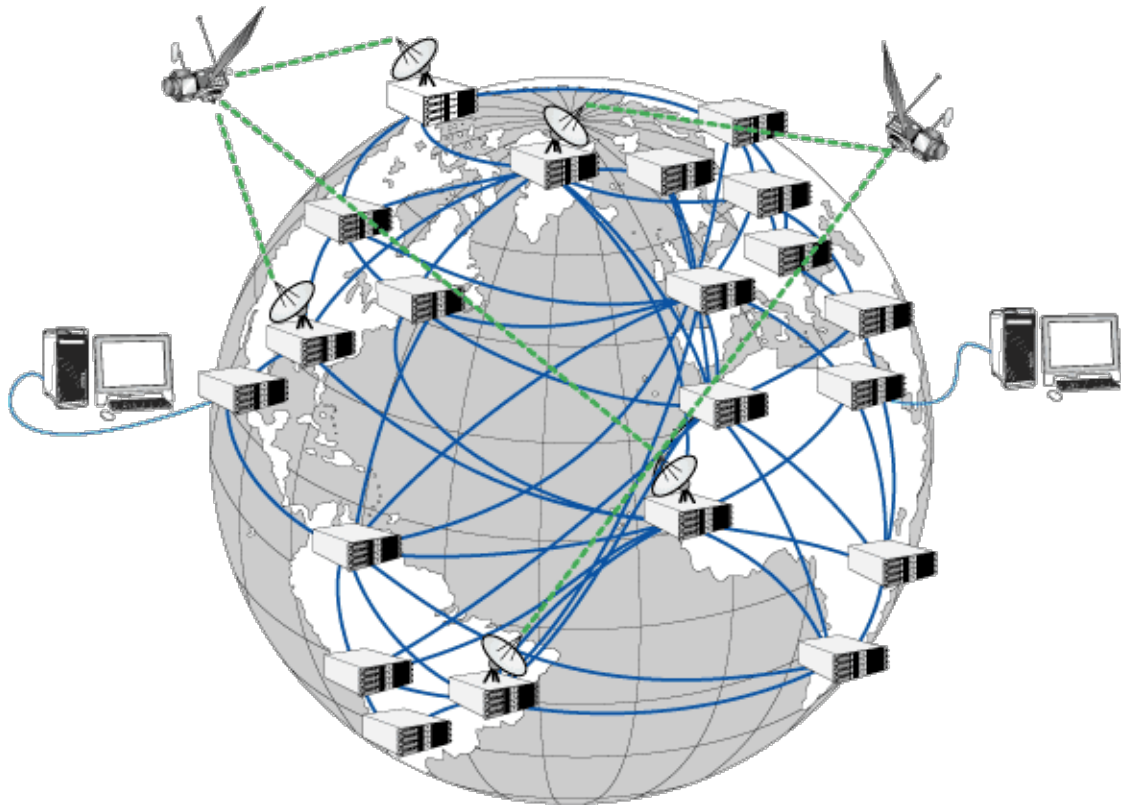




ARCHITECTURE DES RÉSEAUX DE COMMUNICATION



Compétences visées:

A3-09

Identifier les architectures matérielles et fonctionnelles d'un réseau de communication.

Table des matières

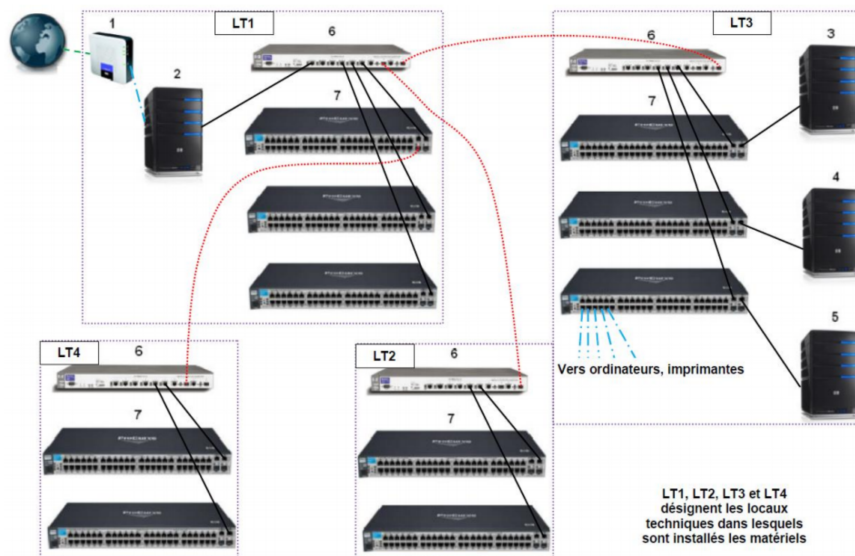
1	Transmission de données	4
1.1	Introduction	4
1.2	Architecture de la chaîne de transmission	4
1.3	Le sens des échanges	5
1.4	Les protocoles de liaison de données	5
1.5	La synchronisation	6
1.5.1	Mode asynchrone	6
1.5.2	Mode synchrone	7
1.5.3	Avantages et inconvénients des modes synchrone ou asynchrone	7
1.6	La transmission série/parallèle	7
1.6.1	En parallèle	7
1.6.2	En série	8
1.7	Les supports de transmission	8
1.7.1	Caractéristiques des supports de transmission	8
1.7.2	Les différents supports de transmission	9
1.8	Les erreurs de transmission	11
1.8.1	Contrôle de parité	11
1.8.2	Contrôle par redondance cyclique	11
1.8.3	Accusé de réception	12
1.8.4	Notion de taux d'erreurs	12
2	Les différents réseaux	12
2.1	Définition	12
2.2	Catégories de réseaux informatiques	12
2.3	Topologie des réseaux de type LAN	13
2.3.1	Topologie en bus	13
2.3.2	Topologie en anneau	13
2.3.3	Topologie en étoile	14
3	Matériel pour un réseau	14
3.1	Le coupleur ou carte réseau	14
3.2	Le concentrateur (ou switch ou hub)	14
3.3	La passerelle (ou routeur)	14
3.4	Le modem	15
3.5	Le firewall	15
3.6	Le serveur	15
3.7	Dispositif d'alimentation sans interruption (onduleur)	15



3.8	Application au réseau d'un lycée	15
4	Protocole de communication pour les réseaux	16
4.1	Le modèle OSI : Open Systems Interconnection	16
4.1.1	Les 7 couches du modèle OSI	16
4.1.2	La transmission de données dans le domaine OSI	17
4.2	Les différents protocoles	17
4.3	Adresse IP	19
4.3.1	Constitution d'une adresse IP	19
4.3.2	Masque de réseau	19
4.3.3	Adresse du réseau	19
4.3.4	Adresse de diffusion (Broadcast)	20
4.3.5	Adresses privées ou publiques	20
4.3.6	Adresse IP et nom de domaine	21
4.3.7	Adresse IP et adresse MAC	21
4.4	Application : Compréhension de l'adressage IP du réseau d'un lycée	22



Support d'application - Réseau informatique d'un lycée Le synoptique ci-dessous présente l'organisation matérielle du réseau informatique pédagogique d'un lycée. Les quelques 400 machines (ordinateurs et imprimantes) qui y sont connectées ne sont pas représentées.



Objectif

Comprendre le fonctionnement et l'architecture du réseau informatique d'un lycée.

1 Transmission de données

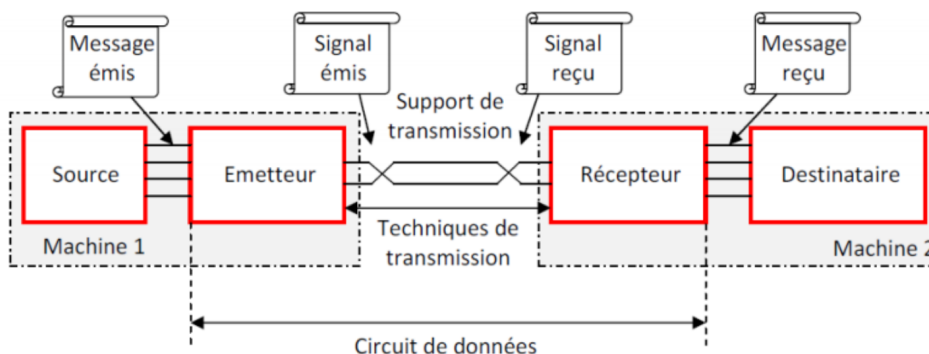
1.1 Introduction

Avec internet, il est devenu nécessaire de transmettre à n'importe quelle distance des milliers d'échanges en simultané ainsi qu'une très grande variété de types de messages (texte, données, images, son, vidéo...). Nous sommes loin du simple dialogue téléphonique, mais devant un système très complexe. Les systèmes de transmission numérique véhiculent de l'information entre une source et un destinataire en utilisant un support physique comme le câble, la fibre optique, ou encore la propagation sur un canal radioélectrique.

Les signaux transportés peuvent être soit directement d'origine numérique comme dans les réseaux de données, soit d'origine analogique (parole, image...).

La tâche du système de transmission est d'acheminer rapidement le signal de la source vers le destinataire avec le plus de fiabilité possible.

1.2 Architecture de la chaîne de transmission



- La source est l'équipement qui génère les données à transmettre (Ordinateur, ...)
- L'émetteur reçoit en entrée la suite de données binaires ou un signal analogique et fournit en sortie un signal dont les caractéristiques sont adaptées au support de transmission. (Adaptation en tension, courant, optique,
- Le récepteur réalise la fonction inverse pour donner le message au destinataire.

Pour une transmission sur une voie de communication entre deux machines, la communication peut s'effectuer de différentes manières. La transmission est caractérisée par :

- le sens des échanges
- le protocole de communication utilisé
- la synchronisation : synchrone ou asynchrone
- le mode de transmission : série ou parallèle

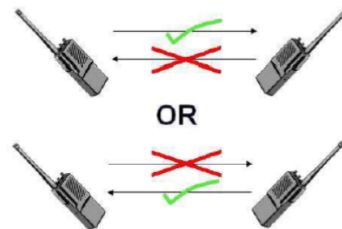
1.3 Le sens des échanges

Pour une transmission entre deux points, la plupart du temps, il faut traiter un dialogue et non un monologue. Il faut donc une convention pour fixer le sens de la transmission.

- Dans un seul sens : liaison simple



- Dans les deux sens non simultanément : liaison half duplex



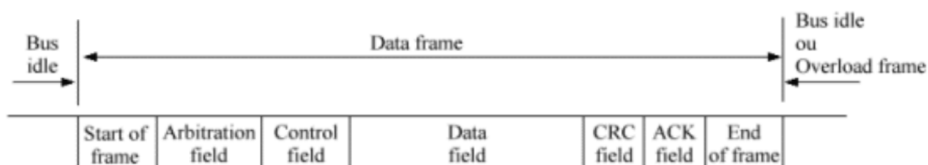
- Dans les deux sens simultanément : liaison full duplex ou duplex intégral



1.4 Les protocoles de liaison de données

Les protocoles travaillent sur des trames. Une trame est un bloc d'éléments binaires. Définir un protocole de liaison de données consiste notamment à préciser :

- le format des trames (nombre de bit total d'une trame) ;
- le critère de début et de fin de trame ;
- la place et la signification des différents champs dans une trame ;
- la technique de détection d'erreur utilisée ;
- les règles de dialogue : procédure après détection d'erreur, règle de priorité, ...



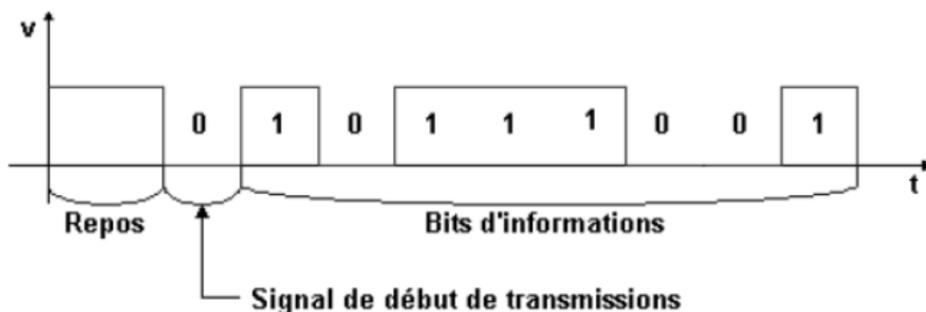
1.5 La synchronisation

1.5.1 Mode asynchrone

Les modes asynchrones sont les plus simples. Pour celui qui est le plus utilisé, on regroupe les bits par 8 pour former un octet ou un caractère. L'équipement récepteur reçoit donc 8 bits successifs dont la combinaison représente, en binaire, le caractère transmis.

Lorsqu'il n'y a pas de transmission, l'équipement d'arrivée va détecter un 0 ou un 1. Il faut donc convenir, par exemple, qu'au repos, la valeur du signal est 1 et que le passage à 0 signale l'envoi d'un octet. Le bit à 0 qui signale le début de transmission s'appelle le bit de START.

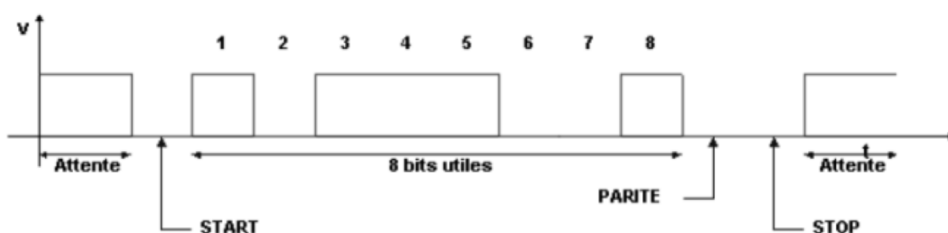
Transmission Le bit de Start est un bit de service, il sert au contrôle mais ne représente pas une information utile. A l'arrivée du bit de Start, l'équipement récepteur constate qu'il va recevoir des informations mais il ne sait pas à quel rythme. Il faut donc convenir d'une nouvelle règle, la vitesse de transmission des bits. Exemple : 300 bits par seconde : on envoie 1 bit tous les 1/300 ème de seconde. Les équipements doivent bien sûr fonctionner à la même vitesse, sinon l'émetteur enverra par exemple ses bits plus rapidement que le récepteur ne pourra les lire.



Procédure de lecture

1. Détection du bit de START
2. Test de l'état de la ligne au milieu de chaque créneau, toutes les 1/300 ème de seconde, ceci 8 fois de suite pour lire les 8 bits de l'octet.
3. Les 8 bits sont suivis en général d'un bit de parité, puis d'un bit de stop.

Le bit de parité permet de détecter une erreur sur les bits d'information. Le bit de stop permet de créer un intervalle de temps minimum avant d'envoyer le caractère suivant.



Dans le mode asynchrone, les caractères arrivent n'importe quand. La synchronisation, c'est à dire le calage temporel du récepteur pour lire les bits qui arrivent, est déclenchée par le bit de Start et maintenue jusqu'à la lecture du bit de stop. Après ce bit, il y a désynchronisation jusqu'à l'arrivée du caractère suivant.

1.5.2 Mode synchrone

Dans le mode synchrone, même en l'absence de transmission, le récepteur est toujours calé sur l'émetteur en recevant en permanence l'information d'horloge. Rappel : en mode asynchrone, entre 2 caractères, la ligne reste en permanence à 1 ou à 0. Il s'agit donc de transmettre les tops d'horloge avant de transmettre les bits d'information. On dispose de deux moyens pour y parvenir :

- Transporter le signal d'horloge sur un support séparé reliant l'émetteur et le récepteur. Cette technique est utilisée sur des courtes distances.
- Reconstituer le signal d'horloge à partir du signal reçu. Cette deuxième alternative, est très utilisée pour résoudre le problème de synchronisation lorsque l'émetteur et le récepteur sont séparés par de longues distances.

1.5.3 Avantages et inconvénients des modes synchrone ou asynchrone

Le mode asynchrone est simple et peu coûteux mais il utilise mal la liaison car il y a beaucoup de bits de service par rapport au nombre de bits utiles.

Le mode synchrone est plus complexe et plus coûteux mais il utilise mieux la liaison ; il est pratiqué pour des transmissions de grande vitesse.

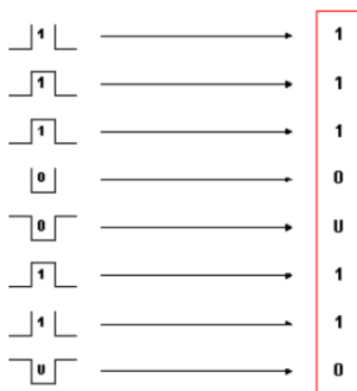
1.6 La transmission série/parallèle

La transmission des signaux peut se faire de deux manières différentes :

- Soit en parallèle
- Soit en série

1.6.1 En parallèle

Les 8 bits d'un caractère sont envoyés simultanément sur des fils distincts. Ils arrivent donc à destination en même temps. Ce type de transmission suppose autant de fils que de bits plus des liaisons de dialogue (synchronisation). Elle est surtout utilisée pour des liaisons de courtes distances, à l'intérieur d'un ordinateur par exemple.



1.6.2 En série

Les bits sont envoyés les uns à la suite des autres. La succession des caractères se fait de 2 façons distinctes (synchrone ou asynchrone).

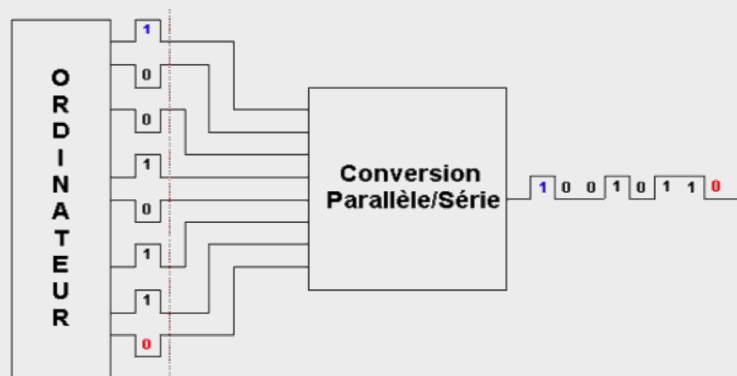


Remarque

Il est possible de passer d'une transmission parallèle à une transmission série : Supposons que notre information se trouve sur un câble à 8 fils ; il faut la transmettre sur un seul fil. Cette opération, appelée sérialisation, est réalisée par des circuits électroniques appelés registres à décalage.

La transmission se fait en commençant par le bit de poids le plus faible, et le registre est décalé de 1 bit vers la droite, au rythme d'un signal d'horloge.

A la réception, le chargement se fait de façon inverse pour restituer les informations sous forme parallèle.



1.7 Les supports de transmission

1.7.1 Caractéristiques des supports de transmission

On distingue les caractéristiques principales suivantes :

- **Le taux d'erreur** : Rapport du nombre de bits émis erronés reçus au cours d'une période d'observation sur le nombre total de bits transmis pendant cette période.
- **Le débit binaire D** exprimé en bit.s⁻¹. Représente le nombre de bits transmis par seconde.
- **La rapidité de modulation R** exprimée en Baud. Indique le nombre de symboles transmis par unité de temps.
- **Bande Passante à -3 dB** : Plage de fréquence pour laquelle la puissance du signal de sortie est au pire divisée par 2 par rapport au signal d'entrée.
- **Bruits et distorsions** : Même si les signaux sont transmis dans la bande passante du support, les signaux sont déformés (distorsions d'amplitude et/ou de phase). Des perturbations extérieures (foudre, champ électromagnétique, diaphonie, ...) peuvent également introduire des bruits.
- **Capacité limite** : Quantité maximale d'information transportable par unité de temps.

1.7.2 Les différents supports de transmission

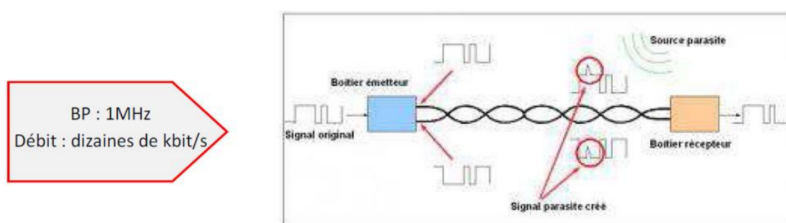
Les supports de transmission peuvent être des câbles dans lesquels circulent des signaux électriques, l'atmosphère où circulent des ondes radio, ou des fibres optiques qui propagent des ondes lumineuses.

Le câble à paires torsadées (et souvent blindées) Les paires torsadées sont composées de 2 conducteurs en Cuivre isolés l'un de l'autre et enroulés de façon hélicoïdale. Cela permet de réduire les influences électromagnétiques parasites provenant de l'environnement. Le câble RJ45 couramment utilisé pour les réseaux Ethernet est constitué de 4 paires torsadées.



Utilisation : Liaisons téléphoniques, réseaux en étoile...

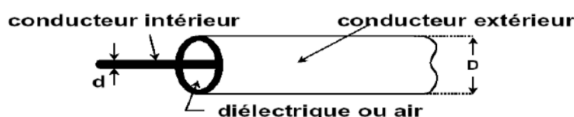
Inconvénient : Atténuation importante



BP : 1MHz
Débit : dizaines de kbit/s

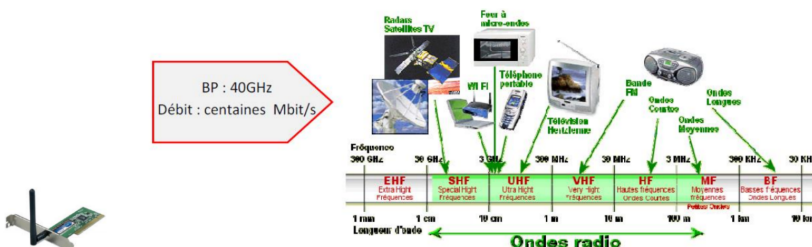
Câbles coaxiaux

BP : 1GHz
Débit : 200 Mbit/s



L'atmosphère Utilisation des ondes électromagnétiques dans l'atmosphère ou le vide. Ce support comprend les faisceaux hertziens, les rayons infrarouges et les rayons laser.

Les ondes radio (radiofréquences 2, 4 GHz) permettent de connecter des machines entre elles sans utiliser de câbles. La norme la plus utilisée actuellement pour les réseaux sans fil est la norme IEEE 802.11, mieux connue sous le nom de Wi-Fi. Le Wi-Fi permet de relier des machines à une liaison haut débit (de 11 Mbit/s théoriques ou 6 Mbit/s réels) sur un rayon de plusieurs dizaines de mètres en intérieur (plusieurs centaines de mètres en extérieur).



BP : 40GHz
Débit : centaines Mbit/s



Avantage : Pas de support physique

Inconvénients : Conditions météorologiques, confidentialité

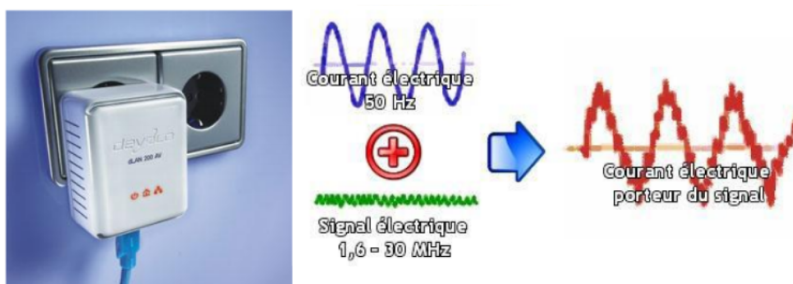
La fibre optique Constituée d'un fil de verre très fin. Le coeur de la fibre propage la lumière. La fibre optique autorise des vitesses de communication très élevées (plus de 100Gigabit/s) ou en milieu très fortement parasité.



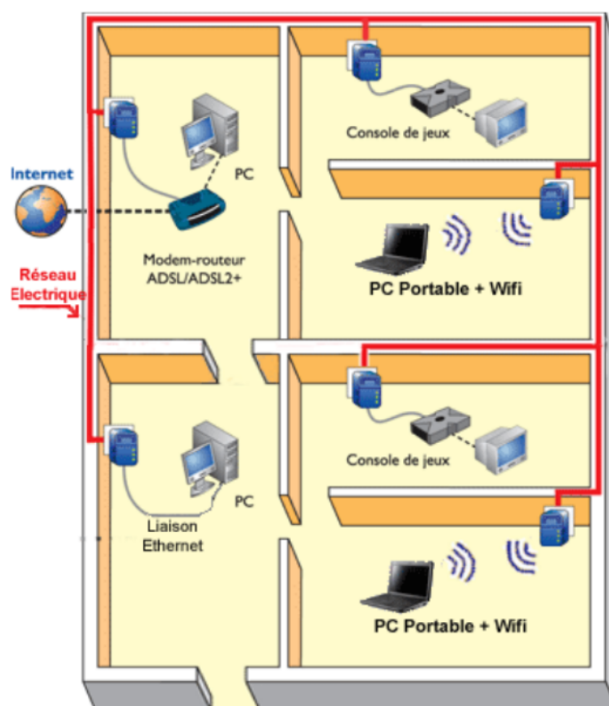
Avantages : masse linéique très faible, BP immense (30THz), faible atténuation, insensibilité aux parasites électromagnétiques, ...

Inconvénients : Prix de la fibre, prix des modulateurs, mode de pose.

La liaison CPL (Courants Porteurs en Ligne) Il s'agit d'une technique permettant le transfert d'informations numériques en passant par les lignes électriques. La technologie CPL superpose un signal à hautes fréquences au signal électrique classique (50 Hz, 23 V). Le signal est reçu par tout boîtier se trouvant dans le même circuit électrique.



Il est bien sûr possible de mixer le CPL avec d'autres supports de transmission, comme le montre le schéma ci-dessous :



Par défaut, l'installation de boîtier CPL ne nécessite aucune configuration ni programme. Cependant, si on veut sécuriser quelque peu le réseau CPL, on utilise un outil spécifique qui permet de donner un nom au réseau CPL. Ce nom permet de rendre ce réseau invisible aux autres boîtiers.

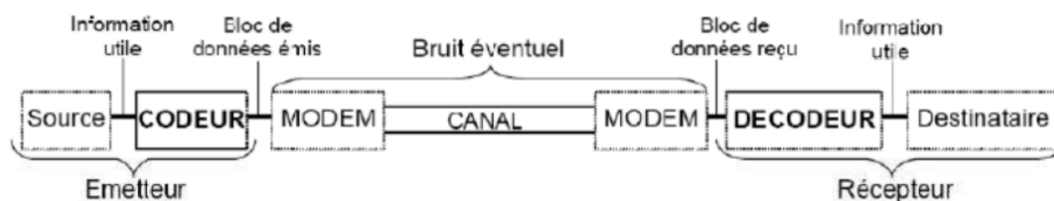
1.8 Les erreurs de transmission

Entre les deux extrémités d'une liaison, la présence des imperfections du support de transmission (affaiblissement, déphasage), et la présence de bruit électromagnétique, perturbent de façon aléatoire les données transmises.

Ces perturbations se traduisent au niveau de l'information reçue, par des modifications : soit des disparitions, soit des adjonctions, soit des inversions (0 en 1 ou 1 en 0).

L'objet de cette partie, est d'aborder les méthodes couramment utilisées dans les réseaux informatiques, pour protéger les données émises contre les erreurs introduites par le canal de transmission.

Ces techniques utilisent un codeur à l'émission et un décodeur à la réception, comme le montre la figure ci-dessous.



La technique adoptée dans la plupart des systèmes de détection d'erreurs, consiste à ajouter des bits supplémentaires (dit redondants) à chaque bloc de données avant de le transmettre sur le support de transmission.

1.8.1 Contrôle de parité

Il existe deux types de contrôle de parité (pair et impair) et il est indispensable que l'émetteur et le récepteur s'entendent sur le type à utiliser pour l'ensemble de la transmission.

Parité paire Lorsque le nombre de '1' dans les données envoyées est impair, le bit de parité (bit de contrôle) est placé à '1' de manière à ce que le nombre total de '1' soit pair y compris le bit de parité. Dans le cas contraire, le bit de parité est placé à '0'. bit de parité



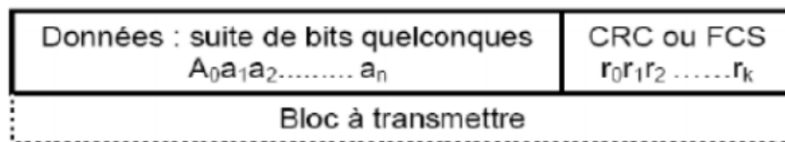
Parité impaire Elle correspond au système inverse. Quelle que soit la parité choisie, si un bit est modifié au cours de la transmission, les calculs de parité effectués par l'émetteur et par le récepteur différeront.

Cette méthode est peu performante, le contrôle fonctionne correctement seulement si le nombre de bits modifiés est impair.

1.8.2 Contrôle par redondance cyclique

La méthode de détection d'erreurs appelée CRC (Cyclic Redundancy Check) permet de détecter plus d'erreurs que le contrôle de parité. Elle nécessite l'ajout de bits redondants r_0 à r_k , calculés à partir des données a_0 à a_n . Les polynômes CRC ou FCS qui utilisent les bits r_0 à r_k sont établis à partir de normes.





1.8.3 Accusé de réception

La détection d'erreur suivie d'une retransmission est la solution la plus utilisée dans les réseaux informatiques.

Des mécanismes d'accusés de réception (ACKnowledge acquittements) sous la forme de blocs de données spéciaux permettent de confirmer à l'émetteur que les données transmises sont bien arrivées sans erreur.

1.8.4 Notion de taux d'erreurs

Dans la pratique, on mesure la qualité d'une liaison numérique (qualité de transmission) par le taux d'erreur appelée BER (Bit Error Rate), il est donné par le nombre de bits erronés rapporté au nombre total de bit transmis. Le taux d'erreurs varie en pratique de 10^{-4} (ligne téléphonique) à 10^{-9} (réseaux locaux). Le taux d'erreurs est devenu très satisfaisant descendant souvent sous la barre des 10^{-9} : cela provient de techniques de codage plus performantes et de l'utilisation de support de transmission de très bonnes qualités comme la fibre optique.

2 Les différents réseaux

2.1 Définition

Un réseau (network) est un ensemble d'équipements électroniques (ordinateurs, imprimantes, scanners, modems, routeurs, commutateurs...) interconnectés et capables de communiquer (émettre et recevoir des messages) par l'intermédiaire d'un support de communication. Un réseau permet donc une économie de coût, un gain de productivité, une utilisation rationnelle des bases de données (consultations, modifications de chaque utilisateur autorisé sur la même base) et une meilleure stratégie dans le domaine de la sécurité (centralisation et sauvegarde éventuellement automatisée des données). Par contre, un réseau a pour inconvénient sa complexité (d'où le recours à un personnel spécialisé en cas de problème) et les conséquences d'une panne sur l'ensemble du réseau.

2.2 Catégories de réseaux informatiques

On distingue différents types de réseaux informatiques selon leur taille (nombre de machines) et leur étendue. Les réseaux informatiques peuvent être classés suivant leur étendue. On distingue quatre catégories de réseaux :

- le **réseau personnel (PAN : Personal Area Network)**, relie des machines sur quelques mètres ;
- le **réseau local (LAN : Local Area Network)**, est adapté à la taille d'un site d'entreprise
- le **réseau métropolitain (MAN : Metropolitan Area Network)**, est un réseau étendu à l'échelle d'une ville ;
- le **réseau étendu WAN : Wide Area Network**, couvre une grande zone géographique, typiquement à l'échelle d'un pays, d'un continent.

Les temps nécessaires aux échanges au sein de ces réseaux sont les suivants : de l'ordre de la nanoseconde au niveau du processeur, ils passent à la milliseconde entre les périphériques, à la centaine de ms vers les parties mécaniques à grande constante de temps, et peuvent prendre plusieurs secondes lors d'échanges entre des locaux situés à plusieurs centaines de km de distance.



2.3 Topologie des réseaux de type LAN

Il existe trois topologies de base pour concevoir un réseau : bus, étoile et anneau.

2.3.1 Topologie en bus

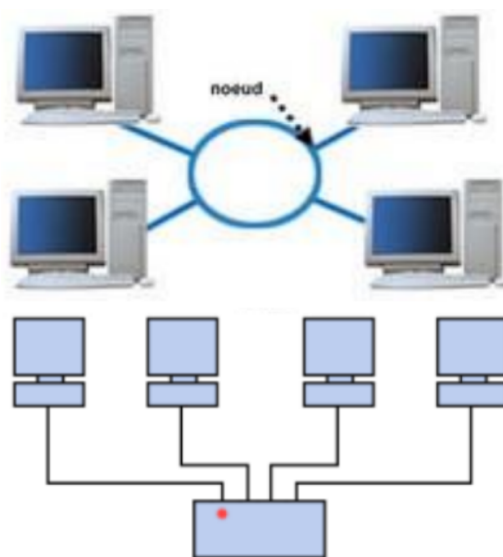


Le bus, un segment central où circulent les informations, s'étend sur toute la longueur du réseau, et les machines viennent s'y accrocher. Lorsqu'une station émet des données, elles circulent sur toute la longueur du bus et la station destinataire peut les récupérer. Une seule station peut émettre à la fois.

En bout de bus, un « bouchon » permet de supprimer définitivement les informations pour qu'une autre station puisse émettre.

L'avantage du bus réside dans la simplicité de sa mise en oeuvre. Par contre, en cas de rupture du bus, le réseau devient inutilisable. Notons également que le signal n'est jamais régénéré, ce qui limite la longueur des câbles.

2.3.2 Topologie en anneau



Développée par IBM, cette architecture est principalement utilisée par les réseaux Token Ring. Elle utilise la technique d'accès par « jeton ». Les informations circulent de station en station, en suivant l'anneau. Un jeton circule autour de l'anneau. La station qui a le jeton émet des données qui font le tour de l'anneau. Lorsque les données reviennent, la station qui les a envoyées les élimine du réseau et passe le jeton à son voisin, et ainsi de suite... Cette topologie permet d'avoir un débit proche de 90% de la bande passante. De plus, le signal qui circule est régénéré par chaque station.

En réalité les ordinateurs d'un réseau en anneau ne sont pas reliés en boucle, mais sont reliés à un répartiteur (appelé MAU, Multistation Access Unit) qui va gérer la communication entre les ordinateurs qui lui sont reliés en impartissant à chacun d'entre eux un temps de parole.

2.3.3 Topologie en étoile



C'est la topologie la plus courante. Toutes les stations sont reliées à un unique composant central : le concentrateur. Quand une station émet vers le concentrateur, celui-ci envoie les données à celle qui en est le destinataire (switch) ou à toutes les autres machines (hub).

Ce type de réseau est facile à mettre en place et à surveiller. La panne d'une station ne met pas en cause l'ensemble du réseau. Par contre, il faut plus de câbles que pour les autres topologies, et si le concentrateur tombe en panne, tout le réseau est hors d'état de fonctionner. De plus, le débit pratique est moins bon que pour les autres topologies.

3 Matériel pour un réseau

3.1 Le coupleur ou carte réseau

La carte réseau assure l'interface entre la machine dans laquelle elle est montée et un ensemble d'autres équipements connectés sur le même réseau. On trouve des cartes réseau dans les ordinateurs mais aussi dans certaines imprimantes, copieurs ... De plus en plus souvent, la carte réseau est intégrée à la carte mère de l'ordinateur. Pour connecter cette carte au réseau Ethernet, il suffit d'utiliser la prise de type RJ45 de la carte. Les cartes réseau sans fil ne possèdent évidemment pas de prise RJ45 mais une antenne ! Une carte réseau possède une adresse MAC, affectée par le constructeur de la carte, ce qui lui permet d'être identifiée de façon unique dans le monde parmi toutes les autres cartes réseau.



3.2 Le concentrateur (ou switch ou hub)

Le concentrateur est un appareil électronique qui permet de relier plusieurs ordinateurs entre eux (pour les réseaux de topologie en étoile). On distingue deux types de concentrateurs :

- le switch, qui envoie les données seulement vers l'ordinateur de destination ;
- le hub, qui envoie les données à toutes les machines. Ce type de concentrateur tend à disparaître.



3.3 La passerelle (ou routeur)

Une passerelle ou routeur est un dispositif qui permet de relier deux réseaux informatiques comme par exemple un réseau local et Internet. Ainsi, plusieurs ordinateurs ou l'ensemble du réseau local peuvent accéder à Internet par l'intermédiaire de la passerelle. Le plus souvent, elle sert également de firewall, et a un modem intégré. Il possède une adresse IP côté LAN (Local Area Network) et une autre adresse IP côté WAN (Wide Area Network ou réseau distant).



3.4 Le modem

Le modem est un appareil qui permet d'adapter les signaux électriques entre le routeur et le support physique extérieur pour la connexion à un réseau externe (ligne téléphonique).



3.5 Le firewall

Un firewall (pare-feu), est un système permettant de protéger un ordinateur ou un réseau d'ordinateurs des intrusions provenant d'un réseau tiers (notamment internet). Le pare-feu est un système permettant de filtrer les paquets de données échangés avec le réseau, il s'agit ainsi d'une passerelle filtrante comportant au minimum les interfaces réseau suivante :



- une interface pour le réseau à protéger (réseau interne) ;
- une interface pour le réseau externe.

Le système firewall est un système logiciel. Souvent intégré au routeur, il repose cependant parfois sur un matériel réseau dédié.

3.6 Le serveur

Dans un réseau informatique, un serveur est à la fois un ensemble de logiciels et l'ordinateur les hébergeant. Son rôle est de répondre de manière automatique à des demandes envoyées par des clients ordinateur et logiciel - via le réseau.



Les principales utilisations d'un serveur sont :

- le serveur de fichiers (anglais file server) est utilisé pour le stockage et le partage de fichiers. Les fichiers placés dans les mémoires de masse du serveur peuvent être manipulés simultanément par plusieurs clients ;
- le serveur d'impression est utilisé comme intermédiaire entre un ensemble de clients et un ensemble d'imprimantes. Chaque client peut envoyer des documents à imprimer aux imprimantes reliées au serveur ;
- le serveur de base de données est utilisé pour stocker et manipuler des données contenues dans une ou plusieurs bases de données et partagées entre plusieurs clients ;
- le serveur de courrier est utilisé pour stocker et transmettre du courrier électronique ;
- le serveur web stocke et manipule les pages d'un site Web et les transmet sur demande au client ;
- le serveur mandataire (anglais proxy) reçoit des demandes, les contrôle, puis les transmet à d'autres serveurs. Il peut être utilisé pour accélérer le traitement des demandes (mémoire cache), ou faire appliquer des réglages de filtrage.

3.7 Dispositif d'alimentation sans interruption (onduleur)

Il est constitué de la mise en cascade d'un montage redresseur, d'un dispositif de stockage de l'énergie (batterie d'accumulateurs) et d'un onduleur fonctionnant à fréquence fixe.

Le terme onduleur est fréquemment utilisé pour désigner ce type d'alimentation. Un onduleur permet de fournir au serveur une alimentation électrique stable et dépourvue de coupure ou de micro-coupure, quoi qu'il se produise sur le réseau électrique.

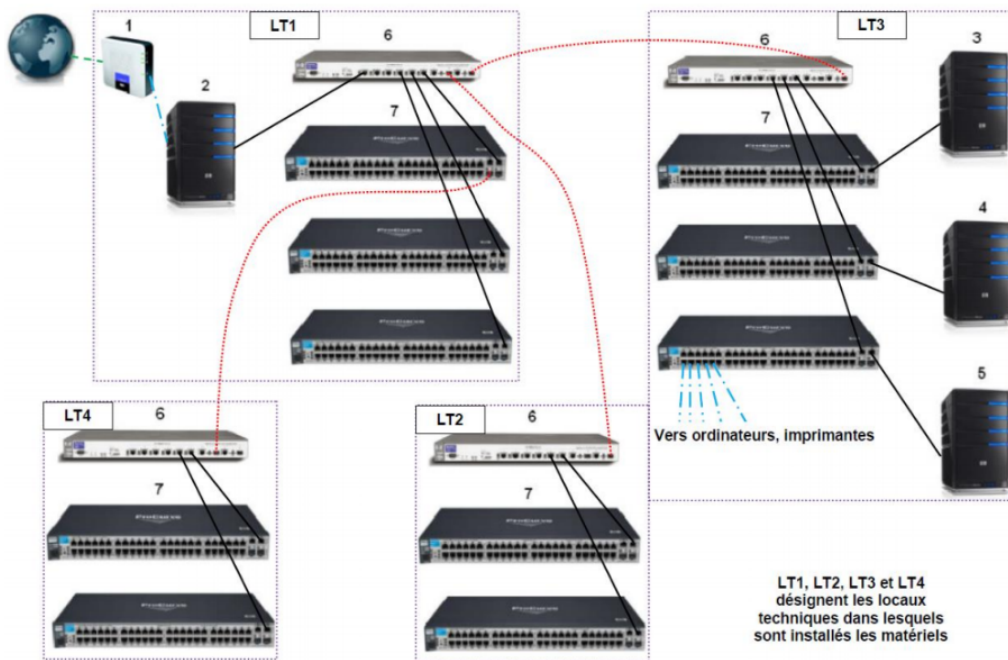


3.8 Application au réseau d'un lycée

Application : Le synoptique donné en première page (et rappelée ci-contre) présente l'organisation matérielle du réseau pédagogique d'un lycée. Les quelques 400 machines (ordinateurs et imprimantes) qui y sont connectées ne sont pas représentées.



Indiquer la topologie du réseau local d'un lycée. Identifier les éléments matériels du réseau, ainsi que les supports de communication utilisés.



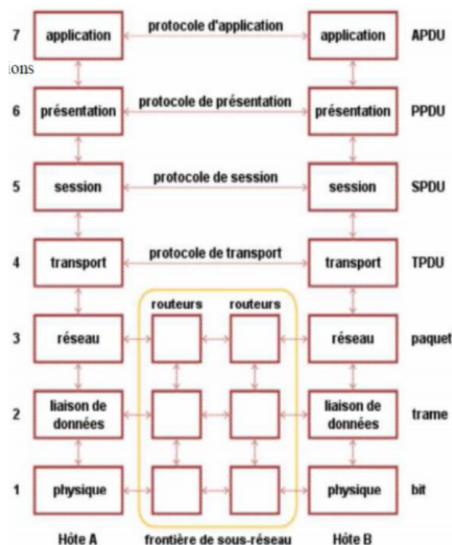
4 Protocole de communication pour les réseaux

Un protocole de communication est un ensemble de règles et de procédures à respecter pour émettre et recevoir des données sur un réseau.

4.1 Le modèle OSI : Open Systems Interconnection

Le modèle OSI est un modèle de protocole dont d'inspirent bon nombre de protocoles existants.

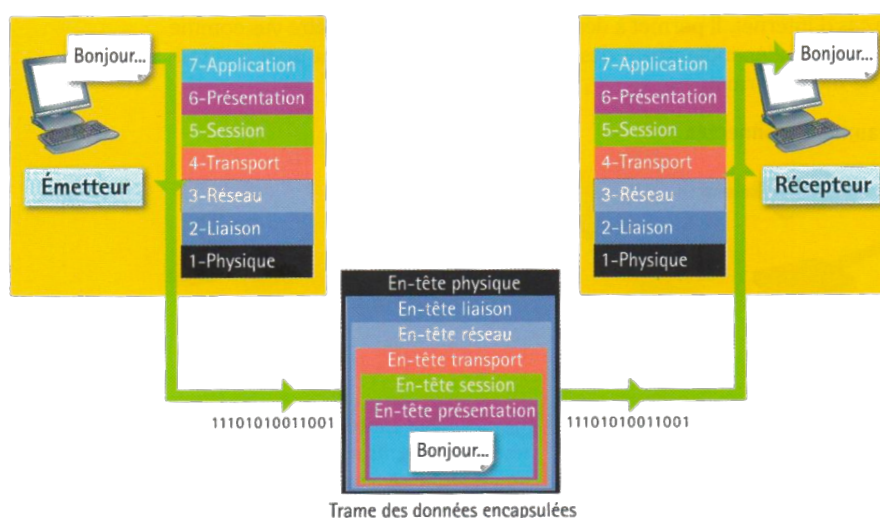
4.1.1 Les 7 couches du modèle OSI



- La couche physique définit la façon dont les données sont physiquement converties en signaux numériques sur le média de communication (impulsions électriques, modulation de la lumière, etc.).
- La couche liaison données définit l'interface avec la carte réseau et le partage du média de transmission.
- La couche réseau permet de gérer l'adressage et le routage des données, c'est-à-dire leur acheminement via le réseau.
- La couche transport est chargée du transport des données, de leur découpage en paquets et de la gestion des éventuelles erreurs de transmission.
- La couche session définit l'ouverture et la destruction des sessions de communication entre les machines du réseau.
- La couche présentation définit le format des données manipulées par le niveau applicatif (leur représentation, éventuellement leur compression et leur chiffrement) indépendamment du système.
- La couche application assure l'interface avec les applications. Il s'agit donc du niveau le plus proche des utilisateurs, géré directement par les logiciels.

4.1.2 La transmission de données dans le domaine OSI

La figure ci-dessous montre un exemple de la façon dont les données peuvent être transmises selon le modèle OSI.



L'émetteur veut envoyer des données au récepteur. Il donne les données à la couche application, qui attache alors l'en-tête d'application Application Header : AH (qui peut être nul), à l'avant de lui et donne le résultat à la couche présentation.

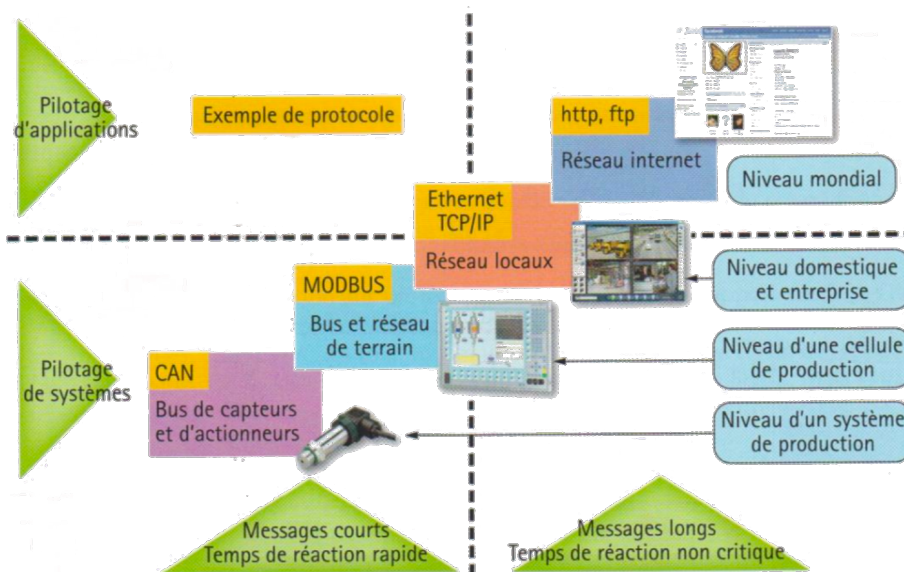
La couche présentation peut transformer la présentation de cette donnée, et elle peut ajouter un en-tête à l'avant et donner le résultat à la couche session.

Ce processus est répété jusqu'à ce que les données atteignent la couche physique, où elles sont transmises réellement à la machine de réception. Sur cette machine les divers en-têtes sont décollés un par un pendant que le message propage vers le haut des couches jusqu'à ce qu'il arrive finalement à l'application. La vraie fonction de chaque couche dans le modèle OSI est de fournir des services à la couche au-dessus d'elle. Ce mécanisme d'ajout d'information est appelé encapsulation.

4.2 Les différents protocoles

Les principaux protocoles de communication sont définis sur le schéma ci-dessous :





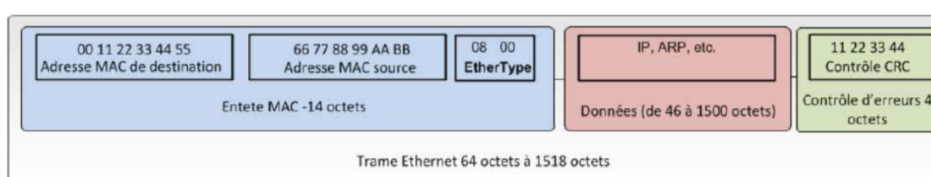
Les réseaux utilisant les protocoles CAN ou Modbus sont des réseaux à petite échelle (LAN). Un réseau utilisant le protocole Ethernet permet d'interconnecter à courtes distances des ordinateurs ou du matériel équipé d'une carte réseau. C'est un réseau local (échelle LAN).

Le réseau Internet permet d'échanger des informations à grande distance (échelle WAN), par l'intermédiaire par exemple d'une ligne téléphonique reliée à 'un routeur ADSL. Rappel : On peut relier un réseau ethernet à un réseau internet par une passerelle ou proxy. Sur Internet, de nombreux protocoles sont utilisés, ils font partie d'une suite de protocoles qui s'appelle TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol). Le modèle internet est basé sur la norme OSI simplifiée, seules 4 couches subsistent au sein desquelles seront regroupées les couches du modèle OSI. On utilise ce modèle depuis 1983 pour le transport des données sur un réseau :

Niveau 7	Application	Couche application	Application utilisateur pour accéder au réseau
Niveau 6	Présentation		
Niveau 5	Session		
Niveau 4	Transport	Couche transport	Fiabilisation du transport
Niveau 3	Réseau	Couche internet	Renseigner le type de communication
Niveau 2	Liaison	Couche réseau	Elaboration des premières trames
Niveau 1	Physique		

TCP/IP est basé sur le repérage de chaque ordinateur par une adresse appelée adresse IP qui permet d'acheminer les données à la bonne adresse. Chaque paquet transmis via le protocole IP contient dans son en-tête l'adresse de l'émetteur ainsi que l'adresse du destinataire. Cela permet aux machines du réseau de router les paquets jusqu'à destination. Le destinataire saura ainsi à qui renvoyer les données grâce à l'adresse de l'émetteur contenu dans les en-têtes des paquets envoyés.

Les adresses IP sont de niveau 3, et sont utiles pour la couche internet. Pour le niveau 2, on utilisera les adresses MAC des cartes réseaux pour identifier l'émetteur et le récepteur. Voici une trame ethernet, par exemple :



4.3 Adresse IP

Chaque hôte, (noeud d'un réseau TCP/IP impliqué dans le réseau Internet) que ce soit une station de travail, un routeur ou un serveur, doit avoir une adresse IP unique. Cette adresse ne dépend pas du matériel utilisé pour relier les machines ensemble, c'est une adresse logique.

Cette adresse IP est fixée par l'administrateur du réseau ou attribuée automatiquement au démarrage grâce au protocole DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol).

L'adresse IP (IPv4) est formée de 4 octets (32 bits), compris entre 0 et 255 (sous forme décimale), séparés par des points.

Exemple :

Soit un ordinateur connecté à un réseau local. Son adresse est IP 192.168.127.254. Cette adresse s'écrit en binaire :

192								168								127								254							

4.3.1 Constitution d'une adresse IP

Une adresse IP est constituée de 2 parties : une partie fixe servant à identifier le réseau (net id) et une partie servant à identifier une machine (hôte) sur ce réseau (host id). Le nombre de bits affecté à chacune des deux parties dépend du masque de réseau.

4.3.2 Masque de réseau

Le masque de réseau permet de connaître le nombre de bits de l'identifiant réseau (net id). Un masque a la même longueur qu'une adresse IP (32 bits). Il s'agit d'une suite de 32 bits composée en binaire de N bits à 1 suivis de $(32 - N)$ bits à 0 où N désigne le nombre de bits du net id.

Exemple :

Le masque de réseau 255.255.255.0 s'écrit en binaire :

255								255								255								0							

Avec ce masque de réseau :

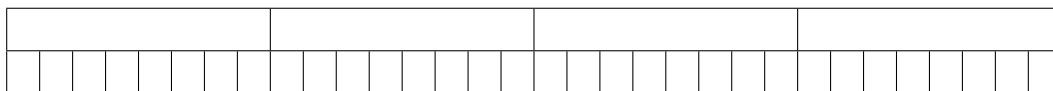
- Le nombre de bits de l'identifiant de réseau (net id) sera
- Le nombre de bits de l'identifiant des machines (host id) sera

4.3.3 Adresse du réseau

Chaque réseau IP a une adresse qui est celle obtenue en mettant tous les bits de l'host id à 0.

Exemple :

L'ordinateur dont l'adresse est IP 192.168.127.254 est connecté à un réseau local. Le masque de ce réseau est 255.255.255.0. Dans cet exemple, l'adresse du réseau (en binaire et en décimal) est :

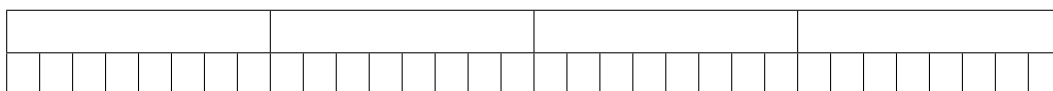


4.3.4 Adresse de diffusion (Broadcast)

Cette adresse permet à une machine d'envoyer des données à toutes les machines d'un réseau. Cette adresse est celle obtenue en mettant tous les bits de l'host id à 1.

Exemple :

Pour l'exemple donné ci-dessus, l'adresse de diffusion (en binaire et en décimal) est :



4.3.5 Adresses privées ou publiques

Dans un réseau local chaque ordinateur possède une adresse IP unique permettant aux machines de communiquer entre eux. L'adresse IP de chacune des machines connectées au réseau local sera choisie dans des plages d'adressage prédéfinies appelées adresses privées. Ces adresses privées sont réservées à un usage local pour affecter une adresse IP aux ordinateurs d'un réseau local relié à internet sans risquer de créer des conflits d'adresses IP sur le réseau des réseaux.

Les plages d'adresses privées sont choisies entre les 3 classes suivantes suivant l'importance du réseau :

- Classe A de 10.0.0.0 à 10.255.255.255
- Classe B de 172.16.0.0 à 172.31.255.255
- Classe C de 192.168.0.0 à 192.168.255.255

Classe	Nombre de réseaux possibles	Nombre de machines adressables	Adresse IP
A	1	16777214	00001010 $XXXXXXXX$ $XXXXXXXX$ $XXXXXXXX$ ID réseau ID machine De 10.0.0.1 à 10.255.255.254
B	16	65534	10101100 $0001XXXX$ $XXXXXXXX$ $XXXXXXXX$ ID réseau ID machine de 172.16.0.1 à 172.31.255.254
C	256	254	11000000 10101000 $XXXXXXXX$ $XXXXXXXX$ ID réseau ID machine de 192.168.0.1 à 192.168.255.254

Exemple :

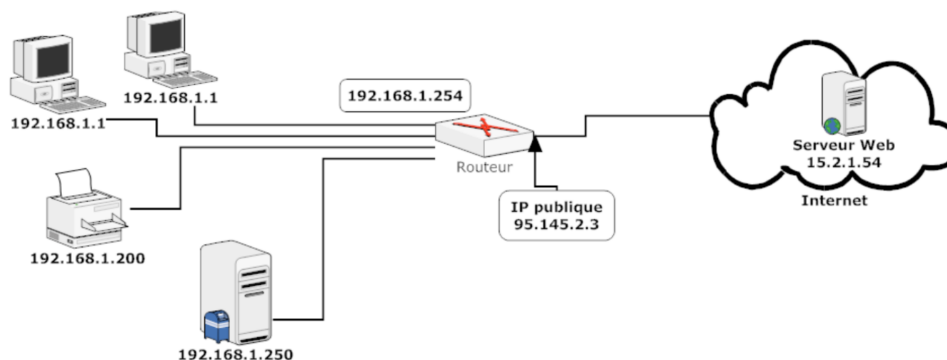
Calcul du nombre de machines adressables selon la classe de l'adresse :

- classe A, HostID de 3 octets, on peut adresser $(256 * 256 * 256) - 2$ machines, soit 16777214 .
- classe B, HostID de 2 octets, on peut adresser $(256*256) - 2$ soit 65534 machines.
- classe C, HostID d'un octet : $256 - 2$, soit 254 machines.



Le schéma ci-dessous représente un réseau local relié à Internet par un routeur. Ce routeur possède deux adresses IP :

- Une IP publique, achetée ou fournie par le FAI. Elle est unique dans le monde.
- Une IP privée, librement paramétrée par l'administrateur du réseau local, et utilisée que localement.



Un modem-routeur connecté à Internet possède donc une IP privée (coté LAN) et un IP publique (côté WAN).

4.3.6 Adresse IP et nom de domaine

Les ordinateurs connectés à Internet qui hébergent les sites web, possèdent tous une adresse IP. Le Domain Name System (ou DNS, système de noms de domaine) est un service qui établit une correspondance entre une adresse IP et un nom de domaine. La résolution d'un nom de domaine par un serveur DNS permet de transformer une entrée de nom de domaine (comme fr.wikipedia.org.) en son adresse IP (91.198.174.2)

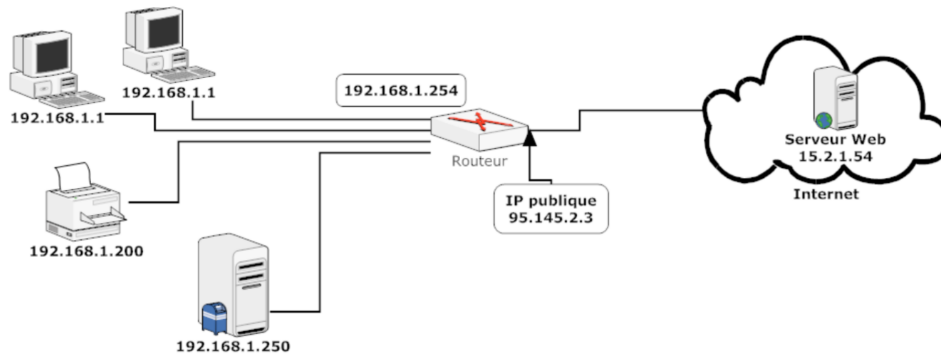
4.3.7 Adresse IP et adresse MAC

Le protocole ARP (Address Resolution Protocol) permet de lier l'adresse IP d'un ordinateur à son adresse MAC.

Dans un LAN les informations circulent sous forme de trames encapsulées. A chaque trame doit correspondre son adresse MAC de destination qui est la seule capable d'identifier de manière univoque le destinataire du message.

Chaque ordinateur garde en RAM une table ARP (tableau ARP ou cache ARP) à 2 entrées : une adresse IP et une adresse MAC, la relation entre ces 2 valeurs s'appelle une mise en correspondance : si on rentre par l'adresse IP on ressort avec l'adresse MAC. Le tableau ARP gardé en RAM conserve tout le mappage (adresses IP et MAC) de l'ensemble des périphériques du LAN auquel appartient l'ordinateur concerné. L'adresse d'une carte réseau correspond à l'adresse MAC d'un poste et d'un seul. Or les postes sont généralement regroupés sur des réseaux différents.

Supposons que deux réseaux sont interconnectés par un routeur et qu'un poste A situé sur le premier réseau veuille communiquer avec un poste B situé sur le second réseau. Pourquoi et comment identifier le réseau auquel appartient le poste ? Pour permettre à 2 postes qui ne sont pas connectés au même réseau de communiquer, cela est impossible avec une adresse MAC (niveau 2 sur le modèle OSI). Il faut une adresse de niveau supérieur, c'est le rôle de l'adresse IP (Internet Protocol)(niveau 3 sur le modèle OSI).



4.4 Application : Compréhension de l'adressage IP du réseau d'un lycée

Les ordinateurs d'un lycée sont connectés au réseau local décrit en page 1 . Un des ordinateurs de la salle 105 possède l'adresse IP 172.16.105.3. Le masque de réseau est 255.255.0.0.

- Q1 Ecrire en binaire l'adresse IP de l'ordinateur
- Q2 Ecrire en binaire le masque de réseau
- Q3 Combien de bits sont utilisés pour l'identifiant réseau (net id)
- Q4 Déterminer l'identifiant de réseau
- Q5 Quelle est l'adresse du réseau local
- Q6 Quelle est l'adresse de diffusion générale (broadcast)
- Q7 Indiquer la plus petite et la plus grande des adresses attribuables à une machine de ce réseau (la plus petite et la plus grande adresse)
- Q8 Déterminer le nombre d'adresses différentes qui peuvent être attribuées aux machines du réseau local