

ASI - TD Réseaux Informatiques

G. Del Mondo

Basé sur les TDs de N. Delestre

Première partie

Séances de TD

Séance 1

Couche 1

1 Code vu en cours

1. Quel est l'objectif principal de la couche 1 ?
2. Citez des exemples de code en bande de base. Quels sont les avantages et les inconvénients de ce mode de transmission ?
3. Citez des exemples de code en transmission modulée ? Quels sont les avantages et les inconvénients de ce mode de transmission ?

Couche 2

2 Bit de parité paire

1. On veut envoyer le message 01110100, que va-t-on effectivement envoyer ?
2. On reçoit le message 011101001. Le message reçu a-t-il subi des erreurs ?
3. On reçoit le message 011101000. Le message reçu a-t-il subi des erreurs ?

3 Longitudinal Redondancy Check (LRC)

« Dans les transmissions synchrones, les caractères sont envoyés en bloc. [La technique de LRC] ajoute un caractère au bloc transmis. Chaque bit du caractère LRC correspond à la parité des bits de même rang pour chaque caractère : le 1^{er} bit du LRC est la parité de tous les 1^{er} bits de chaque caractère, le 2nd ... » (Cf. Réseaux et télécoms, Claude Servin, Dunod et la figure n°1).

Caractère à transmettre	Bit de Parité	Caractère à transmettre	Bit de Parité	Caractère à transmettre	Bit de Parité	Caractère LRC	Bit de Parité
----------------------------	------------------	----------------------------	------------------	-------	----------------------------	------------------	------------------	------------------

FIGURE 1 – Structure d'un bloc de caractères protégé par LRC

En sachant que les codes ASCII des caractères H, E, L et O sont donnés par le tableau n°1, déterminez les bits du message utilisés pour envoyer le mot "HELLO".

Caractère	Code ASCII
H	1001000
E	1000101
L	1001100
O	1001111

TABLE 1 – Code ASCII de caractères

LRC est-il un code détecteur ou correcteur ? Pourquoi ?

4 Cyclic Redondancy Check (CRC)

1. Donnez le message à transmettre pour le message 1010010111 avec une clé calculée à partir du polynôme générateur $x^4 + x^2 + x + 1$
2. On reçoit le message 10100101101101. Sachant que le message initial a été codé avec le même polynôme générateur, ce dernier contient-il des erreurs.

Couche 3 modèle OSI : routage

5 Routage vecteur distance¹

Soit un réseau composé de 3 routeurs A, B et C interconnectés par 2 liens (ou 2 réseaux intermédiaires) α et β (Cf. figure 2). Ce réseau utilise l'algorithme du vecteur distance.

1. En notant L l'interface locale, proposez la dynamique d'échange des tables de routage entre ces trois routeurs.

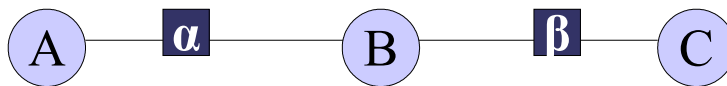


FIGURE 2 – Mini réseau

2. Que se passe-t-il si au bout d'un certain laps de temps le lien entre B et C se casse ?

Séance 2

6 Routage à état de lien : algorithme de Dijkstra

Rappels²

L'ensemble S est l'ensemble des sommets du graphe G . L'ensemble A est l'ensemble des arêtes de G : si (s_1, s_2) est dans A , alors il existe une arête depuis le noeud s_1 vers le noeud s_2 .

Supposons que la fonction $Poids(s_1, s_2)$ définie sur A renvoie le poids positif de l'arête reliant s_1 à s_2 (nous pouvons définir un poids infini pour les paires de sommets qui ne sont pas connectées par une arête).

L'algorithme [de Dijkstra] fonctionne en construisant un sous-graphe G noté P tel que la distance entre un sommet s de P depuis s_{deb} est connue pour être un minimum dans G . Initialement P contient simplement le noeud s_{deb} isolé, et la distance de s_{deb} à lui-même vaut zéro. Des arcs sont ajoutés à P à chaque étape :

1. en identifiant toutes les arêtes $a_i = (s_{i1}, s_{i2})$ dans $P \times G$,
2. en choisissant l'arête $a_j = (s_{j1}, s_{j2})$ dans $P \times G$ qui donne la distance minimum depuis s_{deb} à s_{j2} .

L'algorithme se termine soit quand P devient un arbre couvrant de G , soit quand tous les noeuds d'intérêt sont dans P .

1. Inspiré de l'exemple proposé dans Réseaux et Télécoms, Claude Servin, Dunod, p198

2. Définition donnée par Wikipédia

Application

Appliquez (graphiquement) cet algorithme sur le graphe présenté par la figure 3 depuis le sommet 1.

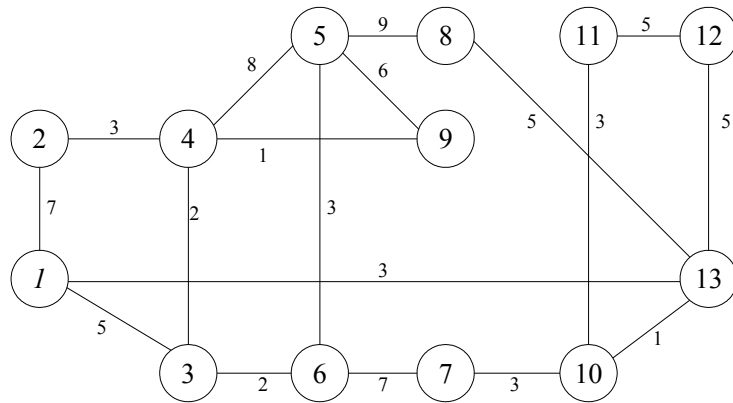
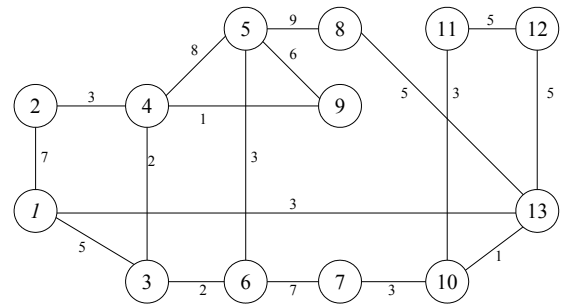
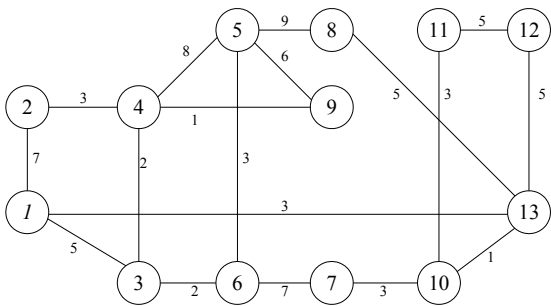
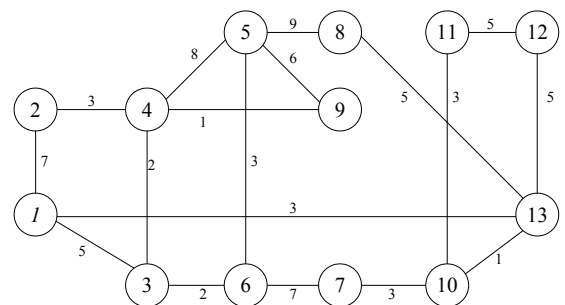
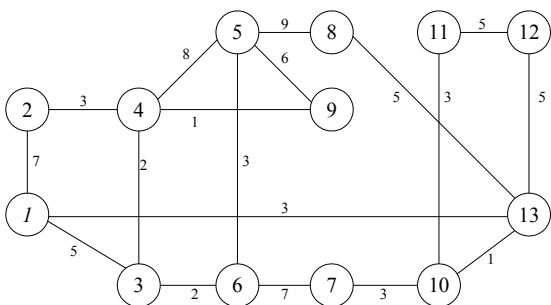
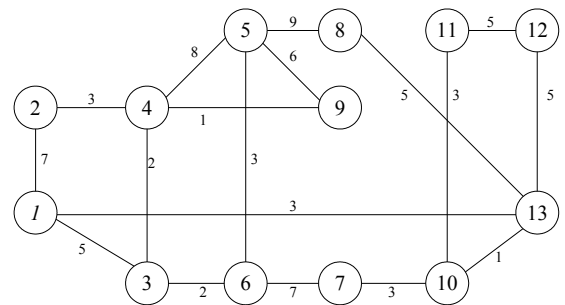
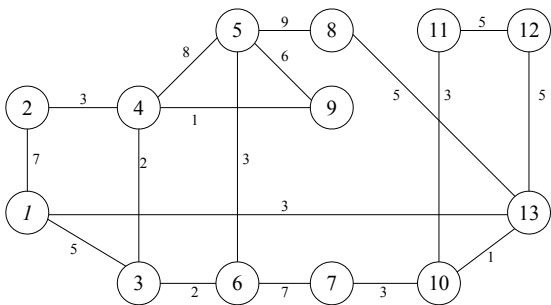
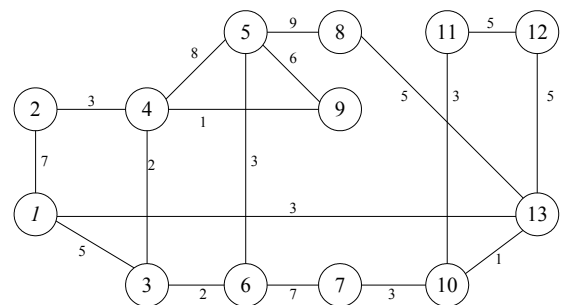
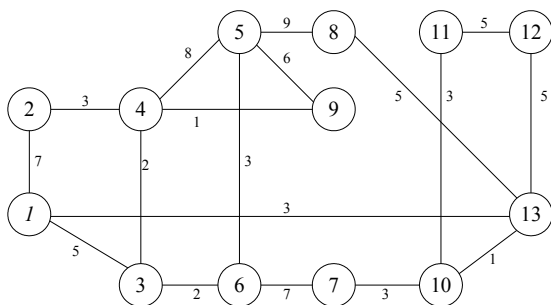
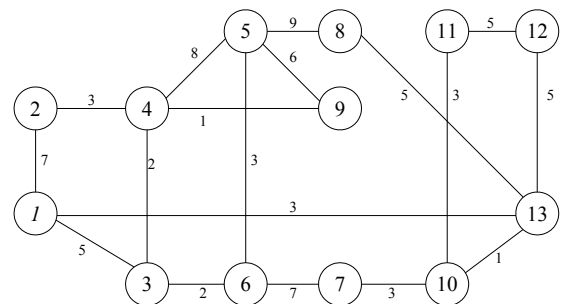
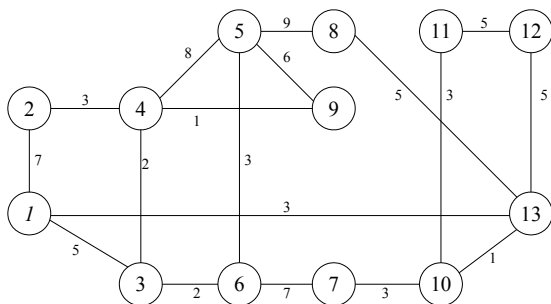
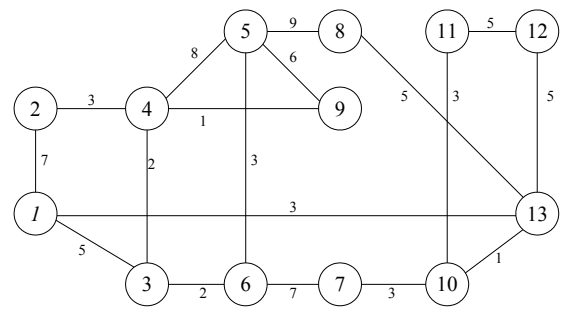
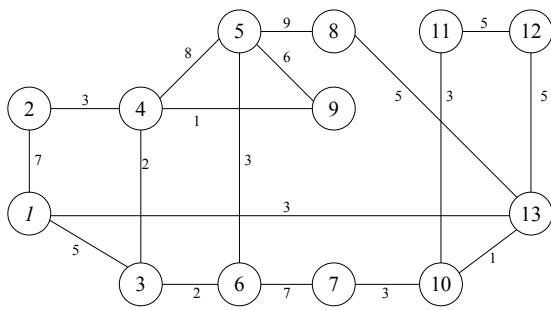


FIGURE 3 – Un réseau



A partir de '1' la distance la plus courte est ...





Internet : Couche Lien

7 Adresse MAC \Leftrightarrow IP

Pensez vous qu'il soit possible d'utiliser les adresses MAC à la place des adresses IP ? Justifiez votre réponse.

8 Les ponts

1. Rappelez ce qu'est un pont.
2. Rappelez comment un pont découvre ses réseaux.
3. En imaginant que la découverte du réseau Figure 4 a été effectuée, donner la table CAM (i.e. de commutation) associée au pont.
4. Que peut-il se passer s'il y a deux ponts entre dca et dcb et que P1 envoie une trame à une machine inconnue des deux ponts ?

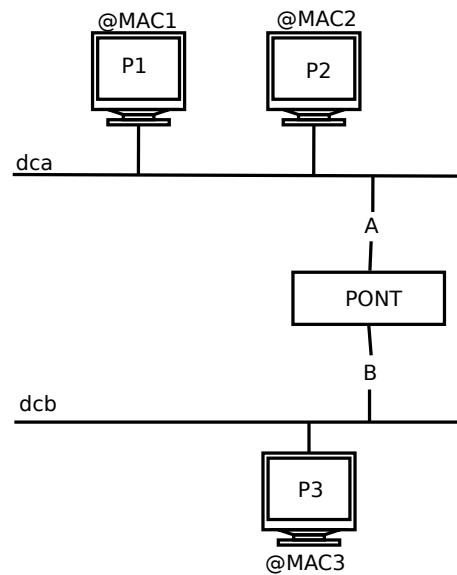


FIGURE 4 – Réseau avec un pont

Adressage

9 Sous-réseaux (avant la RFC1878) - classful

Le réseau 192.168.130.0 utilise le masque de sous-réseau 255.255.255.240.

1. Combien de sous-réseaux possède ce réseau ?
2. Combien de machines peuvent être connectées au maximum à chaque sous-réseau ?
3. Donnez la plage adressable pour chacun des sous-réseaux.
4. À quel sous-réseau appartiennent les adresses suivantes :
 - 192.168.130.10
 - 192.168.130.67
 - 192.168.130.93
 - 192.168.130.199
 - 192.168.130.222
 - 192.168.130.255

10 Routage

La table de routage d'un routeur contient les routes suivantes :

Route	Interface de sortie
0.0.0.0/0	e1
10.0.0.0/8	e0
10.0.0.0/16	e1
10.0.1.0/24	s0
10.1.1.0/24	s1
10.1.0.0/16	s0
10.1.0.0/24	e1
10.1.1.1/32	s2

1. Un paquet arrive au routeur avec la destination 10.1.1.1. Par quelle interface sera-t-il transmis ?
2. Idem avec 10.0.4.1
3. Idem avec 10.1.0.40

Séance 3

11 CIDR (après RFC1878) - classless : subnetting vs. supernetting³

1. Rappelez en quoi consiste le CIDR (Classless Inter Domain Routing) ? Quels sont les avantages comparés à l'ancien système ?
2. Un opérateur a besoin de 8000 adresses IP. En tant que fournisseur d'accès, vous devez lui allouer un bloc d'adresses de classe C⁴ avec le masque correspondant, soit par exemple 195.57.128.0/24. Vous avez tout intérêt à envoyer un agrégat de classes C consécutives, afin que le routage qu'il va mettre en place pour annoncer cet agrégat soit simple (se résume pour lui à l'annonce d'une route).

12 Réseau privé (après RFC1878) : subnetting⁵

Vous avez à administrer un réseau comportant la topologie présentée par la figure 5.

Les 4 Hubs sont de type Ethernet.

Les routeurs possèdent des interfaces réseau Ethernet, sauf pour le routeur R3 qui possède une interface réseau d'un autre type permettant de se raccorder au monde extérieur (Internet).

Les Hôtes sont des machines utilisateurs, ils sont au nombre de 10 à être connectés sur chacun des hubs dc1, dc2 et dc3. Le serveur est un ordinateur plus puissant utilisé comme serveur de fichiers et serveur WEB. Vous disposez d'une plage d'adresses Internet pour configurer vos réseaux locaux : 60.0.0.0/26. Vous appliquez la RFC 1878 qui interdit le broadcast vers un LAN.

L'adresse du routeur 3 vers l'extérieur doit être 192.0.0.1/24. Le premier routeur d'Internet qui est connecté au routeur 3 possède l'adresse 192.0.0.2/24.

3. Exercice issu des fiches de TD de Philippe Canalda, <http://src.pu-pm.univ-fcomte.fr/public/staff/canalda/>

4. Ici l'on pourrait penser que l'on est encore dans l'adressage classful car on utilise la dénomination "classe C", mais c'est simplement un abus de langage lié à l'usage.

5. Exercice inspiré de l'examen Polytech'Grenoble-RICM, 2004

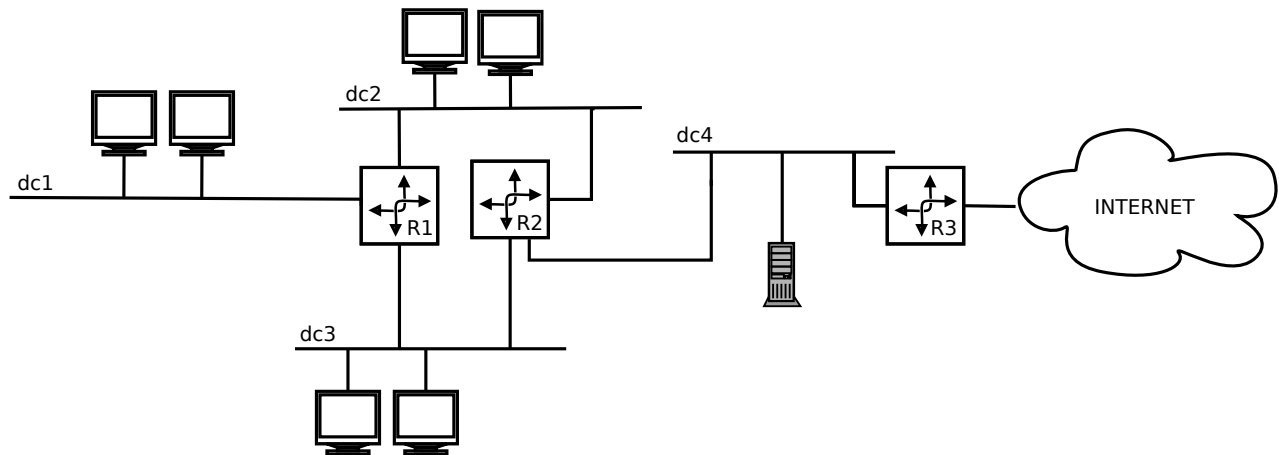


FIGURE 5 – Réseau d'entreprise

Plan d'adressage

1. Proposez un plan d'adressage pour cet Intranet.
2. Donnez le Netmask associé à chacune des 4 adresses réseau utilisées.
3. Combien de machines utilisateurs pouvez-vous connecter au maximum sur chacun des 3 réseaux Ethernet ?
4. Donnez les plages d'adresses machines pour chaque réseau.

Routage

Donnez le contenu des tables de routage des routeurs, des machines utilisateurs et du serveur pour que toutes les machines utilisateur et le serveur puissent accéder à l'ensemble de l'Intranet et de l'Internet.

Séance 4

13 Plan d'adressage⁶ (post RFC1878)

Votre entreprise s'agrandit en acquérant sur son site industriel la parcelle voisine. Sur cette parcelle sont construits 4 bâtiments. Ces 4 bâtiments sont reliés par des routeurs. Vous avez la charge de réaliser le plan d'adressage de cette extension du réseau.

Le réseau de votre entreprise possède l'adresse 138.123.0.0/16. L'administrateur réseau vous attribue pour votre tâche l'adresse 138.123.32.0/20. Veillez à optimiser l'emploi de l'espace d'adressage affecté et à minimiser les tables de routage des routeurs. Les bâtiments sont numérotés A, B, C et D.

6. Issue de <http://nicolas.baudru.perso.esil.univmed.fr/Enseignement/enseignement.html>

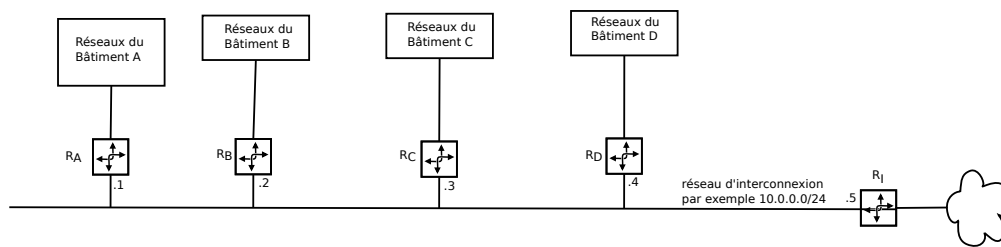


FIGURE 6 – Schéma général du réseau

Les services sont nommés : service commercial (COM), service production (PROD), service administratif (ADM), service comptabilité (CPT). Lorsqu'il existe plusieurs services dans un même bâtiment, ces derniers sont indépendants, il faut donc prévoir un réseau par service par bâtiment. L'ensemble sera relié par un réseau d'interconnexion (voir schéma Figure 6).

Description des besoins par bâtiment (les 20% liés aux évolutions potentielles sont déjà inclus) :

- Bâtiment A : les postes informatiques dans ce bâtiment sont répartis comme ceci : A.COM = 750 postes A.PROD = 450 postes A.ADM = 240 postes A.CPT = 130 postes ;
- Bâtiment B : les postes informatiques dans ce bâtiment sont répartis comme ceci : B.ADM = 220 postes B.CPT = 210 postes ;
- Bâtiment C : les postes informatiques dans ce bâtiment sont répartis comme ceci : C.PROD = 350 postes ;
- Bâtiment D : les postes informatiques dans ce bâtiment sont répartis comme ceci : D.COM = 700 postes.

1. Combien de réseaux faut-il ? Pouvez vous utiliser les mêmes masques de sous-réseaux pour ces réseaux ? Justifiez.
2. Donnez le plan d'adressage (adresse des réseaux, adresses des routeurs, adresses minimales et maximales des postes informatiques) en justifiant vos choix.
3. Donnez les tables des différents routeurs.
4. Quelle technologie aurait-il fallu utiliser pour pouvoir utiliser un seul sous réseau par service (indépendamment du bâtiment) ?

Couche Transport

14 Segments dans le désordre

Quelque fois, les outils de capture (sniffer) affichent les trames dans le désordre.

1. Signalez les adresses IP et ports TCP de communication respectivement du client et du serveur.
2. Sur la trace ci-dessous, remettez les trames dans l'ordre chronologique.
3. Justifiez que ces différentes trames appartiennent à la même connexion TCP.

No Trame code	@ source no séquence	@ destination no acquittement	protocole taille fenêtre	port src > dest longueur datagramme
9 SYN, ACK	192.168.0.1 Seq=4767617	192.168.0.2 Seq _a =5215016	TCP Win=8760	2000 > 1036 Len=0
10 SYN	192.168.0.2 Seq=5215015	192.168.0.1 Seq _a =0	TCP Win=8192	1036 > 2000 Len=0
11 ACK	192.168.0.2 Seq=5215016	192.168.0.1 Seq _a =4767618	TCP Win=8760	1036 > 2000 Len=0

Deuxième partie

Exercices supplémentaires

OSI : Couche 1

15 Les Codes de Manchester

1. Le code de Manchester est un code en bande de base (entre +V et -V) qui applique une transition au milieu de l'intervalle de temps utilisé pour représenter un bit. La transition est croissante pour les 0 et décroissante pour les 1
Dessinez le signal codé Manchester du message binaire suivant : 01110100
2. Le code de Manchester différentiel est une évolution de code précédent ; chaque bit est codé par rapport au précédent :
 - Si le bit à coder vaut 0 la transition est de même sens
 - Si le bit à coder vaut 1 la transition est dans le sens inverse
 Le premier bit est codé comme le code de Manchester « classique ». Dessiner le signal codé Manchester différentiel du message binaire suivant : 01110100

OSI : Couche 2

16 Distance de Hamming⁷

Donnez la distance de Hamming du code composé de 6 mots de 6 bits :

- m1 : 000000
- m2 : 001101
- m3 : 110101
- m4 : 111111
- m5 : 101010
- m6 : 110011

17 Code de Hamming⁸

On s'intéresse à la transmission d'octets et on construit le codage de la façon suivante⁹ :

- les bits 1, 2, 4 et 8 sont des bits de contrôle,
 - les bits 3, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12 servent aux données,
 - le bit 1 est un bit de parité paire calculé sur les bits 3, 5, 7, 9 et 11,
 - le bit 2 est un bit de parité paire calculé sur les bits 3, 6, 7, 10 et 11,
 - le bit 4 est un bit de parité paire calculé sur les bits 5, 6, 7 et 12,
 - le bit 8 est un bit de parité paire calculé sur les bits 9, 10, 11 et 12.
1. Donnez la suite de bits correspondant à l'envoi du message "HELLO" (on prendra la représentation des caractères H, E, L et O de l'exercice précédent, mais cette fois codés sur 8 bits).
 2. On reçoit la liste de bits suivante :

110010100101 010010001100 010110101100 111010000101

Quel est le message émis (sachant que la somme des positions des bits de parité faux donnera la position du bit faux) ?

7. Tiré de <http://www.httr.ups-tlse.fr/pedagogie/exercices/liaison.htm>

8. Inspiré de l'exercice de M. Sébastien Jean, <http://sardes.inrialpes.fr/~jean/enseignement>

9. Le bit 1 est le bit le plus à gauche

OSI : Couche 4

18 DHCP¹⁰

DHCP (« Dynamic Host Configuration Protocol » RFC 2131 et 2132) est un protocole client serveur qui permet à un client hôte d'un réseau local (Ethernet ou Wifi) d'obtenir d'un serveur DHCP différents paramètres de configuration réseau. En utilisant DHCP on souhaite surtout fournir à un hôte une adresse IP mais aussi le masque du sous-réseau auquel appartient cet hôte, l'adresse IP du routeur par défaut ou encore l'adresse IP d'un serveur DNS. Pour attribuer des adresses IP, un serveur DHCP reçoit un ensemble d'adresses IP qu'il attribue ensuite sur demande à des clients pour une période de temps donnée. En DHCP on appelle bail le fait pour un hôte d'obtenir une adresse IP pour une période de temps définie par le serveur. Le protocole d'acquisition d'un bail comporte quatre messages principaux :

1. Le client DHCP émet *en diffusion* un premier message de demande de bail. Le type de ce message est baptisé DHCPDISCOVER.
2. S'il existe plusieurs serveurs DHCP atteints par la diffusion et si ces serveurs disposent d'une adresse IP libre, ces serveurs DHCP proposent au client cette adresse IP associée à une durée d'utilisation possible de l'adresse (une durée de bail). Ce message contient aussi l'adresse IP du serveur proposant l'offre. Le type de ce message de réponse est DHCPOFFER.
3. S'il a reçu plusieurs propositions, le client en choisit une (la première qui lui parvient) et retourne une demande d'utilisation de cette adresse. Le type de ce troisième message est DHCPREQUEST. Ce message est également diffusé pour que les autres serveurs DHCP apprennent qu'ils n'ont pas été sélectionnés.
4. Le protocole se termine par la transmission d'un message DHCPACK par lequel le serveur DHCP sélectionné accuse réception de la demande et accorde l'adresse selon la durée de bail prévue. Les autres serveurs retirent définitivement leur offre.

À la moitié de la période d'utilisation d'une adresse (moitié du bail) le client demande le renouvellement de l'allocation de cette adresse par un message DHCPREQUEST. Le bail est généralement renouvelé par un DHCPACK. Si la demande n'aboutit pas (cas d'une réponse DHCPNACK ou perte de contact avec le serveur DHCP), le client tente de contacter les autres serveurs DHCP pour obtenir une autre adresse. En l'absence de réponse positive, le client utilise l'adresse dont il disposait jusqu'à la fin du bail et cesse de communiquer en IP.

Un analyseur de messages échangés sur un réseau local Ethernet/IP donne le résultat suivant. Il est constitué d'une suite de lignes correspondant à un message observé sur le réseau local. On trouve un numéro d'ordre du message observé, la date de l'observation en seconde, les adresses IP source et destination, le nom du protocole pour lequel le message a circulé et le type du message

No	Time	Source	Destination	Protocol	Info
1	0.000000	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	DHCP Discover
2	0.001182	192.168.0.247	192.168.0.5	ICMP	Echo request
3	0.342454	192.168.0.247	192.168.0.5	DHCP	DHCP Offer
4	0.344405	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	DHCP Request
5	0.348264	192.168.0.247	192.168.0.5	DHCP	DHCP ACK

10. Exercice issu du cahier d'exercices du département informatique du CNAM, http://deptinfo.cnam.fr/Enseignement/CycleProbatoire/SRI/Reseaux/Cahier_exercices.pdf

Questions

1. Pour le message numéro 1 de la trace, expliquez la signification des adresses IP source et destination (pourquoi selon vous utilise t'on ces adresses dans cet échange) ?
2. La trace ne donne pas l'adresse MAC destination figurant dans le message numéro 1 (l'adresse MAC source correspond à l'adresse unique de l'émetteur). Même si elle ne figure pas dans le texte pouvez vous donner l'adresse destination (justifiez) ?
3. Pour le message numéro 3 de la trace, expliquez la signification des adresses source et destination (à quoi correspondent ces adresses) ? Comment est il possible que ce message parvienne correctement à son destinataire ?
4. Pour le message numéro 4, expliquez la signification des adresses IP source et destination.
5. Dans cette trace, le message numéro 2 semble ne pas être relié à une attribution d'adresse DHCP. Cependant ce message a circulé aussi dans le cadre de l'attribution d'adresse. Pourquoi le message numéro 2 a-t-il circulé (quel est le but poursuivi dans la circulation de ce message) ?
6. Expliquez pourquoi le temps qui s'écoule entre les messages 2 et 3 est assez long ?

OSI : Couche 6

19 Compression de données : code d'Huffman ¹¹

On se propose de compresser le message suivant : « MODESTE CITATION VAUT MIEUX QUE BRILLANTE PARAPHRASE »

1. Donnez la table des fréquences d'apparition.
2. Donnez l'arbre de codage correspondant.
3. Donnez la table de codage de chaque caractère.
4. Donnez le codage binaire du premier mot.

20 Protocole de communication

Un serveur de calcul sur les nombres complexes est capable d'additionner, soustraire, multiplier et diviser deux complexes. Proposez un protocole de communication orienté caractère.

Internet

21 Classes

Caractérisez (classe d'affectation, particularité) les adresses IP suivantes :

1. 194.254.15.163
2. 127.0.0.1
3. 216.239.59.99
4. 24.112.0.5

11. Exemple issu de <http://www.iteam.org/uraeus/compressdonnees/nouvellepage1.htm>

5. 192.168.0.7

6. 62.40.103.14

22 Sous-réseaux (avant la RFC1878)

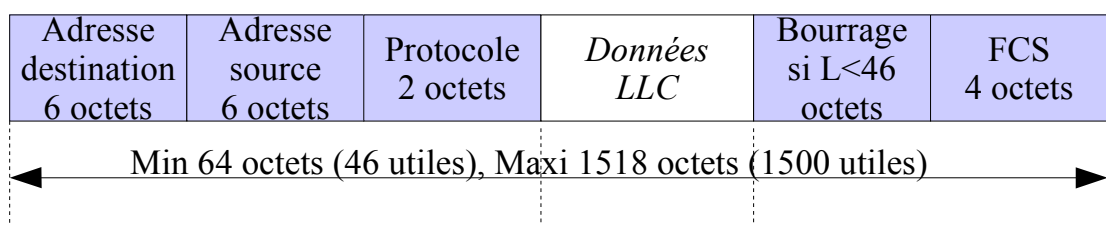
Une entreprise veut utiliser 192.168.90.0 pour 4 sous-réseaux. Le nombre maximum d'hôtes par sous-réseau étant de 25.¹²

1. Quel masque de sous-réseaux utiliseriez vous pour résoudre ce problème ? Justifiez votre réponse.
2. Donnez un exemple d'adresse IP utilisable dans chaque sous-réseau.
3. Dessinez un exemple d'architecture de réseau en précisant les adresses utiles.

23 Protocole RIP : les datagrammes¹³

Rappels

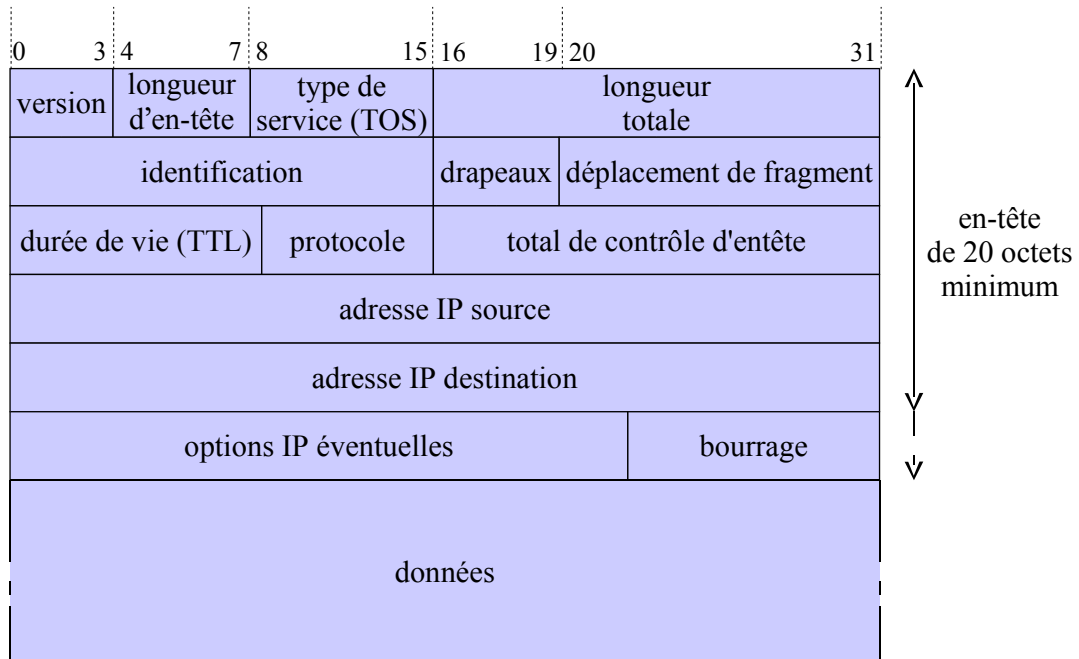
— Trame Ethernet :



— Datagramme IP :

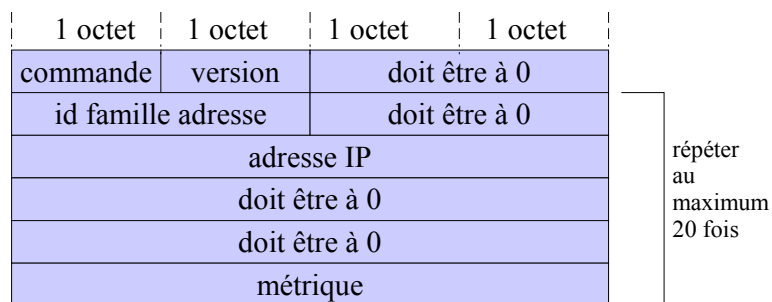
12. inspiré/tiré d'un des exercices de "Réseaux" aux éditions Schaum's

13. http://www.prism.uvsq.fr/users/bug/TDs/td_7_Maitrise-Isty2.htm



Questions

Sachant qu'un message RIP a la forme suivante :



1. Décodez la trame indiquée ci-dessous :

ADDR	HEX	ASCII
0000	FF FF FF FF FF FF AA 00 04 00 9D C4 08 00 45 00E.
0010	00 34 4E 2A 00 00 1E 11 A3 AD 80 68 AA 11 80 68	.4N*.....h...h
0020	00 00 02 08 02 08 00 20 CE 4F 02 01 00 00 00 02O.....
0030	00 00 80 68 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00	...h.....
0040	00 01	..

2. Quel est l'identificateur du protocole RIP dans l'en-tête IP ?

3. Quelle est la taille de la table de routage ?