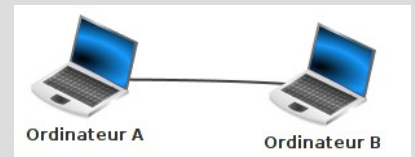


A. Accès au réseau local/Liaison de données sur un réseau local = couche Physique :

● 2 ordinateurs connectés

Il est possible de faire communiquer deux ordinateurs A et B en les reliant par un simple câble.

On dit alors que ces deux ordinateurs sont en réseau.



Dans la plupart des cas, le câble reliant les 2 ordinateurs est un câble Ethernet. Ce type de câble possède à ses 2 extrémités des prises RJ45.



câble Ethernet avec une prise RJ45

Un ordinateur relié à un réseau doit posséder une (ou plusieurs) carte réseau (de type Ethernet) qui est identifiée grâce à la prise RJ45 femelle située souvent à l'arrière de l'ordinateur.



carte réseau de type Ethernet

Il est aussi possible de mettre plusieurs machines en réseau grâce au wifi (utilisation des ondes radio pour transmettre l'information entre les différents composants du réseau, donc pas de fil).

Dans ce cas l'ordinateur devra posséder une carte réseau wifi.

Chaque carte réseau a une adresse IP qui permet de l'identifier sur un réseau (voir partie B. de ce TP).

Cette adresse IP change car dépend du réseau où la carte réseau est connectée.

Par exemple, la carte réseau de mon ordinateur portable n'aura pas la même IP si je suis connecté sur le réseau de ma maison ou celui du lycée. Elle n'aura certainement pas la même adresse IP non plus si je me déconnecte puis reconnecte sur le même réseau.

Chaque carte réseau d'une machine (ordinateur, imprimante etc...) a un code qui permet de l'identifier de façon unique (donc ne change pas), il s'agit de l'adresse MAC.

Cette adresse est de la forme "a:b:c:d:e:f", avec a, b, c, d, e et f des nombres compris entre 0 et 255 (a, b, c, d, e et f sont donc chacun codés sur 1 octet en hexadécimal).

Exemple : 00:23:5e:bf:45:6a (en hexadécimal) soit 0:35:94:191:69:106 (en décimal).

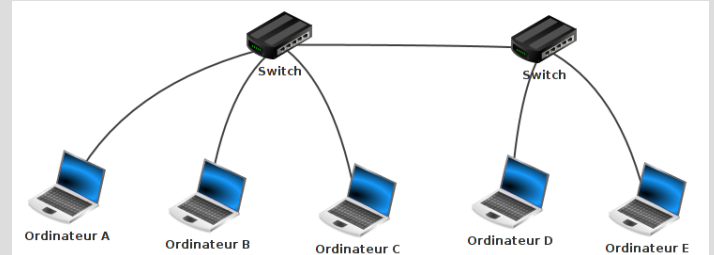
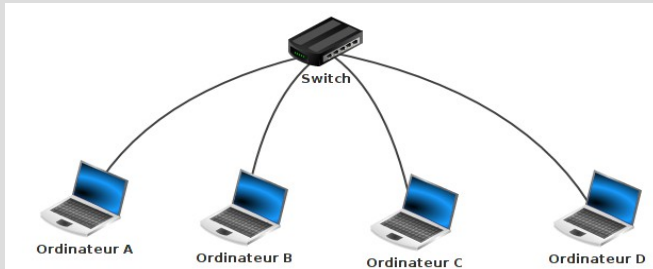
• Plus de 2 ordinateurs connectés

Souvent, un réseau sera constitué d'un plus grand nombre d'ordinateurs. Dans ce cas, si le réseau fonctionne avec des câbles, il est nécessaire d'utiliser un commutateur réseau, souvent appelé switch. Si on désire mettre en réseau plus de 2 ordinateurs en wifi, on utilisera alors un concentrateur wifi.



switchs de 8, 16 ou 24 prises RJ45

Le switch mémore les correspondances entre adresse physique MAC et adresse IP de chaque machine (voir parties B et C de ce TP).



Ainsi connecté à un réseau local = réseau LAN (Local Area Network), une machine pourra recevoir une trame = un bloc d'informations qui lui est précisément destiné.

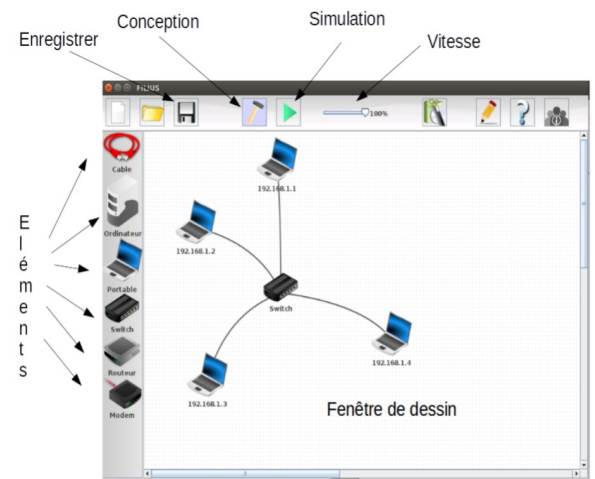
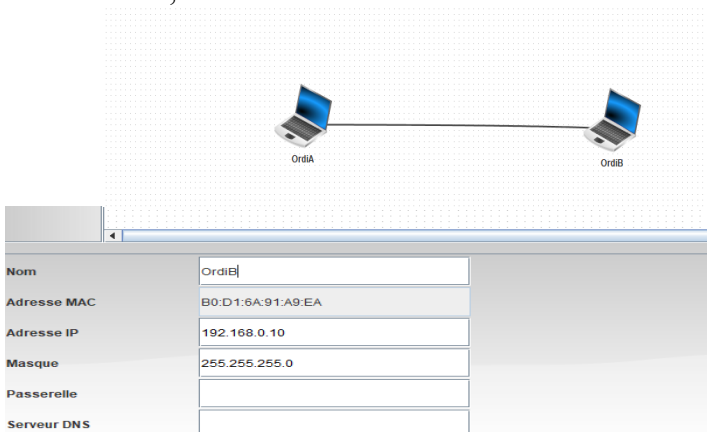
Activité 1 :

a. Combien d'adresses MAC différentes existe-t-il ?

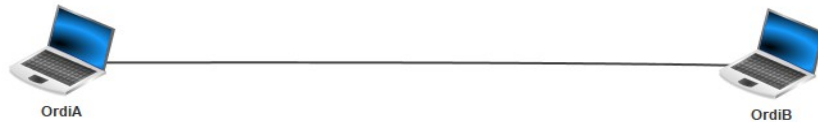
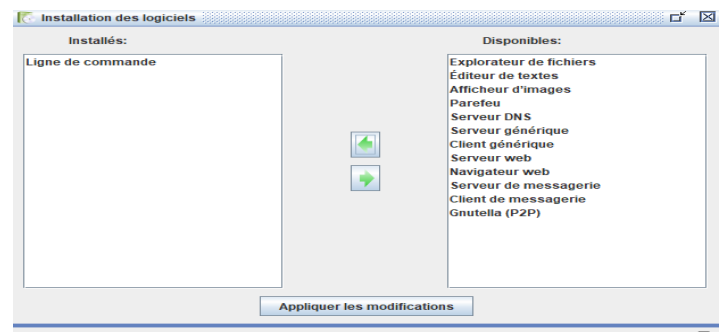
L'adresse MAC se code sur 6 octets, soit $6 \times 8 = 48$ bits. Cela permet donc de bréer 2^{48} soit plus de 280 000 milliards d'adresses possibles.

b. Sur ton ordinateur, ouvre l'application « *Filius* » en cliquant sur l'icône ci-contre :

c. Passe en mode conception et crée un réseau de 2 machines hôtes de type portable reliées par un câble. Fais un clic droit sur une machine la nommer « ordiA », et nomme l'autre machine « ordiB ».



- d. Passe en mode simulation, fais un clic droit sur l'OrdA, sélectionne « Afficher le bureau » et installe « ligne de commandes » en faisant glisser cette application vers la zone des applications installées à gauche. Fais la même chose pour l'OrdB.
- e. Ouvre la ligne de commande de l'OrdA, puis tape l'instruction « ipconfig » et détermine les adresses IP et MAC de la carte réseau de l'OrdA. Fais la même chose pour l'OrdB.



```

Ligne de commande
cat / type      affiche le contenu d'un fichier
del / rm        supprime une fichier ou un dossier
mkdir           crée un dossier
cd              change le dossier courant
pwd             affiche le chemin du dossier courant
dir / ls        liste le contenu du dossier courant
ipconfig         affiche les paramètres du réseau
netstat         affiche la liste des connexions en cours
arp             affiche la table (ARP) de résolution d'adresses
host            résout un nom d'hôte en adresse IP
route           affiche la table de routage
ping            teste la connexion avec un autre ordinateur
tracert         analyse les sauts nécessaires pour atteindre une destination
exit            quitte la ligne de commande

=====

root /> ipconfig
Adresse IP . . . : 192.168.0.10
Masque . . . . . : 255.255.255.0
Adresse MAC . . . : 8B:09:25:84:BF:BB
Passerelle . . . :
Serveur DNS . . . :

root /> |

```

```

Ligne de commande
cat / type      affiche le contenu d'un fichier
del / rm        supprime une fichier ou un dossier
mkdir           crée un dossier
cd              change le dossier courant
pwd             affiche le chemin du dossier courant
dir / ls        liste le contenu du dossier courant
ipconfig         affiche les paramètres du réseau
netstat         affiche la liste des connexions en cours
arp             affiche la table (ARP) de résolution d'adresses
host            résout un nom d'hôte en adresse IP
route           affiche la table de routage
ping            teste la connexion avec un autre ordinateur
tracert         analyse les sauts nécessaires pour atteindre une destination
exit            quitte la ligne de commande

=====

root /> ipconfig
Adresse IP . . . : 192.168.0.10
Masque . . . . . : 255.255.255.0
Adresse MAC . . . : 08:7D:A3:E1:5B:B7
Passerelle . . . :
Serveur DNS . . . :

root /> |

```

B. Liaison de données sur les différents réseaux = couche Internet :

● Adressage IP / Protocole IP

Maintenant quand plusieurs réseaux sont reliés, que se passe-t-il quand 2 ordinateurs de 2 réseaux différents "souhaitent" communiquer ?

Chaque ordinateur d'un réseau possède une ou plusieurs adresses IP (Internet Protocol) qui permet de le localiser (une carte réseau = une adresse IP).

Ces adresses sont de la forme "a.b.c.d", avec a, b, c et d compris entre 0 et 255 (a, b, c et d sont donc chacuns codés sur 1 octet).

Exemple :

Soit 2 ordinateurs A et B ayant pour adresse IP successives **192.168.2.1** et **192.168.2.5** :

Dans ces adresses IP "**192.168.2**" permet d'identifier le réseau (on dit que la machine A appartient au réseau ayant pour adresse **192.168.2.0**, pour trouver l'adresse réseau il suffit de remplacer la partie "machine" de cette adresse IP par des 0) et "**1**" pour l'ordinateur A ou "**5**" pour l'ordinateur B permet d'identifier l'ordinateur sur le réseau.

Remarque : les adresses IP (a.b.c.d) n'ont forcément pas les 3 premiers octets = parties a, b et c consacrés à l'identification du réseau et le dernier octet = la partie d consacré à l'identification des machines sur le réseau : on rajoute souvent à l'adresse IP un "/" suivit de 8 (pour 8bits=1octet), 16 (pour 2 octets) ou 24 (pour 3 octets).

Exemples :

- 192.168.2.1/8 : cela signifie que le premier octet (qui code le premier nombre), ici 192 est consacré à l'adresse réseau. Le reste, 168.2.1, est consacré à la partie machine de l'adresse IP.
On aura donc une adresse réseau 192.0.0.0.
- 192.168.2.1/16), cela signifie que les 2 premiers octets, ici 192.168 sont consacrés à l'adresse réseau.
Le reste, 2.1, est consacré à la partie machine de l'adresse IP.
On aura donc une adresse réseau 192.168.0.0.
- 192.168.2.1/24), cela signifie que les 3 premiers octets, ici 192.168.2 sont consacrés à l'adresse réseau.
Le reste, 1, est consacré à la partie machine de l'adresse IP.
On aura donc une adresse réseau 192.168.2.0.

Remarques :

- Une adresse réseau ne peut pas être attribuée à une machine, par exemple aucune machine ne pourra avoir l'adresse IP 192.168.1.0/24 ou encore l'adresse IP 255.0.0.0/8.
- Les adresses IP qui ont tous les octets de la partie "machines" de l'adresse IP à 255 ne sont pas utilisables (ce sont des adresses qui permettent d'envoyer des données vers toutes les machines d'un réseau=**broadcast**), exemples : 192.167.24.255/24, 172.28.255.255/16 ou 4.255.255.255/8 .
- Il est possible d'avoir autre chose que /8, /16 ou /24 (on peut par exemple trouver /10 ou /17...),
- On peut aussi utiliser la notion équivalente de **masque de sous-réseau**. (« /8 » correspond par exemple au masque 255.0.0.0, « /16 » au masque 255.255.0.0 et « /24 » au masque 255.255.255.0).
- Dans le cas où on a autre chose que /8, /16 ou /24, la coupure réseau / machine ne se fait pas pile à la fin d'un octet et **on doit travailler avec l'adresse IP écrite en binaire.**

Par exemple si un ordinateur à l'IP 192.168.169.233/19 ce qui correspond à 192.168.169.233 avec le masque 255.255.224.0, pour trouver l'adresse IP du réseau il faut utiliser les écritures en binaire :

IP :	192.168.169.233	soit en binaire :	11000000 . 10101000 . 10101001 . 11101001
Masque :	255.255.224.0	soit en binaire :	11111111 . 11111111 . 11100000 . 00000000

IP réseau = 11000000 . 10101000 . 10100000 . 00000000 en binaire
= 192 . 168 . 160 . 0 en décimal

Identification de l'ordinateur sur le réseau = 01001 . 11101001 en binaire
= 9 . 233 en décimal.

Activité 2 : Ouvre une nouvelle page sur l'application « *Filius* ».

a. Combien d'adresses IP existent-il ?

L'adresse IP se code sur 4 octets, soit $4 \times 8 = 32$ bits.

Cela permet donc de bréer 2^{32} soit plus de 4 milliards d'adresses possibles. A noter que ce type d'adresses IP sur 4 octets est peu à peu remplacé par un autre type d'adresse IP sur 6 octets, car le nombre de 4 milliards n'est plus suffisant pour toutes les machines connectées dans le monde.

b. Crée 3 ordinateurs reliés à un switch. Par un clic droit sur chaque ordinateur, mets leur les adresses IP à 192.168.0.1, à 192.168.0.2 et à 192.168.0.3. Puis choisis « Utiliser l'adresse IP comme nom ».

c. Passe en mode de simulation, puis installe et ouvre la ligne de commande de l'ordinateur d'IP 192.168.0.1, tape « ping 192.168.0.2 » et écrit ce qu'il s'affiche.

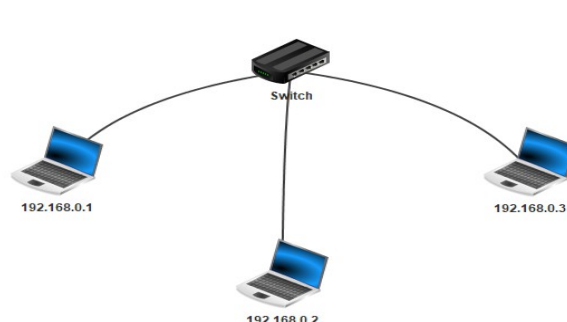
Nom	192.168.0.1
Adresse MAC	D3:B0:C0:7D:5E:FA
Adresse IP	192.168.0.1
Masque	255.255.255.0
Passerelle	

☒ Utiliser l'adresse IP comme nom
☐ Adressage automatique par serveur DHCP
Configuration du service DHCP

```
Ligne de commande
mkdir      cree un dossier
cd         change le dossier courant
pwd        affiche le chemin du dossier courant
dir / ls   liste le contenu du dossier courant
ipconfig   affiche les paramètres du réseau
netstat    affiche la liste des connexions en cours
arp        affiche la table (ARP) de résolution d'adresses
host       résout un nom d'hôte en adresse IP
route      affiche la table de routage
ping       teste la connexion avec un autre ordinateur
tracert    analyse les sauts nécessaires pour atteindre une destination
exit       quitte la ligne de commande

root /> ping 192.168.0.2
PING 192.168.0.2 (192.168.0.2)
From 192.168.0.2 (192.168.0.2) : icmp_seq=1 ttl=64 time=413ms
From 192.168.0.2 (192.168.0.2) : icmp_seq=2 ttl=64 time=205ms
From 192.168.0.2 (192.168.0.2) : icmp_seq=3 ttl=64 time=228ms
From 192.168.0.2 (192.168.0.2) : icmp_seq=4 ttl=64 time=203ms
192.168.0.2 Statistiques des paquets
4 paquets transmis, 4 paquets reçus, 0% paquets perdus

root /> |
```



c. **La commande « ping »** envoie un paquet de données à la machine dont l'IP est donné.

Si la machine réceptrice reçoit bien ce paquet, elle répond par un paquet de données « réponse ».

Explique en quelques mots l'affichage de la question b.

La première ligne est : « From 192.168.0.2 (192.168.0.2) : icmp_seq=1 ttl=64 time=413ms »

signifie que l'ordi 192.168.0.1 reçoit de l'ordi 192.168.0.2 la réponse de bonne réception du paquet n°1 de données en 413ms.

De même pour les 3 lignes suivantes...

La dernière ligne « 4 paquets transmis, 4 paquets reçus, 0% de paquets perdus » signifie qu'il n'y a pas eu de perte de données : donc que **les 2 ordinateurs communiquent correctement**.

Activité 3 : Déterminez les adresses réseaux à partir des adresses IP ci-dessous, et le numéro identifiant la machine connectée au réseau.

a. 147.12.1.24/16 Ici « /16 » signifie que les 16 premiers bits, soit les 2 premiers octets (les 2 premiers nombres) sont consacrés à la partie réseau. Donc l'adresse réseau est 147.12.0.0 et 1.24 identifie la machine sur le réseau.

b. 192.168.2.45 (masque réseau = 255.255.255.0)

Ce masque signifie que les 24 premiers bits, ou 3 premiers octets (les 3 premiers nombres) sont consacrés à la partie réseau. Donc l'adresse réseau est 192.168.2.0 et 45 identifie la machine sur le réseau.

c. 5.23.65.87/8 Ici « /8 » signifie que les 8 premiers bits, soit le premier octet (le premier nombre) sont consacrés à la partie réseau. Donc l'adresse réseau est 5.0.0.0 et 23.65.87 identifie la machine sur le réseau.

d. 192.168.153.45 (masque réseau = 255.255.248.0)

Ce masque n'est pas sympathique du tout car la coupure réseau/machine ne se fait pas pile sur un octet. Il faut donc travailler avec l'IP en binaire.

IP en binaire = 11000000 . 10101000 . 10011001 . 00101101
Masque = 11111111 . 11111111 . 11110000 . 00000000

Réseau

Machine

Donc l'adresse réseau est 11000000 . 10101000 . 10011000 . 00000000 soit 192.168.152.0.
Le numéro identifiant sur la machine sur le réseau est 001.00101101 soit 1.45.

Activité 4 : Dans chaque cas, dire si les ordinateurs A et B sont connectés au même sous réseau.

a. IP de A : 172.23.4.7/16 ; IP de B : 172.23.5.8/16.

Les deux ordinateurs sont connectés au même réseau : le réseau d'adresse IP 172.23.0.0.

b. IP de A : 24.2.8.127/8 ; IP de B : 24.23.5.52/8

Les deux ordinateurs sont connectés au même réseau : le réseau d'adresse IP 24.0.0.0.

c. IP de A : 193.28.7.2/24 ; IP de B : 193.28.8.3/24

Les deux ordinateurs ne sont pas connectés au même réseau : le A est sur le réseau d'adresse IP 193.28.7.0 alors que le B est sur celui d'adresse IP 193.28.8.0.

Activité 5 : On considère le masque réseau 255.255.252.0. Parmi les IP ci-dessous, lesquels définissent des machines d'un même sous réseau ? (Il faut utiliser les adresses IP en binaire!)

a. 129.175.127.1 b. 129.175.130.10 c. 129.175.128.17 d. 129.175.131.110 e. 129.175.130.10

a. IP en binaire (129.175.127.1) = 10000001 . 10101111 . 01111111 . 00000001
Masque (255.255.252.0) = 11111111 . 11111111 . 11111100 . 00000000

Réseau

Machine

Donc l'adresse réseau est 10000001 . 10101111 . 01111100 . 00000000 soit 129.175.124.0.
Le numéro identifiant sur la machine sur le réseau est 11.00000001 soit 3.1.

b. IP en binaire (129.175.130.10) = 10000001 . 10101111 . 10000000 . 00001010
 Masque (255.255.252.0) = 11111111 . 11111111 . 11111100 . 00000000

Réseau

Machine

Donc l'adresse réseau est 10000001 . 10101111 . 10000000 . 00000000 soit 129.175.128.0.
 Le numéro identifiant sur la machine sur le réseau est 10 . 00001010 soit 2.10.

c. IP en binaire (129.175.128.17) = 10000001 . 10101111 . 10000000 . 00010001
 Masque (255.255.252.0) = 11111111 . 11111111 . 11111100 . 00000000

Réseau

Machine

Donc l'adresse réseau est 10000001 . 10101111 . 10000000 . 00000000 soit 129.175.128.0.
 Le numéro identifiant sur la machine sur le réseau est 00 . 00010001 soit 0.17.

d. IP en binaire (129.175.131.110) = 10000001 . 10101111 . 10000000 . 01101110
 Masque (255.255.252.0) = 11111111 . 11111111 . 11111100 . 00000000

Réseau

Machine

Donc l'adresse réseau est 10000001 . 10101111 . 10000000 . 00000000 soit 129.175.128.0.
 Le numéro identifiant sur la machine sur le réseau est 11 . 01101110 soit 3.110.

e. IP en binaire (129.175.130.10) = 10000001 . 10101111 . 10000000 . 00001010
 Masque (255.255.252.0) = 11111111 . 11111111 . 11111100 . 00000000

Réseau

Machine

Donc l'adresse réseau est 10000001 . 10101111 . 10000000 . 00000000 soit 129.175.128.0.
 Le numéro identifiant sur la machine sur le réseau est 10 . 00001010 soit 2.10.

DONC LES ORDINATEURS b., c., d. ET e. SONT DANS LE RESEAU 129.175.128.0 MAIS L'ORDINATEUR a. EST DANS LE RESEAU 29.175.124.0.

Activité 6 : Parmi les 3 machines suivantes 10.16.81.12/20, 10.16.91.45/20, 10.16.96.33/20 lesquelles sont dans le même réseau ? (Il faut utiliser les adresses IP en binaire!)

IP en binaire (10.16.81.12) = 00001010 . 00010000 . 01010001 . 00001100
 Masque (les 20 premiers bits sont « 1 ») = 11111111 . 11111111 . 11110000 . 00000000

Réseau

Machine

Donc l'adresse réseau est 00001010 . 00010000 . 01010000 . 00000000 soit 10.16.80.0

De la même manière on trouve que l'adresse réseau de 10.16.91.45/20 est aussi 10.16.80.0
 et que l'adresse réseau de 10.16.96.45/20 est 10.16.96.0

Donc seuls les 2 premiers ordinateurs sont dans le même réseau.

Activité 7 : Combien de machines peut-on trouver au maximum...

- a. ...dans un réseau d'adresse réseau 192.168.2.0/24 ?
 - b. ...dans un réseau d'adresse réseau 176.24.0.0/16 ?
 - c. ...dans un d'adresse réseau 10.0.0.0/8 ?
 - d. ...dans un réseau d'adresse 192.168.2.0 avec 255.255.224.0 comme masque réseau.
- a. On a 8 bits pour la partie machines, soit $2^8=256$ possibilités, moins l'adresse du réseau et l'adresse du broadcast (voir remarques du cours), cela fait $256-2=254$ machines au maximum.
- b. On a 16 bits pour la partie machines, soit $2^{16}=65\ 536$ possibilités, moins l'adresse du réseau et l'adresse du broadcast (voir remarques du cours), cela fait $65\ 536-2=65\ 534$ machines au maximum.
- c. On a 24 bits pour la partie machines, soit $2^{24}=16\ 777\ 216$ possibilités, moins l'adresse du réseau et l'adresse du broadcast (voir remarques du cours), cela fait $16\ 777\ 216-2=16\ 777\ 214$ machines au maximum.
- d. Le masque est 255.255.224.0, soit en binaire : 11111111.11111111.11100000.00000000
On a 13 « 0 », soit 13 bits pour la partie machines, soit $2^{13}=8\ 192$ possibilités, moins l'adresse du réseau et l'adresse du broadcast (voir remarques du cours), cela fait $8\ 192-2=8\ 190$ machines au maximum.

Activité 8 : Les adresses ci-dessous s'agissent-elles d'adresses de réseaux, de broadcast ou d'une machine ?

- a. C'est l'adresse de la machine 15 du réseau d'adresse 192.168.0.0.
- b. C'est l'adresse du réseau.

- c. IP en binaire (192.168.1.0) = 11000000 . 10101000 . 00000000 1 . 00000000
Masque (255.255.254.0) = 11111111 . 11111111 . 11111110 . 00000000

Machine

Donc l'adresse réseau est 11000000 . 10101000 . 00000000 . 00000000 soit 192.168.0.0.

Le numéro identifiant sur la machine sur le réseau est 1.00000000 soit 1.0.

C'est donc l'adresse de la machine 1.0 du réseau d'adresse 192.168.0.0.

- d. IP en binaire (10.8.65.29) = 00001010 . 00001000 . 01000001 . 00011101
Masque (255.255.224.0) = 11111111 . 11111111 . 11100000 . 00000000

Machine

Donc l'adresse réseau est 00001010 . 00001000 .01000000 . 00000000 soit 10.8.64.0.

Le numéro identifiant sur la machine sur le réseau est 00001.00011101 soit 1.29.

C'est donc l'adresse de la machine 1.29 du réseau d'adresse 10.8.64.0.

e. IP en binaire (10.8.127.255) = 00001010 . 00001000 . 01111111 . 11111111
 Masque (255.255.224.0) = 11111111 . 11111111 . 11100000 . 00000000

Réseau

Machine

Donc l'adresse réseau est 00001010 . 00001000 . 01100000 . 00000000 soit 10.8.96.0.
 Les bits de la partie machine sont 11111.11111111 ce qui est une adresse de broadcast.

f. IP en binaire (10.0.0.255) = 00001010 . 00000000 . 00000000 . 11111111
 Masque (255.255.254.0) = 11111111 . 11111111 . 11111110 . 00000000

Réseau

Machine

Donc l'adresse réseau est 00001010 . 00000000 . 00000000 . 00000000 soit 10.0.0.0.
 Le numéro identifiant sur la machine sur le réseau est 0.11111111 soit 0.255.
 C'est donc l'adresse de la machine 0.255 du réseau d'adresse 10.0.0.0.