

# Réseaux

*M1 Informatique 2019/20*

E. Godard

Aix-Marseille Université

*Couche Physique*



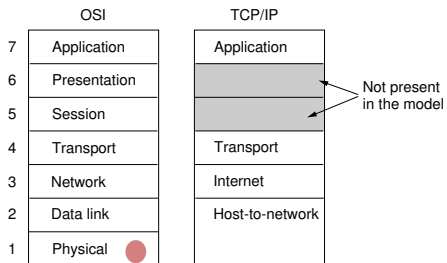
# Plan

Fonctions de la Couche Physique

Traitement du Signal

Pour Résumer

# Plan



Plan

Fonctions de la Couche Physique

Traitement du Signal

Pour Résumer

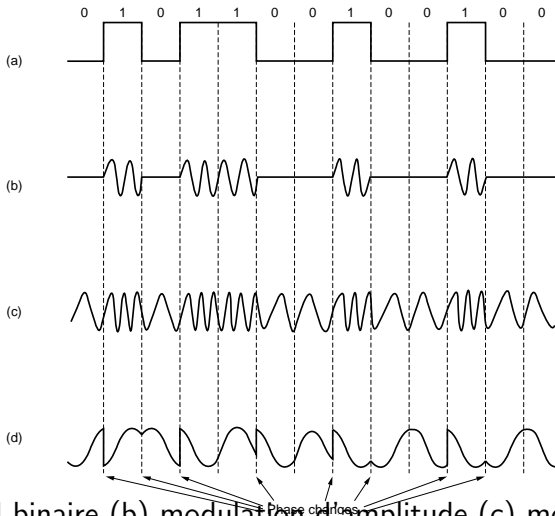
# Fonctions Fondamentales

- Transmission physique :  
support électrique, électromagnétique, ...
- Transformation d'une suite de bits en signaux  
et inversement
- Faire abstraction du support physique :  
adaptation au support,
- Partage du support,

# Transmission

- Information : état logique (suite de 0 et 1)  $\longleftrightarrow$  état du support (*signal*)
- Signal :
  - ▶ états physiques possibles : amplitude, fréquence, phase
  - ▶ un symbole correspond à un état physique du système
  - ▶ **valence  $V$**  : nombre de symboles physiques utilisés

# Signaux



# Débits

Rapidité de modulation ● nombre de **symboles physiques** par unité de temps,

- $k$  est le nombre de tels “états physiques codants” émis pendant  $T$  secondes.
- $R_m = k/T$  (en *bauds*) :

Débit binaire : ● nombre de **bits** transmis par unité de temps,

- un signal de valence  $V$  transmet donc  $\log_2 V$  bits par symbole,
- $D = R_m \log_2 V$  :

**Attention** : un baud peut correspondre à plusieurs bits/s.



# Exemple : Modem

La *modulation* consiste à transformer une suite binaire en signal physique en faisant varier une de ces caractéristiques physiques :

- amplitude,
- phase,
- fréquence.

La *démodulation* est l'opération inverse.

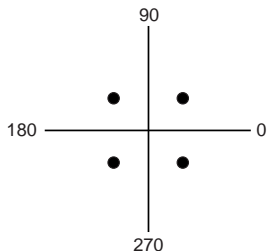
- *Modem* : **M**odulateur / **D**émodulateur
- Modulation combinée : variation sur plusieurs caractéristiques (en général phase et amplitude).

# Diagramme de Constellation

Représentation de l'onde ( amplitude + phase ) dans le plan complexe :

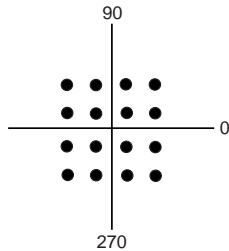
$$z(t) = Ae^{i\omega t + \varphi} = Ae^{i\varphi} \times e^{i\omega t}$$

$$= z_0 e^{i\omega t}$$



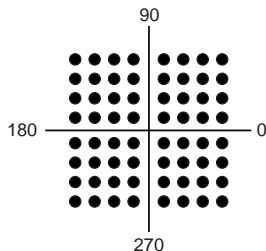
(a)

E. Godard



(b)

Réseaux



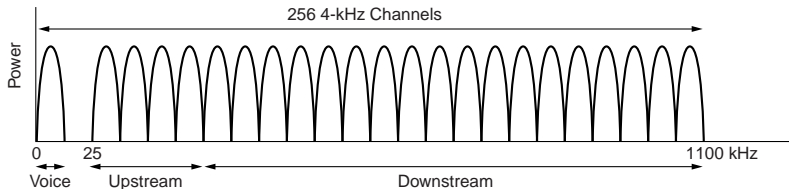
(c)

# Multiplexage

**Objectif** : utiliser le même support physique pour transmettre **simultanément** plusieurs signaux physiques, => plusieurs suites binaires en parallèle

- même type de codage
- fréquence de base différente
- **Traitement du signal** via la numérisation

**Exemple** : ADSL (Assymetric Digital Subscriber Line)



Plan

Fonctions de la Couche Physique

Traitement du Signal

Pour Résumer

# Définitions

La *numérisation* est la transformation d'un signal physique en suite binaire.

L'*échantillonnage* est une des étapes de la numérisation, elle consiste à mesurer la valeur du signal à (petits) intervalles réguliers.

# Analyse Harmonique ( Coef. de Fourier )

- Fonction

" $f$ " :  $\mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ , " $2\pi$ "

périodique

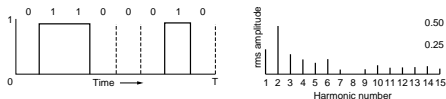
- On a

$$f(t) = c + \sum_0^{\infty} a_n \sin(nt) + \sum_0^{\infty} b_n \cos(nt)$$

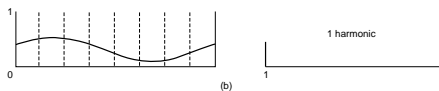
- avec

$$c = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} f(t) dt$$

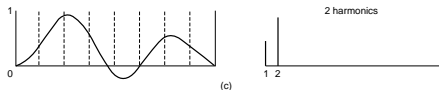
$$a_n = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} f(t) \sin(nt) dt$$



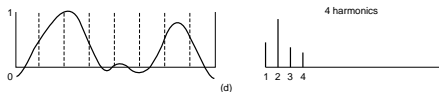
(a)



(b)



(c)



(d)



# Débits Maximaux Théoriques

Théorème de Nyquist pour un canal parfait ( $\Rightarrow$  sans bruit)

$$\text{debit binaire maximal} = 2F \log_2 V \text{ bit/s}$$

**Idee de la preuve** Un signal émis en dessous d'une bande passante  $F$  peut être reconstitué avec un échantillonnage équivalent à  $2F$  par seconde.

Ex : canal 3000Hz avec signal binaire ( $\Rightarrow$  deux niveaux de valence)  $\Rightarrow$  débit ne peut pas dépasser 6000 bits/s

**Conséquence** Pour augmenter le débit, il suffit(?) d'augmenter la valence

# Théorie de l'Information

**Rapport Signal/Bruit** ce rapport est exprimé en *Décibels* (dB)

$$(S/B)db = 10 \log_{10}(S/B)bits/s$$

**Théorème de Shannon** Débit binaire maximal (théorique) dans un canal bruité de bande passante  $F$  et de rapport signal-bruit  $S/B$  :

$$debit = F_{Hz} \log_2(1 + S/B)$$

## Exemple

*Ligne téléphonique classique, bande passante de 3000 Hz, rapport signal bruit de 30 dB.*

*Celle-ci ne pourra jamais transmettre à un débit supérieur à 30000 bit/s, **quels que soient le nombre de niveaux utilisés ou la fréquence d'échantillonnage.***



Plan

Fonctions de la Couche Physique

Traitement du Signal

Pour Résumer

# Pour Résumer : Paire Torsadée



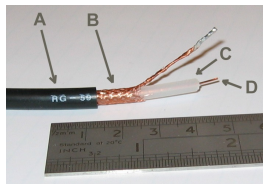
- Câble électrique torsadé en cuivre  
Ex : Ethernet RJ45, réseau téléphonique (boucle locale)

- Propagation en  $5,3 \mu\text{s}/\text{km}$ ,
- Débit jusqu'à 1000 Mbit/s,
- Jusqu'à 1 km sans répéteur (selon catégorie),
- Coût faible => **très répandu.**

## Exemple

*Ethernet 100BaseTX à 100Mbits/s, 2 paires torsadées, catégorie 5, transmission en bande de base, codage Manchester, topologie bus avec hub, segment de 100m maximum.*

# Pour Résumer : Câble coaxial

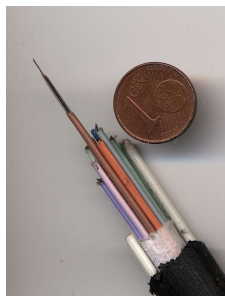


- Meilleur blindage que la paire torsadée.
- Propagation en  $4,1 \mu\text{s}/\text{km}$ , haut débit : jusqu'à plusieurs GHz.
- Propagation sur plusieurs kilomètres.
- Peu sensible au bruit.
- Coût plus élevé que la paire torsadée.

## Exemple

*Ethernet 10Base5 à 10Mbits/s, coaxial 50 , transmission en bande de base, codage Manchester, topologie en bus, segment de 500m maximum Télévision câblée, signal modulé, distances jusque 100km, multiplexage multicanaux.*

# Pour Résumer : Fibre optique



- Très peu sensible au bruit => “abolit” limite Nyquist / Shannon
- Très haut débit théorique ( $> 50\text{Tbits/s}$ )
- Propagation en  $5 \mu\text{s/km}$ , débit courant de 1GHz.
- Propagation sur de très longues distances.

## Exemple

*Ethernet 1000BaseSX à 1Gbits/s, fibre monomode, transmission en bande de base, codage manchester, topologie en bus, segment de 5km maximum*

# Pour Résumer : Courant Porteur en Ligne



- Utilisation du réseau électrique domestique (220V, 50Hz)
- Gros problème de bruits, atténuations, échos ...
- Bas débit : modulation de fréquence, 20kbits/s
- Haut débit : multiplexage OFDM, de 14Mbits/s à 800Mbits/s

# Pour Résumer : Transmission sans fil



- Wifi, Bluetooth, ...
- Plus de câbles,
- Itinérance des systèmes,

# Pour Résumer : USB sans fil

