

**TD transmission de données  
et réseaux Locaux  
avec corrigés**

**Filières AII & GSE**

Exercice 1

On considère une transmission asynchrone à 56 Kbps avec 2 octets de synchronisation et 1 octet de fanion.  
Calculer le temps minimum de transmission d'un ensemble de 300Ko avec un MTU de 1492 octets.  
L'ensemble à envoyer comprend à la fois les données et les divers en-têtes de réseau.

Solution:

300 Ko =>  $300 \times 1024 = 307200$  octets

Il faut envoyer  $307200/1492 = 205$  paquets complets et un paquet incomplet de 1340 octets.

205 paquets de 1495 octets ( $1492 + 2$  de synchro + 1 de fanion) + 1 paquet de 1343 octets ( $1340 + 2$  de synchro + 1 de fanion)  
 $= 306475 + 1343 = 307818$  octets à envoyer soit 2462544 bits

En une seconde on envoie 56000 bits. Donc, s'il n'y a pas de temps morts cela prend  $2462544/56000 = 43,9$  secondes.

Exercice 2

Une image TV numérisée doit être transmise à partir d'une source qui utilise une matrice d'affichage de 450x500 pixels, chacun des pixels pouvant prendre 32 valeurs d'intensité différentes. On suppose que 30 images sont envoyées par seconde.

1/ Quel est le débit D de la source ?

2/ L'image TV est transmise sur une voie de largeur de bande 4,5 MHz et un rapport signal/bruit de 35 dB. Déterminer la capacité de la voie. En déduire si cette voie est bien adaptée pour transmettre ces images TV.

Solution:

1/ Débit en sortie de la source vidéo :

Si chaque pixel peut prendre 32 valeurs d'intensité différente, ceci implique qu'il doit être codé sur 5 bits au minimum, Ainsi le débit sera :  $D = (450 \times 500 \times 5) \times 30 = 67,5$  Mbps

2/ Appliquons la relation  $C = W \log_2(1 + S/B)^{1/2}$ . Toutefois, il faut faire attention que dans cette relation S/B est exprimée en rapport de puissances et non en décibels.

Calcul de S/B : on a  $(S/B)_{dB} = 10 \log(S/B) = 35 \Rightarrow S/B = (10)^{3.5} = 3162$

Donc  $C = 4.5 \log_2(1 + 3162) = 4.5 \log_2(3163)/\log(2) = 52.3$  Mbps

Conclusion : la capacité de cette voie est supérieure au débit de la source vidéo, elle est donc bien adaptée pour cette transmission.

Exercice 3

Soit un réseau Ethernet en bus de 8 stations. La distance moyenne entre stations est de 15 m. La vitesse de propagation est de 250 m/μs.

a/ Quelle est la durée de la période de vulnérabilité ?

b/ A partir de ce résultat, en déduire alors l'intérêt d'utiliser des bus courts

### Solution:

a/ période de vulnérabilité : c'est la période pendant laquelle il est impossible d'éviter une collision malgré l'écoute préalable. La longueur maximale du bus détermine la durée maximale de cette période.

Si les stations sont réparties tous les 15 m, la distance entre les deux stations les plus éloignées l'une de l'autre est de  $15 \times 7 = 105$  m. La période de vulnérabilité correspond au temps de propagation aller et retour entre les deux stations les plus éloignées soit :  $2 \times 105 / 250 = 0,84 \mu s$ .

b/ Sur un bus aussi court, la probabilité qu'il y ait une collision est très faible : il faudrait que deux (ou plusieurs) équipements aient écouté et pris la décision d'émettre dans le même intervalle de  $0,84 \mu s$ . D'où l'intérêt d'utiliser des bus plutôt courts.

### Exercice 4

On rappelle que le débit nominal d'un réseau Ethernet est de 10 Mbit/s et que les trames contiennent un préambule de 8 octets, deux champs d'adresse de 6 octets chacun, un champ longueur de 2 octets, des données dont la longueur est obligatoirement comprise entre 46 et 1 500 octets et un bloc de contrôle d'erreur de 4 octets. Par ailleurs, un intervalle de silence entre trames est obligatoire : sa durée est de  $9,6 \mu s$ .

a/ Déterminez le débit utile maximal sur un réseau Ethernet ( le débit utile maximal est obtenu de manière théorique si une station unique émet en permanence en respectant l'espace inter trame des trames de longueur maximale).

b/ Que pensez-vous du résultat obtenu ? Pourquoi ne peut-on pas l'atteindre ?

c/ Quel est le degré du polynôme générateur utilisé pour le contrôle d'erreur ?

### Solution:

a/ Le débit utile maximal est obtenu de manière théorique si une station unique émet en permanence (en respectant l'espace inter trame) des trames de longueur maximale. On obtient alors : Longueur totale équivalente d'une trame en octets = 8 (préambule) + 6 (adresse destinataire) + 6 (adresse émetteur) + 2 (longueur ou type) + 1 500 (contenu utile) + 4 (bloc de contrôle d'erreurs) + 12 (correspondant au silence intertrame) = 1 528 octets.

Le débit utile vaut =  $10 \times (1\,500 / 1\,528) = 9,82$  Mbit/s soit un rendement de 98,2 %.

b/ Cela est bien évidemment un calcul théorique : il est impossible d'atteindre un tel rendement dans la pratique, dès que plusieurs équipements tentent d'émettre. Il y aura des silences et des collisions qui entraîneront d'éventuels silences et/ou collisions supplémentaires.

c/ Le bloc de contrôle d'erreur a une longueur de 4 octets soit 32 bits. Donc le polynôme générateur utilisé est de degré 32.

### Exercice 5

Un réseau local en bus de type 802.3 a un débit de 10 Mbit/s et mesure 800 m. La vitesse de propagation des signaux est de  $200 \text{ m}/\mu s$ . Les trames MAC contiennent 256 bits en tout. L'intervalle de temps qui suit immédiatement une transmission de données est réservé à l'émission de l'accusé de réception de 32 bits.

a/ Quel est le nombre de bits en transit sur le bus à un instant déterminé ?

b/ Quel est le débit utile réel du réseau, en supposant qu'il y ait 48 bits de service (champs MAC et LLC) dans chaque trame ?

### Solution:

a/ Si le débit est de 10 Mbit/s, un bit dure  $1 / (10 \times 10^6) = 0,1 \mu s$  soit, avec la vitesse de propagation de  $200 \text{ m}/\mu s$ , un temps correspondant au parcours dans 20 m de câble. Dans le réseau local dont la longueur est 800 m, cela suppose qu'il y ait, à un instant donné,  $800 / 20 = 40$  bits. Cette longueur est donc très petite : le message est à la fois en cours de transmission et en cours de réception.

b/ Le temps total pour transmettre une trame et son accusé de réception est de :

$$(256 + 32) / (10 \times 10^6) + 2 \times 800 / (200 \times 10^6) = 28,8 + 8 = 36,8 \mu s.$$

Dans ce calcul, nous comptabilisons le temps de transmission d'une trame de 256 bits, plus son accusé de réception (soit 32 bits), plus un temps de propagation aller et retour en prenant les équipements à distance maximale. Les informations utiles dans la trame sont de  $256 - 48 = 208$  bits. Il faut donc  $36,8 \mu s$  pour transmettre 208 bits utiles. Le débit utile est de  $208 / 36,8 = 5,65$  Mbit/s.

### Exercice 6

Un réseau local en anneau comprend 10 stations uniformément réparties sur l'anneau. La vitesse de propagation des signaux est de 200 m/μs. Les trames ont une longueur totale de 256 bits.

Calculez le nombre de bits en transit sur l'anneau pour les configurations suivantes :

a/ Pour une longueur de 10 km et un débit binaire de 5 Mbit/s.

b/ Pour une longueur de 1 km et un débit binaire de 500 Mbit/s.

c/ Comparez les deux anneaux du point de vue du nombre de trames en transit, du débit utile et du rendement, si la station émettrice attend le retour de sa propre trame pour réinjecter un jeton sur l'anneau.

### Solution :

a/ Le débit est 5 Mbit/s, donc 1 bit dure  $1/(5 \times 10^6) = 0,2 \mu s$ . La vitesse de propagation étant de 200 m/μs, 1 bit équivaut à  $200 \times 0,2 = 40$  m de câble. Si la longueur de l'anneau est de 10 km, la latence vaut :  $10\,000/40 = 250$  bits.

b/ Le débit est 500 Mbit/s, donc 1 bit dure  $1/(500 \times 10^6) = 0,002 \mu s$ . La vitesse de propagation étant de 200 m/μs, 1 bit équivaut à  $200 \times 0,002 = 0,40$  m de câble. Si la longueur de l'anneau est de 1 km, la latence est alors de  $1\,000/0,40 = 2\,500$  bits.

a/ Le nombre de trames en transit dans le cas a est presque de 1, puisque le temps de propagation sur l'anneau est de  $10\,000/200 = 50 \mu s$  et que le temps de transmission d'une trame vaut :  $256/(5 \times 10^6) = 51,2 \mu s$ . Un équipement émet le 251<sup>e</sup> bit quand il reçoit le 1<sup>er</sup>. Il émet le 252<sup>e</sup> bit quand il reçoit le 2<sup>e</sup>... Pour transmettre le jeton, il doit attendre d'avoir reçu son 256<sup>e</sup> bit. Il attend donc 50 μs. Le débit utile est de  $(5 \times 10^6 \times 51,2) / (51,2 + 50) = 2,52$  Mbit/s.

Le rendement vaut :  $2,52/5 = 50 \%$ .

Dans le cas b, le nombre de trames en transit est presque de 10, car le temps de propagation sur l'anneau est de  $1\,000/200 = 5 \mu s$  et le temps de transmission d'une trame est de  $256/(500 \times 10^6) = 0,512 \mu s$ . Dans la latence de l'anneau (2 500 bits) il pourrait y avoir  $2\,500/256 = 9,76$  trames. Or, pour pouvoir réinjecter le jeton, l'équipement doit attendre d'avoir reçu la fin de sa propre trame. Il attend donc 5 μs et le débit utile est de  $(500 \times 10^6 \times 0,512) / (0,512 + 5) = 46,4$  Mbit/s. Le rendement est nettement plus faible :  $46,4/500 = 9 \%$ .

### Exercice 7

On veut concevoir un réseau local sur fibre optique, le cahier des charges spécifie:

- longueur maximum du support physique 200 km;
- nombre maximum de stations connectées 1000;
- vitesse de propagation sur le support 200 000 km/s;
- débit binaire nominal 100 Mbit/s;
- longueur maximum d'une trame : 4 500 octets;

Peut-on implémenter le protocole CSMA/CD sur une telle architecture ? justifier votre réponse.

### Solution :

#### Notion de fenêtre de collision :

le fonctionnement du CSMA/CD repose sur la possibilité de détection des collisions par toute station qui émet. La fenêtre de collision correspond à deux fois la durée de propagation du signal entre les deux stations les plus éloignées ce qui, ici, correspond à :

$$\text{Time Slot} = (2 \times 200) / 200\,000 = 2 \text{ ms}$$

Le temps d'émission de la plus petite trame doit donc être d'au moins 2 ms.

Temps effectif d'émission : Le temps d'émission d'une trame de 4500 octets est

$$T = \text{Longueur Trame} / \text{Débit} = (4\,500 \times 8) / (100 \times 10^6) = 0,36 \text{ ms}$$

Conclusion : Le protocole CSMA/CD ne peut pas convenir à cette réalisation. Le message minimum devrait avoir pour longueur :

$$L_{\min} = \text{Time Slot} \times \text{Débit} = 2 \times 10^{-3} \times 100 \times 10^6 = 200 \times 10^3 \text{ bits}$$

$$L_{\min} = 200\,000/8 = 25\,000 \text{ octets}$$

Soit une trame de 25000 octets ce qui, compte tenu du fait que la plupart des messages sur un réseau local ont une longueur moyenne inférieure à 256 octets, conduit à des séquences de bourrage très importantes et par conséquent à une efficacité du protocole pratiquement nulle.

### Exercice 8

Soit un réseau Ethernet commuté constitué de 45 équipements et d'un serveur connectés à un commutateur 100 Base T.

- a/ Quelle est la topologie physique de ce réseau ? Quel est le débit du réseau et quel support de transmission est utilisé ?  
b/ À l'aide de cet exemple, montrez les principales différences de fonctionnement entre un concentrateur et un commutateur.  
c/ Si 5 équipements transmettent des données simultanément vers le serveur, quel débit théorique peut espérer chacun d'eux ?

### Solution :

a/ La topologie physique est en étoile, le débit de 100 Mbit/s sur paires métalliques .

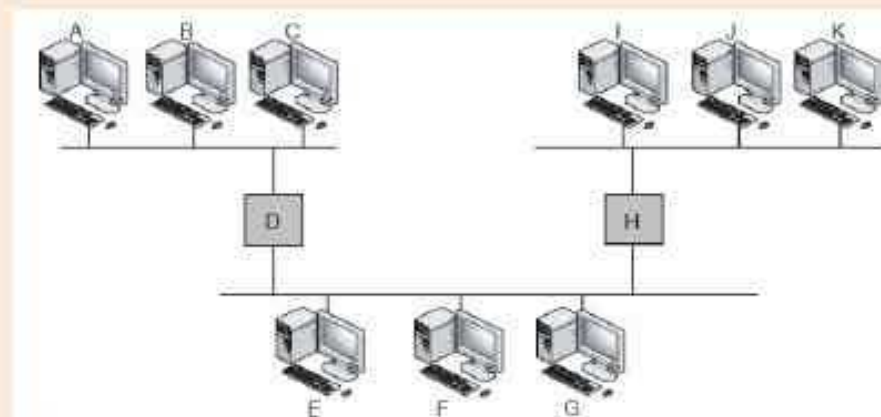
b/

- Avec un concentrateur, lorsqu'un équipement émet vers un autre, tous les équipements du réseau reçoivent l'information. Le débit de 100 Mbit/s est partagé entre les utilisateurs et les transferts de données se font à l'alternat. Un concentrateur est un équipement très bon marché.
- Avec un commutateur, si un équipement émet vers un autre, seul le destinataire reçoit l'information. Chaque utilisateur emploie un débit de 100 Mbit/s et les transferts de données sont bidirectionnels simultanés. Un commutateur est plus onéreux mais le rapport prix/performance vaut le supplément.

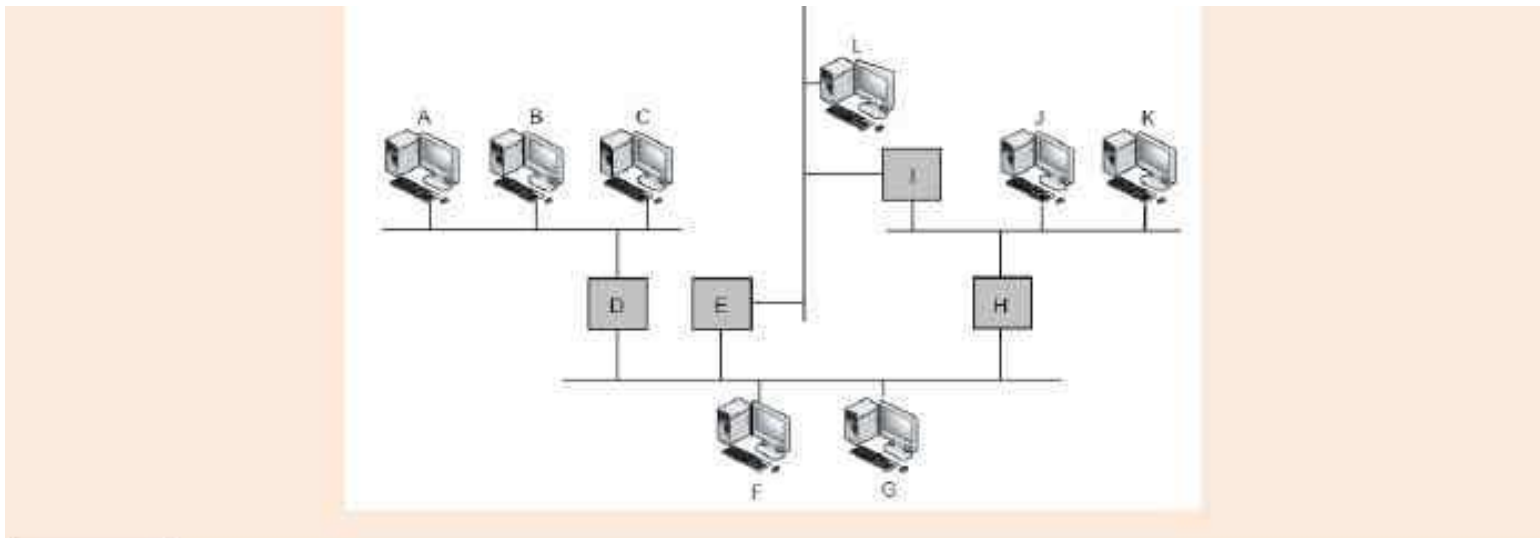
c/ Si le commutateur a une capacité suffisante, chaque équipement, directement relié au commutateur, peut disposer d'un débit théorique dédié de 100 Mbit/s dans les deux sens de transmission. Puisque les 5 équipements communiquent avec le même serveur, le lien entre le serveur et le commutateur est en fait partagé entre les 5 communications : un débit maximal de 20 Mbit/s est offert à chaque dialogue.

### Exercice 9

Soit le réseau suivant (voir figure ci-dessous) constitué de trois sous-réseaux Ethernet. Le protocole de niveau réseau utilisé est IP. Les machines D et H sont des ponts.



- a/ Décrivez l'envoi de la trame de F à C (une station qui vient de se connecter au réseau). Si K est un analyseur de trafic, peut-il enregistrer la trame ?  
b/ Même question avec la trame réponse de C à F.  
c/ On étend le réseau précédent (voir figure ci-dessous). Les équipements d'interconnexion D, E, I et H peuvent-ils être des répéteurs ? Des ponts ? (justifier votre réponse)



### Solution:

a/ Si D et H sont des ponts, ils reçoivent l'un et l'autre la trame émise par F. Les deux ponts, ne sachant pas où se trouve le destinataire, laissent passer la trame, laquelle circule sur les deux autres sous-réseaux. C reçoit donc la trame. K, qui est dans le troisième sous-réseau, la voit passer de même et peut l'enregistrer.

b/ Lorsque C répond à F, la trame diffusée parvient au pont D qui sait qu'il doit la laisser passer puisque F est accessible de l'autre côté. Par contre, le pont H sait que C et F sont situés du même côté. Il filtre donc la trame qui ne transite pas sur le troisième sous-réseau : l'analyseur de protocole K ne voit pas la trame réponse.

c/ Si D, E, I et H sont des répéteurs, le réseau ne peut pas fonctionner car il n'a plus sa structure de bus ramifié. Si D, E, I et H sont des ponts, le réseau ne peut fonctionner que si l'un des ponts est inactif (ce qui a pour effet de « couper » la boucle). Les ponts constituent un ensemble collaboratif, ils discutent entre eux et décident celui qui sera inactif (c'est le rôle de STP, l'algorithme de l'arbre couvrant).

### Exercice 10

Un réseau 802.5 à 4 Mbit/s comporte 50 stations, la distance moyenne entre stations est de 50 m. La vitesse de propagation étant de 200.000 Km/s, on demande:

- quel est le temps maximum au bout duquel une station est assurée de disposer du jeton?
- quel est, dans cette situation, le débit du réseau, vu d'une station?
- peut-on effectuer un calcul similaire pour les réseaux CSMA/CD? Pourquoi ?

### solution:

Dans cet exercice il faut raisonner avec le cas le plus défavorable.

Le cas le plus défavorable correspond à l'attente active du jeton par une station ( la station qui désire émettre ) alors que le jeton est détenu par la station qui la suit dans l'anneau et que toutes les stations sont aussi en attente active et utilisent leurs temps de parole au maximum ( 10 ms ).

#### Temps d'occupation de l'anneau par chaque station :

Temps d'émission + temps de rotation + retard apporté par les stations traversées =  $10 + 0,0125 + 0,0125 = 10,025$  ms

Avec :

- Temps d'émission = 10 ms
- Temps de rotation = longueur de l'anneau/vitesse =  $(50 \times 50)/200 = 12,5$   $\mu$ s
- Temps de retard = Temps bit x nbre stations =  $(\frac{1}{4} \cdot 10^{-6}) \times 50 = 0,25$   $\mu$ s x 50 = 12,5  $\mu$ s
- Temps d'attente du jeton :

Pour les N-1 stations du réseau qui vont émettre avant : Temps d'attente du jeton =  $49 \times 10,025 = 491,225$  ms

b/ Débit utile pour cette station :

$$\text{Débit utile} = \text{Efficacité} \times \text{débit nominal} = (\text{temps d'émission/temps total}) \times \text{débit nominal}$$

$$= (10 / 491,225) \times 4.106 = 80.000 \text{ bits/s}$$

c/ Cas des réseaux CSMA/CD :

Ce calcul n'est pas réalisable pour un réseau Ethernet, on ne peut que calculer la probabilité d'accès au média pendant un intervalle de temps. Le CSMA/CD est dit probabiliste alors que le 802.5 est dit déterministe puisque l'on peut déterminer un débit minimal garanti



Exercice 11

A et B sont deux utilisateurs de la même entreprise. L'utilisateur A a pour adresse 143.27.102.101 et lit dans le fichier de configuration de son poste (commande ipconfig , par exemple) :

- masque de sous-réseau : 255.255.192.0
- adresse routeur par défaut : 143.27.105.1.

a/ Quelle est l'adresse du sous-réseau auquel appartient A ? Quelle est l'adresse de diffusion sur ce sous-réseau ?

b/ L'utilisateur B a pour adresse 143.27.172.101 et lit de même : masque de sous-réseau : 255.255.192.0.

B est-il sur le même sous-réseau que A ? Peut-il utiliser la même adresse de routeur par défaut que A ?

solution :

a/ A est dans le réseau 143.27.0.0, dans le sous-réseau 143.27.64.0 (on obtient 64 en faisant le ET entre les nombres 102 et 192 écrits sur 8 bits soit 01100110 ET 11000000. Le résultat donne : 01000000 = 64). Il y a donc 2 bits pour définir les sous-réseaux. L'adresse de diffusion dans ce sous-réseau est 143.27.127.255 (on obtient 127.255 en remplaçant les 14 bits prévus pour l'identifiant de machine par des 1).

b/ L'utilisateur B est dans le réseau 143.27.0.0 mais pas dans le même sous-réseau (il est dans le sous-réseau 143.27.128.0). Il ne peut donc pas utiliser la même adresse de routeur par défaut (le routeur par défaut est obligatoirement dans le sous-réseau de l'utilisateur).

Exercice 12

Compléter le tableau suivant :

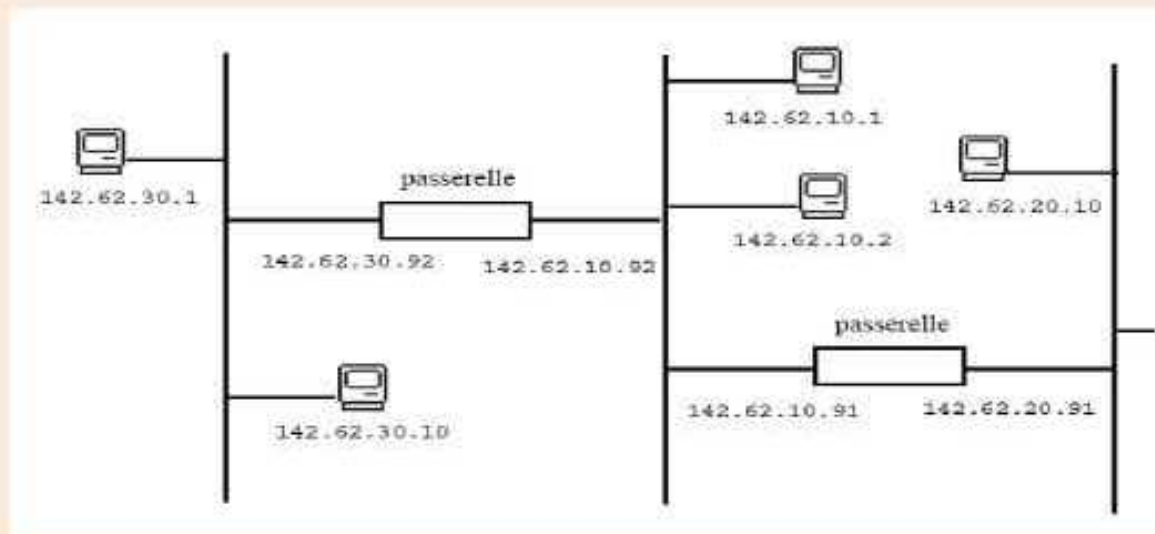
Adresse IP	124.23.12.71	124.12.23.71	194.12.23.71
Masque de sous-réseau	255.0.0.0	255.255.255.0	255.255.255.240
Classe			
Adresse du réseau auquel appartient la machine			
Adresse de diffusion dans le réseau			
Adresse du sous-réseau auquel appartient la machine			
Adresse de diffusion dans le sous-réseau de la machine			

Solution :

Adresse IP	124.23.12.71	124.12.23.71	194.12.23.71
Masque de sous-réseau	255.0.0.0	255.255.255.0	255.255.255.240
Classe	A	A	C
Adresse du réseau auquel appartient la machine	124.0.0.0	124.0.0.0	194.12.23.0
Adresse de diffusion dans le réseau	124.255.255.255	124.255.255.255	194.12.23.255
Adresse du sous-réseau auquel appartient la machine	pas de sous-réseau	124.12.23.0	194.12.23.64
Adresse de diffusion dans le sous-réseau de la machine		124.12.23.255	194.12.23.79

### Exercice 13

Soit le réseau donné par le dessin ci-dessous.



- a/. Quelle est la topologie utilisée dans ce réseau ? et quel type de câble utilisé
- b/ Dans quelle classe de réseau nous trouvons-nous ?
- c/ Quel est le masque de réseau correspondant ?
- d/ Combien de sous réseaux comprend ce réseau et quelles sont les adresses de ces sous réseaux

### Solution:

a/ La topologie réseau utilisé dans cette architecture est une topologie Bus qui fait appel au câble coaxial. Ce réseau utilise le protocole TCP/IP puisque le système d'adressage utilisé est l'adressage IP

b/ Il s'agit ici d'un adressage classe B puisque  $142 = (1000110)_2$ , les deux bits les plus significatifs sont donc (10) ce qui caractérise la classe B

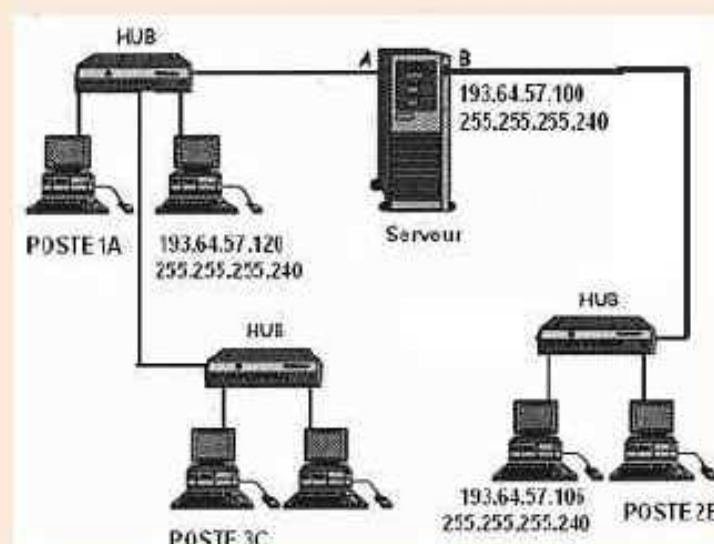
c/ Le masque sous réseau qui correspond à une classe B est 255.255.0.0

d/ Ce réseau exploite deux passerelle avec une interface commune entre les deux, donc il est constitué de trois sous réseaux. Ces sous réseaux possèdent les adresse IP suivantes

- Premier sous réseau ( à gauche de la figure ) : 142.62.30.0
- Deuxième sous réseau ( au milieu de la figure ) : 142.62.10.0
- Troisième sous réseau ( à droite de la figure ) : 142.62.20.0

### Exercice 14

En vous basant sur le schéma d'implantation du réseau ci-dessous, répondez aux questions suivantes :



- a/ De quel protocole réseau s'agit-il et comment le sait-on?
- b/ Dans quelle classe(s) d'adresse(s) TCP/IP travaille-t-on? (justifier votre réponse)

- c/ Calculer l'adresse réseau de chacun des trois postes : Poste 1A, Poste 2B et Poste 3C.  
d/ Combien de réseau(x) comporte donc cette implantation?  
e/ Quel est le nombre maximal de réseaux qu'on peut installer avec cette configuration?  
f/ Peut-on remplacer le serveur par un simple switch ? ( justifier votre réponse )

solution:

- a/ Il s'agit ici du protocole TCP/IP puisqu'il utilise le système des adresses IP  
b/ Il s'agit ici d'adresse IP classe C, en effet  $193 = (11000001)_2$ , les trois bits les plus significatifs sont donc (110) ce qui caractérise la classe C  
c/ Calcul des adresses sous réseau :
- Poste 1A : ce poste appartient au même sous réseau que le poste qui possède l'adresse IP : 193.64.57.106 avec masque sous réseau 255.255.255.240, L'adresse réseau de ce poste est :  $(193.64.57.106) \& (255.255.255.240) = 193.64.57.112$
  - Poste 2B : ce poste appartient au même sous réseau que le poste qui possède l'adresse IP : 193.64.57.120 avec masque sous réseau 255.255.255.240, L'adresse réseau de ce poste est :  $(193.64.57.120) \& (255.255.255.240) = 193.64.57.112$
  - Poste 3C : ce poste appartient au même sous réseau que le poste qui possède l'adresse IP : 193.64.57.120 avec masque sous réseau 255.255.255.240, L'adresse réseau de ce poste est :  $(193.64.57.120) \& (255.255.255.240) = 193.64.57.112$
- d/ Le serveur dans cette architecture joue le rôle de passerelle équipée de deux interfaces réseau, le nombre de sous réseau est donc deux sous réseaux.
- e/ D'après le masque sous réseau nous avons  $(240)_{10} = (11110000)_2$ , le nombre de bits réservé à l'identification du sous réseau est donc 4 bits (Quatre 1). Cette architecture peut comporter donc au maximum  $2^4 - 2$  soit 14 sous réseaux.
- f/ Le serveur ne peut pas être remplacé par un simple switch, puisque celui-ci n'assure pas la fonction de routage entre deux sous réseau alors que le serveur peut être configuré pour réaliser cette fonction.