



TÉLÉINFORMATIQUE

OBJECTIF PÉDAGOGIQUE

A la fin de cette matière, le stagiaire doit être capable d'étudier les principes de la téléinformatique.

LEÇON N°01 : L'INTÉRÊT DE LA TÉLÉINFORMATIQUE

LEÇON N°02 : LES DIFFÉRENTS MODES DE TRANSMISSION ET SYSTÈMES DE
TÉLÉINFORMATIQUE

LEÇON N°03 : LES MODÈLES DE TRANSMISSION DES DONNÉES

LEÇON N°04 : LA LIAISON DES DONNÉES

LEÇON N°01 : L'INTÉRÊT DE LA TÉLÉINFORMATIQUE

OBJECTIF PÉDAGOGIQUE

À la fin de cette leçon, le stagiaire doit être capable d'expliquer l'intérêt de la téléinformatique.

PLAN DE LA LEÇON :

I- L'INTÉRÊT DE LA TÉLÉINFORMATIQUE

- 1- Définition et concept de la téléinformatique
- 2- Historique
- 3- Intérêt de la téléinformatique
- 4- La liaison de transmission des données
- 5- Application téléinformatique

EXERCICES D'APPLICATION

CORRECTION DES EXERCICES

I- L'INTÉRÊT DE LA TÉLÉINFORMATIQUE :

1-Définition de la téléinformatique :

La téléinformatique est le traitement et la transmission de l'information à distance. En effet, le terme TELE veut dire distance et INFORMATIQUE signifie le traitement de l'information. Ainsi, la téléinformatique veut dire essentiellement la transmission à distance de l'information sous forme numérique.

Donc la téléinformatique est la science des méthodes, des techniques, des équipements permettant l'échange d'informations numériques entre plusieurs systèmes informatiques.

2- Historique :

Les premiers systèmes avaient tous pour but de transmettre des messages constitués de lettres ou de chiffres codés. Parmi ces applications, on peut citer :

- **En 1844 (le télégraphe) :** Samuel Morse artiste et inventeur américain teste une ligne entre Washington et Baltimore avec un code de traits et de points qui porte son nom.
- **En 1875 : (le télégraphe)** à l'impression de Emile Baudot fut le premier à utiliser un clavier de type machine à écrire, plus important, ce télégraphe n'utilisait pas le morse. Le code à cinq niveaux de Baudot envoyait dans le câble cinq impulsions pour chaque caractère transmis.
- **En 1876 (le téléphone) :** Alexander Graham Bell (Boston) fait breveter un appareil qui reproduit la voix humaine, ce dernier résolu le problème de la transmission de la voix en changeant complètement le principe : au lieu d'utiliser des courants intermittents, Bell découvrit une manière de produire un courant électrique qui variait continûment avec les variations de la voix humaine et d'autres sons.
- **En 1899 :** Marconi réalisa une première liaison télégraphique par Onde hertzienne.
- **En 1930 et 1940 :** plusieurs procédés furent développés pour permettre la transmission de signaux télétype par l'intermédiaire de système radio employant les ondes courtes.
- **En 1970** apparition des premiers ordinateurs personnels avec tailles moyenne et grande. Ces ordinateurs ont d'abord été utilisés en tant que machines autonomes.
- **En 1980 :** apparition du fax, ou télécopieur, et les télétypes radio qui ont été supplanté par les liaisons satellite.
- **Les années 80 :** Informatique personnelle et mise en œuvre des réseaux locaux
- **Les années 90 :** Applications de l'INTERNET... Mobiles

3- Intérêts de la téléinformatique :

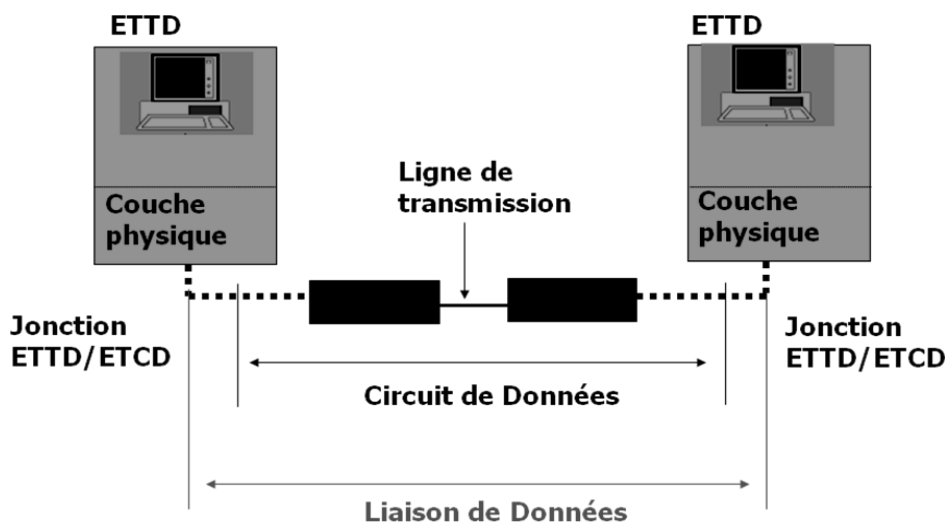
Les intérêts de la téléinformatique sont nombreux. Nous pouvons citer :

- La rapidité de transmission,
- Utilisation pour différents types d'information,
- La transmission sur de longues distances,
- La possibilité de travailler avec plusieurs groupes et de partager les informations pratiquement en temps réel et simultanément.
- La possibilité de rendre l'information transmise secrète (confidentialité).
- D'utiliser des canaux de transmission existants (téléphonie, ou radiofréquence, etc.),

4- La liaison de transmission des données :

La liaison de transmission de données est le moyen de relier un endroit à un autre en permettant la transmission et la réception de données. Ca peut être également un ensemble composé de deux terminaux informatiques (ETTD) et des données reliant un ensemble circuit (ligne de transmission).

Cela est commandé par un protocole de communication permettant aux données d'être transférés à partir d'un point d'émission de données.



Constituant de base d'une liaison de données

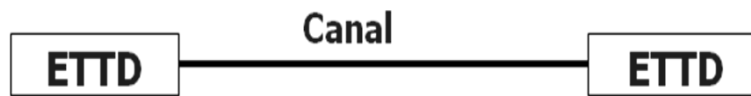
Les Equipements Terminaux de Traitement de Données comme par exemple les ordinateurs, les terminaux ou tout autres sources (Emetteur) de données numériques sont appelés communément ETTD (Équipement Terminal de Traitement de Données, appelés aussi DTE (Data Terminal Equipment)). Ils communiquent entre eux au travers d'un circuit de données qui se compose d'Equipements de terminaison de Circuit de Données (ou ETCD).

Les exemples des ETCD (Équipement Terminal de Circuit de Données, ou DCE (Data Communication Equipment)) sont les modems et les lignes spécialisées. L'ensemble des fonctions nécessaires à la gestion du circuit de données par chaque ETTD constitue la couche physique de l'ETTD. Cette gestion s'effectue au travers des jonctions ou interfaces ETTD/ETCD.

Un ETCD est caractérisé par son débit (nombre de bits/secondes), le mode de transmission (synchrone ou asynchrone), le type de ligne de transmission, le mode d'exploitation du circuit

(simplex, duplex...etc.), le procédé de codage, la rapidité de modulation (en bauds) et le type d'interface avec l'ETTD.

Si nous voulons utiliser deux ETTD (exemple deux ordinateurs) respectivement comme un émetteur et un récepteur afin d'assurer un système de transmission de données. Ainsi, ces deux ETTD doivent être reliés entre eux par un canal.



Le canal n'est autre qu'un support (conducteurs électriques, fibres optiques, espace hertzien ...etc.) ou l'information sous diverses formes (électrique, lumineuse, électromagnétique ...etc.) pourra se transmettre entre l'émetteur et le récepteur.

5- Application téléinformatique :

5.1- Saisie de données :

C'est la fonction qui précède toutes les autres, puisque l'ordinateur avant de pouvoir traiter les données, doit les acquérir. Elle se fait par des périphériques spécialisés pour constituer des fichiers qui contiendront, par exemple, tous les éléments nécessaires à l'élaboration des factures destinées aux clients d'une entreprise.

À l'origine, elle se faisait sous forme de cartes perforées, à partir des bordereaux de saisie, sur un clavier de machine à écrire. La saisie assistée a été une évolution importante : on utilise un terminal à écran de visualisation avec la mise en œuvre de grille toutes prêtes, qui permettent de guider l'opérateur sur les champs de données à compléter et de faire des contrôles numériques par exemple : cet ensemble d'écran est souvent géré par un mini-ordinateur spécialisé, qui stocke les données saisies sur une bande magnétique ou sur un disque. Ces données sont traitées ultérieurement par l'ordinateur. Cet ensemble est souvent appelé système multi clavier.

L'évolution dans ce domaine tend à rapprocher la saisie de l'endroit où l'information est émise, et cela pour deux raisons : diminuer les risques erreurs, et réduction des délais.

Dans ce type de saisie centralisée, qui implique des transmissions de données, on peut observer deux modes principaux de fonctionnement :

- **La saisie interactive (online) :** le clavier-écran de saisie est connecté directement à l'ordinateur, qui valide lui-même les données, et mis à jours directement ses fichiers et envoie les grilles. Le même terminal sert à consulter les données ou à demander des traitements, par exemple dans la gestion de commandes ou de stocks.
- **La saisie autonome (offline) :** le terminal a une unité de contrôle intelligente qui permet d'exécuter localement le programme d'aide à la saisie (grille et contrôle). Les données sont stockées sur un support de stockage (disquettes, cassette ou disque amovible..). Le support de stockage est envoyé ultérieurement à l'ordinateur pour traitement.
- **Traitement par lots**

Lié à la multiprogrammation, qui permet à un ordinateur d'exécuter en parallèle plusieurs programmes appartenant à des travaux différents. Ainsi, l'unité centrale exécute les instructions d'un deuxième programme pendant que le premier est en attente de la fin d'une entrée-sortie sur un périphérique. Afin de raccourcir les temps morts dus aux entrées-sorties

à partir de périphérique lents électromécaniques, on mémorise à l'avance sur disque les images des cartes de commandes et des données qui constituent les travaux des usagers (appelé lots entrants).

On mémorise également les images des lignes d'imprimante (lots sortants). Cela permet d'accélérer largement la partie exécution du programme et de réduire le temps d'occupation des ressources nécessaire à cette exécution, la lecture des données ou l'impression réelle étant faites par des programmes simples du système d'exploitation et occupe peu de ressources.

Ce type de fonctionnement est disponible localement à partir de la console du système et des périphériques attachés à l'ordinateur.

- **Temps partagé :**

Le temps partagé a été mis en place pour permettre à chaque usager sur sa console de disposer d'un mode de traitement interactif. L'utilisateur peut alors mettre au point, déclencher et utiliser ses programmes au moment où il désire, services que ne lui offre pas le traitement par lots. Le temps partagé est fondé sur le principe qu'un usager ne se rend pas compte de ses propres temps morts, très importants à l'échelle de l'électronique. Ceux là sont mis à profit par l'ordinateur, qui attribue sa puissance de calcul à d'autres utilisateurs. Il le fait par tranches de temps de dix millisecondes, toutes les secondes par exemple.

Un ensemble de données ou de programmes est associé à chaque utilisateur du système temps partagé connecté au réseau dans le cadre d'une session (temps durant lequel l'utilisateur est en relation avec l'ordinateur). Cet ensemble peut être mémorisé sur disque en mémoire centrale uniquement pendant les tranches de temps allouées à l'ordinateur.

L'utilisation principale de l'ordinateur est la préparation, la mise au point, puis l'utilisation de programmes. Les systèmes de temps partagé offrent, en général, toute une bibliothèque de programmes et de sous-programmes. Cela permet à l'utilisateur d'avoir des applications qui lui sont spécifiques, mais qui font appel à des sous-programmes à caractère général (par exemple : calcul de matrice en matrice scientifique ou calcul de taux d'intérêt en gestion). Un grand nombre de sociétés de services mettent ainsi à la disposition directe d'utilisateurs du temps machine ainsi que des bibliothèques de programmes.

- **Interrogation de la base de données :**

Ce type d'application a des analogies avec le précédent. C'est aussi un système de temps partagé, mais l'utilisateur est cette fois mis en relation avec un logiciel gérant une base de données. Ce logiciel offre un certain nombre de commandes permettant à l'utilisateur de faire des recherches suivant divers critères.

Les terminaux sont généralement du même type que dans les systèmes de temps partagé, mais des terminaux plus intelligents améliorant la saisie des critères de recherche ainsi que la présentation des résultats sont également utilisés ; c'est toutefois très lié aux possibilités du logiciel gérant la base de données.

- **Gestion des transactions :**

La gestion des transactions est un mode interactif entre un ordinateur et un opérateur utilisant un terminal clavier-écran.

Grâce à des messages de commande définis par l'application informatique, l'utilisateur sélectionne différents programmes qui permettent, par exemple, de consulter un fichier, d'extraire certains des articles, d'effectuer des traitements sur les données et d'en afficher

les résultats. Ce travail peut se faire en plusieurs étapes, l'ordinateur demandant des informations complémentaires à l'opérateur de façon interactive. L'ensemble de ces différentes étapes constitue une transaction.

L'intérêt de cette méthode est l'interaction en temps réel, Ce type de traitement connaît un plus grand développement actuellement. Il est utilisé dans de très nombreux secteurs comme l'industrie, les banques et les assurances.

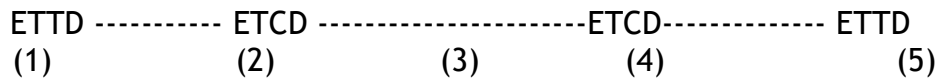
EXERCICES D'APPLICATION :

- 1- Quel est le rôle de la téléinformatique ?
- 2- Que signifient ETTD et ETCD ?
- 3- À quoi sert la jonction ETTD/ETCD ?
- 4- Quel est le type de câblage utilisé dans la transmission de données ?

CORRECTION DES EXERCICES :

1- La téléinformatique permet de l'échange d'informations numériques entre plusieurs systèmes informatiques.

2- Un ETTD est une machine par contre ETCD n'est que l'équipement spécifique chargé d'adapter les données à transmettre au support de communication donc on peut assimiler le schéma suivant:



(1) machine A qui émet

(2) équipement ETCD (modem) qui émet (3) support de transmission

(4) équipement ETCD (modem) qui reçoit

(5) machine B qui reçoit

Entre la machine A et B constitue ce que l'on appelle voie de données. On comprendra donc qu'un client ou serveur ne peut être qu'un ETTD.

3- La **jonction ETTD/ETCD** C'est l'interface entre le coupleur et l'adaptateur de ligne. Elle est spécifiée par plusieurs normes, parfois équivalentes, émanant d'organismes différents.

Par exemple, la norme RS232C définie par EIA (Electrical Industrie Association) correspond à l'ensemble des trois normes suivantes :

- L'avis V24 pour l'interface logique (la partie fonctionnelle qui décrit des échanges entre ETTD et ETCD),
- L'avis V28 pour l'interface électrique (niveaux électriques permis)
- Et la norme ISO 2110 pour la partie mécanique (types de connecteurs).

La norme IEEE RS232C équivaut aux normes V24 et V28.

4- Il existe différent type de câblage :

- Le câble coaxial (en anglais *coaxial cable*) a longtemps été le câblage de prédilection, pour la simple raison qu'il est peu coûteux et facilement manipulable (poids, flexibilité, ...).
- La paire torsadée non blindée UTP obéit à la spécification 10BaseT. C'est le type de paire torsadée le plus utilisé et le plus répandu pour les réseaux locaux.
- La paire torsadée non blindée STP (*Shielded Twisted Pair*) utilise une gaine de cuivre de meilleure qualité et plus protectrice que la gaine utilisée par le câble UTP. Il contient une enveloppe de protection entre les paires et autour des paires.
- Le câblage optique constitué de La fibre optique est particulièrement adapté à la liaison car elle permet des connexions sur des longues distances (de quelques kilomètres à 60 km dans le cas de fibre monomode) sans nécessiter de mise à la masse.

LEÇON N°02 : LES DIFFÉRENTS MODES DE TRANSMISSION ET SYSTÈMES DE TÉLÉINFORMATIQUE

OBJECTIF PÉDAGOGIQUE

À l'issue de cette leçon, vous serez capable d'identifier les informations à échanger et les différents systèmes de téléinformatique.

PLAN DE LA LEÇON :

INTRODUCTION

I- ÉTUDE DE L'INFORMATION À ÉCHANGE

- 1-Introduction : Nature de l'information
- 2-Codage des informations
- 3-Contrôle des erreurs de transmission
- 4-Modes de transmission

II- LES DIFFÉRENTS SYSTÈMES DE TÉLÉINFORMATIQUE

- 1-Système REMOTE BATCHE
- 2-Système TIME SHARING
- 3-Système TEMPS REEL (REEL TIME)

INTRODUCTION :

Pourquoi coder ?

Lorsque l'informatique se développa, il était nécessaire de constituer un codage adapté.

La communication nécessite la compréhension entre les deux entités communicantes. L'émetteur envoie de l'information au récepteur qui doit savoir l'interpréter pour la comprendre. Ainsi, le codage de l'information est la première étape de toute communication.

I- ÉTUDE DE L'INFORMATION À ÉCHANGÉ :

L'être humain mit en place des langages et créa l'écrit. Au début, l'écrit consistait essentiellement dans des dessins puis vint un alphabet plus simple à utiliser qui offrait de multiples combinaisons pour une plus grande richesse de l'expression. En réalité, les caractères de l'écrit ne sont que des symboles interprétables. L'écrit se développa et la communication par la voie écrite fut institutionnalisée en France par la création de la poste royale en 1464 par Louis XI.

1- Introduction : Nature de l'information:

En effet, la machine ne comprend que des éléments binaires (bits) : 0 et 1. Le codage consistera à combiner plusieurs bits. Ainsi, une dissociation allait se faire entre l'information et le signal généré.

Le codage de l'information s'effectue en deux étapes :

- Codage sous forme binaire (ASCII, EBCDIC, DCB...) ;
- Codage de l'élément binaire par un état physique (tension, fréquence...).

Dans le cas où deux équipements veulent communiquer en utilisant des codes différents, il est nécessaire de disposer alors de fonctions de transcodage.

2- Codage des informations :

Avec le temps et pour des raisons de compréhension humaine, nous avons développé d'autres systèmes de numérotation. Ces systèmes de numérotation font partie de la famille des systèmes de codage.

Dans cette section nous apprendrons le système de codage DCB, le Code EBCDIC, le code BAUDOT, ainsi que le code ASCII.

• DCB : Décimal Codé Binaire :

Le code DCB ressemble beaucoup au système hexadécimal. Comme celui-ci, il se compose de séries de 4 chiffres binaires.

La différence réside dans le nombre de chiffres représentés. Dans le DCB il n'y a que dix chiffres (0 à 9).

<u>Équivalent décimal-DCB</u>	
Décimal	DCB
0	0000
1	0001
2	0010
3	0011
4	0100
5	0101
6	0110
7	0111
8	1000
9	1001

- **Conversion de décimal à DCB :**

Pour convertir un nombre décimal en code DCB il suffit de chercher l'équivalent de chaque chiffre dans le tableau.

9 6 2
 ↓ ↓ ↓
1001 0110 0010

Donc $(962)_{10} = (1001\ 0110\ 0010)_{DCB}$

Au premier coup d'œil, on pourrait confondre le code DCB avec le binaire pur. Toutefois il faut faire très attention car le résultat n'est pas le même.

Si vous regardez bien l'exemple, vous pouvez constater que le nombre écrit en Code DCB et celui écrit en Binaire pure sont identiques. Toutefois, la conversion décimale n'est pas la même.

Code DCB	Binaire pure
<u>1001</u> <u>0110</u> <u>0001</u> ↓ ↓ ↓ 9 6 1	1001 0110 0001 $(1 \times 2^{exp11}) + (1 \times 2^{exp7}) + (1 \times 2^{exp6}) + (1 \times 2^{exp5}) + (1 \times 2^{exp0}) =$ 2048 + 256 + 64 + 32 + 1 = <u>(2401)₁₀</u>

Donc $(100101100001)_{DCB} = (961)_{10}$

- **ASCII (American Standard Code for Information Interchange) :**

L'apparition de l'informatique et la nécessité de disposer de codes plus riches et plus fonctionnels va mettre en évidence les limitations des codes précédents et va donner naissance à des codes contenant plus de bits. En 1963, un code à 7 bits va être développé aux Etats-Unis par l'ANSI. Ce code est connu sous le nom d'ASCII ou Alphabet International n° 5 ou Code CCITT n° 5 ou ISO 646.

Avec 7 bits, le code ASCII permet la représentation des lettres (majuscules et minuscules), des chiffres, de différents symboles (nationaux,...) et des caractères de commandes. C'est un code réellement conçu pour l'échange de données et la gestion de la communication.

Le codage des lettres et des chiffres facilite le tri et le passage de majuscule aux minuscules (et vice versa).

Des caractères ont été prévus pour :

- Les commandes de mise en page (Retour Chariot, Nouvelle Ligne...);
- Les commandes de périphériques (Device Control 1 à 4);
- Les commandes de communication et de gestion de la liaison (ACK, NAK...);

Enfin, pour munir ce code de mécanisme de détection d'erreur, un bit a été rajouté permettant ce contrôle. Ce bit est appelé bit de **parité** en raison du mécanisme mis en œuvre. C'est donc un code sur 8 bits (7+1).

Le jeu de caractères ASCII a trouvé ses limites lorsqu'on a voulu coder des symboles graphiques supplémentaires. C'est pourquoi, il fut étendu avec la norme ISO 4873.

L'usage du code ASCII (7+1) dans des protocoles de transmission pose un problème lors des transmissions de données codées ASCII 8 bits ou lors des transmissions de données non ASCII.

Exemple : Voici une petite partie du tableau ASCII

Décimal	Octal	Hex	Binaire	Caractère
000	000	00	00000000	NUL (Null char.)
001	001	01	00000001	SOH (Start of Header)
002	002	02	00000010	STX (Start of Text)
003	003	03	00000011	ETX (End of Text)
004	004	04	00000100	EOT (End of
005	005	05	00000101	Transmission)
006	006	06	00000110	ENQ (Enquiry)
007	007	07	00000111	ACK (Acknowledgment)
008	010	08	00001000	BEL (Bell)
009	011	09	00001001	BS (Backspace)
010	012	0A	00001010	HT (Horizontal Tab)
011	013	0B	00001011	LF (Line Feed)
012	014	0C	00001100	VT (Vertical Tab)
013	015	0D	00001101	FF (Form Feed)
				CR (Carriage Return)

• EBCDIC (Extended Binary Coded Decimal Interchange Code) :

Est un mode de codage des caractères sur 8 bits créé par IBM à l'époque des cartes perforées. Il existe au moins 6 versions différentes bien documentées (et de nombreuses variantes parfois créées par des concurrents d'IBM), incompatibles entre elles. Ce mode de codage a été critiqué pour cette raison, mais aussi parce que certains caractères de ponctuation ne sont pas disponibles dans certaines versions. Ces disparités ont parfois été interprétées comme un moyen pour IBM de conserver ses clients captifs.

EBCDIC est encore utilisé dans les systèmes AS/400 d'IBM ainsi que sur les mainframes sous MVS, VM ou DOS/VSE.

Le succès des normes de communication entre systèmes hétérogènes (notamment TCP/IP et l'Internet, ainsi que les systèmes de cryptographie pour la transmission sécurisée et moins coûteuse via des réseaux publics) a mis fin à l'intérêt de l'EBCDIC pour tout nouveau développement, et les nombreuses versions nationales de l'EBCDIC ont également de moins en moins d'intérêt depuis l'apparition de l'UTF-EBCDIC.

• BAUDOT :

Le code Baudot est dans l'histoire un des premiers codes binaires utilisé grâce à une machine. Il est aussi appelé code télégraphique ou Alphabet International (AI) n°2 ou code CCITT n°2.

C'est un code binaire, c'est-à-dire que chaque caractère que l'on souhaite est codé par une combinaison de 0 et de 1. Le code ne prévoit que 5 bits pour coder chaque caractère, donc il n'existe que $2^5 = 32$ combinaisons. Or si on désire coder les lettres et les chiffres, il n'y a pas assez de combinaisons. C'est pourquoi le code Baudot contient deux jeux de caractères appelés Lettres (Lower Case) et Chiffres (Upper Case). En fait, l'ensemble Chiffres contient aussi d'autres symboles (ponctuation, &, #...). Deux caractères Inversion Lettres (code 31) et Inversion Chiffres (code 27) permettent de commuter entre les deux ensembles.

Évidemment, l'inconvénient réside dans des commutations fréquentes. D'autre part, ce code, bien qu'il soit plus riche que le code morse, ne traite pas les minuscules et certains symboles.

Le code Baudot est utilisé dans le réseau Télec. Il est également mis en œuvre dans certaines versions du radio télétype.

3- Le contrôle des erreurs (Error control) :

Le codage binaire est très pratique pour une utilisation dans des appareils électroniques tels qu'un ordinateur, dans lesquels l'information peut être codée grâce à la présence ou non d'un signal électrique.

Cependant, le signal électrique peut subir des perturbations (distorsion, présence de bruit), notamment lors du transport des données sur un long trajet. Ainsi, le contrôle de la validité des données est nécessaire pour certaines applications (professionnelles, bancaires, industrielles, confidentielles, relatives à la sécurité, ...).

C'est pourquoi il existe des mécanismes permettant de garantir un certain niveau d'intégrité des données, c'est-à-dire de fournir au destinataire une assurance que les données reçues sont bien similaires aux données émises. La protection contre les erreurs peut se faire de deux façons :

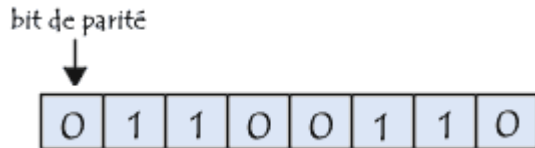
- Soit en fiabilisant le support de transmission, c'est-à-dire en se basant sur une protection physique. Une liaison conventionnelle a généralement un taux d'erreur compris entre 10^{-5} et 10^{-7} ;
- Soit en mettant en place des mécanismes logiques de détection et de correction des erreurs.

La plupart des systèmes de contrôle d'erreur au niveau logique sont basés sur un ajout d'information (on parle de « redondance ») permettant de vérifier la validité des données. On appelle somme de contrôle (En anglais checksum) cette information supplémentaire.

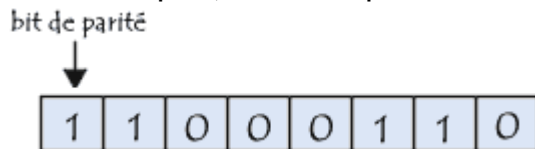
La correction d'erreurs :

Le contrôle de parité (Appelé parfois VRC, pour Vertical Redundancy Check ou Vertical Redundancy Checking) est un des systèmes de contrôle les plus simples. Il consiste à ajouter un bit supplémentaire (Appelé bit de parité) à un certain nombre de bits de données appelé **mot de code** (généralement **7 bits**, pour former un octet avec le bit de parité) dont la valeur (0 ou 1) est telle que le nombre total de bits à 1 soit pair. Pour être plus explicite il consiste à ajouter un 1 si le nombre de bits du mot de code est impair, 0 dans le cas contraire.

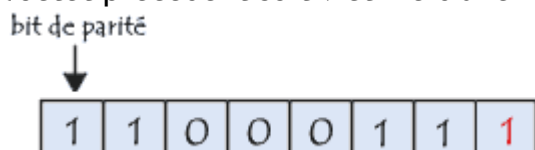
- Prenons l'exemple suivant :



- Dans cet exemple, le nombre de bits de données à 1 est pair, le bit de parité est donc positionné à 0. Dans l'exemple suivant, par contre, les bits de données étant en nombre impair, le bit de parité est à 1 :



- Imaginons désormais qu'après transmission le bit de poids faible (le bit situé à droite) de l'octet précédent soit victime d'une interférence :



- Le bit de parité ne correspond alors plus à la parité de l'octet: Une erreur est détectée.
- Toutefois, si deux bits (ou un nombre pair de bits) venaient à se modifier simultanément lors du transport de données, aucune erreur ne serait alors détectée...

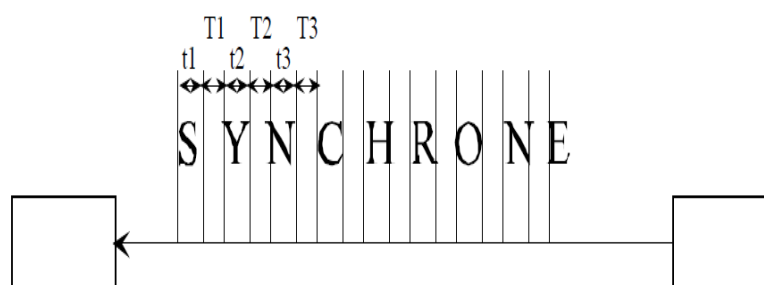


- Le système de contrôle de parité ne détectant que les erreurs en nombre impair, il ne permet donc de détecter que 50% des erreurs. Ce système de détection d'erreurs possède également l'inconvénient majeur de ne pas permettre de corriger les erreurs détectées (le seul moyen est d'exiger la retransmission de l'octet erroné...).

4- Modes de transmission :

4.1 - Transmission Synchrone :

Lors d'une transmission synchrone, le signal d'horloge de l'émetteur est transmis sur la ligne au récepteur ou reconstitué par ce dernier, ce qui évite une nouvelle synchronisation en réception et garantit des instants d'échantillonnage en phase quelle que soit la position relative du bit dans la séquence.



Le mode asynchrone est orienté pour une transmission par caractères, ceux-ci peuvent être émis à tout moment, la synchronisation à la réception se faisant pour chacun d'eux.

4.3- Transmission Asynchrone synchronisé : (Trame asynchrone)

Il n'y a pas de référentiel temporel permanent entre l'émetteur et le récepteur, il faut donc que l'émetteur envoie un signal de début de bloc pour indiquer au récepteur le moment où les données pourront être prélevées.

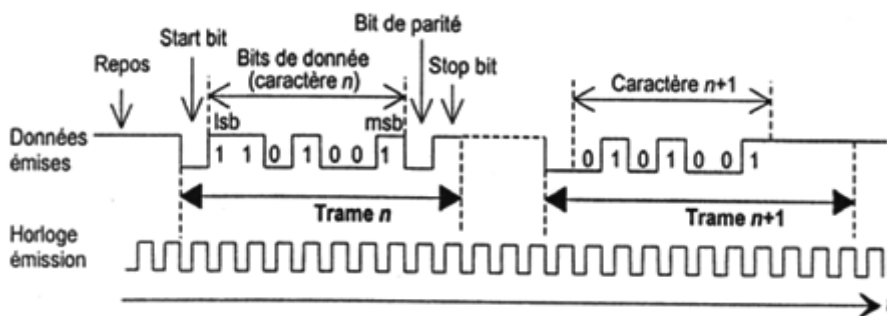
Un caractère émis sur la ligne est donc précédé d'un bit de départ (Start bit) correspondant à l'état actif (space) et à un niveau logique bas ; cette transition haut-bas va indiquer au récepteur qu'un caractère est émis et va permettre sa synchronisation. La fin de l'émission d'un caractère est indiquée par un ou plusieurs bits d'arrêt (stop bits) correspondant au niveau logique haut soit à l'état « repos » ce qui permet la distinction avec les bits de départ du caractère suivant. Cette structure est parfois nommée « START-stop ».

Un bit de parité, facultatif, est généré à l'émission et testé à la réception. Deux types de parité existent :

- Parité paire (**even**) : La parité est dite paire si le nombre de bits (bits de donnée et bit de parité compris) au niveau logique 1 est pair, le bit de parité est donc positionné dans l'émetteur en conséquence;
- Parité impaire (**odd**) : La parité est dite impaire pour un nombre impair de bits à 1. Le contrôle à la réception consiste à calculer la parité sur le caractère reçu et à la comparer à la valeur du bit transmis par l'émetteur. Il faut donc que le choix de la parité soit le même à l'émission et à la réception.

L'état de « repos » (mark) correspond au niveau logique haut (tension négative sur le câble).

La longueur du caractère qui dépend du codage utilisé (ASCII, EBCDIC, Télex...) est généralement de 7 ou 8 bits, un certain nombre de bits sont associés à chaque caractère pour former une trame. Entre l'émission de deux trames la ligne est au repos pour une durée quelconque.



Les horloges de l'émetteur et du récepteur auront la même fréquence.

À cause de la dérive des horloges, il n'est pas possible de transmettre de longues suites Binaires (la taille des blocs est de 10 bits maximum) en effet, la durée entre chaque bit étant constante et la synchronisation se faisant sur le bit de départ, le déphasage entre l'horloge de réception et les instants correspondant aux changements de bits est d'autant plus grand que ces derniers sont éloignés du bit de départ et que la fréquence de l'horloge de réception est éloignée de celle de l'horloge d'émission. Ceci limite d'une part, le nombre de bits par trame et d'autre part, les vitesses de transmission. Vitesses de transmission courantes (en bit/s) : 75 - 110 - 150 - 300 - 600 - 1200 - 2400 - 4800 - 9600 - 19200 - 28800 - 56600.

Il est à remarquer que ces débits ne correspondent pas aux vitesses effectives de transmission des informations dans la mesure où chaque caractère est encadré par plusieurs bits de contrôle (dans un codage ASCII sur 7 bits avec 1 bit de départ, 1 bit de parité et 1 bit de stop, 10 bits sont transmis pour 7 utiles).

II- LES DIFFÉRENTS SYSTÈMES DE TÉLÉINFORMATIQUE :

1- Système REMOTE BATCH :

Traitement par lot ou batch permet à l'utilisateur de lancer un travail en temps différé, éventuellement à distance (**remote batch**).

Les traitements par lots sont surtout utilisés pour des tâches automatisées, notamment pour la gestion des comptes sur le parc informatique d'une entreprise, d'une université... Les travaux lancés en lots n'utilisent que les cycles processeur non utilisés par les travaux interactifs. Les lots ont donc toujours une priorité d'exécution plus basse que les interactifs mais en revanche un temps d'exécution (**time slice**) plus élevé que les interactifs de façon à rester en mémoire principale le plus longtemps possible.

2- Système TIME SHARING :

Temps partagé (time sharing) permet à chaque utilisateur de travailler de façon interactive, ce qui veut dire que chaque utilisateur peut suivre le déroulement de ses travaux par l'intermédiaire de terminaux et dialoguer avec la machine, en ayant l'impression d'en être l'unique utilisateur. Plus précisément, soient $U_1, U_2, \dots$ les usagers du système.

L'ordinateur partageant ses ressources, soit à l'instant à partir duquel l'utilisateur U_i dispose du CPU durant l'intervalle de temps $d T$.

À l'instant ' T_n ', l'utilisateur U_n est pris en charge.

À l'instant T_{n+1} , U_1 est : Nouveau pris en charge puisque les n usagers ont été considérés. Le comportement du système est cyclique de période $n d T$. Si « $d T$ » est l'ordre de la milliseconde, alors les usagers seront pris en compte en n millisecondes ce qui leur donnera l'illusion de l'interactivité.

Tout ceci est possible car la période caractéristique d'un homme est de l'ordre de la seconde, alors que celle de l'ordinateur est de l'ordre de la nano seconde.

Télétraitement permet à un utilisateur parisien d'interroger par téléphone et par satellite un ordinateur à New York (utilisation de banques de données).

Multitâches (Multitasking). Le traitement multitâche permet d'exécuter simultanément plusieurs tâches différentes.

3- Système TEMPS REEL :

On parle d'un **système temps réel** lorsque ce système informatique contrôle (ou pilote) un procédé physique à une vitesse adaptée à l'évolution du procédé contrôlé.

Le traitement en temps réel assure le contrôle des opérations d'un système avec un délai de réaction très réduit (entre une micro et une milliseconde).

On peut citer l'exemple du contrôle par ordinateur de la gestion des arrivées et des départs des trains dans une gare (à la gare du Nord, aux heures de pointes, il y a trois trains qui arrivent et trois trains qui partent chaque minute. Le jeu est bien sûr d'éviter les collisions....).

QUESTIONS DE COURS :

- 1- Citer le but d'utiliser la transmission asynchrone ?
- 2- Citer les deux niveaux de la transmission asynchrone ?
- 3- Définir le mode de liaison d'une transmission synchrone ?
- 4- C'est quoi une trame ?
- 5- C'est quoi un bit de parité ? citer son rôle ?

RÉPONSES :

- 1- La fonction de synchronisation a pour but d'assurer que l'information est prélevée par le récepteur aux instants.
- 2- Les deux niveaux :
 - Niveau bit : À quel instant le bit est-il disponible sur la ligne ;
 - Niveau bloc : Instant de début et fin de bloc.
- 3- Le mode de liaison d'une transmission synchrone et la liaison point à point lorsque la voie de transmission relie deux stations.
- 4- Une trame est un paquet d'information véhiculé au travers d'un support physique.
- 5- Bit de parité désigne un élément de contrôle de la qualité d'une transmission. Il est obtenu par l'analyse d'un caractère, et peut être pair ou impair selon le nombre de bits pairs présents dans le caractère.

LEÇON N°03 : LES MODÈLES DE TRANSMISSION DES DONNÉES

OBJECTIF PÉDAGOGIQUE

À la fin de cette leçon, le stagiaire doit être capable de :

- Caractériser les types de modulation numérique d'un signal analogique.
- Identifier les différents types de transmission de données
- Identifier et caractériser les supports de transmission
- Citer le matériel de transmission de données
- Caractériser les fonctions de modem-terminal

PLAN DE LA LEÇON :

I- LES MODÈLES DE TRANSMISSION DES DONNÉES

INTRODUCTION

1-Notion du signal

II-LES TECHNIQUES DE TRANSMISSION

- 1-Transmission par modulation d'amplitude
- 2-Transmission par modulation de fréquence
- 3-Transmission par modulation de bande de base

III- LES TYPES DE TRANSMISSION

- 1-Simples
- 2-Half -duplex
- 3-Full-duplex
- 4-Voie de retour

IV- LES SUPPORTS DE TRANSMISSION

- 1-Les câbles à paires torsadées
- 2-Les câbles coaxiaux
- 3-Les câbles à fibre optique

V- CARACTÉRISTIQUES DES SUPPORTS DE TRANSMISSION

- 1-La bande passante
- 2-Le débit binaire
- 3-Le bruit
- 4-L'affaiblissement
- 5-Le déphasage (distorsion)

VI- MATÉRIELS DE TRANSMISSION

- 1-La normalisation des jonctions

I- LES MODÈLES DE TRANSMISSION DES DONNÉES :

INTRODUCTION

En transmission, l'un des problèmes est d'adapter le signal envoyé au support de transmission (le canal), on appelle ça la modulation du signal.

1- Notion du signal :

On appelle signal toute variable ou source d'information évoluant en fonction du temps. Lorsque l'amplitude d'un signal est connue ou peut être déterminé à chaque instant, le signal est dit déterministe. Dans le cas où seul une information de nature statistique, telle la probabilité d'avoir une amplitude donnée à un instant donnée, le signal est dit aléatoire. Dès qu'il s'agit de communication de données, le terme signal *analogique* et *numérique* revient constamment.

- a- **Signal Analogique** : Dans un signal analogique, tel que celui en usage pour la diffusion radio et TV, les informations voyagent circulent sous forme d'onde continûment variable. Comme le montre l'illustration suivante.

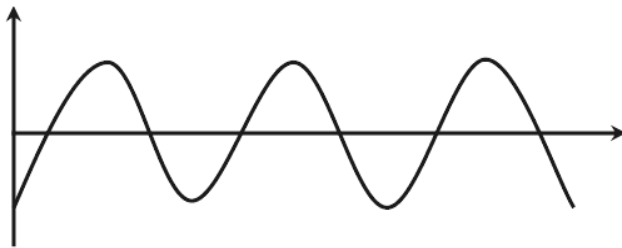


Figure 1.1 Exemple de signal analogique

Signal Numérique : le signal numérique est plus simple, dans la mesure où les informations circulent au moyen d'impulsions discrètes (Activation/Désactivation) sur un support de communication. Par exemple, du courant peut être envoyé sur le fil électrique pour transmettre un '1' binaire, et l'absence de courant équivaut à un '0' binaire. Un signal numérique ressemble à l'illustration suivante.

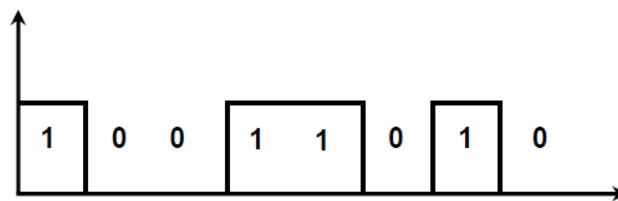


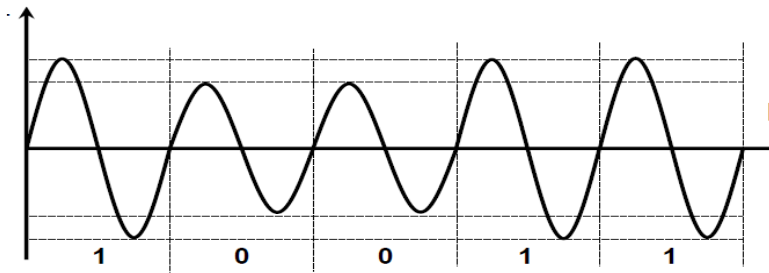
Figure 1.2 Exemple de signal numérique

II- LES TECHNIQUES DE TRANSMISSION :

1- Transmission par modulation d'amplitude :

La modulation d'amplitude est employée pour la radio AM (Amplitude Modulation) et peut l'être également pour les réseaux informatiques. Dans cette technique, l'amplitude de la porteuse est modifiée de manière à représenter et à coder les données : une amplitude élevée peut représenter un ' 1 ' binaire, et une amplitude basse un ' 0 ' binaire.

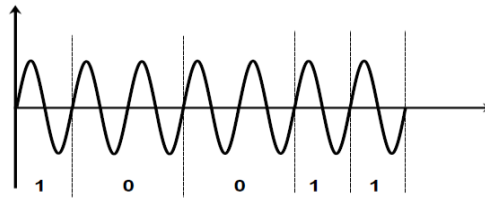
Exemple :



La modulation d'amplitude peut être sensible aux bruits et n'est pas très efficace pour les réseaux informatiques, mais elle est utilisée pour transmettre des données numériques sur fibre optique.

2- Transmission par modulation de fréquence :

La modulation de fréquence consiste à modifier la fréquence de la porteuse pour représenter les données. On associe une fréquence f_0 pour un ' 0 ' binaire et la fréquence f_1 pour un ' 1 ' binaire.

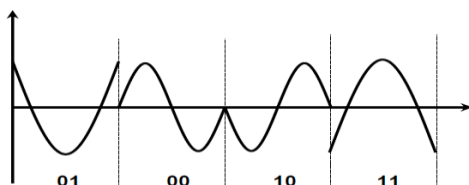


La figure montre un exemple de porteuse modulée en fréquence avec $f_1 = 2f_0$.

La modulation de fréquence n'est pas aussi parfaite aux erreurs que la modulation d'amplitude. Elle est couramment utilisée dans les transmissions radio (radio FM) et la télédiffusion.

3- Transmission par modulation de phase :

La modulation d'amplitude et de fréquence utilisent toutes les deux au moins une période complète de la porteuse pour coder un ' 0 ' ou un ' 1 ' binaire. Or, si on peut coder plusieurs bits pendant une seule période et le nombre de bits transmis par seconde sera augmenté. La modulation de phase a permis d'implanter cette possibilité dans les réseaux informatiques, avec cette technique, la phase de la porteuse qui est modifiée de manière à représenter les données.



La phase 0	correspond à	00
La phase $\pi/2$	correspond à	01
La phase π	correspond à	10
La phase $-\pi/2$	correspond à	00

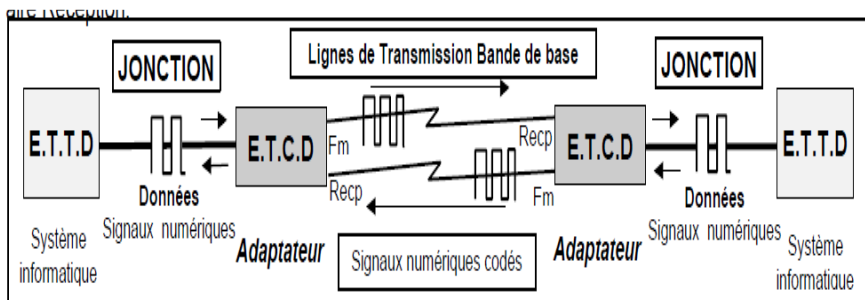
La figure montre une porteuse avec quatre phases, on peut coder ainsi 2 bits à chaque état. La modulation de phase est également appelée modulation par saut de phase.

4- Transmission par Modulation de bande de base :

Lorsque la longueur de la liaison ne dépasse pas quelques centaines de mètres, les informations peuvent être transmises sur le support de liaison sans transformation du signal numérique en signal analogique. Ce type de transmission sans transposition de fréquence par modulation est appelé transmission en bande de base.

La transmission en bande de base est utilisée principalement dans les réseaux locaux, elle permet d'obtenir des circuits de données à grand débit et faible portée (débits supérieurs à 1 Mbit/s pour des distances inférieures à 1 Km) en utilisant directement des supports physiques de types métallique (paires torsadées ou câble coaxiaux) ou optique avec éventuellement l'adjonction de répéteurs disposés sur des intervalles allant de 500 mètres à quelques kilomètres.

Cette technique de modulation est utilisée sur des lignes téléphoniques et permet des transmissions sur des distances très importantes (plusieurs milliers de kilomètres). Les signaux de données ne sont pas convertis en un signal analogique, mais transformés en un signal numérique codé. Le codage subi permet d'améliorer la propagation du signal



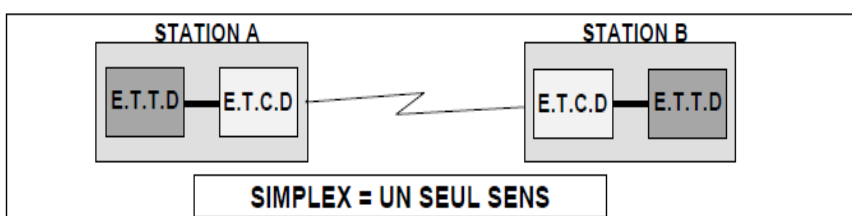
III- LES TYPES DE TRANSMISSION :

Selon le sens de transmission de données ; on distingue trois mode d'exploitation d'une liaison de transmission :

- Le mode Simplex ;
- Le mode Half-duplex;
- Le mode Full-duplex;
- Le mode Voie de retour.

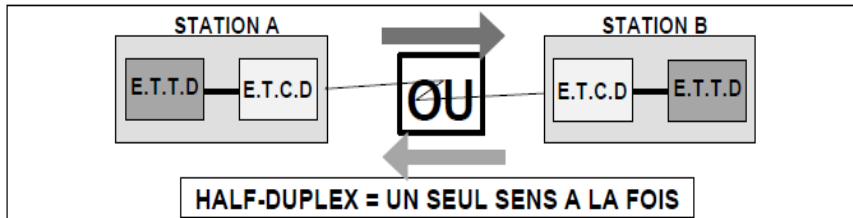
1- Simplex :

Les données circulent dans un seul sens de l'émetteur au récepteur. Par exemple de l'ordinateur vers l'imprimante



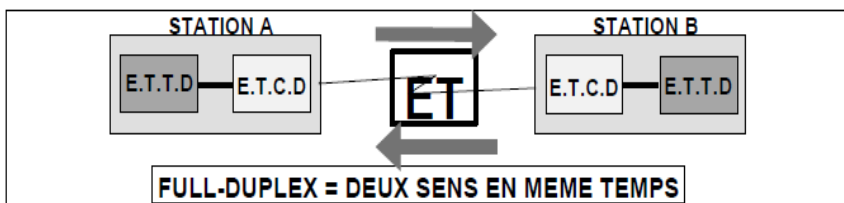
2- Half-Duplex :

La transmission est possible dans les deux sens mais non simultanément, l'exploitation est en mode bidirectionnel et alternatif. Ce type de liaison est utilisé lorsque le support physique est commun aux deux sens de transmission (lignes téléphoniques) et ne possède pas une largeur de bande suffisante pour permettre des liaisons bidirectionnelles simultanées par modulation de deux fréquences porteuses différentes ; des procédures particulières permettent alors d'inverser le sens de transmission.



3- Full-Duplex :

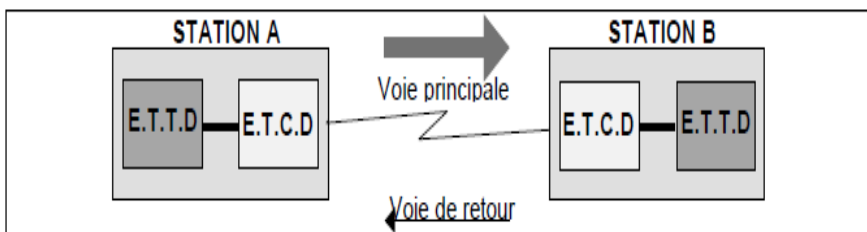
Les données peuvent être émises ou reçues simultanément dans les deux sens, l'exploitation est en mode bidirectionnel simultané. A chaque sens de transmission correspond un canal de communication propre ; lorsque le support physique est commun aux deux sens de transmission, chaque canal est défini dans une bande de fréquence spécifique



4- Voie de retour :

Dans ce mode la transmission des données peut se faire dans les deux sens mais à des vitesses différentes. Le sens utilisant la vitesse de transmission la plus élevée est appelée Voie principale. Le sens utilisant la vitesse la plus faible est appelée *Voie de retour*.

Ce mode utilisé au début de la téléinformatique n'est pratiquement plus employé. Une exception existe cependant, il s'agit du Minitel qui reçoit les données à afficher sur l'écran par la Voie principale (1200 bits par seconde) et qui émet les données frappées au clavier à 75 bits par seconde sur la Voie de retour.



IV- LES SUPPORTS DE TRANSMISSION :

La transmission des informations d'un point émetteur à un autre point récepteur nécessite un canal qui servira de chemin pour le passage de ces informations. Ce canal est appelé canal de transmission ou support de transmission.

Dans les réseaux (informatiques, téléinformatiques ou télécoms), on distingue plusieurs types de support de transmission. Nous allons voir :

- Les câbles à paires torsadées ;
- Les câbles coaxiaux ;
- Les câbles à fibre optique ;
- Les Faisceaux hertziennes ;
- Les satellites.

1- Les câbles à paires torsadées :

Les câbles à paires torsadées (twisted pair cables) sont des câbles constitués au moins de deux brins de cuivres entrelacés en torsade (le cas d'une paire torsadée) et recouverts des isolants.

En réseau informatique, on distingue deux types de câbles à paires torsadées :

- Les câbles STP ;
- Les câbles UTP.

• Les cables STP (Shielded Twisted Pairs) :

Sont des câbles blindés. Chaque paire est protégée par une gaine blindée comme celle du câble coaxial. Théoriquement les câbles STP peuvent transporter le signal jusqu'à environ 150m à 200m.

Les composants d'un câble à paire torsadée blindée (STP) :

- Quatre brins de cuivre entrelacés deux par deux;
- Deux blindages autour de chaque couple de brins;
- Une enveloppe isolante.

Le blindage permet de réduire les interférences (mélanges des signaux électriques de plusieurs lignes,...). Le blindage (STP) permet des transferts de données à des débits plus importants et sur des distances plus grandes que l'UTP.

• Les cables UTP (Unshielded Twisted Pair) :

Sont des câbles non blindés, c'est-à-dire aucune gaine de protection n'existe entre les paires des câbles. Théoriquement les câbles UTP peuvent transporter le signal jusqu'à environ 100m.

Les câbles à paires torsadées possèdent 4 paires torsadées.

➤ Les composants d'un câble à paire torsadée non blindée :

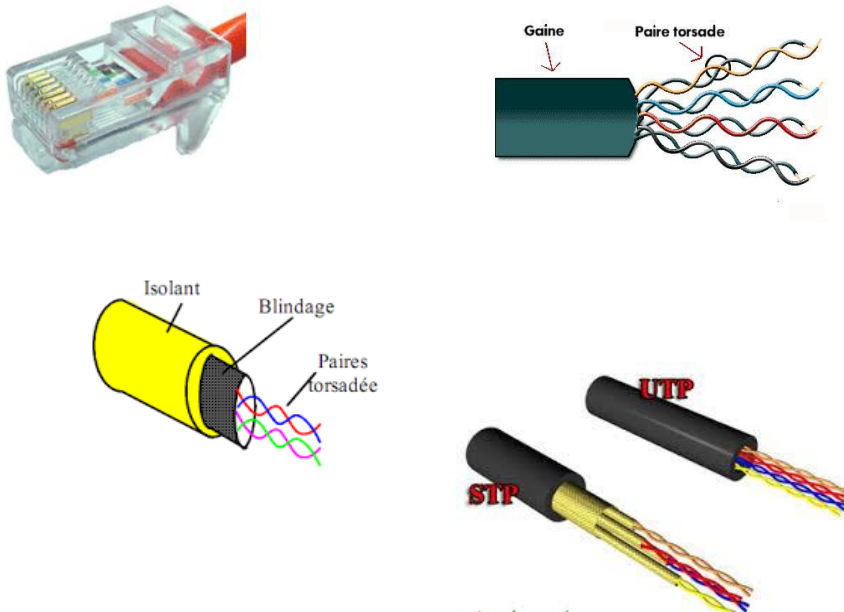
- Deux ou quatre brins de cuivre entrelacés (torsadés) ;
- Une enveloppe isolante.

➤ Les caractéristiques du câble à paire torsadée non blindée (UTP) :

- Utilisé à l'origine pour les lignes téléphoniques
- Répond aux spécifications de la norme « 10 base T » des réseaux ETHERNET
- Très utilisé pour les réseaux locaux
- Une longueur maximale de 100 mètres

Les figures suivantes montrent la forme des câbles UTP et STP

Pour les utiliser, on utilise les connecteurs RJ 45 (des connecteurs proches aux RJ 11 pour les téléphones).



2- Les câbles coaxiaux :

Le câble coaxial est composé d'un fil de cuivre entouré d'une gaine d'isolation, d'un blindage métallique et d'une gaine extérieure. On distingue deux types de câbles coaxiaux : il est caractérisé par le transport des données numériques (50 Ohms) et analogiques (75 Ohms) :

- Les câbles coaxiaux fins
- Les câbles coaxiaux épais



Le câble coaxial fin (thinNet) ou 10 base 2 : mesure environ 6mm de diamètre. Il est en mesure de transporter le signal à une distance de 185m avant que le signal soit atténué.

Le câble coaxial épais (thickNet) 10 base-5 : mesure environ 12mm de diamètre. Il est en mesure de transporter le signal à une distance de 500m avant que le signal soit atténué.

Pour le raccordement des machines avec les câbles coaxiaux, on utilise des connecteurs BNC.

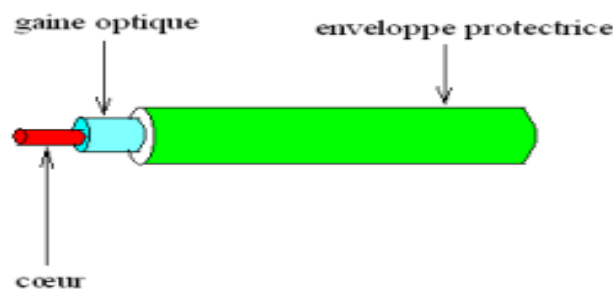


3- Les câbles à fibre optique :

La fibre optique est le support de transmission qui permet de transmettre des données sous forme d'impulsions lumineuses avec un débit plus élevé à celui des autres supports de transmissions filaires. La fibre optique est constituée du cœur, d'une gaine optique et d'une enveloppe protectrice.

La fibre optique fait circuler un faisceau lumineux qui est le support de l'information, ce qui permet au signal d'être isolé des perturbations extérieures. Son débit est de l'ordre 500 Mégabits/s.

Le signal circule sur ce média unidirectionnellement. Sa bande passante est de plusieurs Gigahertz. La distance maximum sans répéteur est de 70 kilomètres.



On distingue deux types des fibres optiques :

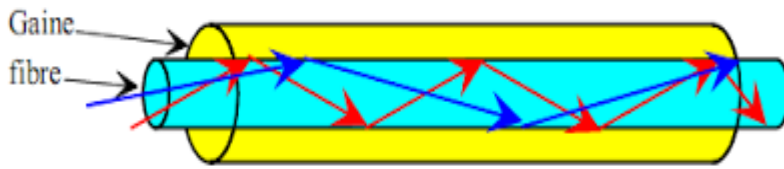
- Les fibres multimodes
- Les fibres monomodes

3.1- Les types de fibre optique :

a- **Les fibres multimodes :** (Multi Mode Fiber) ont été les premières fibres optiques sur le marché. Le cœur de la fibre optique multimode est assez volumineux, ce qui lui permet de transporter plusieurs trajets (plusieurs modes) simultanément. Il existe deux sortes de fibre multimode :

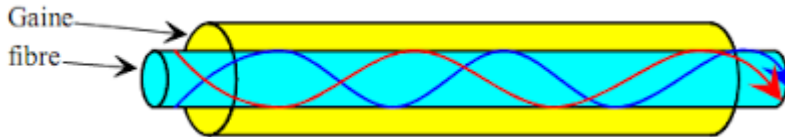
- **La fibre multimodale à saut d'indice :**

Constituée d'un cœur et d'une gaine optique en verre de différents indices de réfraction. Cette fibre provoque de par l'importante section du cœur, une grande dispersion des signaux la traversant, ce qui génère une déformation du signal reçu. Le diamètre du cœur (fibre) est compris entre 50 et 200 microns.



- La fibre à gradient d'indice :

Dont le cœur est constitué de couches de verre successives ayant un indice de réfraction proche. On s'approche ainsi d'une égalisation des temps de propagation, ce qui veut dire que l'on a réduit la dispersion modale. Bande passante typique 200-1500Mhzpar km.

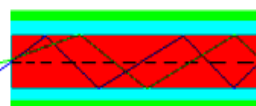


Remarque : Les fibres multimodes sont souvent utilisées en réseaux locaux.

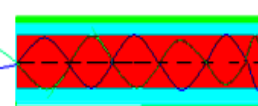
a- La fibre monomode : a un cœur si fin. Elle ne peut pas transporter le signal qu'en un seul trajet. Elle permet de transporter le signal à une distance beaucoup plus longue (50 fois plus) que celle de la fibre multimode. Elle est utilisée dans des réseaux à long distance. La bande passante transmise est presque infinie ($> 10\text{Ghz/km}$).



La fibre monomode

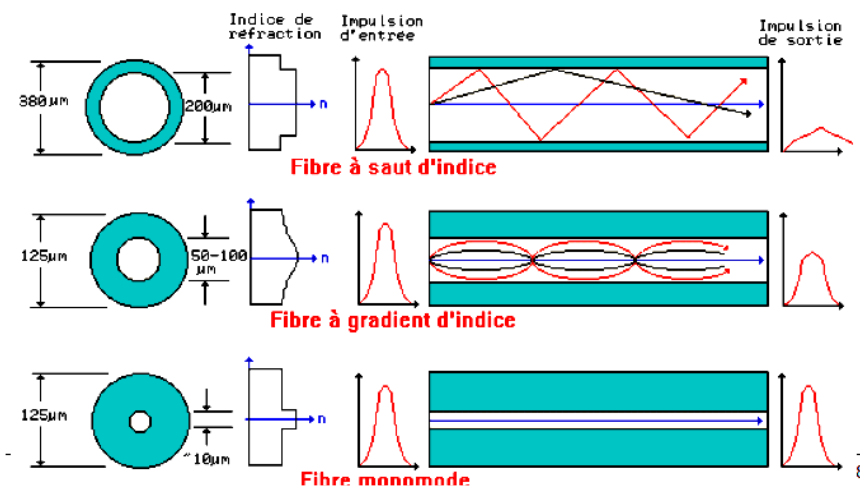


Multimode à saut d'indice



Multimode à gradient d'indice

La figure suivante montre les dimensions du cœur et des 03 types de fibre optique :



3.2- Conversion de signaux électriques en sign. Optiques :

Les signaux électriques seront traduits en impulsions optiques par une LED et lus par un phototransistor ou une photodiode. On utilise une fibre pour chaque direction de la transmission. Les émetteurs utilisés sont de trois types:

- **Les LED** : Light Emitting Diode qui fonctionnent dans le rouge visible (850nm). C'est ce qui est utilisé pour le standard Ethernet FOIRL
- **Les diodes à infrarouge** : qui émettent dans l'invisible à 1300nm
- **Les lasers** : utilisés pour la fibre monomode, dont la longueur d'onde est 1300 ou 1550nm

3.3- Caractéristiques de la fibre optique :

Les principales caractéristiques de la fibre optique sont :

- L'atténuation : inférieure à 1db/km alors elle très utile pour les longues distances
- Bande passante : 1GHz pour 1km.
- Ouverture numérique : liée au diamètre, elle permet de déterminer la fraction du rayon incident qui est admise par la fibre.
- Le signal véhiculé par la fibre optique est caractérisé par sa longueur d'onde.
- La longueur d'onde n'induit pas de contraintes.
- Les émetteurs et récepteurs disponibles sur le marché proposent essentiellement deux longueurs d'ondes : 850 ou 1300 nm.
- Les systèmes à 850 nm coûtent moins chers, mais, l'atténuation est plus faible pour les systèmes à 1300 nm (ce qui permet d'envisager des réseaux plus longs sans amplificateurs).

3.4- Les faisceaux Hertiens :

a- Principe :

Un faisceau hertzien est une onde électromagnétique et radioélectrique qui se propage dans l'air ou le vide. L'onde peut être polarisée : horizontale, verticale ou circulaire.

En transmission de donnée il faut souvent des débits d'information élevés, donc des canaux assez larges et par conséquent des porteuses élevées (800MHz..40GHz). Au-delà de 100MHz la propagation est linéaire et impose de placer des réémetteurs tous les 100km environ (tours télécom).

La propagation des ondes ne doit pas être gênée par des obstacles naturels, une liaison suppose un trajet en ligne droite.

En 1901, une liaison est établie avec l'Angleterre. Jusqu'en 1980, les faisceaux hertiens sont "analogiques" ; depuis 1983, ils sont "numériques", utilisés dans les réseaux locaux et dans les liaisons interurbaines.

Les Faisceaux Hertiens assurent une transmission radioélectrique avec les caractéristiques suivantes :

- Fréquence porteuse comprise entre 1 et 40 GHz
- Utilisation d'antennes directives. (Yagi, parabole)
- Portée variant de 10 à 60km.
- Modulations numériques, débit : 140Mbits/s dans la bande 7-11 GHz.

En première approximation, les ondes S.H.F (Super High Frequency) utilisées dans les faisceaux hertziens se propagent en ligne droite.

En réalité, leur propagation est soumise aux lois de la propagation de la lumière (diffraction, réflexion, absorption).

En conséquence, les antennes doivent être disposées en visibilité directe les unes des autres, ce qui, compte tenu de la courbure de la Terre ainsi que du relief impose leur installation sur des points hauts (pylônes, tours,..) et limite la distance qui les sépare.

Ces contraintes imposent :

- Une hauteur de pylônes (ou tours) qui peut atteindre 100m.
- Distance maximale entre antennes < 100km. (suivant relief)
- Pour des liaisons à longue distance, utilisation de stations relais pour relier deux centres terminaux. (liaison supérieure à 50km)

Les faisceaux hertziens sont utilisés principalement dans des zones d'habitats dispersés ou lorsque les conditions géographiques l'exigent. (Relief montagneux, lacs,..)

La liaison hertzienne est l'une des liaisons les plus utilisées. Cette liaison consiste à relier des équipements radio en se servant des ondes radio.

Les systèmes suivants utilisent la liaison hertzienne :

- Radiodiffusion
- Télédiffusion
- Radiocommunications
- Téléphonie
- Le Wifi
- Le Bluetooth

b- Les fréquences de faisceau hertzien :

Fréquence	Utilisation
10k - 160k	Radiotélégraphie
160k - 1.6M	Radio Grandes Ondes, Petites ondes
1.6M - 6M	Bande marine, radiotéléphone
6M - 18M	Radio ondes courtes
27M - 41M	Radio-commande, C.B.
72M - 162M	Radiotéléphone
156M - 216M	Radio-commande
162M - 216M	VHF marine (bande A)
216M - 470M	VHF télévision (bande III)
470M - 800M	Radiotéléphone ...
860M - 900M	UHF télévision (bande IV)
890M - 960M	Faisceaux télécom
1.37G - 1.45G	Téléphone GSM
1.71G - 1.88G	Liaisons faibles débits privées
1.88G - 1.9G	Téléphone DCS1800
2.4G - 2.5G	Téléphone DECT
3.5G	Réseaux locaux (RLAN)
3.4G - 8.4G	Boucle locale radio (télécom)
11G - 12.6G	Satellites télécom
23G	Satellites Télévision directe
26G	Faisceaux privés (maxi 12km)
38G	Boucle locale radio (télécom)
	Faisceaux privés (maxi 6km)

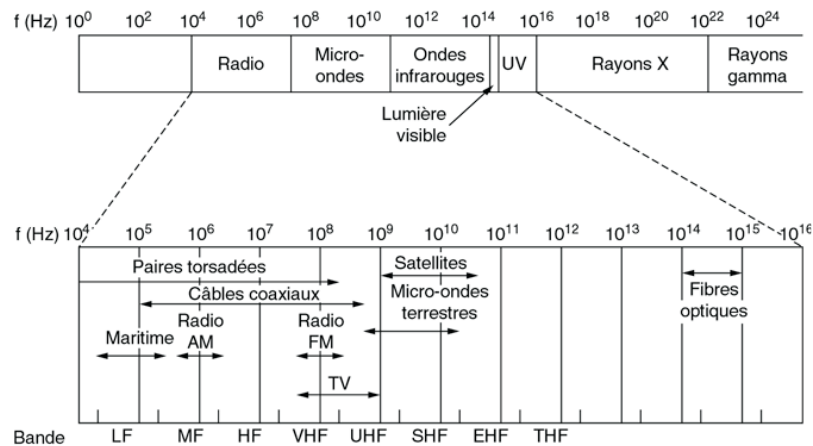
3.5- Les satellites :

a- Principe :

Les satellites utilisés sont géostationnaires : ils tournent à la même vitesse angulaire (par rapport au centre de la terre) que la terre avec une orbite située à 36.000 km d'altitude. Si l'on prend la terre comme système de référence, alors un satellite géostationnaire est immobile. Les principaux avantages sont la couverture de grandes distances, la diffusion, tout en évitant les problèmes de câblages. Les principaux défauts sont l'affaiblissement des signaux dans l'air et le temps de propagation qui est de l'ordre de 260 ms pour un trajet aller-retour. Un satellite travaille au moins avec deux bandes de fréquences, une (montante) dans laquelle il reçoit les informations, l'autre (descendante) dans laquelle il renvoie ces informations.

- possède généralement plusieurs transpondeurs (1 transponder = plusieurs centaines de communications téléphoniques),
- faisceau large ou plus étroit (very small aperture terminals, VSATs)
- grande bande passante (>500MHz),
- plusieurs orbites disponibles,
- grande couverture géographique,
- mais délais plus grands (250 à 300 ms) ,
- coût élevé par équipement.

BANDES	FREQUENCES
BANDE C	4/6 GHz
BANDE KU	11/14 GHz
BANDE Ka	20/30 GHz



© Pearson Education France

b- Caractéristiques des Satellites de communications

■ Géostationnaires :

- Orbite équatoriale
- Altitude = 36000 Km (loi de Kepler)
- Délai de transmission aller-retour ≈ 300 ms
- Bandes de fréquences : 6/4 GHz, 14/12 GHz, ...
- Plusieurs répéteurs (transpondeurs)
- Fonction de diffusion

■ Non géostationnaires :

Satellites à défilement à orbite basse LEO : Low Earth Orbit

- Orbite basse : 700 à 1500 Km

Exemples :

B1-Skybridge (Alcatel) <http://www.skybridgesatellite.com>

- 80 satellites
- Orbite = 1470km et retard = 30ms
- Débits résidentiels : 20 Mbit/s (downlink) / 2Mbit/s (uplink) professionnels : 3 à 5 fois plus.

B2-Globalstar (consortium Loral-Qualcom) <http://www.globalstar.com>

- 48 satellites
- Orbite = 1414 km
- Service : téléphonie

B3-Teledesic

- Partenaires : Bill Gates, Mc Caw, Motorola, Boeing
- 288 satellites en 12 plans de 24 satellites
- Débits : uplink ≤ 2 Mbit/s downlink ≤ 64 Mbit/s
- Projet arrêté en octobre 2002

B4-Orbcomm (Canada) <http://www.orbcomm.com>

- Constellation de 29 satellites (48 max prévus)
- Orbite = 825 km
- Débits : uplink ≤ 2400 bit/s downlink $\leq 4800-9600$ bit/s
- En service depuis 1995

IV- CARACTÉRISTIQUES DES SUPPORTS DE TRANSMISSION :

1- La bande passante :

La bande passante est définie comme la quantité d'informations qui peut transiter sur une connexion réseau en un temps donné. La largeur de la bande passante est la caractéristique essentielle d'un support de transmission, qui se comporte généralement comme un filtre qui ne laisse donc passer qu'une bande limitée de fréquence appelée bande passante.

Il est important de comprendre le concept de bande passante pour les raisons suivantes.

- La bande passante est limitée par les facteurs physique et technologique
- La bande passante n'est pas gratuite
- Les besoins en bande passante augmentent rapidement

Toute fréquence en dehors de cette bande sont fortement affaiblie.



La bande passante, notée généralement W , est égale à la différence des bornes de la bande de fréquences correctement transmises: $W = f_2 - f_1$, où f_1 est la fréquence transmise la plus basse et f_2 la plus haute.

Exemple :

Une ligne téléphonique ordinaire ne laisse passer que les signaux de fréquence comprise entre 300Hz et 3400Hz. Au dehors de cette bande les signaux sont fortement atténués et ne sont plus compréhensibles, on dit alors que la bande passante d'une telle ligne est de 3400-300 Hz soit 3100Hz. Par contre un câble coaxial utilisé dans les réseaux locaux a une bande passante nettement supérieure dont la largeur est de l'ordre des centaines de MHz (300 à 400 MHz).

2- Le débit binaire :

Nous appelons le débit binaire D le nombre de bits transmis par unité de temps, représentant ainsi la vitesse de transmission. Le débit binaire est normalement exprimé en bits par seconde (bps). Une autre quantité couramment utilisée est le baud qui exprime le nombre de changement d'état par unité de temps. bps et baud ne sont équivalents que pour un signal à deux niveaux

La bande passante est la mesure de la quantité d'informations pouvant transiter sur le réseau en un temps donné. Par conséquent, la quantité de bande passante disponible est un paramètre essentiel de la spécification du réseau.

On peut construire un réseau local pour fournir 100 Mbits/s à chaque station de travail, mais cela ne veut pas dire que chaque utilisateur aura réellement la possibilité de transmettre 100 mégabits de données sur le réseau à chaque seconde d'utilisation. Cela ne peut être vrai que dans un cas de figure idéal.

Le terme débit se rapporte à la bande passante réelle mesurée, à une heure particulière de la journée, en empruntant des routes Internet particulières et lors de la transmission sur le réseau d'un ensemble de données spécifique. Malheureusement, pour de multiples raisons, le débit est souvent inférieur à la bande passante numérique maximale prise en charge par le média utilisé.

$$D = \frac{1}{T}$$

Voici certains des facteurs déterminants pour le débit:

- Équipements d'inter réseau
- Type de données transmises
- Topologie de réseau
- Nombre d'utilisateurs sur le réseau
- Ordinateur de l'utilisateur
- Ordinateur serveur,
- Conditions d'alimentation

3- Le bruit :

Dans tout système de communication réel, on doit tenir compte du bruit qui influence le canal de communication. Mesuré en décibel, le rapport de la puissance moyenne du signal à la puissance moyenne du bruit est un paramètre très important.

a- Le bruit blanc :

Est un bruit dont la puissance est uniformément répartie dans toute la bande passante du canal, il s'agit essentiellement d'un bruit provoqué par l'agitation thermique des électrons dans le conducteur électrique.

b- Bruit impulsif :

Comme son nom l'indique ce type de bruit est a caractère impulsif, il se présente sous forme de tensions perturbatrices de valeur élevée mais de durée brève. Ces bruits sont très gênants pour la transmission de données, car le signal perturbateur modifie la *forme* du signal reçu à des instants quelconques (aléatoires) telles qu'il se produit des erreurs à la réception. Les sources de bruit impulsif sont nombreuses. On peut citer :

- **La diaphonie** : est d'une manière générale, une influence mutuellein désirable entre signaux utiles transmis sur des conducteurs voisins l'un de l'autre dans l'espace, par exemple dans un même câble. Cela résulte principalement d'un couplage inductif dû au champ magnétique de l'une des lignes sur l'autre et réciproquement¹⁴.
- Les brusques variations de courant sur les lignes d'alimentations électriques.
- Phénomènes atmosphériques, solaires, ou autres

4- L'affaiblissement :

Un support de transmission atténue (affaiblit) l'amplitude du signal qui le traverse. Le phénomène d'atténuation correspond à une perte d'énergie du signal pendant sa propagation sur le canal, est s'accroît avec la longueur de celui-ci. La quantité d'énergie perdue dépend très étroitement de la fréquence du signal et de la bande passante du réseau. On mesure l'atténuation par le rapport

$$P_s / P_e$$

Où P_s est la puissance du signal à la sortie du canal et P_e la puissance du signal à l'entrée du canal

Il est courant d'exprimer l'atténuation en décibels (dB) sous la forme:

$$A \text{ (dB)} = 10 \log (P_s / P_e)$$

Remarque :

Dans la plupart des cas, le taux d'atténuation d'un canal est connu et il peut être possible, en associant des amplificateurs correcteurs de compenser l'atténuation des que celui-ci atteint une valeur trop grande.

5- Le déphasage (distorsion) :

Le déphasage, encore appelé distorsion de phase, implique un retard du signal reçu par rapport au signal émis dû au temps de propagation de ce signal de l'émetteur vers le récepteur.

La figure suivante illustre les phénomènes d'atténuation et de retardement subis par un signal de forme sinusoïdale.

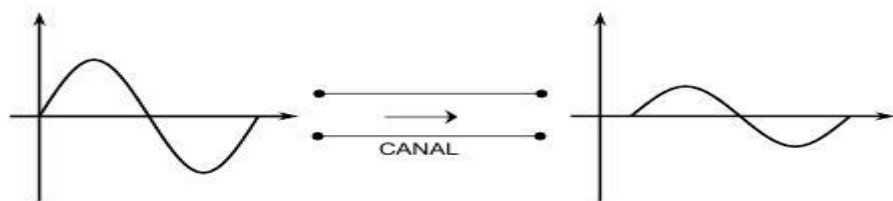
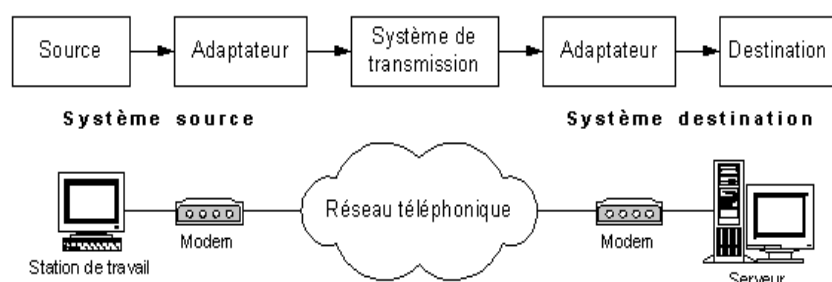


Figure : Illustration des phénomènes d'atténuation et de retardement subis pour un signal sinusoïdal traversant un canal.

V- MATÉRIELS DE TRANSMISSION :

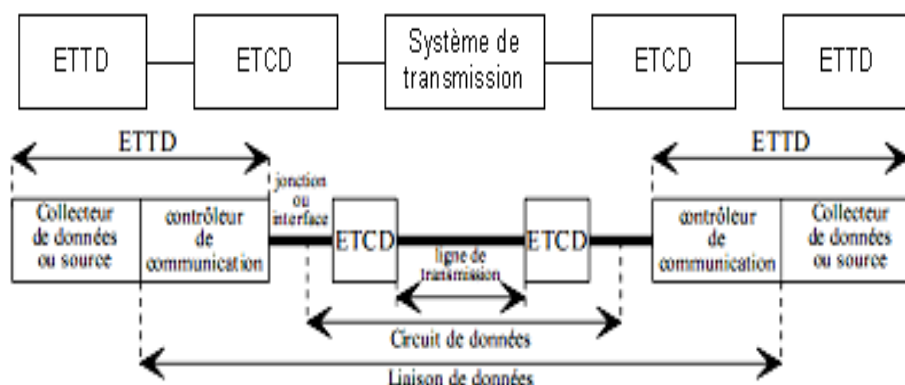
Introduction :

L'objectif de la transmission de données est de faire circuler des données (des signes ou des caractères) d'une station source à une station destination. On peut prendre l'exemple d'une station de travail, qui, à l'aide d'un modem et d'une ligne téléphonique, envoie des données à un serveur. Le modem joue le rôle d'adaptateur entre le système source et le système de transmission.



Le système source est appelé ETTD (Equipement Terminal de Traitement de Données) ou DTE en anglais (Data Equipment Terminal). L'adaptateur est appelé ETCD (Equipement Terminal de Circuit de Données) ou DCE (Data Communication Equipment) en anglais.

Il peut s'agir d'un Modem (Modulateur - Démodulateur) pour la transmission analogique à partir d'un signal numérique, ou d'un ERBDB (Emetteur - Récepteur en Bande De Base) pour la transmission numérique. Le signal analogique sera créé grâce à la modulation. On appelle « **jonction** » la partie qui relie l'ETTD et ETCD. La jonction constitue l'interface entre ETCD et ETTD et permet à ce dernier de contrôler le circuit de données (établissement et libération, initialisation de la transmission ...).



Quand on parle des réseaux, on dit souvent qu'on envoie des données sur le support de transmission, en binaire. En réalité, ce qui transite sur système de transmission (la fibre optique, le câble ou l'air), n'est qu'une représentation des 0 et des 1.

1- La normalisation des jonctions :

Les principales normes électriques, mécaniques et fonctionnelles rencontrées dans les liaisons séries entre ETTD et ETCD, et par extension entre deux ETTD, sont définies par les avis et recommandations de l'UIT-T, par l'ISO (International Standardisation Organization), ainsi que par l'association américaine EIA (Electrical Industry Association).

La jonction entre l'ETTD et ETCD comprend une normalisation fonctionnelle qui décrit le fonctionnement des différents signaux, et une normalisation électrique définissant les niveaux de tension de ces signaux.

a- La norme fonctionnelle V24 :

Cette norme de l'UIT (Union Internationale des Télécommunications) définit plusieurs circuits numérotés. En voici quelques-uns :

- 101 : Masse de protection, correspondant en général au blindage du câble
- 102 : Masse de signalisation, correspondant à la masse des signaux
- 103 : TD (Transmit Data), circuit où circulent les données asynchrones de l'ETTD vers l'ETCD
- 104 : RD (Receive Data), circuit où circulent les données asynchrones de l'ETCD vers l'ETTD
- 105:RTS (Request To Send) pour le contrôle de flux (voir plus haut)
- 106 : CTS (Clear To Send) pour le contrôle de flux (voir plus haut)
- 108 : DTR (Data Terminal Ready) indique que l'ETTD est prêt à fonctionner
- 109 : CD (Carrier Detection) remonte l'information de détection de la porteuse de l'ETCD à l'ETTD
- 125 : RI (Ring Indicator) remonte l'information d'appel distant de l'ETCD vers ETTD

b-Les normes électriques :

On distingue principalement 4 normes électriques de jonction basées sur la norme fonctionnelle V24 :

Norme	RS-232C	RS-423	RS-422	RS-485
Mode	Asymétrique	Asymétrique	Différentiel	Différentiel
Nombre d'émetteurs/ récepteurs autorisés	01 et 01	01 et 10	01 et 10	32 et 32
Longueur de câble	15 m	01 Km	01 Km	01 Km
Débit maximal	20 Kbps	100 Kbps	10Mbps	10 Mbps
Tension de sortie maximale en charge	+/- 5 V	+/- 3.6 V	+/- 2 V	+/- 1.5 V
Tension de sortie maximale à vide	+/- 15 V	+/- 6 V	+/- 5 V	+/- 5 V
Impédance de charge d'émetteur (Ohms)	3 à 7	450 Min	100	54
Sensibilité du récepteur	+/- 3 V	+/- 200 mV	+/- 200mV	+/- 200 mV
Résistance d'entrée récepteur (Ohms)	3 à 7 K	4 K min	4 K min	12 K min

LEÇON N°04 : LA LIAISON DES DONNÉES

OBJECTIF PÉDAGOGIQUE

À l'issue de cette leçon, le stagiaire doit être capable de connaître l'objectif de la liaison des données et de fiabilité de la transmission physique et offrir un service à la couche RÉSEAUX.

PLAN DE LA LEÇON :

I- DÉFINITION D'UNE LIAISON DES DONNÉES

II- CARACTÉRISTIQUES D'UNE LIAISON DES DONNÉES

III- FONCTION DE LA LIAISON DES DONNÉES

IV- TYPES DE LIAISONS DES DONNÉES :

- 1- Liaison point à point
- 2- Liaison multipoints
- 3- Multipoint à multipoint

V- NOTIONS GÉNÉRALES SUR LES PROTOCOLES DE LIAISON DE DONNÉES

- 1- Le protocole HDLC
- 2- Le protocole PPP

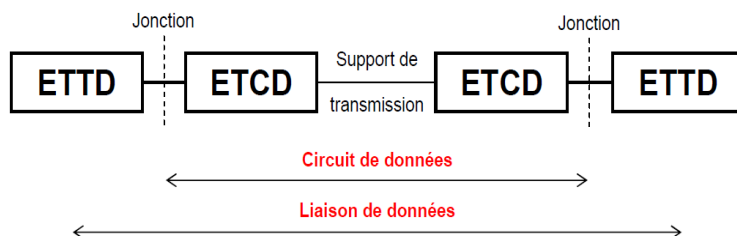
I- DÉFINITION D'UNE LIAISON DES DONNÉES :

Ensemble des équipements et des logiciels fournissant les moyens fonctionnels nécessaires pour acheminer des données avec un taux d'erreurs garanti. L'objectif de la liaison des données est de fiabiliser la transmission physique et offrir un service à la couche RESEAU pour acheminer les bits remis par le processus réseau vers leur destination.

La communication entre deux équipements informatiques réalise une liaison constituée des éléments suivants :

- **Deux ETTD** (Équipement Terminal de Traitement de Données), l'un à chaque extrémité de la liaison. Ces équipements génèrent les données ; par exemple un ordinateur, une imprimante, etc.
- **Une ligne de transmission.**
- **Deux ETCD** (Équipement Terminal d'un Circuit de Données) qui adaptent les données issues de l'ETTD au support de transmission (modulation, codage) et gèrent la liaison (établissement, maintien et libération de la ligne) ; par exemple un modem.

La figure page suivante représente une liaison de données. On appelle « liaison de données » l'ensemble des éléments matériels et logiciels réalisant les fonctions nécessaires à l'acheminement des données. La liaison gère le circuit de données et s'occupe de la correction et de la détection des erreurs. L'interface entre l'ETTD et l'ETCD, ou jonction, permet à l'ETTD de contrôler le circuit de données (établissement et libération, initialisation de la transmission, etc).



II- CARACTÉRISTIQUES D'UNE LIAISON DES DONNÉES :

Une liaison des données est caractérisée par :

- Configuration point-à-point ou multi-point.
- Exploitation en full-duplex ou half-duplex.
- Gestion hiérarchique ou Symétrique.

III- FONCTION DE LA LIAISON DES DONNÉES :

Les fonctions assurées par la liaison des données se résument dans les points suivants :

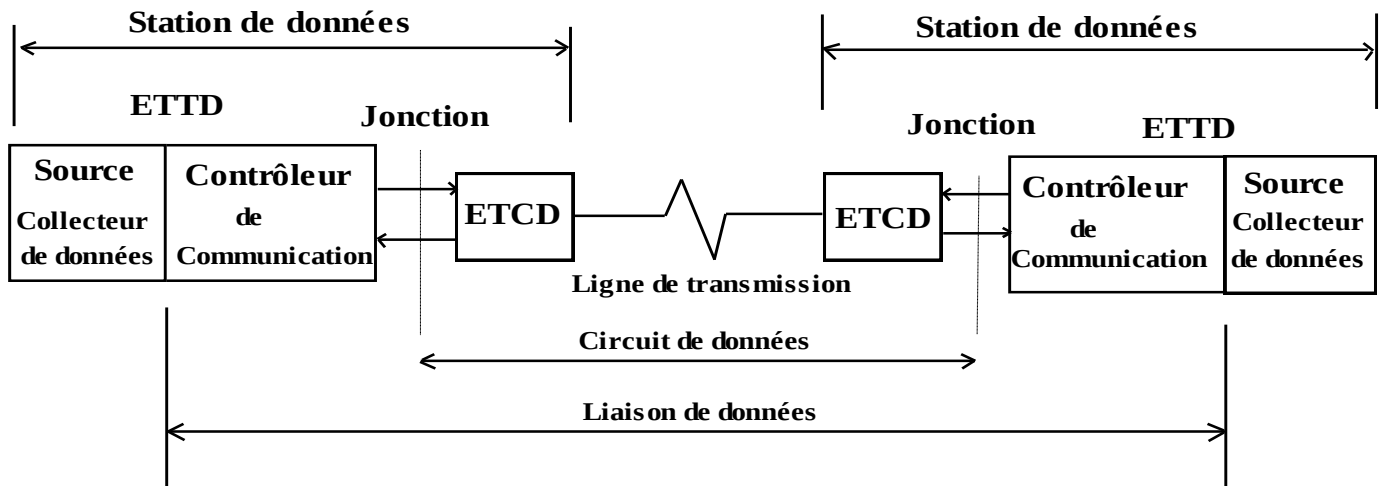
- DELIMITATION et IDENTIFICATION des trames (Protocole).
- GESTION de la liaison de données : Etablissement et libération de la liaison de données sur un ou plusieurs circuits physiques préalablement activées.

➤ SUPERVISION du fonctionnement de la liaison de données selon :

- Le mode de transmission (synchrone ou asynchrone)
- La nature de l'échange (simplex, half-duplex ou full-duplex)
- Le type de liaison (point-à-point ou multipoint)
- Le mode de l'échange (hiérarchique ou symétrique)

➤ IDENTIFICATION de la source et du destinataire (Adressage).

➤ CONTROLE D'ERREURS et CONTROLE DE FLUX (Procédure).



IV- TYPES DE LIAISONS DES DONNÉES :

On distingue :

- La liaison **point à point** (un émetteur, un récepteur).
- La liaison **multipoint** (un émetteur, plusieurs récepteurs).

1- Liaison point à point :

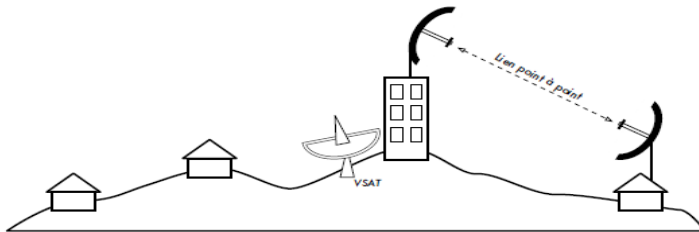
Les liaisons point-à-point relient de manière fixe deux machines. En général il n'existe donc pas de notion d'adresse MAC, un datagramme est systématiquement envoyé à l'extrémité distante du lien. Pour le cas où l'adresse destination est multicast, le datagramme IPv6 est dupliqué et transmis vers la machine locale aussi bien qu'à la machine distante. Il reste un problème propre à IPv6 à prendre en compte : comme il n'existe pas en général pas d'adresse MAC IEEE 802 ou EUI-64 sur des liens point à point, il n'y a pas de méthode standard pour définir l'adresse IPv6 lien-local d'une interface point à point.

Il existe plusieurs types de liens point à point :

- Le plus simple est un lien physique, par exemple une ligne série. En IPv4 il existe deux protocoles de transport standard sur ligne série, SLIP et PPP. En IPv6 seul PPP a été défini, SLIP étant considéré comme obsolète car ne permettant pas une authentification suffisante. PPP est aussi utilisable pour d'autres liens physiques comme les fibres optiques en utilisant PPP sur SONET/SDH (Synchronous Optic Net work et Synchronous Digital Hierarchy, (RFC 2615)).

- Le deuxième type est l'utilisation d'une connexion fixe dans un réseau multipoint, par exemple l'utilisation d'un VC ATM ou X25 pour créer une liaison point à point entre deux machines. Dans ce cas l'encapsulation utilisée pour transporter les datagrammes IPv6 est celle définie pour le réseau multipoint. Le protocole est simplifié car il n'y a pas besoin de déterminer dynamiquement l'adresse destination de la trame.
- Un troisième type est formé des différents tunnels de transport de IP au-dessus de IP. Ils seront détaillés plus bas au paragraphe Tunnels.
- Un dernier type apparaît avec l'utilisation de GPRS (2G ou 3G). Dans ce cas un ensemble de tunnels forme un lien logique entre l'équipement et le routeur de sortie du réseau GPRS.

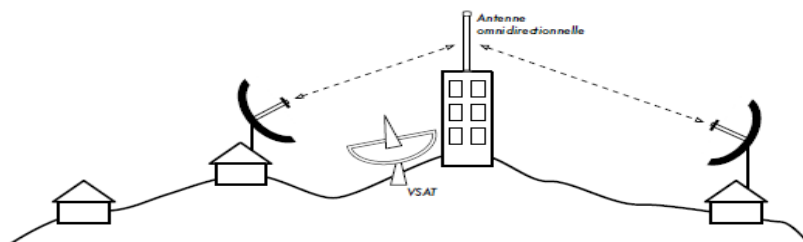
La figure suivante montre une liaison point à point via une connexion VSAT.



2- Liaison multipoints :

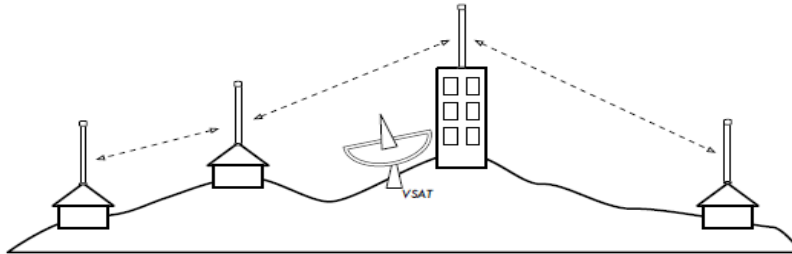
Lorsque sur un même site (type réseau local), plusieurs équipements informatiques doivent communiquer entre eux, ils peuvent partager la même liaison de données entre eux. Les équipements sont alors connectés physiquement en permanence. Un équipement central partage le temps d'utilisation de la liaison entre l'équipement terminal. Il leur demande s'ils veulent émettre (scrutation), leur en accorde le droit selon diverses règles, sélectionne celui auquel il veut envoyer des messages... Le partage de la liaison est donc un partage dans le temps, réalisé par le protocole de communication.

Lorsqu'on parle de liaison multipoint, on ne prend pas en compte les caractéristiques de la voies utilisée : vitesse de transmission, liaison simplex ou duplex, synchrone ou non. L'inconvénient de ce type de liaison est son risque de fragilité : si la liaison est coupée, tous les équipements sont isolés et ne peuvent communiquer. Pour remédier à cet inconvénient, la liaison multipoint est ramenée au central par un deuxième chemin pour former une liaison multipoint en boucle.



3- Multipoint à multipoint :

Le troisième type de conception de réseau est le multipoint à multipoint, qui est aussi connu sous le nom de réseau ad hoc ou maillé (mesh en anglais). Dans un réseau multipoint à multipoint, il n'y a aucune autorité centrale. Chaque nœud sur le réseau porte le trafic de tout autre selon le besoin, et tous les nœuds communiquent les uns avec les autres directement.



V- NOTIONS GÉNÉRALES SUR LES PROTOCOLES DE LIAISON :

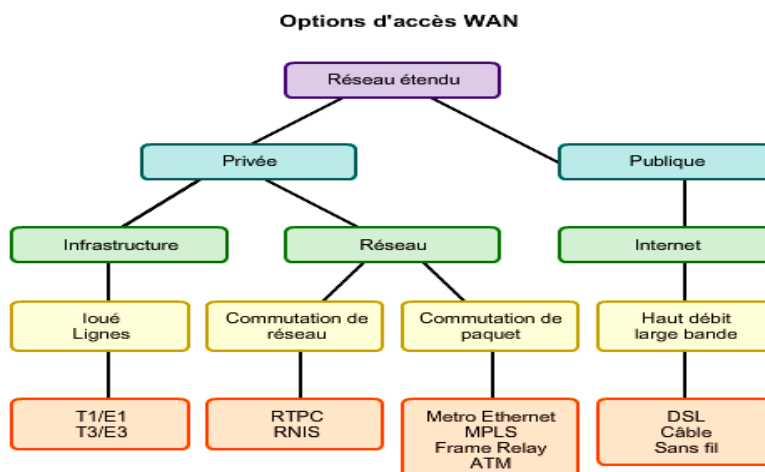
Un protocole de liaison des données a pour tâches de :

- Préciser la structure syntaxique (format) des trames valides.
- La place et la signification des différents champs dans une trame.
- Le critère de début et de fin de la trame.
- La technique de détection d'erreurs à utiliser.

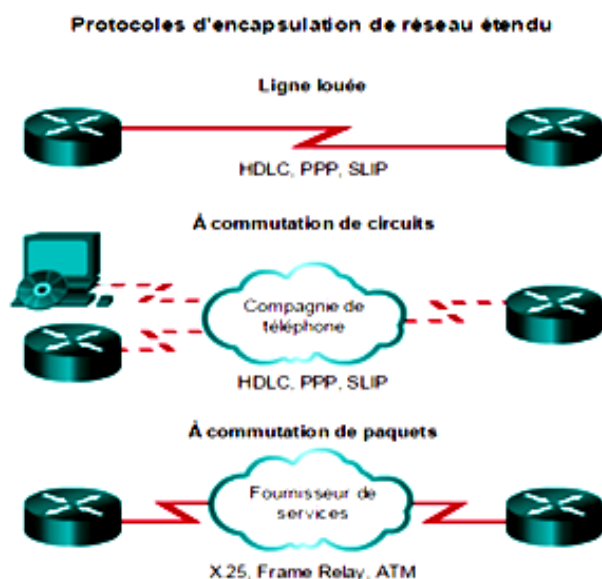
Les connexions point-à-point sont utilisées pour connecter des LAN au WAN du fournisseur de services, et pour connecter des segments de LAN dans un réseau d'entreprise. Aussi appelée connexion série ou ligne louée.

La communication sur une connexion série est une méthode de transmission de données dans laquelle les bits sont transférés de façon séquentielle sur un seul canal l'un après l'autre.

La communication parallèle est différente, car dans ce cas les bits sont transférés simultanément sur plusieurs câbles.



Sur chaque connexion WAN, les données sont encapsulées dans des trames avant de franchir la liaison WAN. Le type d'encapsulation de couche 2 approprié doit être correctement configuré afin que le bon protocole soit appliqué.



1- Le protocole HDLC :

HDLC est un protocole de couche liaison de données dérivé du protocole d'encapsulation d'IBM SDLC (Synchronous Data Link Control). HDLC est le premier protocole série orienté 'bit' défini par l'OSI. Il possède plusieurs variantes de mise en œuvre.

HDLC est le protocole d'encapsulation utilisé par défaut par Cisco pour les lignes série. Cette mise en œuvre extrêmement simplifiée n'offre pas les fonctions de fenêtrage ou de contrôle de flux ; seules les connexions point-à-point sont autorisées. Le champ d'adresse contient uniquement des 1. De plus, un code propriétaire à 2 octets est inséré à la suite du champ de contrôle pour indiquer que le verrouillage de trame HDLC ne fonctionne pas avec les équipements d'autres fournisseurs.

En général, l'encapsulation HDLC est utilisée lorsque les deux extrémités d'une connexion de ligne dédiée sont des routeurs ou des serveurs d'accès exécutant l'IOS. Comme les modes d'encapsulation HDLC peuvent varier, utilisez le protocole PPP avec des unités n'exécutant pas l'IOS, c'est à dire si veut connecter des routeurs CISCO à d'autres routeurs.

2- Le protocole PPP :

Le protocole PPP est, comme tous les protocoles orientés bits, un dérivé du protocole HDLC. C'est le mode d'encapsulation standard pour les lignes série WAN (il est décrit dans les requêtes pour commentaires RFC 1332 et RFC 1661). PPP peut être utilisé dans les réseaux asynchrones ou synchrones.

Il a remplacé le protocole SLIP Serial line Internet Protocol qui n'encapsulait que de l'IP. Il permet notamment de vérifier la qualité de la liaison lors de l'établissement d'une connexion.

a) Rôle de PPP :

Son rôle est de transporter les paquets de la couche 3 à travers une liaison point à point ou multipoint de la couche liaison de données.

- Il contrôle la configuration des liaisons
- Il vérifie la qualité des liaisons
- Il détecte les erreurs.
- Il négocie des options telles que la compression des adresses de couche liaison, réseau et des données. De plus, il prend en charge l'authentification via les protocoles d'authentification du mot de passe (PAP) et à échanges confirmés (CHAP).

Cette procédure d'authentification demande au côté appelant d'envoyer les informations permettant.



Le protocole point-à-point assure l'interopérabilité entre les fournisseurs de réseau à l'aide de plusieurs protocoles supplémentaires, dont les suivants :

- Le protocole LCP pour négocier l'interopérabilité de la ligne de base, LCP établit, configure et vérifie la connexion de la couche liaisons de données.
- Une famille de protocoles NCP pour négocier des protocoles de couche 3, avec leurs options. PPP est conçu pour permettre l'utilisation simultanée de plusieurs protocoles de couche 3 tel que IP (IPCP et options de compression). IPX (Internet work Packet Exchange) et AppleTalk. Lorsque la liaison PPP est négociée, un protocole LCP est négocié pour établir la liaison, puis les protocoles NCP sont négociés.