

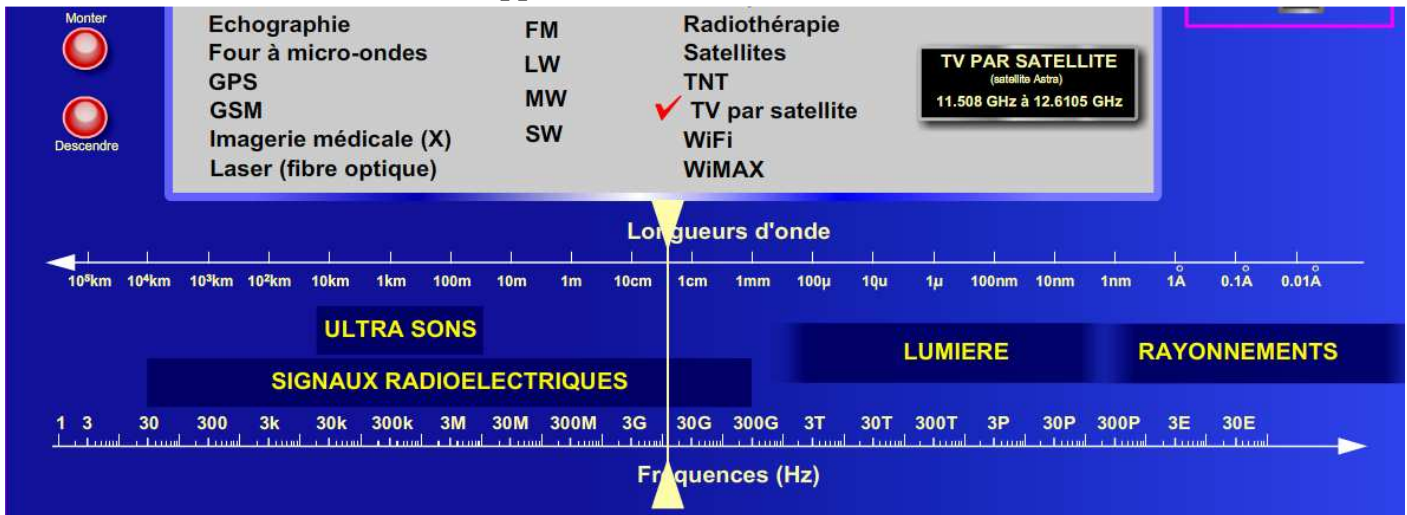
Chapitre 1. Notions sur la transmission de données

I. Systèmes de transmission numériques

Organismes de normalisation

ORGANISMES DE NORMALISATION	UIT Union Internationale des Télécom (ITU en anglais). Anciennement CCITT jusqu'en 1993. Dépend de l'ONU. Siège à Genève. Son secteur "normalisation" est l'UIT-T. Il émet des Recommandations (avec "R" en majuscule). Normes les plus connues : série X (ex. X25) et série V (voir page suivante).	IEEE Institute of Electrical and Electronics Engineers Organisé en comités, par exemple comité 802, il décrit des normes de réseaux locaux et métropolitains : 802.3 (Ethernet), 802.11 (WiFi), 802.16 (WiMAX), etc.	ISO International Organization for Standardization (qui ne fait pas ISO !). C'est un organisme non gouvernemental qui est le plus grand producteur et éditeur mondial de normes internationales. Réseau d'instituts nationaux de normalisation de 163 pays, il a son secrétariat central à Genève.
-----------------------------	---	---	---

Support et canaux de transmission



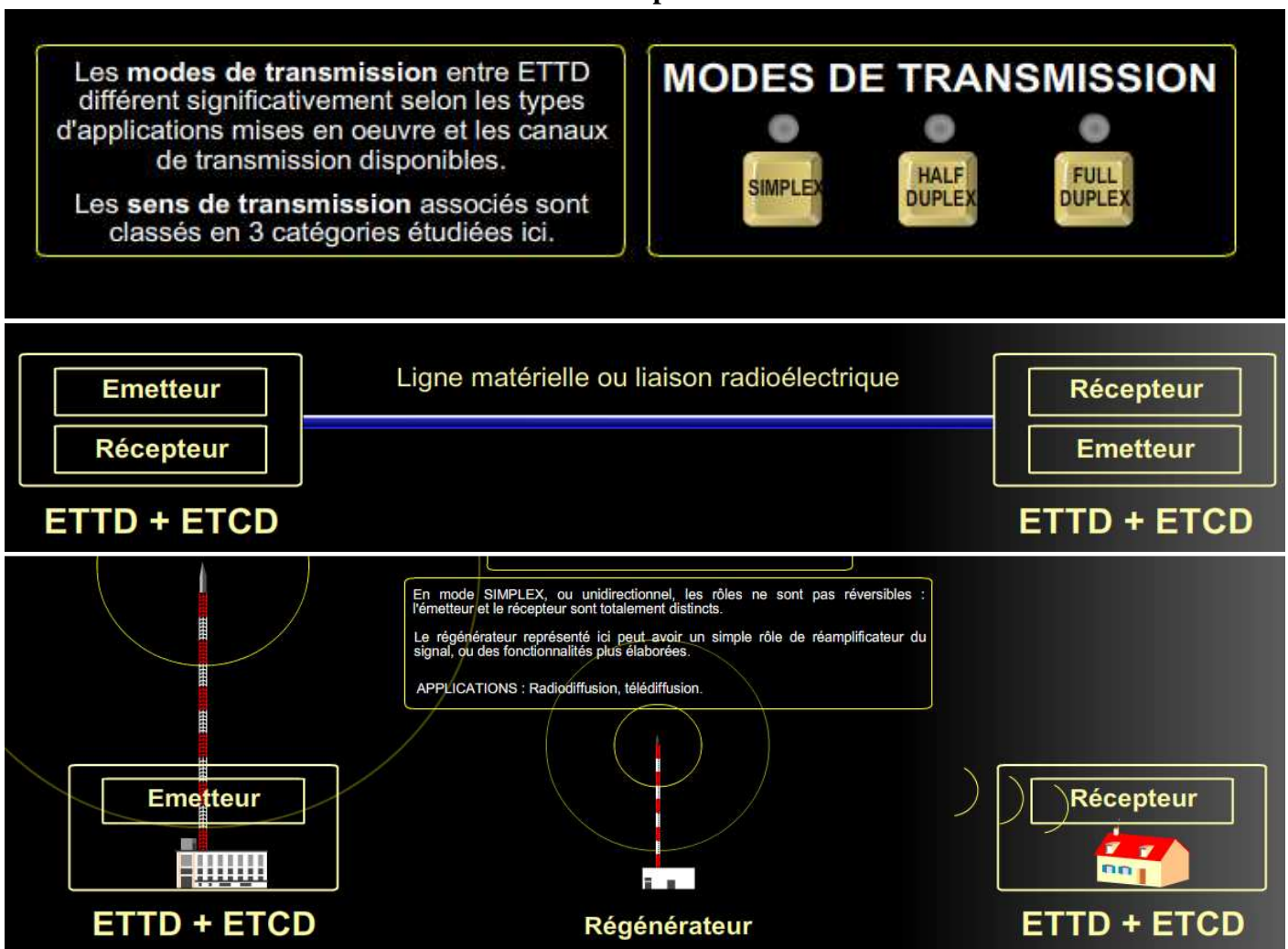
Principe d'une liaison de données

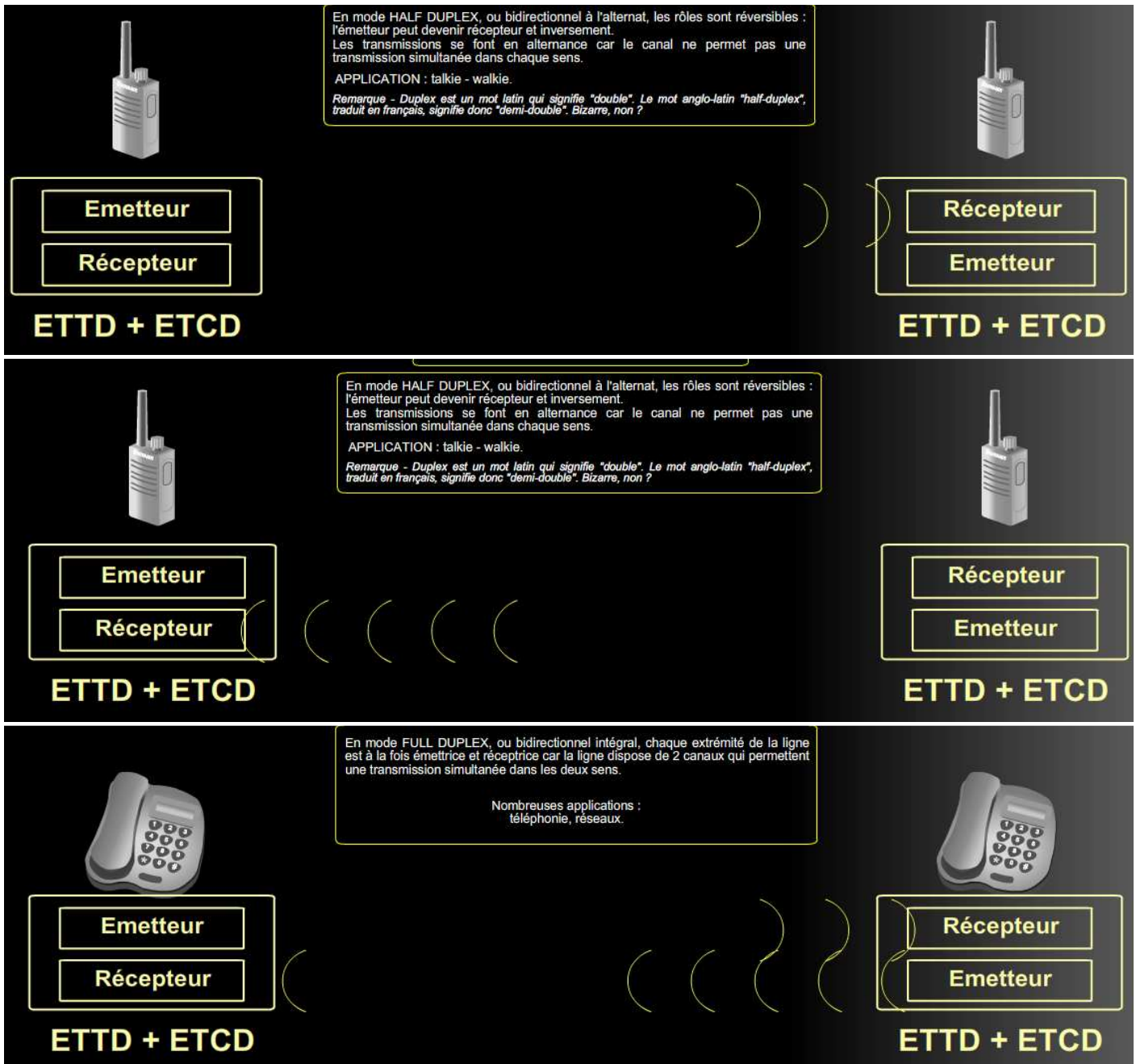


	ETTD	ETCD
ORDINATEUR	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MODEM	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
TELEPHONE CELLULAIRE	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
IMPRIMANTE SIMPLE	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
IMPRIMANTE RESEAU	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
TERMINAL	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ROUTEUR RNIS	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
CARTE ETHERNET	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
CARTE WiFi	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
MULTIPLEXEUR	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

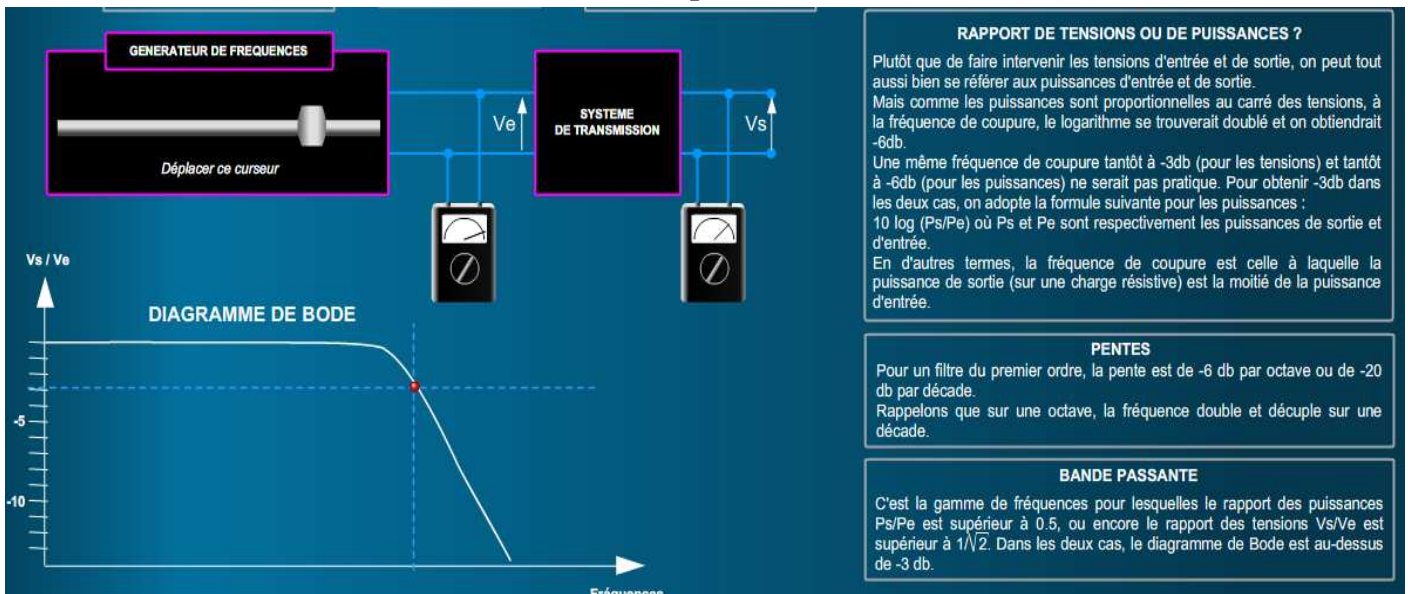
II. Transmission de données

Modes d'exploitation

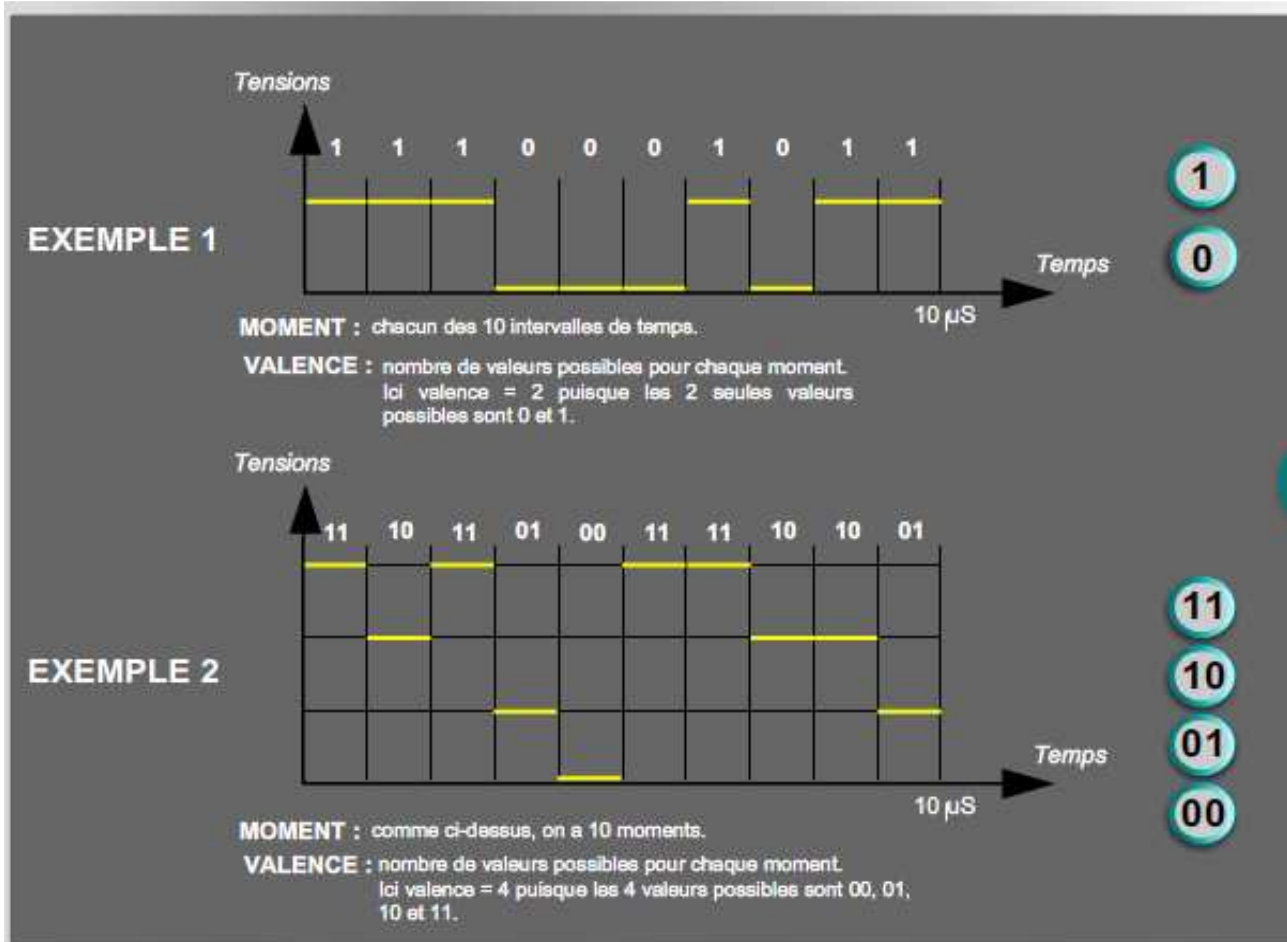




Bande passante



Rapidité de modulation, débit binaire et capacité d'un canal



Théorème de Shannon (1949).

FORMULE DE SHANNON

Le débit D maximum peut aussi être exprimé, non seulement en fonction de la bande passante W , mais aussi en fonction du rapport signal / bruit S/B (angl. *S/N Signal / Noise*). S/B est un rapport de puissances.

$$D_{\max} = W \log_2(1 + S/B)$$

EXEMPLE

Sur une ligne téléphonique de bande passante $W=3100$ Hz et de rapport S/B de 10, le débit peut théoriquement atteindre 10.7 kbit/s (mais en réalité bien moins).
Si on a une ligne de meilleure qualité de rapport $S/B=1000$ (soit $10 \log_{10}1000=30\text{db}$), on devrait théoriquement atteindre un débit de 30.9 kbit/s.

EXERCICE 1

Une ligne a pour bande passante 100 kHz - 275 kHz et un rapport $S/B = 17$ db.
Calculer le débit théorique disponible sur cette ligne.

EXERCICE 2

Une ligne du réseau téléphonique commuté (RTC) limite la bande passante de la voix à 300Hz - 3400 Hz.
On veut transmettre 31 kbit/s. Quel est le rapport S/B admissible en db ?

EXERCICE 3

On veut transmettre 1 Moctet à 56 kbit/s. Est-ce possible sur une paire torsadée du RTC ?

REPONSE A L'EXERCICE 3

Non, cela est impossible sans modulation.
La bande passante du RTC n'étant que de 3100 Hz, elle ne permet théoriquement qu'un débit de 6200 bit/s.
D'après la formule de Nyquist, il faudrait une bande passante de 28 kHz.
La solution consiste à utiliser une modulation par modem ou, mieux encore, l'ADSL (voir le module 3).

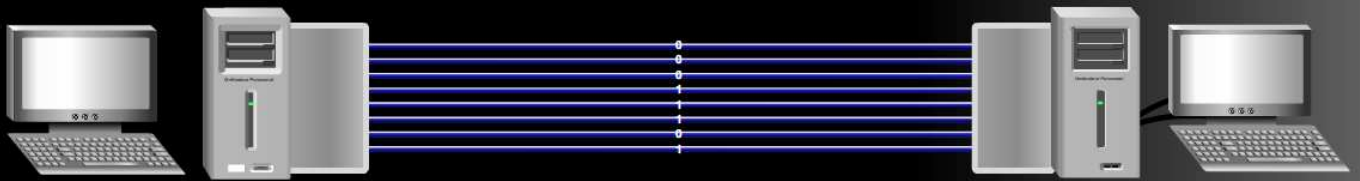
III. transmission série et transmission parallèle

MODE DE TRANSMISSION PARALLELE

Les transmissions en mode parallèle sont réservées aux liaisons courtes : de quelques dizaines de centimètres tout au plus pour les bus d'ordinateurs (nappes) à quelques dizaines de mètres pour de très forts débits entre certains systèmes informatiques.

L'efficacité du transfert d'information est évidemment très supérieure à celle des liaisons série puisque des mots entiers peuvent être transmis en bloc. Ce mode se heurte évidemment aux problèmes de diaphonie (voir chapitre "Dégradation des signaux") et à la synchronisation des bits à l'arrivée car on ne peut pas espérer un délai de propagation strictement identique pour chaque conducteur.

Un exemple de liaison parallèle bien connu est celui de la norme ATA (*Advanced Technology Attachment*) dans sa version parallèle (PATA) qui permet d'établir des liaisons à 133 Mo/s entre un ordinateur et son disque dur à travers une nappe de 40 conducteurs.



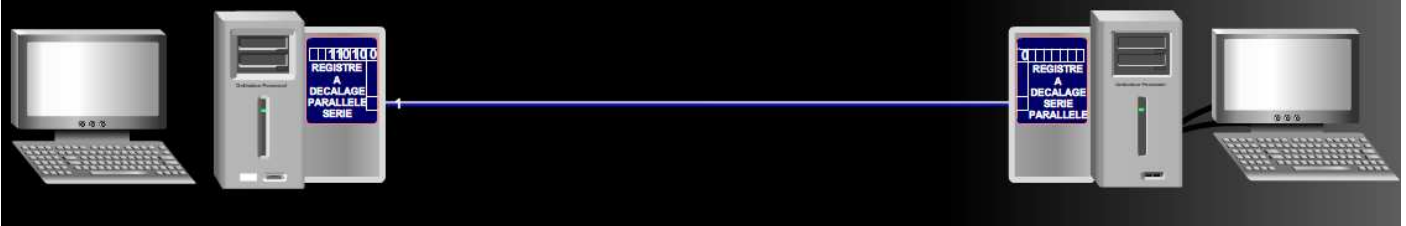
MODE DE TRANSMISSION SERIE

Dans le domaine des télécommunications, il est systématiquement préféré au mode de transmission parallèle.

Plus économique, il permet aussi d'éviter les interférences que l'on rencontre quand on a plusieurs conducteurs en parallèle.

La transmission, en mode synchrone ou asynchrone (traitée dans ce chapitre), est réalisée par une sérialisation en émission à l'aide d'un registre à décalage.

Inversement, en réception, on procède à une désérialisation à l'aide d'un autre registre à décalage fonctionnant de façon symétrique.

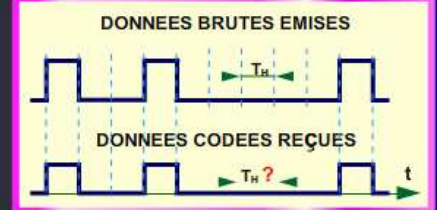


VI. Techniques de transmission

CODAGE DE L'INFORMATION BINAIRE

Pour transmettre un signal binaire, il semble que la façon la plus simple de le coder consiste à reproduire son allure à l'aide de tensions sous forme de créneaux. Mais cette technique présente plusieurs inconvénients : les systèmes électroniques ne sont pas adaptés au traitement de transitions brutales, aussi bien en tension qu'en courant.

De plus, les longues suites de 0 (ou de 1) donnent lieu à une tension ou un courant constant, ce qui pose un sérieux problème au récepteur pour reconstituer la période de l'horloge d'émission T_H et lire les données au même rythme que celui de l'émission ("fréquence rythme").



LES CONTRAINTES DU MILIEU DE TRANSMISSION

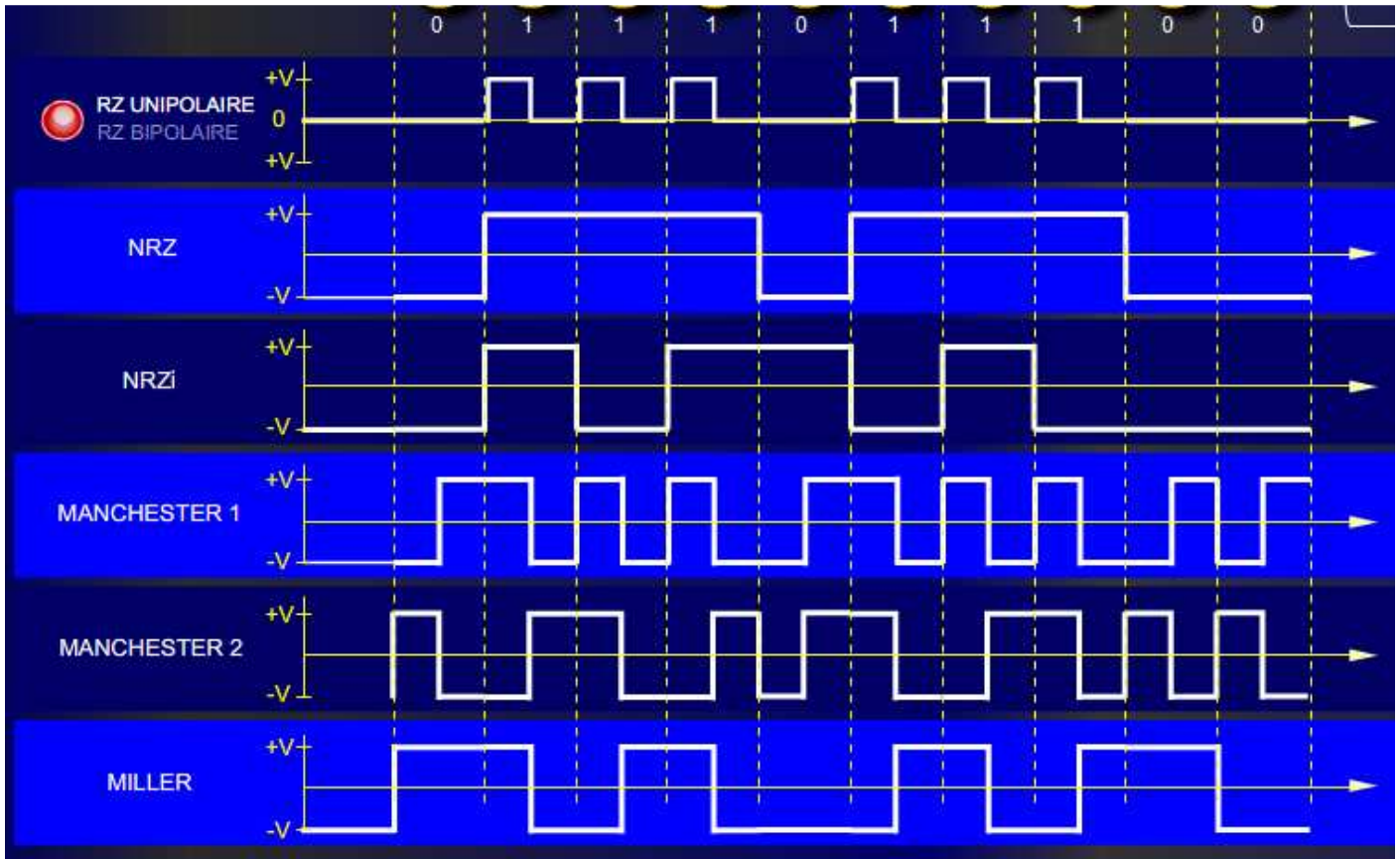
Le milieu de transmission n'est pas apte à transmettre des créneaux sans déformation, car il n'offre pas une bande passante infinie, mais se comporte au contraire comme un passe-bande : mauvaise transmission des basses fréquences par les amplificateurs (et a fortiori du continu) et, évidemment, une limite aux fréquences élevées, ce qui empêche une transmission correcte des fronts verticaux.

BANDE DE BASE ET MODULATION

Pour les transmissions sur de courtes distances, on peut cependant coder les informations binaires sous forme d'impulsions à l'aide des techniques dites en "BANDE DE BASE" que nous étudions dans ce chapitre. Comme on va le voir, aucune n'est parfaite et le choix dépend des contraintes liées au type d'application et au support.

Mais, quoi qu'il en soit, pour les grandes distances on doit recourir à des techniques différentes fondées sur la MODULATION (accès par le menu principal de ce cours).

Transmission en bande de base



CODE NRZ

C'est le codage qui se rapproche le plus, par l'allure des signaux, de la forme de la séquence des valeurs binaires à transmettre :

- la valeur binaire 1 est codée par une tension +V,
- la valeur binaire 0 est codée par une tension -V.

D'où le nom du code NRZ (No Return to Zero).

Utilisé dans les réseaux Transpac et les réseaux locaux à 100 Mbit/s. Dans Transpac, le bit de transparence permet d'éviter une tension constante en présence d'une longue série de bits identiques. Le même principe est mis en oeuvre dans les réseaux locaux CAN.

AVANTAGES et INCONVENIENTS

Comme le code RZ, le code NRZ est particulièrement simple.

On ne peut pas confondre une longue série de 0 (tension -V) avec une coupure de liaison (absence de signal = 0 V à condition de ne pas coder 0 par 0 Volt).

Mais le spectre de puissance est maximum aux basses fréquences, ce qui rend ce codage inadapté aux débits élevés car alors le spectre de fréquences du support doit être très large.

CODE MANCHESTER 1

Une transition (ou front) descendant au milieu de la période d'horloge de l'émetteur code 1, et un front montant code 0.

On peut exprimer autrement cette définition : un bit identique au précédent est codé par le même symbole ; un bit différent du précédent est codé par un symbole symétrique du symbole précédent.

Application dans les réseaux locaux à protocole Ethernet.

AVANTAGES et INCONVENIENTS

Employé dans les réseaux locaux, il supporte les longues suites de 0 ou de 1 car le rythme de l'horloge est transmis en permanence.

Les tensions constantes pendant une période entière de l'horloge ne peuvent pas être confondues avec des données. Elles sont utilisées pour séparer les trames.

Le spectre de puissance, présenté en page 5, est bien plus favorable que celui des codages précédents : pas de composante continue ni de basses fréquences. Mais le spectre s'étend jusqu'à 2 fois la fréquence rythme.

CODE MANCHESTER 2

A la fin de chaque période, le signal présente :

- la même transition pour coder 0,
- une transition opposée pour coder 1.

On maintient une transition au milieu de la période d'horloge, comme pour le code Manchester 1.

Codage utilisé autrefois dans le protocole Token Ring.

AVANTAGES et INCONVENIENTS

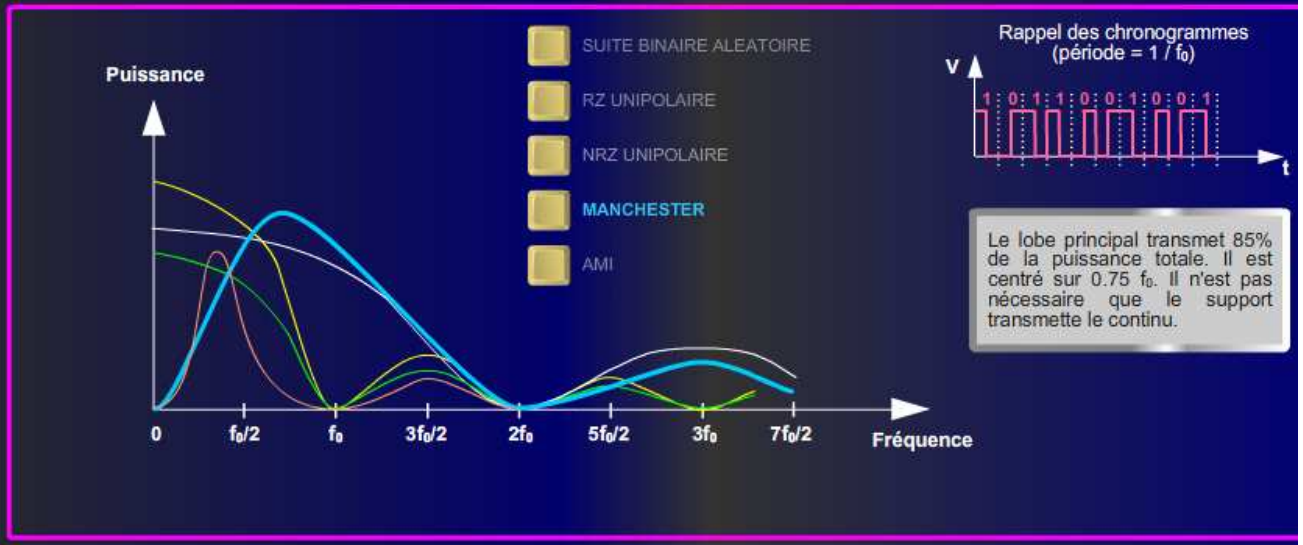
Comme le code Manchester 1, ce code transporte à la fois les données et le rythme de l'horloge d'émission.

Il a le même spectre.

SPECTRES DE PUISSANCE

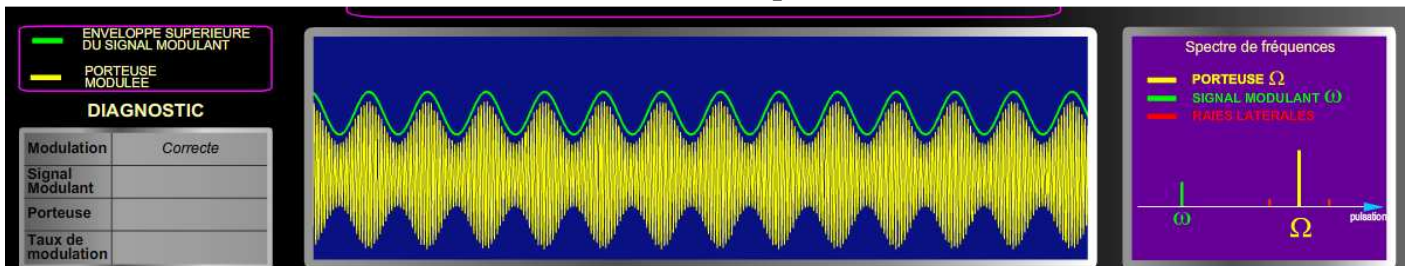
L'allure du spectre de puissance est une donnée essentielle pour choisir le codage en bande de base le plus pertinent. Comme on peut le voir sur les quelques exemples ci-dessous, ce spectre varie fortement selon le type de codage.

En particulier, on peut constater que certains spectres présentent un maximum au voisinage de la fréquence nulle. La puissance n'est alors transmise correctement que si le support laisse passer les signaux continus. Cela pose évidemment de graves problèmes aux amplificateurs.



Transmission en large bande (modulation)

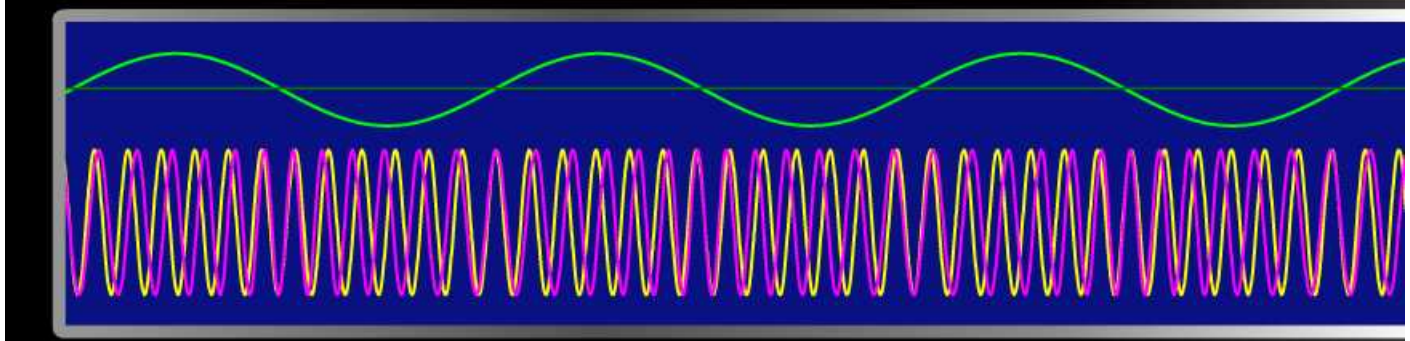
Modulation d'amplitude



Transmission en large bande (modulation)

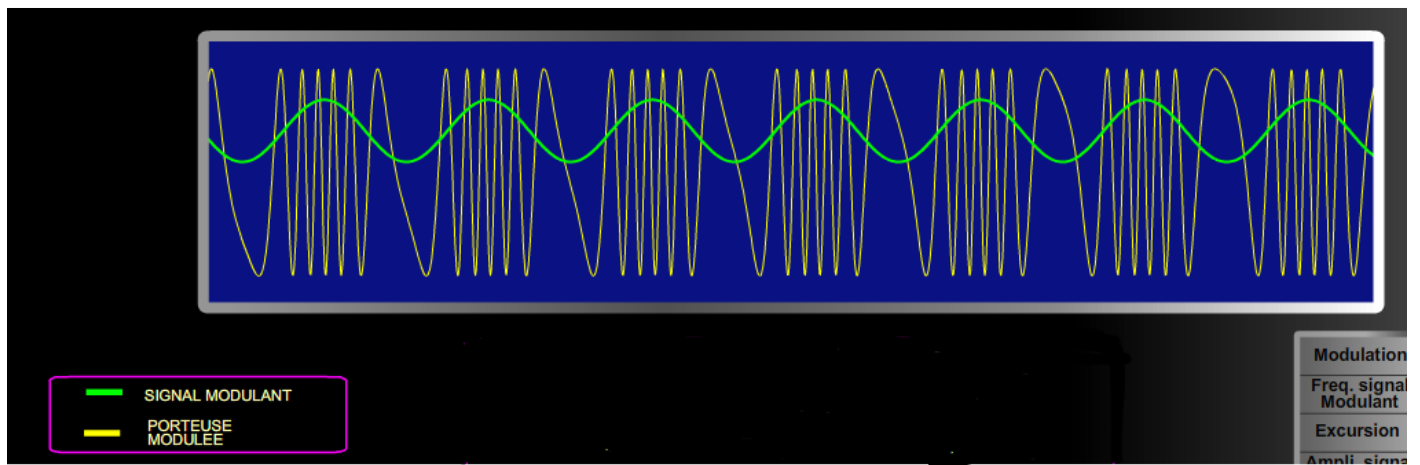
Modulation de phase

Lorsque le signal modulant (—) passe par 0, la porteuse modulée (—) est en phase avec la porteuse non modulée (—). Elle est en avance lorsque le signal modulant est positif, en retard lorsqu'il est négatif.
L'excursion en phase définit l'écart de phase maximum qui peut exister entre le signal modulant et la porteuse modulée.



Transmission en large bande (modulation)

Modulation de fréquence



Transmission asynchrone

