

Chapitre III :**Modems et Interfaces****III.1 PRINCIPE D'UNE LIAISON DE DONNÉES**

Une ligne de transmission est une liaison entre les deux machines. On désigne généralement par le terme **émetteur** la machine qui envoie les données et par **récepteur** celle qui les reçoit.

Les machines peuvent parfois être chacune à son tour réceptrice ou émettrice (c'est le cas généralement des ordinateurs reliés par réseau).

La communication entre systèmes informatiques s'effectue via des liaisons dont les principaux éléments sont définis par les recommandations de l'UIT-T (Union Internationale des Télécommunications – secteur des Télécommunications). La figure suivante met en évidence ces différents éléments.

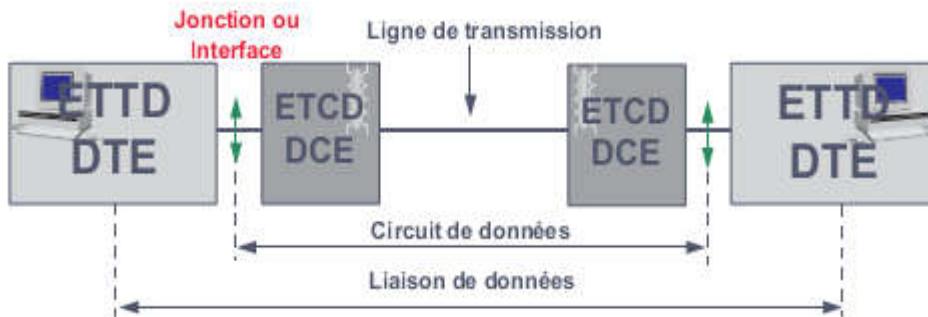


Figure III.1 : Eléments constitutifs d'une liaison de données.

III.1.1 ETTD (Equipement Terminal de Traitement de Données) ou DTE (Data Terminal Equipment) :

Situé à l'extrême de la liaison, l'**ETTD** effectue le traitement de données et intègre un contrôleur de communication peut être un ordinateur, un terminal, une imprimante ou plus généralement tout équipement qui ne se connecte pas directement à la ligne de transmission.

III.1.2 ETCD (Equipement de Terminaison de Circuit de Données) ou DCE (Data Communication Equipment) :

La transmission des données sur la ligne est assurée par l'**ETCD** qui peut être un modem, un multiplexeur, un concentrateur ou simplement un adaptateur (pseudo-modem).

L'ETCD a deux fonctions essentielles :

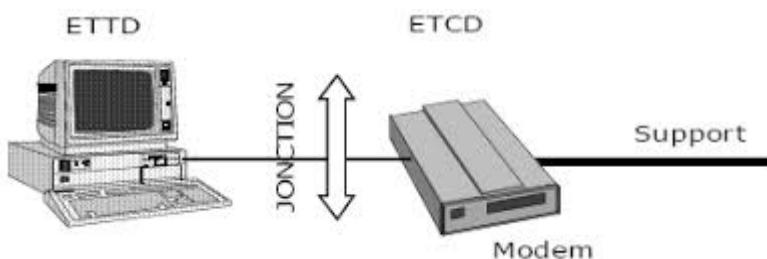
- l'adaptation du signal binaire entre l'ETTD et la ligne de transmission, ce qui correspond généralement à un codage et une modulation (ou une démodulation et un décodage suivant qu'il émet ou reçoit) ;
- la gestion de la liaison comprenant l'établissement, le maintien et la libération de la ligne à chaque extrémité.

L'ETCD est caractérisé par :

- débit binaire (bits/s),
- type de modulation (pour les modems),
- mode de synchronisation (synchrone/asynchrone),
- type de ligne de transmission (RTC, LS 2 fils, LS 4 fils, ...),
- mode d'exploitation du circuit (simplex, half-duplex, duplex),
- procédé de codage (convertisseur en bande de base ou modem),
- rapidité de modulation,
- type de l'interface physique avec l'ETTD.

III.1.3 La jonction constitue l'interface entre ETCD et ETTD :

Elle permet à ce dernier de contrôler le circuit de données (établissement et libération, initialisation de la transmission ...).



Une interface ETTD/ETCD spécifique :

- une interface mécanique qui fixe le connecteur physique ;
- une interface électrique qui détermine les niveaux électriques des signaux qui transittent par la jonction ;
- une interface fonctionnelle qui précise les fonctions remplies par telle ou telle broche : le transfert de données, les signaux de commande, les signaux de synchronisation et les masses ;
- enfin, une interface procédurale qui définit les procédures de commande et d'échange.

III.2 LES MODEMS

Le nom original du Modem vient de l'intégration des termes : Modulateur/Démodulateur, étant un appareil capable de transformer des signaux numériques en analogiques, un processus connu dans l'environnement sous le nom de modulation, d'autre part il est également possible de convertir signaux analogiques en numériques, il représente un processus inverse et est identifié par le nom de démodulation.

On parle de modem pour désigner les appareils destinés à faire communiquer des machines numériques entre elles (ex. : ordinateurs), à accéder à Internet, à envoyer ou recevoir des télécopies, à faire de la téléphonie numérique, et ce à travers un réseau analogique (réseau téléphonique commuté, réseau électrique, réseaux radios...).

Le modem intègre également d'autres fonctions à savoir :

- L'adaptation du niveau de tension avec L'ETTD ;
- Le codage ;
- Le filtrage,
- L'amplification et l'adaptation de la ligne.

Un modem est caractérisé par :

- la rapidité de modulation,
- le type de modulation (phase, amplitude, fréquence),
- le mode de synchronisation (synchrone/asynchrone),
- le mode d'exploitation (half/full duplex),
- le mode de raccordement (jonction avec le coupleur, ligne 2 ou 4 fils ou réseau téléphonique commuté),
- L'interface avec l'ETTD,

III.2.1 Normalisation

L'UIT-T (Union Internationale des Télécommunications - standardisation des Télécommunications ; cet organisme était appelé jusqu'en 1992 CCITT, Comité Consultatif International Téléphonique et Télégraphique) a émis un certain nombre d'avis concernant le fonctionnement des modems. Ces avis spécifient les conditions de fonctionnement des appareils : vitesses de transmission autorisées, types de modulation, systèmes de compression et/ou de détection d'erreurs éventuelles ; ils constituent en réalité des normes qui sont respectées par de nombreux constructeurs. Ci-après quelques normes importantes :

➤ **Norme V21 :**

- débit : 300 bps ;
- type de transmission : asynchrone ;
- support : RTC ou LS 2 fils ;
- modulation de fréquence ;
- full duplex par partage de bande.

➤ **Norme V22 :**

- débit 600 ou 1200 bps ;
- transmission synchrone ;
- support : RTC ou LS 2 fils ;
- full duplex par partage de bande ;
- modulation de phase à 4 états ;

➤ **Norme V23 :**

- débit 600 ou 1200 bps ;
- transmission synchrone et asynchrone ;

- support : RTC ou LS 2 ou 4 fils ;
- half duplex sur 2 fils, full duplex sur 4 fils ;
- modulation de fréquence ;
- voie de retour possible à 75 bps ;

➤ **Norme V29 :**

- débit 4800 9600bps ;
- transmission synchrone ;
- support : LS 4 fils ;
- modulation 8 phases 2 amplitudes ;
- mode full duplex.

➤ **Norme V.32 :**

- débit de 9 600 b/s
- en duplex intégral ;
- modulation à 2 400 bauds, avec une constellation de 32 points ;

➤ **Norme V.34 :**

- débit de 28,8 kb/s ;
- fonctionnement en modes duplex et simplex ;
- modulation par déplacement d'amplitude en quadrature (QAM, quadrature amplitude modulation) ;
- transmission synchrone en ligne à différentes rapidités de modulation.

➤ **Norme V.90 :**

Débit de 56 kb/s pour la liaison descendante (vers l'utilisateur), mais 33,6 kb/s pour la liaison montante vers le réseau) ; une liaison asymétrique, comme pour l'ADSL ;

➤ **Norme V.92 :**

Débit descendant jusqu'à 56 kb/s, et débit montant jusqu'à 48 kb/s.

III.3 MODEM ADSL :

ADSL signifie **A**symmetric **D**igital **S**ubscriber **L**ine : « liaison numérique à débit asymétrique sur ligne d'abonné » ou « liaison numérique asymétrique ».

III.3.1 Caractéristiques :

La plus importante caractéristique de l'ADSL est sa capacité d'offrir des services numériques rapides sur le réseau cuivré existant, en superposition et sans interférence avec le service téléphonique analogique traditionnel.

L'ADSL permet d'atteindre des débits de plusieurs **Mbit/s** sur des distances inférieures à **5km**. Il assure une connexion Internet rapide et des applications, comme la téléphonie sur IP, ou encore la TV sur Internet.

III.3.2 Principes de fonctionnement de l'ADSL :

L'ADSL est une technique de multiplexage fréquentiel qui permet de partager la bande passante entre les trois fonctions principales de la ligne : le téléphone, le **Upload** (du client vers le serveur : flux *montant*) et le **Download** (du serveur vers le client : flux *descendant*).

Le téléphone utilise les fréquences de 300 Hz à 4 kHz, on lui réserve donc cette bande. Le **Upload** est en général moins important que le **Download**, on lui accorde donc une bande relativement étroite (de 64 kHz – 200 kHz). Le **Download** étant généralement plus important, on lui attribue une bande large dans les plus hautes fréquences (de 200 kHz – 1104 kHz). La figure (III.2) montre la répartition des fréquences pour chaque usage.

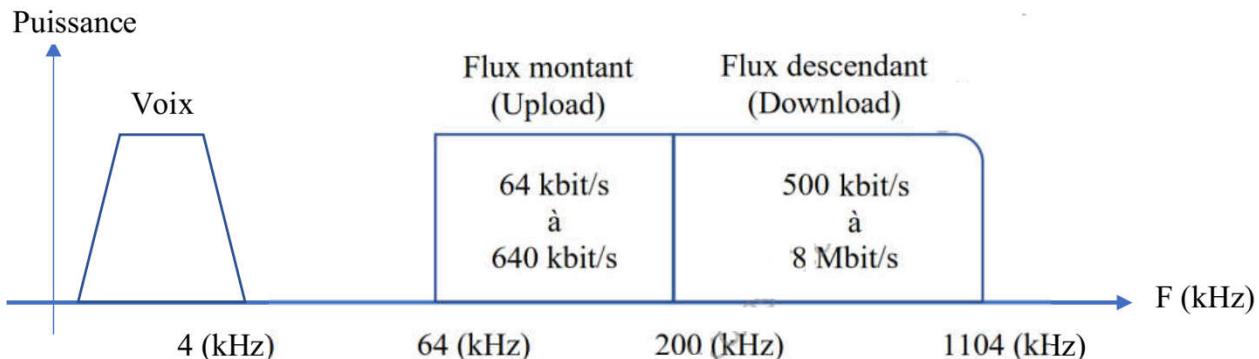


Figure III.2 : Répartition des bandes de fréquence en ADSL.

La bande de 64 kHz à 1104 kHz est divisée en 256 sous-canaux (porteuses ou tonalités) de 4 kHz et 4 sous-canaux de contrôle (figure III.3) :

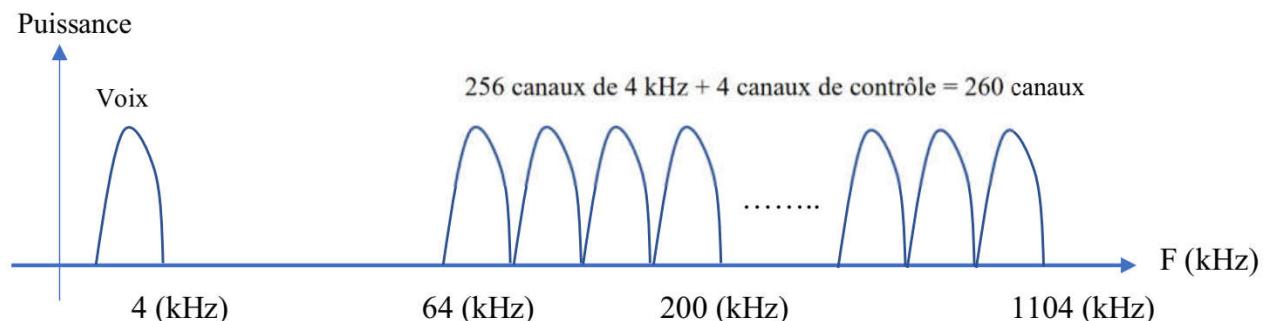


Figure III.3 : Division de la bande data en plusieurs bandes de 4 kHz.

Chaque canal utilise une modulation de type QAM (Quadrature Amplitude Modulation) suivie par une transposition en fréquence selon un codage spécifique dit DMT (Discrete MultiTone) avec un débit de 32 kbit/s. Alors, on pourra atteindre 640 kbit/s pour le Uploading et jusqu'à 8 Mbit/s pour le Downloading.

L'accès au réseau d'Internet d'un opérateur à travers la ligne téléphonique nécessite l'utilisation d'un filtre (splitter) au niveau de l'utilisateur, qui assure la séparation entre le service téléphonique traditionnel et le modem ADSL (figure III.4) :



Figure III.4 : Liaison ADSL entre un utilisateur final et des réseaux voix et data.

En plus de la liaison du modem au filtre par un câble téléphonique (connecteur RJ11), le modem offre un accès de type Ethernet (Paire torsadée avec connecteur RJ45), USB ou Wi-Fi (sans fil). Du côté opérateur de télécommunications, le multiplexeur fréquentiel d'accès DSL (DSLAM : Digital Subscriber Line Access Multiplexer) assure le multiplexage et l'interface entre les clients ADSL et le réseau haut débit de l'opérateur.

III.3.3 ADSL2+ et les évolutions :

La première version de l'ADSL est limitée à 8 Mbit/s en flux descendant pour des distances maximales de 5 km, l'ADSL+2 permet d'atteindre 25 Mbit/s pour des distances maximales de 2 km. Ce gain est obtenu essentiellement en utilisant une bande de fréquence jusqu'à 2.2 MHz avec les mêmes techniques de modulation.

En utilisant une bande de fréquence encore plus large et plus haute, le VDSL (Very High bit-rate DSL) permettra d'atteindre un débit de 52 Mbit/s en réception et 12 Mbit/s en émission. VDSL+2 permettra théoriquement de doubler ces débits.

L'ADSL, initialement imaginé pour des services de vidéo à la demande (VoD), a donné accès au haut débit pour les connexions Internet et il est aujourd'hui concurrencé par les accès fibre optique.