcul de sous-réseaux: exercice 1

- **Soit le réseau 192.168.10.0/24 à diviser en 8 sous-réseaux**

La plage réseau va de 192.168.10.0 à 192.168.10.255

8 s-r $\rightarrow 2^3$ (bits de réseau)

\rightarrow Aux 24 bits de réseau, on en rajoute 3 pour arriver à 27

\rightarrow Le masque de sous-réseau passe à 27 bits à 1

Pour déterminer, par exemple, la plage du 3^{ème} sous-réseau, comme on commence à compter à 0 (le 1^{er} s-r est le s-r 0), on travaillera sur le s-r 2. Pour voir la configuration des 3 bits réseau qu'on a rajouté, pour le s-r 2, on code 2 en binaire sur ces 3 bits de réseau \rightarrow **010** (ce sont les bits 25, 26 et 27)

Les bits restants ne sont pas fixés (0 dans le masque)

Calcul de sous-réseaux: exercice 1

- Les 5 bits restants (28 à 32) ne sont pas fixés (0 dans le masque) -> **XXXXXX**
Le dernier byte se présente donc comme ça: **010XXXXXX**

Si $X=0$, ça donne 64 et si $X=1$, ça donne 95

La plage du 3^{ème} s-r va donc de 192.168.10.64/27 à 192.168.10.95/27

Le nombre de bits machines est de 5 (nbr correspondant au nbr de bits à 0 dans le masque), on a donc $2^5=32$ adresses/s-r
On enlève les adresses de réseau et diffusion et on obtient le nbr de machines par s-r: 30, dans ce cas-ci

Calcul de sous-réseaux: exercice 1

- Pour déterminer la plage DHCP maximum, on enlève les adresses de réseau et de diffusion et l'adresse attribuée au serveur DHCP

Plage IP: de 192.168.10.64/27 à 192.168.10.95/27

Adresse du serveur DHCP: 192.168.10.65/27

Plage DHCP max.: de 192.168.10.66/27 à 192.168.10.94/27

On pourrait prendre une plage DHCP plus petite pour garder quelques adresses IP fixes, par exemple

Calcul de sous-réseaux: exercice 2

- **Soit le réseau 172.17.0.0/16 à diviser en 500 sous-réseau**

La plage réseau va de 172.17.0.0 à 172.17.255.255

500 s-r \rightarrow 512 s-r $\rightarrow 2^9$ (bits de réseau)

\rightarrow Aux 16 bits de réseau, on en rajoute 9 pour arriver à 25

\rightarrow Le masque de sous-réseau passe à 25 bits à 1

Pour déterminer, par exemple, la plage du 101^{ème} sous-réseau, on travaillera sur le s-r 100. Pour voir la configuration des 9 bits réseaux qu'on a rajouté, pour les s-r 100, on code 100 en binaire sur ces 9 bits \rightarrow **001100100** (ce sont les bits 17 à 25)

Les bits restants ne sont pas fixés (0 dans le masque)

Calcul de sous-réseaux: exercice 2

- Les 7 bits restants (26 à 32) ne sont pas fixés (0 dans le masque) -> **XXXXXXXX**

Les 2 derniers bytes se présente donc comme ça:

00110010.0XXXXXXXX

Le 3^{ème} byte vaut 50, le 4^{ème} byte vaut 0 si X=0 et 127 si X=1

La plage du 101^{ème} s-r va donc de 172.17.50.0/25 à 172.17.50.127/25

Le nombre de bits machines est de 7 (nbr correspondant au nbr de bits à 0 dans le masque), on a donc $2^7=128$ adresses s-r

On enlève les adresses de réseau et de diffusion et on obtient le nbr de machines par s-r: 126 dans ce cas-ci

Calcul de sous-réseaux: exercice 3

- **Soit le réseau 192.168.10.0/26 à diviser en s-r de 6 machines**

La plage réseau va de 192.168.10.0 à 192.168.10.63

s-r de 6 mach. -> s-r de 8 adr. -> 2^3 (bits machines)

-> 32 bits au total – 26 bits réseau – 3 bits mach. = 3 bits restants

-> Ces 3 bits restants sont les bits permettant de créer les s-r

-> On a donc $2^3=8$ sous-réseaux

-> Aux 26 bits de réseau, on en rajoute 3 pour arriver à 29

-> Le masque de sous-réseau passe à 29 bits à 1

Pour déterminer, par exemple, la plage du 6^{ème} sous-réseau, on travaillera sur le s-r 5. Pour voir la configuration des 3 bits réseaux

qu'on a rajouté, pour le s-r 5, on code 5 en binaire sur ces 3 bits -> **101** (ce sont les bits 27 à 29)

Les bits restants ne sont pas fixés (0 dans le masque)

Calcul de sous-réseaux: exercice 3

- Les 3 bits restants (30 à 32) ne sont pas fixés (0 dans le masque) -> **XXX**

Le dernier byte se présente donc comme ça: 00**101****XXX**

Les bits en noir sont les bits 24 et 25 fixés dans le réseau de départ ...

Si $X=0$, ça donne 40 et si $X=1$, ça donne 47

La plage du 6^{ème} s-r va donc de 192.168.10.40/29 à 192.168.10.47/29

Le nombre de bits machines est de 3, on a donc bien $2^3=8$ adr./s-r (postulat de départ)

Calcul de sous-réseaux: exercice 4

- **Soit le réseau 192.168.10.64/26 à diviser en s-r de 6 machines**

La plage réseau va de 192.168.10.64 à 192.168.10.127

s-r de 6 mach. -> s-r de 8 adr. -> 2^3 (bits machines)

-> 32 bits au total – 26 bits réseau – 3 bits mach. = 3 bits restants

-> Ces 3 bits restants sont les bits permettant de créer les s-r

-> On a donc $2^3=8$ sous-réseaux

-> Aux 26 bits de réseau, on en rajoute 3 pour arriver à 29

-> Le masque de sous-réseau passe à 29 bits à 1

Pour déterminer, par exemple, la plage du sous-réseau 3, on travaillera sur le s-r 3 ;-). Pour voir la configuration des 3 bits réseau qu'on a rajouté, pour le s-r 3, on code 3 en binaire sur ces 3 bits -> **011** (ce sont les bits 27 à 29)

Les bits restants ne sont pas fixés (0 dans le masque)

Calcul de sous-réseaux: exercice 4

- Les 3 bits restants (30 à 32) ne sont pas fixés (0 dans le masque) -> **XXX**

Le dernier byte se présente donc comme ça: 01**011****XXX**

Les bits en noir sont les bits 24 et 25 fixés dans le réseau de départ ...

Si $X=0$, ça donne 88 et si $X=1$, ça donne 95

La plage du s-r 3 va donc de 192.168.10.88/29 à 192.168.10.95/29

Le nombre de bits machines est de 3, on a donc bien $2^3=8$ adr./s-r (postulat de départ)

Calcul de sous-réseaux: exercice 5

- Soit le PC 172.17.108.61/20 dont le réseau est à diviser en 100 sous-réseaux

La plage réseau va de 172.17.96.0 à 172.17.111.255

100 s-r \rightarrow 128 s-r $\rightarrow 2^7$ (bits de réseau)

\rightarrow Aux 20 bits de réseau, on en rajoute 7 pour arriver à 27

\rightarrow Le masque de sous-réseau passe à 27 bits à 1

Pour déterminer, par exemple, la plage du 51^{ème} sous-réseau, on travaillera sur le s-r 50. Pour voir la configuration des 7 bits réseau qu'on a rajouté, pour le s-r 50, on code 50 en binaire sur ces 7 bits \rightarrow **0110010** (ce sont les bits 21 à 27)

Les bits restants ne sont pas fixés (0 dans le masque)

Calcul de sous-réseaux: exercice 5

- Les 5 bits restants (28 à 32) ne sont pas fixés (0 dans le masque)
-> XXXXX

Les 2 derniers bytes se présente donc comme ça:

01100110.010XXXXX

Le 3^{ème} byte vaut 102, le 4^{ème} byte vaut 64 si X=0 et 95 si X=1

La plage du 51^{ème} s-r va donc de 172.17.102.64/27 à
172.17.102.95/27

Le nombre de bits machines est de 5, on a donc $2^5=32$ adr./s-r

Le PC de l'énoncé fait partie du s-r 97 (on a des s-r de 32 adr., le 3^{ème} byte passe de 96 à 108 (pour ce PC) et pour chaque valeur, le 4^{ème} byte varie de $8*32$, et dans 61, 32 va $1x \rightarrow (108-96)*8+1$)

Calcul de sous-réseaux: exercice 6

- **Soit le PC 172.17.108.61/20 dont le réseau est à diviser en sous-réseaux de 500 machines**

La plage réseau va de 172.17.96.0 à 172.17.111.255

500 machines \rightarrow 512 adresses $\rightarrow 2^9$ (bits machines)

$32 - 20 - 9 = 3$ bits de sous-réseau $\rightarrow 2^3$ (bits de réseau) = 8 s-r

\rightarrow Aux 20 bits de réseau, on en rajoute 3 pour arriver à 23

\rightarrow Le masque de sous-réseau passe à 23 bits à 1

Pour déterminer, par exemple, la plage du s-r 7, on travaillera sur le s-r 7. Pour voir la configuration des 3 bits réseau qu'on a rajouté, pour le s-r 7, on code 7 en binaire sur ces 3 bits \rightarrow **111** (ce sont les bits 21 à 23)

Les bits restants ne sont pas fixés (0 dans le masque)

Calcul de sous-réseaux: exercice 6

- Les 9 bits restants (24 à 32) ne sont pas fixés (0 dans le masque) -> **XXXXXXXXXX**

Les 2 derniers bytes se présente donc comme ça:

0110**111****X**.XXXXXXXXXX

Le 3^{ème} byte varie de 110 à 111, le 4^{ème} byte varie de 0 à 255

La plage du 8^{ème} s-r va donc de 172.17.110.0/23 à 172.17.111.255/23

Conclusion

- En maîtrisant le calcul de sous-réseaux, on peut configurer correctement les différentes machines d'un réseau ou un serveur DHCP