# La couche 3 - Réseau

Utilisons à présent le binaire sur les adresses IP pour comprendre à quoi elles servent et comment elles fonctionnent.

## L’adresse IP

Elle est codée sur **4 octets**, soit **32 bits**. Elle s’écrit en binaire, mais pour faciliter notre lecture, nous l’écrivons en décimal pointé (des chiffres décimaux séparés par des points).   
Par exemple : 192.168.1.1

Rappelez-vous, nous avons vu qu’un octet à 256 valeurs possible, soit de 0 à 255. Donc la plus petite adresse IP possible est **0.0.0.0** (quand tous les bits de l’adresse sont à 0) et la plus grande **255.255.255.255** (quand tous les bits de l’adresse sont à 1).

L’adresse IP est **indissociable** d’un autre élément, lui aussi codé sur 4 octets, écrit en binaire et en décimal, qui s’appelle le **masque de sous-réseau**.

C’est ce masque qui permet d’indiquer qu’elle est la partie réseau de l’adresse IP et qu’elle est sa partie machine.

Lorsque les bits du MSR (Masque de Sous-Réseaux) sont à 1, ils représentent la partie réseau de l’adresse IP. Et lorsque les bits du MSR sont à 0, cela représente la partie machine de l’adresse IP.

## Adresse IP et Masque de Sous-Réseau

### Exemple 1 :

Si on associe l’adresse 192.168.1.1 au MSR 255.255.0.0, cela donne en binaire (vous pouvez faire le calcul !) :

Masque SR : 255.255.0.0 -> **11111111.11111111.00000000.00000000**  
Adresse IP : 192.168.1.1 -> **11000000.10101000.00000001.00000001**

Le fait que l’adresse IP et le MSR soient indissociables permet de réaliser la séparation entre la partie réseau et la partie machine de l’adresse IP en fonction de la séparation qu’on aura établie à partir des 1 et des 0 du masque de sous-réseau.

Les 1 et les 0 dans le masque nous indiquent respectivement quels bits sont compris dans la partie réseau (les 1) et quels bits sont compris dans la partie machine de l’adresse (les 0).

Autrement dit, on écrit en binaire nos MSR et adresses IP, cela permet de visuellement identifier la segmentation entre les 1 et les 0 du MSR (entre le dernier 1 et le 1er 0). Lorsqu’on a cette segmentation, le plus simple est d’identifier avec une couleur les deux parties. Ici, rouge pour la partie réseau, et bleu pour la partie machine de nos adresses.

Masque SR : 255.255.0.0 -> **11111111.11111111.00000000.00000000**  
Adresse IP : 192.168.1.1 -> **11000000.10101000.00000001.00000001**

Ensuite, il ne reste plus qu’à mettre cette segmentation de couleur sur les mêmes bits de l’adresse IP que ce que vous avez fait pour le MSR.

Dans mon MSR, j’ai les 8 premiers bits qui sont à 1, alors je les mets en rouge, ils représentent la partie réseau de mon MSR, du coup, je mets les 8 premiers bits de mon adresse IP en rouge. C’est là que se joue le parallèle entre l’adresse IP et le MSR. En effet, les bits à 1 dans le MSR protègent les bits correspondants aux mêmes emplacements dans l’adresse IP, c’est ce qui représente la partie réseau de nos adresses. Toutes les adresses d’un même réseau auront la partie réseau identique, c’est comme cela qu’on reconnait que les adresses font partie du même réseau !

Donc les bits restants, ceux à 0 dans le MSR, je les mets en bleu, et je mets en bleu aussi les bits de l’adresse IP correspondant à l’emplacement des bits du MSR à 0. Ils identifient la partie machine de nos adresses, et permettent d’identifier individuellement chaque machine sur ce réseau.

Masque SR : 255.255.0.0 -> **11111111.11111111.00000000.00000000**  
Adresse IP : 192.168.1.1 -> **11000000.10101000.00000001.00000001**

Donc la partie réseau de notre adresse IP est 192.168, tandis que la partie machine est 1.1.

Cet exemple était assez simple, car la coupure entre la partie réseau et la partie machine s’est faite entre deux octets.

### Exemple 2 :

Prenons un autre exemple, où ce n’est pas le cas. Partons de la même adresse, mais avec le masque 255.255.224.0. Calculez le binaire à l’aide de la technique vue précédemment. Et mettez en place la segmentation de couleur en fonction des bits du MSR.

Masque SR : 255.255.224.0 -> **11111111.11111111.11100000.00000000**  
Adresse IP : 192.168.1.1 -> **11000000.10101000.00000001.00000001**

Comme la séparation se fait en plus milieu d’un octet, on ne peut pas définir autrement qu’en passant par la traduction binaire cette séparation.

#### **À savoir** :

Le masque de sous-réseau fonctionne avec la continuité des bits. C’est-à-dire qu’on ne peut pas mélanger dans le MSR les 0 et les 1. Donc tous les 1 du MSR se trouvent à gauche, et tous les 0 à droite.

De ce fait, le MSR a toujours les mêmes valeurs :

00000000 -> 0  
10000000 -> 128  
11000000 -> 192  
11100000 -> 224   
11110000 -> 240   
11111000 -> 248   
11111100 -> 252   
11111110 -> 254   
11111111 -> 255

## Calcul de plage d’adresses

Grâce au MSR et à une adresse IP, on peut calculer qu’elle est la première adresse IP du sous-réseau, et qu’elle est la dernière adresse IP. Ces deux informations forment une **plage d’adresse**. Cette plage d’adresse nous permet de savoir quelles machines peuvent communiquer entre elles parce qu’elles sont dans le même sous-réseau.

Continuons sur notre premier exemple : 192.168.1.1 et le masque 255.255.0.0. Déterminons la première adresse et la dernière de cette plage.

La première étape est de transformer ces adresses décimales en binaire, et de déterminer les parties réseaux et machines. Et nous l’avons déjà fait !

Masque SR : 255.255.0.0 -> **11111111.11111111.00000000.00000000**  
Adresse IP : 192.168.1.1 -> **11000000.10101000.00000001.00000001**

#### **À savoir :**

Toutes les machines appartenant à un même réseau ont les bits de la partie réseau identiques (partie rouge). Et donc, si deux machines ont des adresses dont la partie réseau est différente, cela veut dire qu’elles ne sont pas dans le même réseau, donc qu’elles ne peuvent pas communiquer ensemble sans matériel spécifique approprié.

Dans notre exemple, toutes les machines qui ont leur partie réseau identique à **11000000.10101000** sont dans le même réseau.

Et on sait que la plus petite adresse existante à tous ses bits à 0, tandis que pour la plus grande, ils sont à 1.

Sachant cela, et en utilisant les bits à 0 et à 1 pour la partie machine (bleu), on peut déduire la plus petite et la plus grande adresse, c’est-à-dire, la première adresse de notre plage, et la dernière.

**Première adresse**, partie réseau est fixe, elle ne bouge pas, c’est la partie en rouge, qui correspond à ce qu’on a calculé au départ en faisant la segmentation réseau / machine. Pour trouver le reste de l’adresse IP et faire en sorte que ce soit la plus petite adresse de notre réseau, il ne reste plus qu’à mettre tous les bits de la partie machine à 0, et à traduire en décimal :

**11000000.10101000.00000000.00000000 🡪 192.168.0.0**

**Dernière adresse**, idem, partie réseau identique, car protégée par le MSR. Pour trouver la plus grande adresse IP de notre réseau, il n’y a qu’à mettre tous les bits de la partie machine à 1, et à traduire en décimal :

**11000000.10101000.11111111.11111111 🡪 192.168.255.255**

Donc, la plage d’adresse va de 192.168.0.0 à 192.168.255.255.

## Et combien cela fait-il d’adresses différentes possibles pour notre réseau ?

Rappelez-vous, nous avons vu que si nous avions qu’un seul bit pour la partie machine, nous aurions deux possibilités d’adresse grâce à ce bit. S’il y avait deux bits pour la partie machine, il y aurait eu 2^2 adresses possibles, c’est-à-dire 4 …

Dans notre exemple, nous avons 16 bits dans la partie machine, donc pour calculer combien cela ferait d’adresses, il faut faire **2 puissance le nombre de bits à 0 de la partie machine**, c’est-à-dire ici, 2^16 = 65 536.

Donc, de manière simple, le **nombre d’adresses possible**s dans un réseau est **défini** par le **nombre de bits de la partie machine**, et ce nombre est **défini par le masque**.

Parmi la plage d’adresse que nous avons définie grâce à nos calculs, deux adresses sont particulières : **l’adresse de réseau** et **l’adresse de broadcast**.

**L’adresse de réseau ou identifiant du réseau** est la première adresse d’une plage, et c’est en réalité l’adresse du réseau lui-même. Si on veut identifier un réseau, on utilisera cette adresse-là. Donc, cette adresse ne peut pas être utilisée pour une machine.

**L’adresse de broadcast**, il s’agit de la dernière adresse de la plage d’adresse. Elle est très spéciale, et ne peut donc pas être utilisée pour une machine. Elle est en réalité utilisée pour identifier toutes les machines du réseau correspondant. On communiquera sur cette adresse pour parler à toutes les adresses de notre réseau en une seule fois.

Ce qui veut dire que sur chacun des réseaux qui peuvent exister, on doit enlever deux adresses IP pour connaitre le nombre d’adresse **utilisable** par les machines cliente.

Donc, **2^nombres de bits à 0 dans le masque** = nombre d’adresse **possible** dans un sous-réseau.

Et **2^nombres de bits à 0 dans le masque - 2 adresses** = nombre d’adresses **utilisable** par les machines ou **disponible** pour les machines.

L’adresse MAC aussi a une adresse de broadcast, il s’agit de celle dans laquelle tous les bits sont à 1, ce qui donne ff:ff:ff:ff:ff:ff.

C’est une adresse universelle qui identifie n'importe quelle carte réseau.  
Elle permet ainsi d'envoyer un message à toutes les cartes réseau des machines présentes sur le réseau, en une seule fois.

Toute machine qui reçoit une trame qui a comme adresse MAC de destination, l'adresse de broadcast considère que la trame lui est destinée.

## Écriture CIDR

Classless Inter-Domain Routing, c’est une écriture simplifiée du Masque de Sous-Réseaux.

C’est-à-dire, au lieu d’écrire 192.168.1.1 / 255.255.0.0 on écrira en CIDR : 192.168.1.1 /16. Le **CIDR**, le « /16 » est en réalité le nombre de bits à 1 dans le masque de sous-réseaux.

Donc en ayant juste le CIDR « /16 », on sait recomposer un MSR en binaire en mettant 16 fois le chiffre 1, puis en complétant par le chiffre 0 pour arriver aux 32 bits d’une adresse IP.

#### Récap

* Une adresse IP est codée sur **4 octets**, soit **32 bits**
* Elle peut être écrite en **décimal** ou en **binaire**
* Elle est indissociable du MSR
* Le MSR est écrit avec **tous les 1 à gauche** et tous **les 0 à droite** grâce à la **continuité des bits**
* **Les 1 dans le MSR** représentent la partie **réseau** du MSR et de l’adresse IP associée
* **Les 0 dans le MSR** représentent la partie **machine** du MSR et de l’adresse IP associée
* La partie réseau de l’adresse IP est fixe et non modifiable dans un réseau donné
* Ce qui fait que toutes les adresses IP d’un même réseau ont la même partie fixe
* Toutes les adresses IP d’un même réseau peuvent communiquer entre elles
* Pour calculer une plage d’adresse, je dois calculer la plus petite adresse de mon réseau et la plus grande
* La plus petite est composée de la partie réseau qui est fixe, et de la partie **machine** avec **tous les bits à 0**. Elle s’appelle **l’Identifiant de Sous-Réseau**. Elle ne peut pas être utilisée par une machine cliente.
* **La plus grande** est composée de la partie réseau qui est fixe, et de la partie **machine** avec **tous les bits à 1**. Elle s’appelle l’adresse de **Broadcast**. Elle ne peut pas être utilisée par une machine cliente. Lorsqu’on lui parle, cela permet de parler à toutes les adresses du réseau en une seule communication.
* Pour calculer le nombre d’adresses **possibles** d’un réseau, je fais : **2^nombres de bits à 0 dans le masque**
* Pour calculer le nombre d’adresses utilisables par les machines clientes dans un réseau, je fais : **2^nombres de bits à 0 dans le masque - 2 adresses**. Ces 2 adresses correspondent à l’identifiant de Sous-Réseau et à l’adresse de Broadcast.
* Le CIDR, Classless Inter-Domain Routing, écriture simplifiée du MSR est écrit en comptant uniquement le nombre de bits à 1 dans le MSR précédé d’un / (ex : /8 = 8 bits à 1 dans le MSR, tous les autres sont à 0)

#### Rappel

Sur la couche 3, **Réseau**, nous utilisons le **protocole IP**, c’est un langage qui permet aux machines qui dialoguent ensemble de se comprendre.

Pour que ce protocole fonctionne, il a besoin d’une **adresse IP émettrice**, et d’une **adresse IP destinatrice**.

Si les deux adresses IP sont dans le même réseau, c’est la couche 2 qui sera utilisée.

Si les adresses sont sur des réseaux différents, c’est la couche 3 qui sera utilisée.

Le format du message circulant sur la couche 3 s’appelle le **datagramme**.

Il contient les données à envoyer, puis les adresses IP sources et de destinations pour identifier les machines sur un réseau, ainsi que le type de protocole utilisé.