

1. Aspect physique et théorie du signal

1. La rapidité de modulation d'une ligne de transmission étant de 8000 bauds d'après son constructeur, quel est le débit binaire maximal autorisé sur cette ligne dans les principaux types de codage ?

2. Transmission des données

1. Un télé-travailleur transmet chaque jour des données à un serveur de son entreprise grâce à un modem fonctionnant à un débit binaire de 33 kbits/s. La connexion quotidienne, d'une durée de 2 minutes, se déroule en trois temps :

une phase d'identification au cours de laquelle le travailleur envoie son identifiant (20 octets) et son mot de passe (10 octets), la transmission du fichier (20 Koctets) l'envoi d'un ordre de déconnexion (2 octets)

Calculer le taux d'activité. Quelle remarque peut-on faire ?

2. Que signifient les points suivants d'un Ethernet ? accès avec écoute préalable en compétition(CSMA) détection de collisions(CD) CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Acces with Collision Detection) : Transmission partagée de données utilisant une méthode d'accès aléatoire coupant la transmission lors de la détection d'une collision, et la reprenant ensuite après une temporisation aléatoire. Avant de transmettre une donnée, le réseau est testé. Si la voie est libre, la transmission commence. Si une autre information arrive (collision), la transmission s'interrompt et recommence plus tard.

3. Quel type d'équipement faut-il pour connecter un réseau en bus Ethernet à un réseau en anneau FDDI ? Un routeur (penser au niveau de couche OSI nécessaire)

4. Un hub permet-il de filtrer des paquets dynamiquement ? Non, un hub n'est qu'un répéteur.

3. Le niveau réseau

1. Le service Circuit Virtuel n'est pas adapté au transfert de SMS. Expliquer et donner une solution. Tous les paquets (fragments) associés à un même message reçoivent un même n° de voie logique. Ceci identifie un circuit virtuel. Les messages courts, encore appelés "SMS", s'échangent principalement entre terminaux mobiles, ils transitent par des serveurs spécialisés, routeurs, et peuvent être créés ou lus sur micro-ordinateurs. La réservation d'un circuit virtuel pour l'échange de brefs messages, faisant donc un seul paquet, conduit à un gaspillage de bande passante. L'on réserve plutôt des circuits virtuels pour les échanges où le flux de données est permanent.

2. Un routeur agit au niveau 4 du modèle OSI. Vrai ou faux ? FAUX. Les routeurs travaillent au niveau 3 du modèle OSI avec comme unité de transmission les paquets

3. Est-ce que le protocole IP permet une transmission des données par messages, datagrammes ou paquets ? Datagrammes

4. Dans la pile de protocoles TCP/IP, il y-a-t il un protocole de niveau 4 ? Cette nomenclature en 4 couches est propre au modèle OSI, où TCP se trouve sur la couche 4 (transport), IP étant sur la couche 3 (réseau)

5. Est-ce que le protocole IP permet une transmission des données par messages, datagrammes ou paquets ? Par paquet, il se situe au niveau de la couche réseau.

6. Que désigne précisément l'adresse IP 255.255.255.255 ? A quoi sert l'adresse IP 0.0.0.0 ? Et l'adresse 127.0.0.1 ? C'est l'adresse dite de diffusion. 255.255.255.255 désigne l'ensemble des hôtes du réseau local auquel est relié le nœud qui émet cette adresse.

Sur une table de routage 0.0.0.0 désigne la ligne concernant la passerelle par défaut du réseau. Elle peut aussi être utilisée dans un appel BOOTP ou DHCP lancé par un nœud pour connaître sa propre adresse IP.

127.0.0.1 est l'adresse IP interne de la machine elle-même, équivalente à localhost

7. Ecrivez la classe des adresses suivantes :

Classe	Numérotation	Bits utilisés	Étendue
A	1.0.0.1 → 126.255.255.254	Bits fixés : 0 ; ID réseau : 7 bits ; ID machine : 24 bits	126 réseaux, 16 millions de machines
B	128.0.0.1 → 191.255.255.254	Bits fixés : 10 ; ID réseau : 14 bits ID machine : 16 bits	16 000 réseaux, 65 000 machines
C	192.0.0.1 → 223.255.255.254	Bits fixés : 110 ; ID réseau : 21 bits ID machine : 8 bits	2 millions de réseaux, 254 machines
D	224.0.0.0 → 239.255.255.255	Bits fixés : 1110 ; ID multicast : 28 bits	268 millions d'adresses de diffusion
E	240.0.0.0 → 247.255.255.255	Bits fixés = 11110 ; expérimentation : 27 bits	134 millions d'adresses expérimentales

118.89.67.234 A; 199.254.250.223 C; 223.25.191.75 C; 10.20.30.40 A; 191.250.254.39 B;
192.1.57.83 C; 127.0.0.1 A; 239.255.0.1 D; 172.11.1.1 B; 0.0.0.0 A; 128.192.224.1 B;
255.255.255.255 E

8. Pour chaque adresse, entourez la partie demandée :

- PARTIE RESEAU : 1.102.45.177 A - PARTIE HOTE : 196.22.177.13 C - PARTIE RESEAU : 133.156.55.102 B - PARTIE HOTE : 221.252.77.10 C - PARTIE RESEAU : 123.12.45.77 A - PARTIE HOTE : 126.252.77.103 A - PARTIE RESEAU : 13.1.255.102 A - PARTIE HOTE : 171.242.177.109 B
- PARTIE RESEAU : 193.156.155.192 C - PARTIE HOTE : 21.52.177.188 A - PARTIE RESEAU : 77.77.45.77 A - PARTIE HOTE : 191.252.77.13 B - PARTIE RESEAU : 191.15.155.2 B

9. Indiquez si les adresses suivantes sont valides ou pas pour un hôte TCP/IP. Si une adresse est invalide, entourez la partie erronée et fournissez une explication. Le masque est celui associé par défaut à la classe.

(a) 245.12.33.102 E (b) 123.123.123.123 A valide (c) 199.23.107.255 C 255.255.255.0 invalide adresse de diffusion (d) 199.23.107.0 C 255.255.255.0 invalide adresse du réseau (e) 156.266.12.103 B 255.255.0.0 invalide 266>255 (f) 99.0.0.12 A 255.0.0.0 valide (g) 153.0.0.0 B 255.255.0.0 invalide adresse du réseau (h) 153.0.0.255 B 255.255.0.0 invalide adresse de diffusion (i) 191.23.255.255 B 255.255.0.0 invalide adresse de diffusion

7. Les machines A, B, C, D, E et F du schéma 1 sont situées sur le même segment. Il n'y a pas de routeur.

(a) Dire en expliquant quelle machine peut communiquer avec quelle autre. A- B et C car elles ont le même masque 255.255.0.0 et une même partie réseau de l'adresse IP : 172.16. sur deux octets.

(b) Est-il possible de faire communiquer TOUS les hôtes de ce segment :

- en gardant les mêmes masques ? (expliquez) ; non car les masques seront différents et il faudra un routeur que nous ne disposons pas dans notre sous réseau.
- en gardant les mêmes adresses ? (expliquez) ; oui si nous mettons le masque 255.255.0.0 qui est valable pour la classe B, nous aurons la partie réseau de nos adresses IP 172.16. Qui sera identique

(c) On souhaite que tous les hôtes (A, C, E et F) puissent se parler, mais que B ne parle qu'avec D et réciproquement car ces 2 machines contiennent des informations sensibles.

Sans toucher aux adresses du schéma, on modifie les masques ainsi : 255.255.255.0 (B et D) et 255.255.0.0 (A, C, E, F). Le but est-il atteint ? Expliquez pourquoi :

A	B	C	D	E	F
255.255.0.0	255.255.255.0	255.255.0.0	255.255.255.0	255.255.0.0	255.255.0.0
172.16.10.200	172.16.11.200	172.16.100.20	172.16.11.100	172.16.100.10	172.16.10.10

Le but est partiellement atteint. En fait A, C, E et F ont un même masque 255.255.0.0 et la partie identifiant du réseau est identique et sur 16 bits : 172.16. à A, E, C et F donc ils se parlent par contre entre B et D ils ne se parlent car les masques qui leurs sont attribués sont ceux de la classe C or 172 appartiennent à la classe

8. Vous venez de terminer la configuration de votre réseau local privé, dont les adresses IP de stations vont de 192.168.0.1 à 192.168.0.11. Les interfaces réseau sont connectées au moyen d'un hub auquel sont rattachées les six premières, et d'un Switch qui relie les cinq dernières, et qui lui-même est connecté au hub. Pendant les tests de votre configuration vous notez les phénomènes suivants que l'on vous demande d'expliquer.

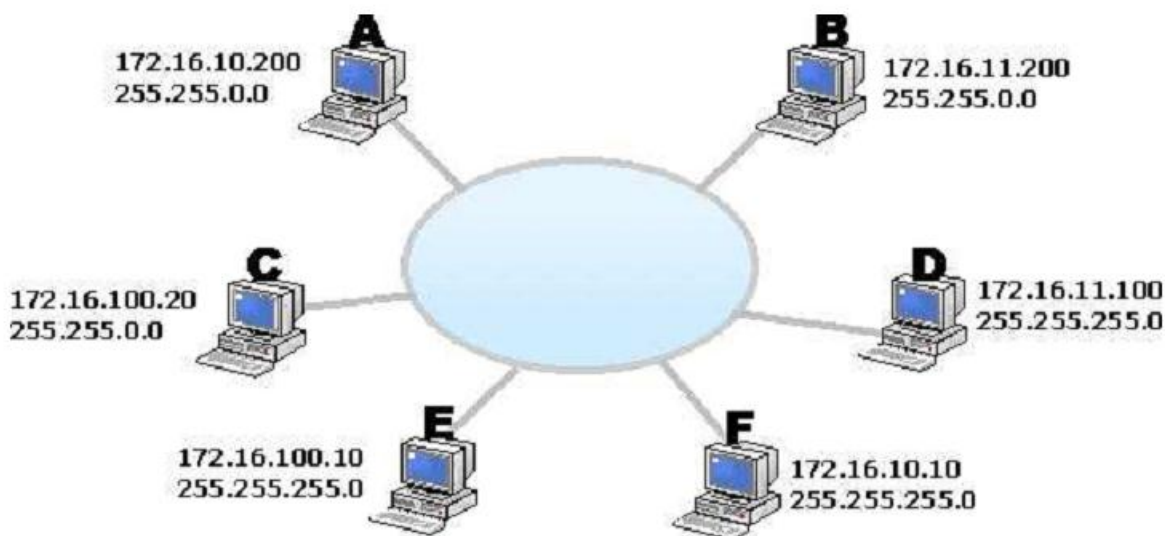


FIG. 1 – Exemple de réseau

(a) La commande `ifconfig eth0` sur la première station vous donne la réponse ci-dessous :

`eth0 Lien encap :Ethernet HWaddr 00 :0F :1F :A8 :5C :39`

`inet adr : 192.168.0.1 Bcast : 192.168.0.255 Masque : 255.255.255.0`

Expliquer cette sortie. Ethernet HWaddr 00 :0F :1F :A8 :5C :39 adresse MAC de la carte réseau ; inet adr : 192.168.0.1 adresse IP de la première machine ; Bcast : 192.168.0.255 : adresse de diffusion ; Masque : 255.255.255.0 ; adresse du masque de sous réseau.

(b) Vous voulez savoir le débit avec lequel vos machines communiquent avec la station 1, et utilisez pour cela l'utilitaire `ping`. Quelle adresse faut-il utiliser pour que toutes les stations répondent ?

Adresse de diffusion

(c) Après généralisation des tests vous notez des différences très marquées entre les réponses. Les temps moyens d'aller-retour de messages sont nettement plus élevés pour les machines du segment connecté au hub que sur les machines sur le Switch. Comment expliquer ces écarts ?

Le commutateur (switch), à la différence du concentrateur (hub), lit les trames qu'il reçoit et exploite l'adresse du destinataire : il ne transmet la trame que sur le port qui permet d'atteindre le destinataire et non sur tous les ports. Si le port est occupé, le commutateur mémorise la trame et attend que ce dernier se libère. De plus, il possède des ressources de traitement élevées et peut gérer plusieurs trames simultanément. Il accroît donc énormément la capacité du réseau : par exemple au lieu de partager un débit de 100 Mbit/s entre tous les équipements reliés par un concentrateur, on obtient 100 Mbit/s dédiés à chacun d'entre eux dès lors qu'ils sont reliés par un commutateur : s'il y a 10 équipements dans le réseau dialoguant deux à deux, on peut obtenir un débit global de 500 Mbit/s.

(d) Vous voulez maintenant tester une communication utile entre vos machines, et tentez par exemple de vous connecter à partir de la machine 1 sur la machine 10.

i. Citer trois programmes ou commandes qui permettent cette connection TCP UDP Ping ; netstat
ii. Quels préalables faut-il pour que cela soit possible ?

.....

Établir les connexions physiques ou logiques

(e) Expliquer le fonctionnement du paradigme client-serveur dans ce cas. Dans notre cas, nous sommes dans une architecture peer-to-peer hybride ou tout le monde est client et serveur en même temps. Il n'y a pas de contrôle central, ni de rapports hiérarchiques entre équipements. Il faut donc localiser un équipement en absence d'annuaire centralisé, car personne ne souhaite héberger et maintenir la base de données des ressources et de tous les équipements concernés

9. Pourquoi utilise-t-on si souvent les adresses 192.168.X.Y pour constituer les réseaux privés parce que avec 192.168.x.y, où $0 \leq x \leq 255$; et $0 \leq y \leq 255$

Que se passe-t-il si vous installez un service Internet sur une machine ayant une telle adresse ? Il se passe que tu ne peux pas avoir accès au net avec cette machine car c'est une adresse privées

10. Donner la différence entre commutation de paquets et commutation de circuits. la commutation de paquets consiste, avant d'envoyer le moindre paquet, à mettre en place un chemin entre les entités en communication, chemin que tous les paquets d'un même flot doivent emprunter

Dans la communication de circuits, le circuit restait inutilisé pendant les périodes de silence, induisant un important gaspillage des ressources. À l'inverse, le transfert de paquets n'utilisait les ressources du réseau que lors de l'émission effective des paquets. Pour atteindre ce but, l'idée était de constituer des blocs d'information de longueur variable et de les envoyer de nœud de transfert en nœud de transfert jusqu'à atteindre leur destination. Les ressources d'une liaison entre deux nœuds n'étaient de la sorte utilisées

Historiquement, pourquoi la commutation de paquets a-t-elle été préférée à la commutation de circuits pour la définition du protocole IP? (Penser aux objectifs militaires) ???????

4. protocoles TCP/IP

1. Définir les sigles suivants rencontrés couramment dans l'Internet, et dire à quoi ils font référence

: IP Internet Protocol IP transfère les données à travers une interconnexion de réseaux. Il est utilisé par les protocoles de la couche de transport, TCP et UDP. Il cherche un chemin pour transférer les données (datagrammes) d'un équipement émetteur, identifié par son adresse IP, à un équipement destinataire, identifié lui aussi par son adresse IP. ,

TCP, Transmission Control Protocol. TCP est destiné à fiabiliser les échanges : il permet aux utilisateurs situés aux extrémités de la connexion d'échanger des données, avec contrôle de flux, contrôle d'erreur, contrôle de séquence entre les deux extrémités. Il garantit en particulier la livraison séquentielle des données, leur non-duplication et la récupération des données manquantes

FTP, File Transfer Protocol ; FTP est un protocole de transfert de fichiers, qui permet de garantir une qualité de service. Le transfert s'effectue entre deux adresses extrémité du réseau Internet. L'application FTP est de type client-serveur, avec un utilisateur, ou client, FTP et un serveur FTP.

HTTP, (HyperText Transfer Protocol) regroupe le transfert de tous les éléments d'une page dans une seule connexion

SMTP. Simple Mail Transfer Protocol; pour les échanges entre serveurs de messagerie. Il définit une messagerie électronique relativement simple, qui se sert des adresses Internet, de type amouguicarrel@eyrolles.fr, où la deuxième partie représente le nom du domaine qui gère le serveur de messagerie.

2. Le protocole UDP est dit basique, et ne réalise aucun service complexe (contrôle de flux, congestion, connexion . . .) contrairement à TCP. A quoi sert-il donc ? (User Datagram Protocol)

Le protocole UDP permet aux applications d'échanger des datagrammes ; c'est un protocole non fiable. Il sert aux applications qui ne souhaitent pas ralentir les transferts de données par la lourdeur de la mise en œuvre des processus de gestion du mode connecté, ou à celles qui n'ont pas besoin de la fiabilité de TCP.

5. Applications et client-serveur

1. Soient les programmes suivants que l'on rencontre sur un système informatique, dire lesquels sont serveurs et lesquels sont clients, en donnant à chaque fois un exemple d'application homologue : **Apache : serveur**, **Netscape : client - Mosaïc**, **Telnetd**, **Pegasus Mail**, **ssh**, **Internet Explorer : client - Opera**

2. Donner sous Linux, la procédure (commandes, fichiers système à éditer. . .) pour réaliser les actions suivantes de l'installation d'un réseau local :

- (a) Affecter une adresse IP à la carte Ethernet d'une machine (désignée par eth0 par exemple).
- (b) Tester si la configuration (connectivité des couches basses) est réussie. **PING**
- (c) Travailler à distance sur une machine du réseau.
- (d) Désigner les machines par leurs noms plutôt que par leurs adresses IP.

La commande hostname permet d'afficher le nom de la machine ainsi que le nom de domaine.

La commande ifconfig permet de visualiser ou de configurer les interfaces. Lorsqu'elle est exécutée sans argument, elle affiche la configuration actuelle avec, pour chaque interface, les informations suivantes : • adresse Ethernet • adresse IP • adresse de diffusion • masque de réseau • le nombre de paquets reçus et transmis

La commande netstat permet d'afficher : • les connexions réseau actives et en attente • les tables de routage • des statistiques sur l'interface • les tables de translation d'adresse

La commande arp permet de visualiser et d'agir sur la table de résolution d'adresses Ethernet.

La commande route permet de visualiser et de modifier la table de routage de la machine.

Les commandes **ping** et **tracroute** permettent de valider le chemin réseau jusqu'à un hôte donné.

La commande **tracroute** donne la liste des routeurs par où a transité la demande.

La **configuration d'une interface** comprend l'initialisation des pilotes nécessaires à son fonctionnement et l'affectation d'une adresse IP à cette interface. La syntaxe générale que vous devrez utiliser est la suivante :

ex : ifconfig interface adresse netmask masque up où interface est le nom de l'interface réseau que vous voulez configurer, adresse est l'adresse IP que cette interface gèrera, et netmask est le masque de sous-réseau que vous utilisez. La commande ifconfig désigne les interfaces Ethernet en utilisant les noms eth0, eth1, etc... . Si vous désirez configurer l'interface loopback, vous devrez utiliser le nom d'interface lo.

Le paramètre up donné à ifconfig lui indique que l'interface doit être activée. Cela signifie que dès que la commande ifconfig s'achèvera, votre interface réseau sera active et fonctionnelle. Il existe le paramètre inverse : down. Ce paramètre s'utilise tout simplement dans la commande ifconfig :

ex : ifconfig interface down où interface est toujours le nom de l'interface.

ifconfig eth0 192.168.1.1 netmask 255.255.255.0 up la configuration classique

6. Examens type

1. Définir le sigle ADSL et dire comment fonctionne cette technologie.. Asymmetric Digital Subscriber Line. L'ADSL utilise la boucle locale raccordant chaque usager du téléphone au central téléphonique dont il dépend. L'idée est la suivante : puisque la bande passante utilisée pour les conversations téléphoniques est faible (de 300 à 3 400 Hz), la majeure partie de la bande passante des paires torsadées est inutilisée et peut s'employer pour le transfert des données numériques. L'ADSL multiplexe, sur la ligne de l'abonné, les données numériques (provenant d'un ordinateur par exemple) et le téléphone vocal. Les deux équipements s'utilisent ainsi simultanément sans interférences.

2. Donner en expliquant les deux modes de configuration d'un réseau Wi-Fi. On

1.2) Le mode ad hoc

En mode ad hoc, les machines sans fil clientes se connectent les unes aux autres afin de constituer un réseau point à point. L'ensemble formé par les différentes stations est appelé ensemble de services de base indépendants (IBSS). L'IBSS constitue donc un réseau éphémère permettant à des personnes situées dans une même salle d'échanger des données.

1.1) Le mode infrastructure

En mode infrastructure, chaque ordinateur station (notée STA) se connecte à un point d'accès via une liaison sans fil. L'ensemble formé par le point d'accès et les stations situés dans sa zone de couverture est appelé ensemble de services de base (en anglais Basic Service Set, noté BSS) et constitue une cellule. Chaque BSS est identifié par un BSSID, un identifiant de 6 octets (48 bits). Dans le mode infrastructure, le BSSID correspond à l'adresse MAC du point d'accès. Il s'agit généralement du mode par défaut des cartes 802.11b.

3. Quand dit-on qu'il y a collision dans un réseau Ethernet ? C'est lorsque deux stations émettent en même temps.

Comment le système répare-t-il cette situation ? En fonctionnant en mode commuté, les terminaux sont connectés à un commutateur, et il ne peut y avoir de collision puisque le terminal est seul sur la liaison connectée au commutateur. Le commutateur émet vers la station sur la même liaison mais en full-duplex, c'est-à-dire en parallèle mais dans l'autre sens

4. Dans quel but les architectures de réseau sont-elles organisées en couches ? , • On peut développer séparément et simultanément toutes les couches d'une architecture de communication, une fois définies les interfaces entre les différents sous-systèmes. • Le nombre d'interfaces à définir est minimal : il suffit de décrire, pour chaque niveau, les interfaces avec la couche supérieure (sauf pour la couche la plus élevée de l'architecture) et avec la couche inférieure (sauf pour la couche la plus basse). Les coopérations entre entités homologues sont régies par un ou plusieurs protocoles.

A quoi sert la couche liaison ? Elle fournit les moyens d'établir, de maintenir et de gérer les connexions de liaison de données entre entités de réseau. Elle détecte et corrige, dans la mesure du possible, les erreurs de la couche physique

5. Supposons que des données sont stockées sur des disquettes de 800 Ko pesant chacune 10g. Supposons qu'un Boeing 747 transporte 10 tonnes de ces disquettes à une vitesse 7600 mph (miles per hour) sur une distance de 3000 miles. Quel est le débit de transmission en bits par secondes de ce système ?

Nombre de disquettes : $10\text{tonnes}=10^7\text{g}$. nbre disquette = $10^7/10= 10^6$

Quantité d'information $q = 10^6 * 800 * 2^{10}$ octets on sait que : $V=d/t \rightarrow t=d/v = 1421,05\text{S}$ d'où $D=Q/t=...$

6. La voix peut être transmise en un train de 64 kbits/s. Combien de minutes de signal vocal peut-on mémoriser sur un disque dur de 20 Mo ?

7. Donner deux exemples de d'applications où le service orienté connexion est nécessaire, On distingue deux types de services réseau : le service sans connexion et le service en mode connecté, encore appelé service orienté connexion. Le premier type est utilisé dans Internet ; le second est proposé dans les réseaux publics de données respectant les normes X.25 de l'ITU.

Et deux exemples où il ne l'est pas Un tel service est par exemple celui fourni par le réseau postal : une lettre peut être postée à tout moment.

8. Donner trois exemples de paramètres de protocole négociables pendant l'établissement d'une connexion. . TCP DCCP Ethernet orienté connexion Appel téléphonique - un utilisateur doit composer le numéro de téléphone, avoir une réponse avant de pouvoir transmettre des données. ATM Frame Relay TIPC SCTP IPX/SPX

Un protocole réseau **orienté connexion** est un protocole qui livre un flux de données dans le même ordre qu'avec lequel il a été envoyé, après avoir d'abord établi une session de communication. Cela peut être une connexion de type commutation de circuits, ou de type circuit virtuel dans le cas d'un réseau de commutation de paquets. Dans ce dernier cas, il identifie les flux de trafic par un certain *identifiant de connexion* plutôt que par l'utilisation explicite des adresses source et destination

9. Vous êtes propriétaire d'un chien que vous avez entraîné à porter une boîte de 5 CDROM (plutôt qu'un kg de viande de chez la voisine) à une vitesse de 20 km/h. Les disques sont d'une capacité de 700 Mo chacun. Dans quelle plage de distance le chien est-il plus rapide qu'un modem à 56 Kb/s ?

Supposons qu'un Saint-Bernard, équipé d'une boîte de 3 cartouches magnétiques de 7 Go chacune à la place d'un tonnelet de rhum (sacrilège !), soit entraîné à effectuer l'aller-retour entre deux points quelconques. Celui-ci va à la vitesse de 18 km/h. Jusqu'à quelle distance le chien possède-t-il une plus grande vitesse de transmission qu'une liaison (d'un réseau) ATM à 155 Mbit/s ? On néglige ici le temps d'acheminement des bits sur le réseau ATM (quelques microsecondes).

Il faut que le chien arrive à destination en moins de temps qu'il en faut pour émettre la totalité des bits sur le réseau ATM.

Temps d'émission de 3 X 7 Go sur un réseau à 155 Mbit/s : $[(3 \times 7 \times 8\,589\,934\,592)/155\,000\,000] = 1\,163,8$ donc 1 163,8 secondes.

Le chien va à 18 km/h soit 5 m/s.

La distance qu'il parcourt doit être inférieure à 5 1 163,8 m soit 5 819 m.

Ainsi, si le lieu de stockage des cartouches se trouve à moins de 5 819 m, il est plus économique de se servir d'un sac à puces plutôt que de puces qui mettent à sac (c'est plutôt cher, la technologie ATM).

10. Deux machines A et B sont connectées à un commutateur via des lignes à 10 Mb/s. Le délai de propagation sur chaque ligne est de 20 microsecondes, et le commutateur traite le paquet avant de le renvoyer sur la ligne. Il va le retransmettre sur la ligne 35 microsecondes après avoir ni de le recevoir. calculer le temps total requis pour transmettre 10000 bits de A à B quand :

(a) Un seul paquet est envoyé

(b) Deux paquets de 5000 bits sont envoyés

11. Les applications Internet sont conçues suivant le modèle client-serveur, chaque service pouvant être identifié par un port dit bien connu.

(a) Dénier les termes client-serveur et port.

(b) Dérouler ce dialogue dans le cas d'un utilisateur qui consulte un site Web, en précisant les programmes en présence côté client et serveur, ainsi que le protocole utilisé.

Sujet 1 : Connexion physique

Un paquet IP est émis par une machine, ce paquet est d'abord transmis sur un réseau local, via une liaison Ethernet 100Mb/s (codage Manchester). Le paquet IP est ensuite répété sur une liaison téléphonique via un modem 9600 Bauds, qui exploite : 2 niveaux de modulation d'amplitude pour coder le 1er bit (0 = 3V, 1 = 5V), 2 niveaux de modulation de fréquence pour coder le 2ème bit (0 =simple et 1=double), 2 niveaux de modulation de phase pour coder le 3ème bit (0=0° et 1=180°).

Enn, il traverse l'océan atlantique via une fibre optique. Dans cette bre, d'une longueur de 1500km, les signaux qui circulent à la vitesse de la lumière (300000km/s) sont transmis à raison de 4Gbits/s.

1. Sur le réseau local, un oscilloscope mesure le signal suivant (figure 2) lors de l'émission du paquet :

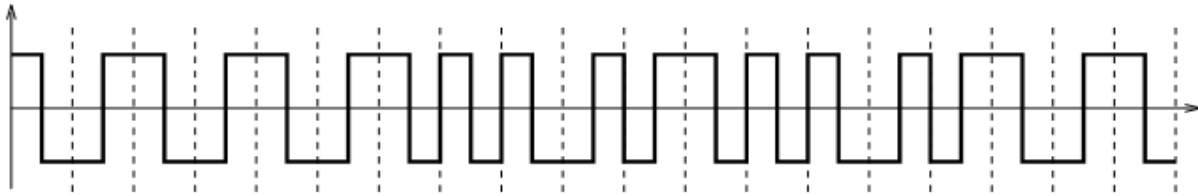
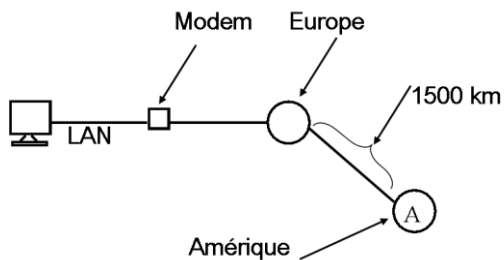


FIG. 2 – Morceau de trame Ethernet

Décodez, sous la forme d'une série de nombres hexadécimaux, le début de ce morceau de trame Ethernet. 1010101110011100101 Par série de quarte bits, nous avons 0101 = 5 0101 = 5 1100=C 1110 = E 0101 = 5 Alors **1010101110011100101 = 55CE5**

2. Si la trame Ethernet minimale n'est composée que de 40 octets, quelle est la longueur maximale du bus Ethernet, pour laquelle la carte réseau pourra détecter une collision (utilisation du protocole CSMA/CD) ?

N.B. Le signal électrique se propage dans le l de cuivre à la vitesse de 200000 km/s.



On donne : $v = 200.000 \text{ km/s}$

$D = 100 \text{ Mb/s}$ On sait que

$$V = \frac{d}{t} \implies d = v.t$$

Cherchons le temps

$$100 \times 2^{10} \text{ bits} \longrightarrow 1\text{s}$$

$$40 \times 8 \text{ bits} \longrightarrow t$$

$$t = \frac{100 \times 2^{10}}{40 \times 8} = \frac{10 \times 2^{10}}{2^2 \times 2^3} = \frac{10 \times 2^{10}}{2^5} = 10 \times 2^5 \quad \underline{\underline{t = 320\text{s}}}$$

Calculons alors la distance (d)

$$D = v.t = 2 \times 10^5 \times 320 = 2^6 \times 10^6 = 64 \times 10^6 \text{ km}$$

$$\underline{\underline{d = 64 \times 10^6 \text{ km}}}$$

3. Quel est le débit, en bit/s du modem?

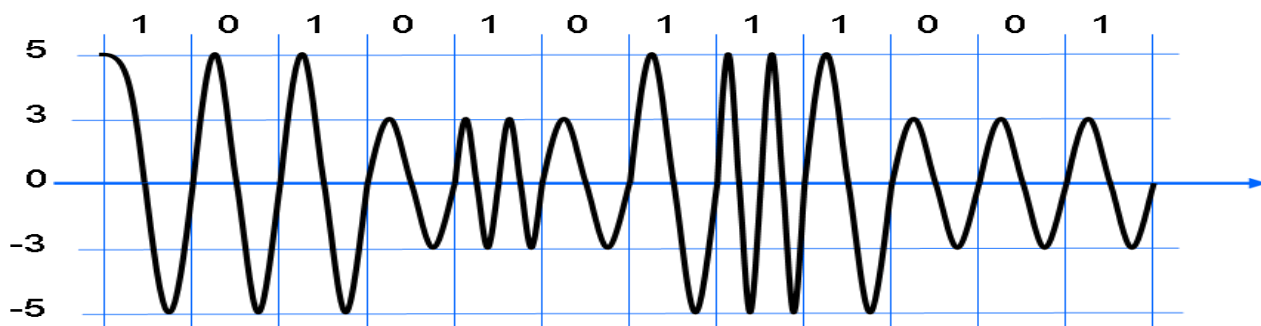
$$D = \frac{R_m}{k} \times \log_2(v)$$

$$k = 1, v = 2$$

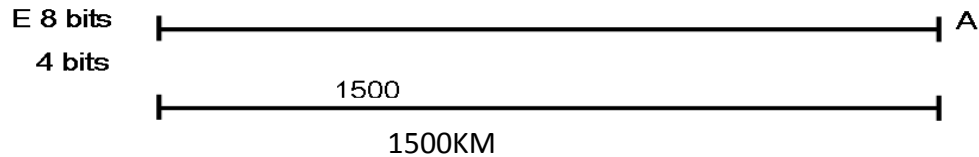
$$D = \frac{9600}{1} \times \log_2(2) = 9600 \text{ bits/s}$$

$$\underline{\underline{D = 9600 \text{ bits/s}}}$$

Le segment de données montré par la figure 2 est ensuite mesuré, après modulation. Quelle est la forme du signal que le modem transmet pour les 12 premiers bits que vous avez décodé en Question 1 ?



4. Le paquet est ensuite démodulé et encodé en signaux lumineux pour être transporté sur la bre optique. Combien de temps s'écoulera entre l'émission du premier bit sur la bre optique en Europe et le décodage du dernier bit du premier octet en Amérique ?



4 Gbits \longrightarrow 1s

$$8 \text{ bits} \longrightarrow x \quad T_e = x = 8 / (4 \times 2^{30}) \quad T_e = x = 8 / (4 \times 2^{30}) = 2^3 / 2^{32} = 2^3 \times 2^{-32} = 2^{-29} \quad T_e = 2^{-29} \text{ s}$$

$$V = d / t \Rightarrow T_r = d / v = 1500 / 3 \times 10^5 = 5 / 10^3 = 5 \times 10^{-3} \quad T = T_e + T_r = 2^{-29} + 5 \times 10^{-3} \quad T = 5 \times 10^{-3} \text{ s}$$

Sur combien de mètres le signal lumineux de cet octet s'étalera dans la fibre optique, lors de son voyage transatlantique ?

La distance en lère cet octet pour que le signal lumineux s'étale ; le temps que cet octet met pour 'étaler sur la fibre $T_e = 2^{-29} \text{ s}$ On sait que $d = v \cdot t$ **AN : $d = 300.000.000 \times 2^{-29}$** **$d = 0,5587\text{m}$**

Sujet 3 : Configuration d'un réseau local d'entreprise

L'université de Ngaoundéré est connectée à l'Internet grâce à un fournisseur d'accès, qui lui a attribué une seule adresse xe, 80.179.107.57. Les responsables techniques ont choisi de faire partager cette connexion à toutes les machines autorisées grâce à des serveurs qui redistribuent les adresses privées dans le réseau local de l'institution. Actuellement un des serveurs est à l'adresse 192.168.0.250, et les adresses qu'il distribue sont à l'échelle du campus, et sont dans la même plage.

1. Comment réussit-on à faire connecter toutes les machines de l'université alors que nous n'avons qu'une seule adresse IP? L'adressage de sous-réseau permet de définir des organisations internes de réseaux qui ne sont pas visibles à l'extérieur de l'organisation. Cet adressage permet l'utilisation d'un routeur externe qui fournit alors une seule connexion Internet.

2. Quels problèmes cette conguration (le serveur en 192.168.0.250) pose-t-elle notamment pour l'agrandissement du réseau ?

3. On se propose de réorganiser ce réseau an de permettre la gestion d'un parc plus grand (jusqu'à 5000 machines), et en créant des sous-réseaux par établissement. Au total sept sous-réseaux dont un pour chaque faculté ou grande école, et un pour les autres services.

(a) Peut-on résoudre ce problème en restant dans les réseaux en 192.168.X?

(b) Donner un réseau privé de classe B que l'on pourrait utiliser.

(c) Comment attribuer les masques de sous-réseau dans votre réseau si l'on veut avoir au moins 1000 adresses en fac sciences et à l'IUT, et 500 pour les autres sous-réseaux ?

4. Application :

Vous arrivez un lundi matin au laboratoire d'informatique et vous allumez votre machine favorite. Comme tous les jours, vous allez vous connecter à votre serveur de mail favori quand le navigateur vous renvoie le message suivant : `www.mail.yahoo.fr could not be found. Check the name and try again.`

(a) Parmi les suggestions suivantes, lesquelles vous paraissent plausibles (1pt par réponse juste et -1 par réponse fausse) ?

- i. votre machine est trop lente
- ii. l'adresse du serveur de mail a changé
- iii. l'université n'a pas payé ses factures
- iv. le serveur de mail a refusé votre login

v. le serveur DNS ne fonctionne pas

- vi. votre adresse IP a changé

(b) Après inspection de votre configuration Linux, vous vous rendez compte que le fichier `/etc/resolv.conf` est vide. Quel était le problème ?

Sujet 4 : Réseau IP

Deux machines A et B sont connectées via un réseau de n routeurs Internet R_1, R_2, \dots, R_n . Soit M_i le MTU entre les routeurs R_i et R_{i+1} .

1. Définir MTU : Maximum Transfer Unit ou taille maximale des données pouvant être contenues dans une trame physique.

2. Donner le sort du datagramme IP dont l'en-tête est présenté figure 3 au départ de A et à destination de B dans les cas de figure suivants :

- (a) $800 \leq \min(M_1, M_2, \dots, M_n)$
- (b) $800 > \min(M_1, M_2, \dots, M_n)$
- (c) $n > 16$

3. Quels sont les champs de la figure 3 qui sont modifiés pendant la traversée du réseau ?

Sujet 5 : Routage

Le réseau IP de la figure 4 est composé de 3 bus Ethernet notés Eth0, Eth1 et Eth2 et de 3 passerelles P1, P2 et P3. La passerelle P3 est connectée, via une liaison ADSL à Internet. Chaque bus supporte, en plus de deux passerelles, 5 machines. Ces machines utilisent des adresses privées IPV4 de classe B.

V=4	HL=20	TOS	Tot. length=800	Identification=0	DF=0 MF=0	Offset=0	TTL=16	Protocole
Checksum		Adresses IP source			Adresse IP destination			

FIG. 3 – Datagramme à envoyer

1. Proposer un masque de sous réseau global pour identifier les réseaux associés à Eth0, Eth1 et Eth2.

255.255.255.224

2. Proposer une adresse de sous réseau pour chaque bus Ethernet, et finalement une adresse IP pour chaque machine du réseau (les passerelles en auront deux).

Soit l'IP : 192.168.10.0 =

Proposons les adresses de sous réseau pour chaque bus

Eth0 : 192.168.10. 00100000 (32) = 192.168.10. 32 ; **Eth1** : 192.168.10. 01000000 (64) = 192.168.10. 64

Eth2 : 192.168.10. 01100000 (96) = 192.168.10. 96

Finalement une adresse IP pour chaque machine du réseau

Eth0 : **M01** 192.168.10.33 **M02** 192.168.10.34 **M03** 192.168.10. 35 **M04** 192.168.10. 36

M05 192.168.10. 37 (diffusion 192.168.10.64)

Eth1 : **M011** 192.168.10.65 **M012** 192.168.10.66 **M013** 192.168.10. 67 **M014** 192.168.10. 68

M015 192.168.10. 69 (diffusion 192.168.10.96)

Eth2 : **M021** 192.168.10.97 **M022** 192.168.10.98 **M023** 192.168.10. 99 **M024** 192.168.10. 100

M025 192.168.10. 101

P1 : 192.168.10. 97 - 192.168.10.65

P2 : 192.168.10.66 - 192.168.10. 102

P3 : 192.168.10. 98 - 192.168.10. 103

3. Donner les tables de routage pour les passerelles P1, P2 et P3. Chaque table sous la forme d'un tableau de quatre colonnes identifiant l'adresse de réseau, le masque, adresse de la passerelle, l'interface de sortie (les interfaces vers les réseaux Ethernet sont notées comme le réseau destination). Ne pas s'occuper des paquets passant par P3 en provenance ou à destination de l'Internet.

	l'adresse de réseau	masque,	adresse de la passerelle	interface de sortie
P1			192.168.10. 97	Eth0
			192.168.10.65	Eth1
P2			192.168.10.66	Eth1
			192.168.10. 102	Eth2
P3			192.168.10.98	Eth0
			192.168.10. 103	Eth2

4. Comment configurer la table de routage de P3 pour qu'elle route les paquets IP depuis/vers Internet ? (L'interface ADSL est notée ppp0).

5. Pourquoi malgré cela, les machines du réseau, telles qu'elles sont déniées actuellement, ne peuvent pas communiquer avec des machines présentes sur l'Internet ? Puisque nous sommes en présence d'un réseau privé qui n'est pas routable sur internet

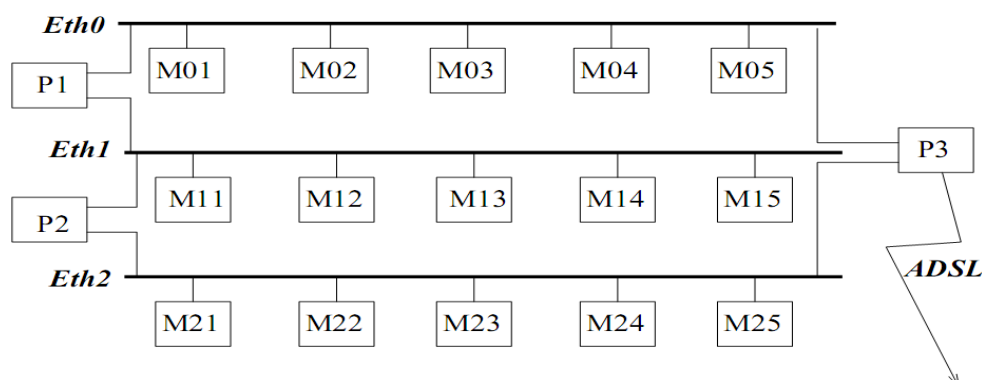


Fig. 4 Exemple de réseau

N-B Pour connaître l'adresse du sous-réseau auquel une machine appartient, on effectue en réalité un ET logique entre l'adresse de la machine et le masque.

Adresse : 200.100.40.33 11001000. 01100100. 00101000. 00100001

Masque : 255.255.255.224 11111111. 11111111. 11111111. 11100000

Opération ET 11001000. 01100100. 00101000. 00100000

=> La machine appartient au sous-réseau : 200.100.40.32

Sujet 6 : transport

Enumérons quelques éléments qui nous permettront de résoudre ce problème. *CJ est le moteur du jeu ; *SJ est le serveur ; *SJ accepte 5000 connexions en moyen simultanément. Le temps de transmission d'une structure d'information élémentaire entre CJ et SJ est : 100ms = 0,1s *Le volume moyen est de 2 ko/s transmet par le CJ ; SJ renvoi 20 ko/s

1. Nombre de mémoire centrale que le serveur SJ doit réserver pour le tampon de l'ensemble de socket TCP en moyenne.

On a 64 ko de mémoire tampon de réception et 64 ko d'émission par socket.

Pour les réceptions, on aura $5000 \times 64 = 320\,000$ ko - Et pour les émissions on aura $5000 \times 64 = 320\,000$ ko On aura une somme totale de 640 000 ko de mémoire tampons

2. Nombre de seconde que SJ peut continuer à transmettre des données sans recevoir des données

En 1 seconde un SJ transmet 20 ko. Et un CJ transmet 2ko.

Pour qu'un CJ transmette 20ko il lui faut 10 secondes, alors que le SJ n'en fait qu'une seconde. Dans les bonnes conditions le SJ a $10 - 1 = 9$ secondes d'avance sur le CJ. Par conséquent il peut envoyer les données sans recevoir.

3. Le délai minimum pendant le quel les données reçues vont pouvoir rester dans le tampon

Temps mis sur la ligne : $0.1 \times 2 = 0.2$ - Temps consommée par le CJ : 10 Seconde pour 20 ko/s - D'où le délai minimum de $10 + 0.2 = 10.2$ seconde

Taille minimale de tampon pour l'émission des données $10.2 \times 5000 \times 20 = 1\,020\,000$ ko

4. Taille minimale du tampon de réception dans les mêmes conditions $10.2 \times 5000 \times 2 = 1\,020\,000$ ko

- Taille totale des tampons du SJ $1\,020\,000 + 1\,020\,000 = 2\,040\,000$ ko

5. Justification du choix du protocole UDP en lieu et place du TCP des programmeurs

On s'est rendu compte que :

- le SJ était plus rapide dans la transmission des données que le CJ, pour cela le SJ était obligé de conserver des données en mémoire.
- En protocole UDP, les données mettront moins de temps dans le tampon, car on n'a pas besoin d'ACK pour émettre des données.

Pour pouvoir ignorer les paquets en retard, il va falloir opérer il niveau de la couche IP en utilisant les ID les Offsets des paquets pour identifier l'ordre d'arrivée par conséquent savoir ceux qui sont en retard.

Sujet 2 : Liaison de données

En considérant la table de codage de Hamming ci-dessous pour 16 symboles :

Symbole	Code Hamming	Symbole	Code Hamming
(0) 0000	0000000000000000	(1) 0001	0000000111111111
(2) 0010	0001111100001111	(3) 0011	0001111111111000
(4) 0100	01100110011001	(5) 0101	01100111100110
(6) 0110	01111000011110	(7) 0111	01111001100001
(8) 1000	10101010101010	(9) 1001	10101011010101

(A) 1010	10110100101101	(B) 1011	10110101010010
(C) 1100	11001100110011	(D) 1101	11001101001100
(E) 1110	11010010110100	(E) 1111	11010011001011

1. Calculez la distance de Hamming entre l'ensemble de symboles 0, 1, 2, 3.

Soit C représentant un code, la distance de Hamming notée d_H est $d_H(C) = \{\inf d(x, y) \mid x \in C, y \in C\}$. Alors on a : $d(0,1) \rightarrow 0000000000000000 - 00000001111111$ on constate que 7 bits changent, donc $d(0,1) = 7$; de même $d(0,2) = 7$; $d(0,3) = 8$; $d(1,2) = 8$; $d(1,3) = 7$; $d(2,3) = 7$. donc $d_H = \min(7, 7, 8, 7, 7) = 7$

2. En considérant que la distance minimale que vous avez calculée ($\text{MindH}(\{0,1,2,3\})$) est égale à la distance minimale de Hamming entre chaque symbole de la table ($\text{MindH}(\{0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,A,B,C,D,E,F\})$), quelle est la « capacité de détection » de ce codage de Hamming et quelle est sa « capacité de correction » ? . Soient C_d la capacité de détection et C_c la capacité de correction. Alors on a : $C_d = d_H - 1 \Rightarrow C_d = 7 - 1 = 6$ $C_c = C_d/2 = 3$

3. Décodez le message suivant : 11001100110011 1011100101111 11001101001111 00000000000111. Après décompositions du message en séquence de 4, nous allons ainsi décoder le message en procédant séquence par séquence. Nous savons dans ce cas que les bits de contrôle ici sont : 1, 2, 4 et 8 car ils peuvent s'écrire sous la forme 2^n avec $n \in (0, 1, 2, 3)$. De même décomposons le reste des nombres d'une séquence en fonction des bits de contrôles. On a la notation suivante : $3=2+1$, $5=4+1$, $6=4+2$, $7=4+2+1$, $9=8+1$, $10=8+2$, $11=8+2+1$, $12=8+4$, $13=8+4+1$, $14=8+4+2$,

On constate que : - 1 contrôle (1,3, 5, 7, 9, 11,13) - 2 contrôle (2,3, 6, 7, 10, 11, 14) - 4 contrôle (4,5, 6, 7, 12, 13, 14) - 8 contrôle (8,9, 10, 11, 12, 13, 14)

* séquence 1 : 11001100110011

- Pour le bit de contrôle 1 on a : Ici comme la parité est vérifiée, il n'y a pas erreur.

1	3	5	7	9	11	13	parité
1	0	1	0	1	0	1	pair

- Pour le bit de contrôle 2 on a : Ici la parité est aussi vérifiée, donc pas d'erreur.

2	3	6	7	10	11	14	parité
1	0	1	0	1	0	1	pair

- Pour le bit de contrôle 4 on a : Pas d'erreur.

4	5	6	7	12	13	14	parité
0	1	1	0	0	1	1	pair

- Pour le bit de contrôle 8 on a : Pas d'erreur.

8	9	10	11	12	13	14	parité
0	1	1	0	0	1	1	pair

Ainsi la séquence 1 est correcte, car elle n'a pas d'erreur. Et on a : 11001100110011

* Séquence 2 : 10110100101111

- Pour le bit de contrôle 1 on a : Ici il y'a erreur à l'une des positions (1, 3, 5, 7, 9, 11, 13) dont on fera la correction.

1	3	5	7	9	11	13	parité
---	---	---	---	---	----	----	--------

1		1		0		0		1		1		1		impair
---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	--------

- Pour le bit de contrôle 2 on a : Pas d'erreur, car la parité est bonne.

	2	3			6	7			10	11			14	parité
	0	1			1	0			0	1			1	impair

- Pour le bit de contrôle 4 on a : Erreur dans l'une position contrôlée par 4 (4, 5, 6, 7, 10, 11, 14).

			4	5	6	7					12	13	14	parité
			1	0	1	0					1	1	1	impair

- Pour le bit de contrôle 8 on a : Erreur à l'une des positions contrôlée par 8 (8, 9, 10, 11, 12, 13, 14).

							8	9	10	11	12	13	14	parité
							0	1	0	1	1	1	1	Impair

Alors on constate que les erreurs (bits erronés) se trouvent aux positions contrôlées à la fois par 1, 4 et 8. Ce qui correspond au bit de la position 13 de la séquence 2 (qui vaut 1). Pour la correction, il suffit tout simplement de changer ce bit par 0 ce qui nous donne la correction suivante : 10110100101101.

* séquence 3 : 11001101001111

- Pour le bit de contrôle 1 on a : Pas d'erreur à ces positions.

1		3		5		7		9		11		13		parité
1		0		1		0		0		1		1		pair

- Pour le bit de contrôle 2 on a : Pas d'erreur à ces positions.

	2	3			6	7			10	11			14	parité
	1	0			1	0			0	1			1	pair

- Pour le bit de contrôle 4 on a : Il y'a erreur à l'une de ces positions.

			4	5	6	7					12	13	14	parité
			0	1	1	0					1	1	1	impair

- Pour le bit de contrôle 8 on a : Il y'a erreur à l'une de ces positions.

							8	9	10	11	12	13	14	parité
							1	0	0	1	1	1	1	Impair

Alors l'erreur se trouve à la position contrôlée à la fois par 4 et 8. C'est-à-dire à la position 12, 13, 14 or les positions 13 et 14 sont respectivement contrôlées par 1 et 2, où il n'y pas d'erreur. Donc le bit erroné se trouve à la position 12. Ainsi pour la correction on a la séquence : 11001101001011 qui ne sont pas valides dans la table de Hamming donnée précédemment. Or nous avons la capacité de corriger 3 erreurs, ce qui nous donne la séquence 11001101001100.

* Séquence 4 : 00000000000111

- Pour le bit de contrôle 1 on a : Il y'a erreur à ces positions.

1		3		5		7		9		11		13		parité
0		0		0		0		0		0		1		impair

- Pour le bit de contrôle 2 on a : Erreur.

	2	3			6	7			10	11			14	parité
	0	0			0	0			0	0			1	impair

- Pour le bit de contrôle 4 on a : Il y'a erreur à ces positions.

			4	5	6	7					12	13	14	parité
			0	0	0	0					1	1	1	impair

- Pour le bit de contrôle 8 on a : Il y'a erreur à ces positions.

							8	9	10	11	12	13	14	parité
							0	0	0	0	1	1	1	impair

On constate que l'erreur se trouve aux positions : 12, 13 et 14. Pour la correction, il suffit tout simplement de remplacer le bit de ces positions. Ce qui donne la séquence suivante : 0000000000000000

Alors de tout ce qui précède, on se rend compte que le code corrigé nous donne :

11001100110011 10110100101101 11001101001100 0000000000000000

Ainsi en faisant un regroupement de 14 bits des séquences corrigées ci-dessus nous obtenons donc le message suivant: Soit le message « CAD0 »

11001100110011	10110100101101	11001101001100	0000000000000000
C	A	D	0

4. La procédure getQuartet () ci-dessous qui lit (et corrige éventuellement) un quartet encodé selon la table de symboles proposé précédemment. Cependant une erreur s'est glissée dans cette procédure. Elle décode correctement les messages, mais ne corrige aucune erreur... (la procédure dH () qui calcule la distance de Hamming a déjà vérifiée correcte). Il vous est demandé de corriger getQuartet ().

Après déroulement de la procédure, l'erreur constatée ici se trouve au niveau de la boucle if.

• **justification** : avec l'instruction for (int i=0 ; i<15 ; i++), on ne peut pas décoder un "hValue" si son code est à l'indice 15 car pour i=15 on n'entre plus dans cette boucle. D'où il faut remplacer i< 15 par i<=15 ou i< 16. Pour que « getQuartet » puisse corriger le code erroné, il faudrait que dH(hValue, hcode[i])>1, on recherche dans le tableau hcode[] le code dont la distance entre lui et hvalue est minimale. Pour ce faire, on doit :

- initialiser une variable « indicemin » qui va contenir l'indice courant contenu dans hcode[] dont la distance de Hamming entre lui et hvalue est minimale, elle sera initialisée à 0.
- Initialiser une variable « distancemin » qui va contenir la distance minimale courant entre hvalue et hcode[indicemin] elle sera initialisée à dH(hvalue, hcode).
- Il faut ajouter « return indicemin » retourner indicemin quand i=15. Par conséquent la procédure « getQuartet » corrigée donne :

Class decodeur {

```
Final static int hcode[]= /*liste des codes de Hamming*/
{0x0000, 0x007F, 0x0787, 0x07F8, 0X1999,0x19E6, 0x1E1E, 0x1E61,
0x2AAA, 0x2AD5, 0x2D2D, 0x2D52, 0x3333, 0x334C, 0x34B4,
0x34CB} ;
```

```

Static int cValue = 0; /*valeur lue sous forme 'encodée'*/
Static int nbOfbits = 0 ; /*nombre de bits valide dans cValue*/
Static int getQuartet ( InputStream in) throws IOException {
    Int hValue;
    While (nbOfbits<14) { /*lire (au moins) 14 bits dans in*/
        hValue = in.read ( ) ;
        if (hValue == - 1 ; return - 1 ; /*plus d'octets dans 'in' ?*/
        cValue = cValue | (hValue<<nbOfbits) ;
        nbOfbits+=8 ;
    }
    hValue = cValue & 0x03FFF ; /*hValue = 14 bits lus dans 'in'*/
    cValue = cValue>>14 ;
    nbOfbits -=14 ;
    int indicemin /*l'indice du code de Hamming de la distance entre hvalue
et hcode[i] est minimale*/
    int distancemin /*la distance minimale de hamming entre hvalue et
hcode[i] */
    indicemin=0
    for (int i=0 ; i<=15 ; i++)
        if (dH(hValue, hcode[i])<1)
            return i; /* i: valeur decode*/
    else{
        if(distancemin<dH(hvalue, hcode[i]){
            distancemin = dH(hvalue, hcode[i]);
            indicemin=i;
        }
    }
    If (i==15)
    Return indicemin
    }
    throw new IOException ( );
    }
    Static int dH(int i, int j) { /* calcul de la distance de Hamming*/
    ...
    }
}

```

.. 1- Ethernet

Que signifient les points suivants d'Ethernet ?

- accès avec écoute préalable en compétition (CSMA)
- détection de collisions (CD)

CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Acces with Collision Detection) : Transmission partagée de données utilisant une méthode d'accès aléatoire coupant la transmission lors de la détection d'une collision, et la reprenant ensuite après une temporisation aléatoire. Avant de transmettre une donnée, le réseau est testé. Si la voie est libre, la transmission commence. Si une autre information arrive (collision), la transmission s'interrompt et recommence plus tard.

2- Interconnexion

Quel type d'équipement faut-il pour connecter un réseau en bus Ethernet à un réseau en anneau FDDI ?

Un routeur (penser au niveau de couche OSI nécessaire)

3- Hub

Un hub permet-il de filtrer des paquets dynamiquement ?

Non, un hub n'est qu'un répéteur.

4- WiFi

La norme WiFi 802.11 définit trois couches basses, alors que le modèle standard OSI n'en a que deux (physique et liaison). Est-ce incompatible ?

Les sous-couches LLC et MAC de la couche liaison correspondent à ces couches basses 802.11, avec la couche physique cela fait 3...

5- Circuit virtuel

On dit le service Circuit Virtuel inadapté au transfert de SMS. Info ou intox ?

Tous les paquets (fragments) associés à un même message reçoivent un même n° de voie logique. Ceci identifie un circuit virtuel.

Les messages courts, encore appelés "SMS", s'échangent principalement entre terminaux mobiles, ils transitent par des serveurs spécialisés, routeurs, et peuvent être créés ou lus sur micro-ordinateurs. La réservation d'un circuit virtuel pour l'échange de brefs messages, faisant donc un seul paquet, conduit à un gaspillage de bande passante. L'on réserve plutôt des circuits virtuels pour les échanges où le flux de données est permanent.

6- Inondation

Parmi les différentes stratégies de routage, le routage par inondation permet de déterminer le chemin le plus court dans le réseau. Permet-il aussi de déterminer le délai de traversée le plus court ?

On le dit

7- Routeur

Un routeur agit au niveau 4 du modèle OSI. Vrai ou faux ?

FAUX. Les routeurs travaillent au niveau 3 du modèle OSI avec comme unité de transmission les paquets.

8- TCP/IP

Dans la pile de protocoles TCP/IP, y-a-t il un protocole de niveau 4 ?

Cette nomenclature en couche est propre au modèle OSI, où TCP se trouve sur la couche 4 (transport), IP étant sur la couche 3 (réseau)

9- IP

Est-ce que le protocole IP permet une transmission des données par messages, datagrammes ou paquets ?

Par paquet, il se situe au niveau de la couche réseau.

10- 127.0.0.1

Que désigne précisément l'adresse IP 255.255.255.255 ? A quoi sert l'adresse IP 0.0.0.0 ? Et l'adresse 127.0.0.1 ?

C'est l'adresse dite de diffusion. 255.255.255.255 désigne l'ensemble des hôtes du réseau local auquel est relié le noeud qui émet cette adresse.

Sur une table de routage 0.0.0.0 désigne la ligne concernant la passerelle par défaut du réseau.

Elle peut aussi être utilisée dans un appel BOOTP ou DHCP lancé par un noeud pour connaître sa propre adresse IP.

127.0.0.1 est l'adresse IP interne de la machine elle-même, équivalente à localhost

11- Switch de niveau 3

Certains équipements actifs sont décrits comme des "switch de niveau 3". Quelles notions recouvre ce terme ?

C'est un pont-routeur-commutateur : étant un équipement de niveau 3 il peut router vers le réseau et l'ordinateur destinataire (routage inter-VLAN par exemple), alors qu'un équipement de niveau 2 se contente de rediriger des requêtes IP sur une route fixée.

Exemple : www.wstore.fr/index/index_292242.htm

12- Sniffer

Ethereal est un analyseur de protocole de réseau pour Unix et Windows. Il examine les données à partir d'un réseau en direct ou à partir d'une capture de fichier sur disque. Vous pouvez naviguer de façon interactive sur les données capturées, visionner le résumé et l'information détaillée pour chaque ensemble. Ethereal possède quelques fonctions puissantes, incluant un affichage de langage filtré et la possibilité de visionner le flux reconstitué de la session TCP.

Exercice 1

Supposons qu'un Saint-Bernard, équipé d'une boîte de 3 cartouches magnétiques de 7 Go chacune à la place d'un tonnelet de rhum (sacrilège !), soit entraîné à effectuer l'aller-retour entre deux points quelconques. Celui-ci va à la vitesse de 18 km/h. Jusqu'à quelle distance le chien possède-t-il une plus grande vitesse de transmission qu'une liaison (d'un réseau) ATM à 155 Mbit/s ? On néglige ici le temps d'acheminement des bits sur le réseau ATM (quelques microsecondes).

Il faut que le chien arrive à destination en moins de temps qu'il en faut pour émettre la totalité des bits sur le réseau ATM.

Temps d'émission de 3 X 7 Go sur un réseau à 155 Mbit/s : $[(3 \times 7 \times 8\,589\,934\,592)/155\,000\,000] = 1\,163,8$ donc 1 163,8 secondes.

Le chien va à 18 km/h soit 5 m/s.

La distance qu'il parcourt doit être inférieure à 5 1 163,8 m soit 5 819 m.

Ainsi, si le lieu de stockage des cartouches se trouve à moins de 5 819 m, il est plus économique de se servir d'un sac à puces plutôt que de puces qui mettent à sac (c'est plutôt cher, la technologie ATM).

Quelle est la longueur d'une trame minimum ?

72 octets

Quelle est la longueur minimum de données transportables ?

46 octets

Pourquoi la couche physique ajoute-t-elle un préambule ?

Pour délimiter, annoncer et synchroniser la trame

Que signifient les points suivants d'Ethernet :

- accès avec écoute préalable en compétition (CSMA)

Avant d'émettre la station écoute le support pour voir s'il est libre

- détection de collisions (CD)

Pour éviter une collision pendant qu'elle est en train d'émettre, la station émettrice continue d'écouter le support pendant qu'elle émet ses données

Quel type d'équipement faut-il pour connecter un réseau en bus Ethernet à un réseau en anneau FDDI ?

Un pont

Un hub permet-il de filtrer des paquets dynamiquement ?

Non

Quelle est la différence entre ethernet partagé et commuté ?

Ethernet partagé : le support physique et la bande passante sont partagés entre toutes les entités communicantes (hub)

Ethernet commuté : les paquets ne sont envoyés qu'au destinataire du paquet, toute la bande passante vers le commutateur est disponible (switch).

Exercice 7

Qu'est ce qu'un réseau virtuel ?

Association logique d'un groupe d'utilisateurs

Connectivité directe

Attributs communs

Comment le réalise-t-on ?

Groupe d'@MAC

Donner le principe des VLAN, ses avantages, ses inconvénients, la topologie logique et physique, son fonctionnement et le schéma d'un commutateur VLAN.

Définition : Association logique d'un groupe d'utilisateurs :

Connectivité directe

Attributs communs

Principe : Repose sur l'utilisation de commutateurs :

Constitution de groupe sans contrainte physique

Un domaine de diffusion

Des VLAN (virtual LAN) sur un seul réseau physique

Topologie logique/physique différente

Avantages :

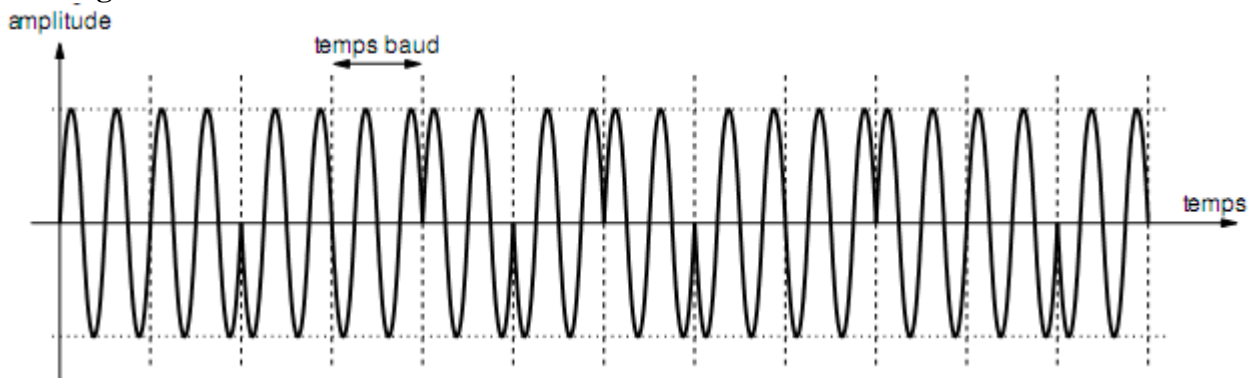
Réduire la dépendance aux routeurs

Segmentation de niveau 2

Limitation de la diffusion "broadcast storm".

Exercice 2

Soit le signal suivant :



1. Quel type de modulation a produit ce signal ?

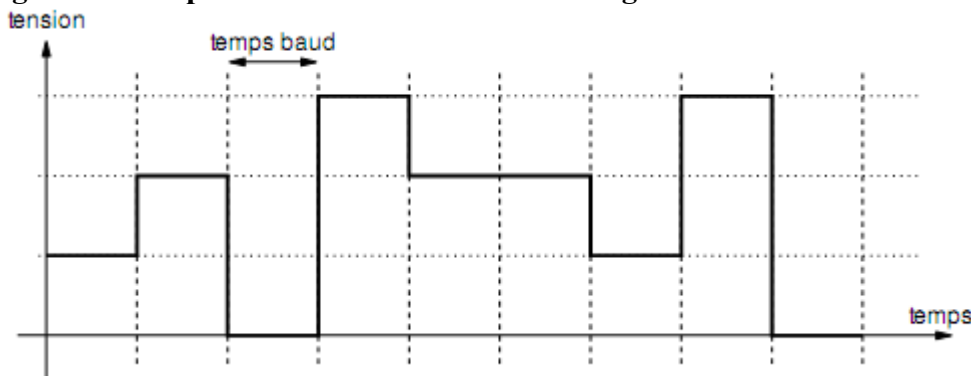
Le paramètre qui change dans le signal est la phase. C'est donc une modulation de phase.

2. Quelle est la séquence de bits qu'il représente ?

Selon le protocole indiqué, c'est : 110010100110

Exercice 3

Supposons qu'on dispose d'un média de transmission en bande de base disposant de 4 niveaux significatifs et permettant de transmettre un signal de la forme :



1. Quel est le nombre de bits par baud pouvant être émis sur un tel canal ?

Ici, le signal peut être à 4 niveaux différents. Sa valence est le plus grand n tel que $2^n \leq 4$. Donc $n = 2$. Puisqu'il faut un baud pour extraire une information, le signal transporte 2 bits par baud.

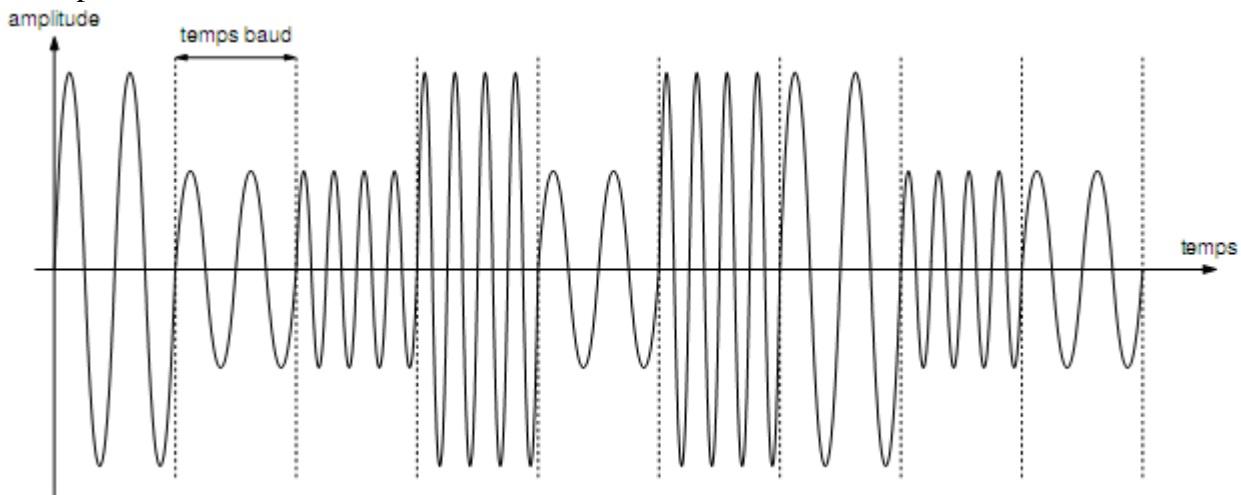
2. En supposant que le protocole de transmission spécifie que les niveaux du plus bas au plus élevé correspondent aux valeurs binaires de 0 à 3, quelle est la séquence de bits représentée par ce signal ?

C'est : 011000111010011100

Exercice 4

1. Quelle combinaison a été utilisée pour l'émission du signal suivant : amplitude-phase, amplitude-fréquence ou fréquence-phase ?

Visiblement, il s'agit d'une combinaison amplitude-fréquence, car ces deux paramètres peuvent changer au temps baud.



2. Combien de bits par baud sont transmis si toutes les possibilités des combinaisons utilisées sont présentes dans ce signal ?

Il y a 2 amplitudes et 2 fréquences, soit 4 signaux distincts et donc une valence de 2 (soit 2 bits par baud).

3. Supposons que les quatre combinaisons amplitude-fréquence : faible-faible, faible-fort, fort-faible et fort-fort, codent respectivement 00, 11, 01 et 10. Quelle est la séquence de bits représentée par le signal ?

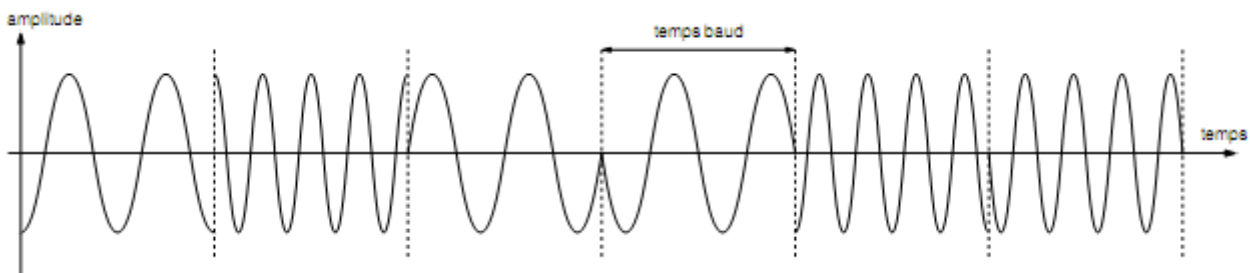
C'est : 010011100010011100

4. Proposez une variante de cette modulation permettant de transmettre exactement 3 bits par baud sans faire intervenir un type de modulation supplémentaire (pas de modulation de phase).

Pour émettre 3 bits par baud, il faut arriver à 2^3 variations. Sans rajouter de type de modulation supplémentaire, il faut augmenter le nombre de variations des paramètres des modulations utilisées. En clair, il faut augmenter le nombre d'amplitudes du signal (NA) et/ou son nombre de fréquences (NF). Il faut que $NA \times NF = 8$.

On a déjà $NA \times NF = 2 \times 2 = 4$. On ne peut pas rajouter 1 à NA et NF car cela donnerait 9 signaux différents et donc une perte d'efficacité. On peut alors choisir de rajouter 2 à NA ou 2 à NF, donc soit 2 amplitudes supplémentaires soit 2 fréquences supplémentaires.

Exercice 5



1. Quel est ce type de (combinaison de) modulation(s) ?

Il s'agit d'une combinaison de modulation : phase-fréquence.

2. Si on suppose que toutes les variations possibles (pas leur combinaison) apparaissent sur le signal précédent, combien de bits par baud sont transmis par un tel signal ?

Il y a 4 phases (0, $\pi/2$, π , $3\pi/2$) et 2 fréquences (disons 2000 Hz et 4000Hz) soit 8 variations possibles du signal donc 3 bits/baud

3. Proposez une valeur binaire pour chaque combinaison possible.

fréquence	phase	bits
2000	0	000
2000	$\pi/2$	001
2000	π	010
2000	$3\pi/2$	011

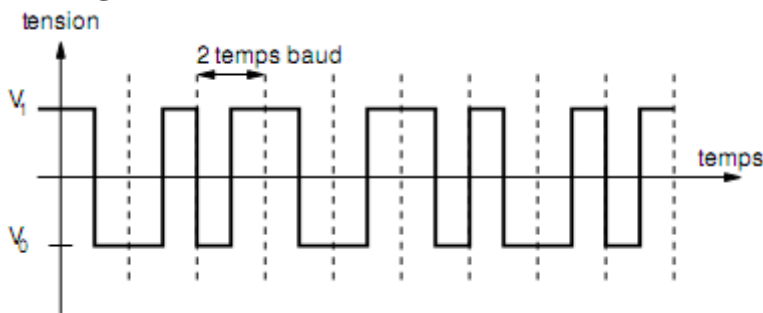
fréquence	phase	bits
4000	0	100
4000	$\pi/2$	101
4000	π	110
4000	$3\pi/2$	111

4. En déduire l'information transportée par le signal observé ci-dessus.

011101000010111110

Exercice 6

Soit le signal suivant :



1. En supposant qu'il s'agit d'un codage Manchester (normal), quelle est la séquence de bits qu'il représente ?

Manchester (normal) : 100101100

2. Et si c'est un codage Manchester Différentiel ?

Manchester différentiel : 110111010

Exercice 7

Soit une ligne de transmission de rapidité de modulation maximale 8000 bauds selon son constructeur. Quel est le débit binaire maximal autorisé par cette ligne dans les cas de codage suivants :

Le débit est donné par la formule $D = R * v$. Pour les trois codages, on a $R = 8000$. Seule la valence v diffère : elle vaut 1 pour les deux premiers codages, et $1=2$ pour le dernier. On a alors :

1. codage unipolaire ; $D = 8000$ bit/s

2. codage non retour à zéro ; $D = 8$ kbit/s

3. codage Manchester différentiel. $D = 4$ kbit/s.

Exercice 8

Sachant que la rapidité de modulation maximale d'une ligne de transmission est le double de sa bande passante:

1. Si l'on veut mettre en place une ligne de transmission de 20 kbit/s, quelle doit être la rapidité de modulation si on utilise le codage Manchester ?

On veut $D = 20$ kbit/s. Puisque $v = 1=2$, on a $D = R=2$. Donc $R = 40000$ bauds = 40 kbaud.

2. Supposons que l'on dispose d'un câble en paire torsadée possédant une plage de fréquences utilisables de

[10 kHz, 25 kHz]. Est-il adapté pour fournir un débit de 20 kbit/s si on utilise le codage Manchester ?

Non car la bande passante du câble est 15 kHz ce qui donne au maximum 30 kbaud.

3. On dispose d'un câble possédant une plage de fréquences utilisable de [10 kHz, 20 kHz] et l'on souhaite transmettre l'information par une modulation quelconque. Quel doit être le rapport signal/bruit minimal de l'environnement (c.-à-d. sa qualité) afin d'atteindre le débit de 100 kbit/s ?

D'après Shannon, le débit maximum en présence de bruit est $D \leq H \log_2(1 + S/N)$.

Ainsi, $100\,000 \leq 10\,000 \times \log_2(1 + S/N)$ ssi $2^{100\,000/10\,000} \leq 2^{\log_2(1+S/N)}$ ssi $2^{10} \leq 1 + S/N$.

S/N doit être supérieur à 1 023, soit un peu plus de 30dB.

Exercice 9

Quels sont les débits binaires proposés par les modems utilisant une rapidité de modulation de 9600 bauds et :

1. qui utilisent une modulation de 2 fréquences ? 2 fréquences donc $V = 2$. Ainsi $D = 9\,600$ bit/s

2. qui utilisent une modulation de 4 phases ? 4 phases donc $V = 4$. Ainsi $D = 19\,200$ bit/s

3. qui utilisent une modulation de 16 combinaisons amplitude/phase ? 16 combinaisons donc $V = 16$.
Ainsi, $D = 38\,400$ bit/s

Exercice 10

Supposons que deux hôtes A et B sont placés en réseau et sont séparés par 3 lignes de transmission et 2 commutateurs C1 et C2 ainsi que le montre le schéma ci-dessous :



1. En supposant que les 3 lignes de transmission proposent un débit de 10 000 bit/s chacune, et que le temps de commutation (temps passé par un message ou un paquet sur un commutateur avant retransmission) est de 100 ms sur chaque commutateur, calculer le temps de total d'envoi d'un message de 20 000 bits de A à B, dans le cas de la commutation par message et dans le cas de la commutation par paquets de 1 000 bits.

On néglige le temps de propagation du signal : un bit émis est supposé immédiatement reçu.

[Consulter l'énoncé]

Dans ce qui suit t_0 représente le temps auquel A commence la transmission du message ou du premier paquet.

1. Il faut déterminer à quel moment C2 expédie le dernier des 20 000 bits.

- **Commutation par message** : le message est envoyé d'un seul coup. Les commutateurs ne le réexpédient que lorsqu'il est entièrement reçu :
 - ✓ A envoie le message en $20\,000/10\,000 = 2$ secondes. Il est reçu par C1 au temps $t_0 + 2$ secondes.
 - ✓ C1 termine la réexpédition à $t_0 + 2 + 0; 1 + 2 = t_0 + 4; 1$ secondes.
 - ✓ C2 termine la réexpédition à $t_0 + 4; 1 + 0; 1 + 2 = t_0 + 6; 2$ secondes.

B reçoit le message à $t_0 + 6; 2$ secondes.

- **Commutation par paquet** : le message est découpé en 20 paquets. Dès qu'un paquet est reçu il peut être réexpédié (après le temps de commutation). On s'occupe donc uniquement du dernier bit du dernier paquet :
 - ✓ A envoie le dernier bit en $20\,000/10\,000 = 2$ secondes. Il est reçu par C1 au temps $t_0 + 2$ secondes.
 - ✓ À la réception du dernier bit, C1 avait déjà réexpédié les 19 paquets précédents. Il n'a qu'un paquet à réexpédier.

C1 termine la réexpédition à $t_0 + 2 + 0; 1 + 1\,000/10\,000 = t_0 + 2; 2$ secondes.

- ✓ C2 termine la réexpédition à $t_0 + 2; 2 + 0; 1 + 1\,000/10\,000 = t_0 + 2; 4$ secondes.

B reçoit le message en $t_0 + 2; 4$ secondes.

2. Même question mais en supposant que :

- ❖ la liaison $A \leftrightarrow C1$ a un débit de 5 000 bit/s ;
- ❖ celle $C1 \leftrightarrow C2$ a un débit de 10 000 bit/s ;
- ❖ celle $C2 \rightarrow B$ a un débit de 20 000 bit/s.

- **Commutation par message** : Le message sera reçu par B au temps $t_0 + 20\,000/5\,000 + 0; 1 + 20\,000/10\,000 + 0; 1 + 20\,000/20\,000 = t_0 + 7; 2$ secondes.

- **Commutation par paquet** : puisque le débit $A \leftrightarrow C1$ est inférieur au débit $C1 \leftrightarrow C2$ qui est lui-même inférieur à $C2 \rightarrow B$, les paquets arrivant en C1 et C2 peuvent être retransmis dès qu'ils sont reçus, après avoir été commutés. Ainsi, c'est le dernier paquet qui nous intéresse. Celui-ci arrive en C1 au temps $t_0 + 20\,000/5\,000 = t_0 + 4$ secondes. Après 0, 1 seconde, il est transmis à C2. Il arrive en C2 à $t_0 + 4; 1 + 1\,000/10\,000 = t_0 + 4, 2$ secondes. Après 0, 1 seconde, il est transmis à B. Il arrive à B à $t_0 + 4, 3 + 1\,000/20\,000 = t_0 + 4, 35$ secondes.

3. Même question mais en supposant que :

- ❖ la liaison $A \leftrightarrow C1$ a un débit de 20 000 bit/s ;

- ❖ celle C1 \leftrightarrow C2 a un débit de 15 000 bit/s ;
- ❖ celle C2 \leftrightarrow B a un débit de 10 000 bit/s.

- **Commutation par message** : Le message sera reçu par B au temps $t_0 + 20\,000/20\,000 + 0; 1 + 20\,000/15\,000 + 0; 1 + 20\,000/10\,000 = t_0 + 4; 53$ secondes.
- **Commutation par paquet** : Les débits étant maintenant décroissants, lorsqu'un paquet arrive sur les commutateurs, ceux-ci devront le mettre en attente car ils doivent transmettre les paquets précédents. Ils seront transmis les uns à la suite des autres. Le premier paquet est reçu par C1 en $t_0 + 1\,000/20\,000 = t_0 + 0; 05$ secondes. Il commencera à le retransmettre à $t_0 + 0; 05 + 0; 1 = t_0 + 0; 15$ secondes. Puis, il transmettra les autres paquets. Ce premier paquet arrive à C2 au temps $t_0 + 0; 15 + 1\,000/15\,000 = t_0 + 0; 22$ secondes. Sa retransmission commencera au temps $t_0 + 0; 22 + 0; 1 = t_0 + 0; 32$ secondes. C'est le temps auquel C2 commence la retransmission de tous les paquets. Ainsi, le dernier paquet sera reçu par B au temps $t_0 + 0; 32 + 20 * 1\,000/10\,000 = t_0 + 0; 32 + 2 = t_0 + 2; 32$ secondes.

Exercice 11

Soit A et B, deux stations reliées par une ligne de transmission offrant un débit de 1 Mbit/s exploitée en half-duplex. Le temps de propagation du signal sur la liaison est 10 ms. Comparer la quantité d'information que peuvent s'échanger A et B en une seconde en transmettant des paquets de 10 kbit dans les conditions suivantes :

1. A et B transmettent à tour de rôle chacun un paquet en alternance

Dans les 2 cas, l'émission d'un paquet de 10 kbit sur la liaison dure $10/1\,000 = 0; 01$ seconde.

1. La station A commence à envoyer le premier paquet t_0 . Le paquet est reçu par B à $t_0 + 0; 01 + 0; 01 = 0; 02$.

B envoie alors son paquet à $t_0 + 0, 02$ et A le reçoit à $t_0 + 0, 04$. Ainsi A envoie un paquet toutes les $0, 04$ secondes à partir de t_0 , et B les envoie au même rythme à partir de $t_0 + 0, 02$.

Pour A, le paquet n part à $t_0 + 0, 02 + (n-1) * 0, 04$. Quelque soit le sens, le dernier paquet émis doit l'être au plus tard à $t_0 + 0; 98$, pour être reçu dans la seconde impartie. On en déduit que A et B peuvent envoyer jusqu'à 25 paquets chacun.

2. A transmet plusieurs paquets avant de laisser la liaison à B. À la fin de la seconde, A et B doivent avoir transmis le même nombre de paquets (+ou-1).

A transmet d'abord ses paquets, puis laisse la liaison à B au temps $t_0 + 0; 5$. A doit donc envoyer son dernier paquet au plus tard à $t_0 + 0; 48$. Pour A, le paquet n sera transmis à $t_0 + 0, 48$. Pour A, le paquet n sera transmis à $t_0 + (n-1) * 0, 01$. Il peut donc transmettre 49 paquets. B doit terminer sa transmission au plus tard à $t_0 + 0; 98$. Pour B le paquet n est transmis à $t_0 + 0; 5 + (n-1) * 0, 01$. B peut donc aussi transmettre 49 paquets.

Exercice 12

Quelles sont les trames émises pour transmettre les messages suivants (les guillemets ne sont pas à émettre...)?

1. "SALUT"

2. "UN & ET<&>VOILA&"

3. "&<A & TCHAO&<&!&>!&&&>"

1. &<SALUT&>

2. &<UN && ET <&&>VOILA&&&>

3. &<&&&<A && TCHAO&&<&&!&&>!&&&&&&&>&>

Exercice 13

Quel(s) message(s) une station peut-elle extraire des séquences de caractères suivantes, reçues pendant un laps de temps ?

1. "AB&<OLLEH&>&<EASY&>XY"

2. "<&&OLA&&>YEP&><HOP&&&<&>"

1. "OLLEH" et "EASY"

2. "&OLA&" et "HOP&&<"

Exercice 14

Quelles sont les trames émises pour transmettre les messages suivants (entre guillemets) ?

1. "100111111000" "01111110100111110100001111110"

2. "10111111111101" "011111101011111011111010101111110"

Exercice 15

Quel(s) message(s) une station peut-elle extraire de la séquence de caractères suivante, reçue pendant un laps de temps ?

1. "011111100110111110011111011101111110" "01101111101111111111"

2. "011101111110110111110011111100011111110111111011011111101111110" "11011111" et "11"

Exercice 16

Calculer r pour pouvoir corriger une erreur sur 10 bits transmis.

Si l'on veut corriger une erreur pour 4 bits transmis, il faut 3 bits de contrôle et l'on transmet les 7 bits B7B6B5B4B3B2B1. Les bits portant comme numéros des puissances de 2 (soit B1, B2 et B4) sont les bits de contrôle, les autres étant les bits de donnée. Chaque bit de donnée est contrôlé par un ou plusieurs bits de contrôle.

Le bit B_i est contrôlé par les bits de contrôle B_j où $i = \sum j$ (on décompose i en puissances de 2, qui indiquent les bits de contrôle concernés par B_i).

$r = 4$ car $2^4 \geq (10 + 4 + 1)$.

Exercice 17

1. Déterminer, pour chaque bit de donnée, quels sont les bits qui le contrôlent

B7 est contrôlé par B4, B2 et B1 car $7 = 4 + 2 + 1$

B6 est contrôlé par B4, et B2

B5 est contrôlé par B4, et B1

B3 est contrôlé par B2, et B1

2. En déduire, pour chaque bit de contrôle, les bits de donnée qu'il est chargé de contrôler

La valeur des bits de contrôle est calculée selon un contrôle de parité : si, parmi les bits de donnée contrôlés, il y a un nombre impair de bits à 1, alors le bit de contrôle vaut 1, sinon il vaut 0.

B1 contrôle B7, B5 et B3

B2 contrôle B7, B6 et B3

B4 contrôle B7, B6 et B5

Exercice 18

Supposons que les bits de données aient pour valeur :

B7 = 1

B6 = 0

B5 = 0

B3 = 1

Calculer la valeur de B1, B2 et B4.

B1 = 0

B2 = 0

B4 = 1

En réception, on recalcule les bits de contrôle. S'il n'y a pas d'erreur de transmission (d'un bit), alors ils sont les mêmes que ceux reçus. Sinon, certains bits de contrôle seront différents de ceux reçus. Dans ce cas, le bit qui a subi une erreur a pour numéro la somme des numéros des bits de contrôle qui diffèrent. Il suffit alors de changer sa valeur.

Exercice 19

Pour chaque suite de bits ci-dessous, déterminer s'il y a eu une erreur de transmission et la corriger le cas échéant :

1100001 a priori il n'y a pas d'erreur de transmission car les bits de contrôle concordent

1000101 B1 et B4 diffèrent : le bit en erreur est donc B5. En corrigeant, on obtient : 1010101

1110000 seul B4 diffère : c'est donc le bit en erreur. En corrigeant, on obtient : 1111000

Correction d'erreurs**Exemple**

On veut transmettre les 11 bits suivants : 11101101101. Le polynôme $M(x)$, de degré 10, est :

$$M(x) = x^{10} + x^9 + x^8 + x^6 + x^5 + x^3 + x^2 + 1$$

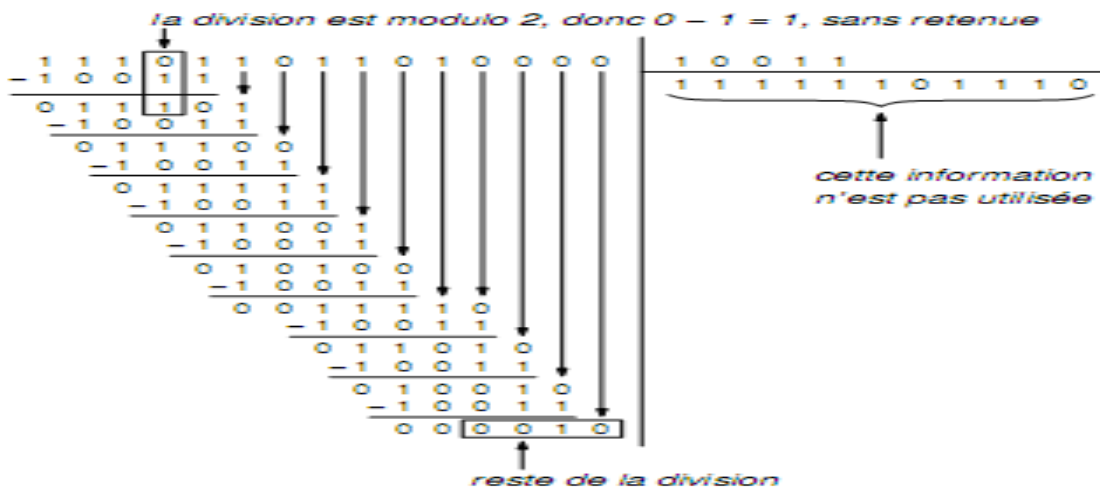
Soit $G(x) = x^4 + x + 1$, le polynôme générateur, de degré 4. Le polynôme $x^4 M(x)$, de degré 14, est :

$$x^4 M(x) = x^{14} + x^{13} + x^{12} + x^{10} + x^9 + x^7 + x^6 + x^4$$

Représentant les bits de données suivis de 4 bits à 0.

La division polynômiale x^4

$M(x)=G(x)$ est décrite ci-dessous :



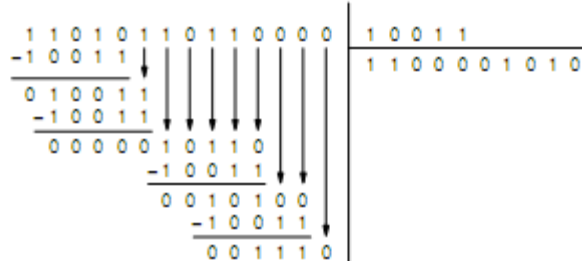
Le reste de cette division, le CRC est 0010 (représentant x^2). Ces bits sont ajoutés à la suite des bits de données. La trame émise sera donc 111011011010010.

Exercice 20

En utilisant le même polynôme générateur $G(x) = x^4 + x + 1$, calculer le CRC ajouté pour la transmission des 10 bits de données 1101011011

Le récepteur divise la trame reçue par le polynôme générateur. Si le reste obtenu n'est pas 0, c'est qu'au moins une erreur est détectée.

La division à réaliser est la suivante :



Le reste est 1110. La trame émise sera : 11010110111110

Exercice 21

Soit la trame reçue suivante : 100100101010010. $G(x)$ est toujours $x^4 + x + 1$. Déterminer si une erreur de transmission a eu lieu

