Emetteur: c'est la source d'information, il représente un équipement terminal de traitement des données (ETTD)

Recepteur: c'est le destinateur qui il reçoient l'information il représente un équipement terminal de traitement des données.

ETTD: Equipement terminal de traitement des données.

ETCD: Equipement terminal de controle des données.

Débit binaire: noté D, c'est le nbre d'élts binaires (bits) émis par seconde sur le support de transmission.

$D = \frac{1}{T_b}$ (T_b: période) (bit/s)

$T = nT_b$ (T: période)

$M = 2^n$ (M: nbre d'état)

$D = nR$

(D: nbre de bits transmis par seconde)

Rapidité de modulation R: c'est la fréquence de passe d'un état à un autre état.

$R = \frac{1}{T}$ (bauds)

Bande passante: Largeur de bande du circuit

(Hz) $\rightarrow W = f_2 - f_1$ $\quad B = [f_1, f_2]$ Hz (1)

$M = 2^n \Rightarrow n = \log_2(M)$ donc $D = \log_2(M) R$

$D = nR$

$D_{émission} \leq C$ $\Rightarrow$ si D ↗ $\Rightarrow$ la risque pour obtenir d'erreur s'augmente.

($D_{émission}$: débit d'émission, C: Capacité (dans le canal))

$D = \frac{Qté\ d'inf}{Temps\ total}$

$\log_2(X) = \frac{\ln(X)}{\ln(2)}$

1 Kbits = 10^3 bits
1 Mbits = 10^6 bits
1 Gbits = 10^9 bits

Rapidité de modulation maximale: $R_{max} = 2W$

canal idéal: admet un largeur large et du bande infinie W

$H = 1$

. si $H \neq 1$: le bruit augmente le signal

RSB: Rapport signal sur Bruit $\quad RSB = \frac{S}{B} = \frac{P_S}{P_B}$

SNR: signal to Noise Ratio $\quad SNR = SRN$

$C = W \log_2\left(1 + \frac{S}{B}\right)$ (C: bit/s, W: Hz, $\frac{S}{B}$: sans unité)

$\left(\frac{S}{B}\right)_{dB} = 10 \log_{10}\left(\frac{S}{B}\right) \Rightarrow \frac{\left(\frac{S}{B}\right)_{dB}}{10} = \log_{10}\left(\frac{S}{B}\right)$

(sans unité) $\frac{S}{B} = 10^{\frac{(S/B)_{dB}}{10}}$

* $\left(\frac{S}{B}\right) \uparrow \Rightarrow C \uparrow$ (et mieux)

* Modulation de phase de m phases, avec une amplitude → bivalents (2 cas possible) → quadrivalents (4 cas possible)

bivalents 2 phases pour chaque phase $\Rightarrow M = m \times 2$

quadrivalents 4 pour chaque phase $\Rightarrow M = m \times 4$

* pour déterminer le rapport signal sur bruit limite on utilise l'inégalité $D \leq C$ et $C = W \log_2\left(1 + \frac{S}{B}\right)$

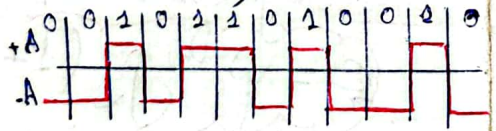
$\Rightarrow \frac{S}{B} \geq e^{\frac{D}{W}} - 1$

* Ligne téléphonique de Bande [300 - 3400] Hz

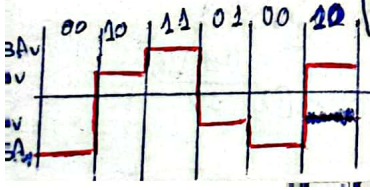
II - Transmission en bande de base :

-1- Code NRZ : (No Return to Zero)

* $M = 2 \rightarrow \begin{cases} 1 \rightarrow +A\,V \\ 0 \rightarrow -A\,V \end{cases}$



* $M = 4 = 2^2 \rightarrow \begin{cases} 00 \rightarrow -3A\,V \\ 01 \rightarrow -A\,V \\ 10 \rightarrow +A\,V \\ 11 \rightarrow +3A\,V \end{cases}$



☺ B.P petite

☹ continuité en "1" et "0"

$1\,ms = 10^{-3}\,s$

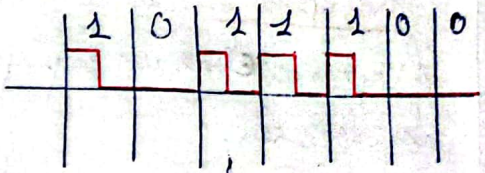
$1\,KHz = 10^3\,Hz$

$\log_e(A) = B \Rightarrow A = e^B$ (2)

* Toute signal continue, elle sera atténué (continuité: تزايد خاية جزء ـ يسمى ثابتة ـ) on doit chercher un type de signal discontinue.

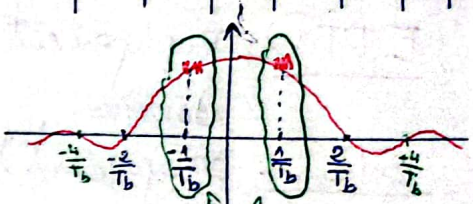
-2- Codage RZ - $\frac{1}{2}$: (Return to Zero)

$M = 2 \rightarrow \begin{cases} 1 \rightarrow \frac{1}{2} \text{ période AV} \; \frac{1}{2} \text{ période 0V} \\ 0 \rightarrow 0\,V \end{cases}$



☺ . Discontinuité en "1"
. Envoie d'Horloge (Period)

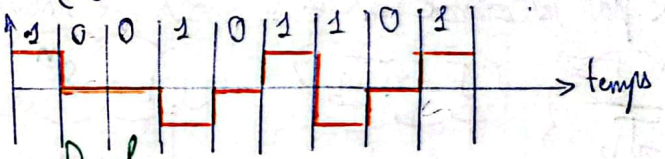
☹ . continuité en "0"
. B.P large



2 impulsion (seul en RZ)

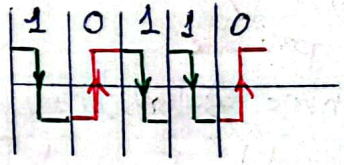
-3- code bipolaire (RZ) :

$M = 2 \rightarrow \begin{cases} 1 \text{ alternativement } +V \text{ et } -V \\ 0 \rightarrow 0V \end{cases}$



-4- Manchester :

$M = 2 \xrightarrow{\text{Biphasé}} \begin{cases} 1 \text{ de } +V \text{ à } +V \text{ au milieu} \\ 0 \text{ de } +V \text{ à } -V \text{ au milieu} \end{cases}$

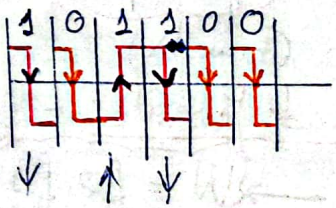


☺ . Discontinuité en "1" et "0"
. Automodulation

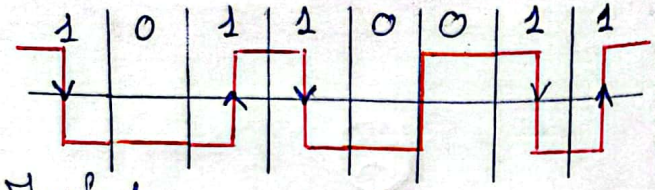
☹ . B.P large
. moins d'erreurs

-5- Manchester Différentiel :

$M = 2 \rightarrow \begin{cases} 1 : \text{inverser la période } (\frac{1}{2}+V \; \frac{1}{2}-V) \\ 0 : \text{mémorisation} \end{cases}$



-6- Miller :

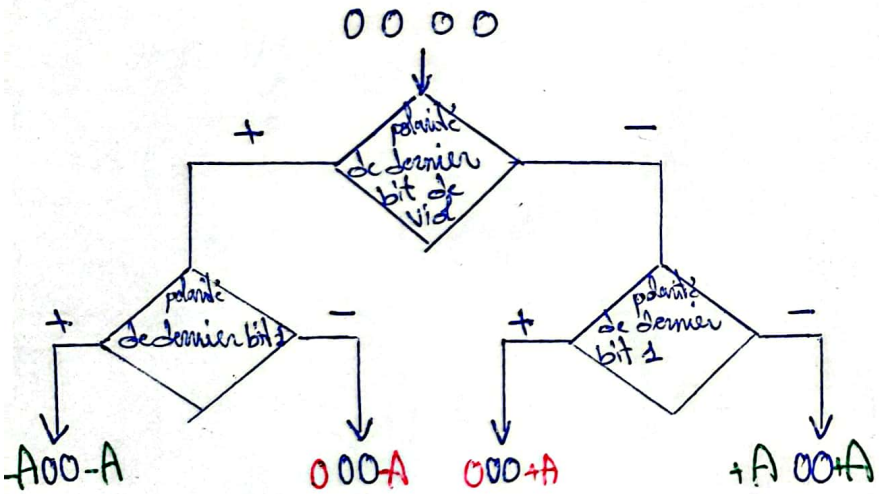


M = 2

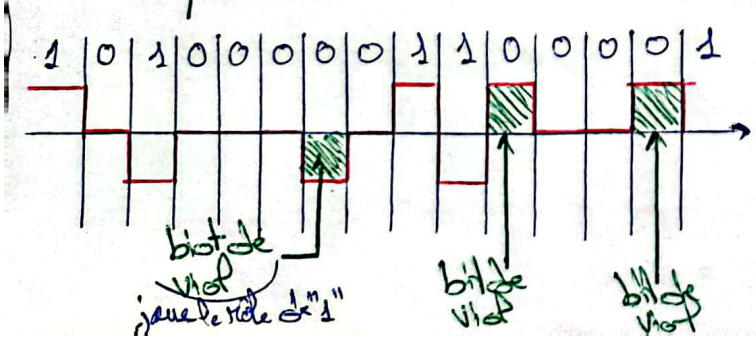
↳ { 1: inverser comme Manchester
0: mémorise une période mais si 0-0 on inverse

* Méthode pour faire la discontinuité :

HDBn (code Bipolaire à haute densité) :

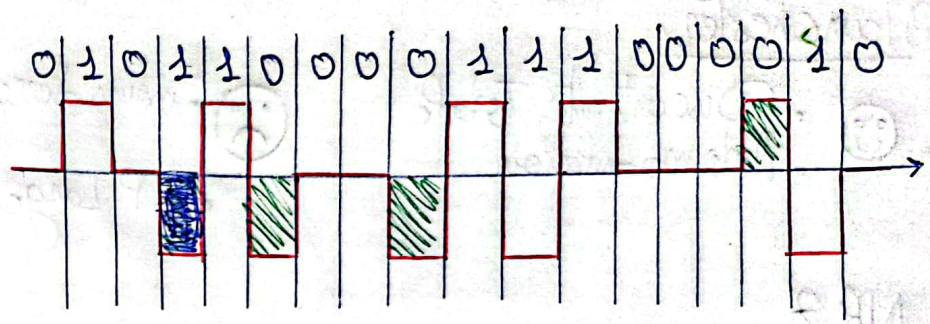


Exp : HDB3 ← maximum 3 "0"



bit de viol : par défaut on choisit la polarité (+)

Exp2 : HDB3



* Quels sont les critères du choix d'un bon code en ligne
  - Discontinuité
  - Bande passante
  - résistance aux erreur.

* Rôle : codage source, canal, en ligne.

	NRZ	RZ-1/2	Manchester
BP	Petite	Large	Large
Discontinuité	~~Continue~~	Discontinue pour "1"	Discontinuité totale
résistance aux Erreur	~~plus~~ moins d'erreur ☺	~~plus~~ d'erreur	moins d'erreur ☺
Horloge			

(3) ⇒ Horloge ≡ synchronisation.

Manchester

- Discontinuité Totale
- Auto modulation

- ↓ moins fiable
- B.P Large

NRZ

- B.P Petite
- continuité en "1" et "0"

RZ - 1/2

- Discontinuité en "1"
- Envoie d'Horloge

- continuité en "0"
- B.P. Large.

Techniques de commutation

La commutation de circuits
de messages
de paquets
de trames
de cellule

Commutation de circuits

- Un circuit matérialisé est construit entre (E/R) l'emetteur et le récepteur.
- Un circuit n'appartient qu'aux deux entités qui communiquent.
- Le circuit doit être établi pour que des informations puissent transiter.
- Le circuit dure jusqu'au moment où l'un des deux abonnés (ou un) interrompt la communication

T_e : Temps d'émission (s)
L : Taille des données à envoyé bits
D : Débit d'emission (bit/s)

$$T_e = \frac{L}{D}$$

T_p : temp de propagation (s)
v : Vitesse de propagation (m/s)
d : Distance du lien (m)

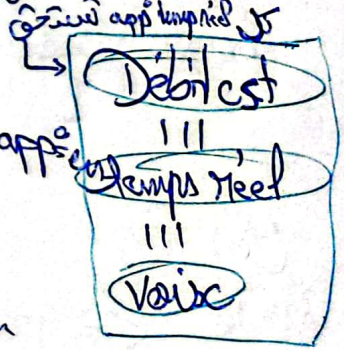
$$T_p = \frac{d}{v}$$

T_e : temps d'établissement du circuit $T_{EC} = T$
↳ temps nécessaire pour établir un circuit

- Pour devenir un rx téléphonique de débit cst

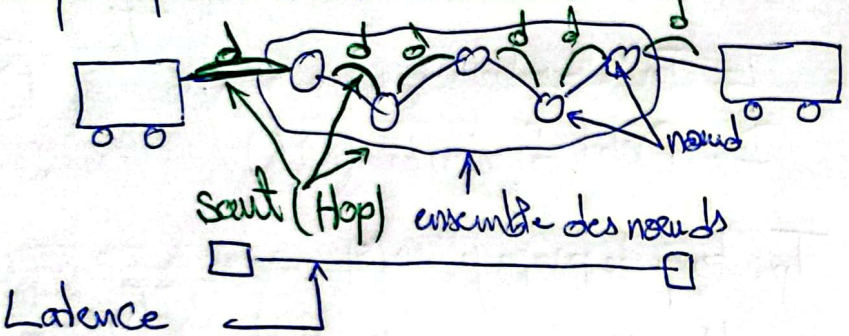
(1) Etablissement du circuit (reservation) ≠ partagé
(2) Transfert de données
(3) Fermeture du circuit

Commutation de circuit



(1) Inconvenient : Gaspillage de ressource (pas d'info à envoyer)

Latence est le temps necessaire pour apprendre un paquet pour arriver un destination.



Temps de transfert total

$$T = T_{EC} + T_e + N T_p$$

N nbre de saut N-1 : nbre des nœuds

temps réel ⇐ pas de réservation ⇐ pas de temps réel

pas de réservation : pas de temps réel

commutation du circuit + Données (voix) + (fax)

commutation de message

partagé ⇐ pas de réservation du circuit

- En cas d'erreurs : Tout le message sera transmis (يرجع يبعت من الأول)

Commutation de messages

- un message est une suite d'informations
- c'est une alternative à la communication de circuit pour l'échange de données.
- c'est un réseau maillé de nœuds.

- store and forward attend de recevoir l'intégralité du paquet avant de le transférer ce qui peut entrainer à une Latence plus élevée mais offre une fiabilité accrue.

- un seul datagram | Header | message | (entête (bits))

T_n : temps de traitement $T_e = \frac{L+H}{D}$

T_a : temps d'attente

temps de transfert total :

$$T = N.T_e + (N-1)T_n + NT_p + (N-1)T_a$$

pas de T_{EC}

Store and Forward	Cut Trough
• Recevoir l'ensemble du paquet avant de le transférer	• Commencer à transférer le paquet dès qu'une partie du paquet est reçu
☺ • Latence plus élevée • plus fiable • Plus simple à implémenter (complexité)	☹ • Latence plus basse • moins fiable • plus complexe.

⇓ Cut Trough

$$T = T_e + N T_p + (N-1) T_a + (N-1) T_r + (N-1) \frac{H}{D}$$

$$T_e = \frac{L+H}{D}$$

Commutation des paquets

• Fragmentation: Découper le message en des paquets de taille P.

Nbre de paquets $N_p = \frac{L}{P-H}$ (3)

Envoi ensemble des paquets

temps d'émission d'un paquet $T_{ep} = \frac{P}{D}$

Temps de transfert total

$$T = (N_p + N - 1) T_{ep} + N \cdot T_p + (N-1) T_x + (N-1) T$$

$N_p = \frac{L}{P-H}$ ← remplacer pas un N pour un seule paquet

• Taille du paquet (minimal) optimal minimisant T

$$\frac{dT}{dP} = 0 \longrightarrow P = H + \sqrt{\frac{LH}{N-1}}$$

* Mécanisme QOS:

• Ordonnancement (mettre le paquet selon l'ordre) = Scheduling

• Classification

• Dropper supprimer

CamScanner

Commutation de Circuits:

↳ Établit un chemin dédié entre l'E/R avant le transfert des données.

exp: Appel téléphonique

Commutation de Message:

↳ Transmet les données entières en une seule fois du point de départ au point d'arrivé

exp: E-mail

Commutation de Paquets:

. Fragmentation: Découpe le message en des Paquets de taille P qui sont envoyés indirectement puis réassemblés à la destination

$$N_p = \frac{L}{P-H}$$ exp: Internet

Commutation de Cellules:

Divise Le message en cellules de taille fixe pour les transmettre.

⇒ C'est une commutation de trames particulière dans laquelle toutes les trames ont une longueur fixe de taille 53o.

exp: Réseaux Cellulaires

* Comment une app° en temps réel peut transmis via:

⊛ La Commutation des Circuits: utilisé pour
- garantir une bande passante constante
- une Latence minimale

1. Établissement du circuit
2. Transfert des données
3. Fermeture du Circuit

⊛ Commutation de paquets:

Mode Connecté: Small-scale Network

- QoS garantit
- Complexe.
- paquet en ordre

4

Mode non Connecté Large Scale Network

- moins Complexe
- QoS moins garantit
- paquet en désordre

Pour une appᵗ en temps réel :

1. Division en Paquet
2. Transmission des paquet
3. Traitement de retards

* Le principe de Commutation dans le resau de type MPLS (Multiprotocol Label-switching)

est basé sur l'utilisation d'étiquettes pour acheminer les paquets de données vers leur destination (طريق)

Label

(1) Attribution d'étiquettes
(2) Acheminement basé sur les étiquettes
(3) Suppression des étiquettes.

c'est un réseau multi-protocol. protocol 2.5

* GSM : Commutation de Circuit (Appel vocaux)

GPRS : Commutation de Paquet (• Les messages texte • Les connexions Internet (reseau mobile))

4G : Commutation de Cellule (• reseaux mobile 4ème generation. • Vidéo)

* RTCP : Real-Time control Protocol

* pour un RTC (Réseau Téléphonique Commuté) :

• Point de Concentration :
  + situé dans le central téléphonique
  + Regroupe les ligne telephonique locales des abonnés
  + connecte les abonnés au réseau principal

→ • Cable de Distribution :
  + Transporte les signaux entre le pt de concentration et les abonnées.
  + Installé dans les rues

• Câble de Transport :

→ + Transport les signaux sur de longues distances entre les pts de concentrations

+ Conçu pour un grand volume de trafic téléphonique.

• Répartition générale :

+ Dirige les appels vers les différentes réseaux de télécommunication.

+ Assure la distribution des communication dans le réseau RTC.

* Pour interconnecter 2 machines sur de ↑ sur réseaux locaux (↑ plage d'@IP) on utilise :

• Câble Ethernet (établir une Connexion directe)

• Un routeur ou un commutateur.

* Les trois Premiers ϕ des deux @MAC sont différents : 0060 08 et l'autre 0001 0A

Donc ne sont pas de ↑ constructeur.

* Si on change l'@IP de B par : 10.0.0.1/8 :

→ La machine B ne sera plus dans le même réseau que la machine A ⇒ Pas de communication direct entre les deux machines.

→ pour résoudre ce Problème on ajoute un routeur entre les deux machines

Les différents équipements d'un réseau et les rôle des chacun

* Routeur : interconnecte des réseaux Locaux

* Commutateur (Switch) : Interconnect Les appareils dans un rx de manière intelligente

* Concentrateur (Hub) : Interconnect les appareils en transférant les données à tous les ports.

* Carte rx (NIC) : un composante matériel dans un ordinateur qui permet la connexion à un rx.

- Puisqu'il y a un établissement de Circuit :

  le mode est connecté

  Sinon non connecté

- 😊 adapter pour le temps réel
  😞 gaspillage de ressource

  | commutation de Circuit

- 😊 circuit Partagé
  😞 En cas d'erreurs tous les messages sont envoyés

  | commutation des message.

- 😊 Circuit Partagé + En cas d'erreur, un seul inconnu
  😞 un peu complexe + coûteux

  | paquet

- Différence entre com de paquet mode connecté et en mode non connecté :
  - l'un circuit virtuelle et l'autre non
  - C.V = Chemin (complexe)

Quantification Uniforme

① Donner à chaque échantillon un amplitude sur un echelle entre V_{max} et $-V_{max}$ avec un pas $q = \frac{2V_{max}}{M}$ ← 2^n

- 1- **Couche physique :** (cable Ethernet, concentrateur (Hub))
  - Transmission des données sur le support physique.
- 2- **Couche liaison des données :** (commutateur, cartes, ponts)
  - Gestion des données et du flux de données au niveau local. (La détection/correction des erreurs)
- 3- **Couche Réseaux :** (routeur, passerelle (Gateway))
  - Routage des données entre différents réseaux.
- 5- **couche Session :** API
  - Établissement, maintien et fin des session de communication.
- 4- **Couche Transport :** TCP UDP
  - Assurer la transmission des données avec fiabilité
- 6- **couche Présentation :** TLS
  - Conversion des données pour qu'elle compatibles avec les différents applications.
- 7- **couche Application :** HTTP / FTP / SMTP
  - Fournitures d'interface.

Codage en ligne

Trans

Théorème de Shannon

$Fe > 2f_{max}$

$F = 2f_{max}$ [fréq de Nyquist]

Transmission des données

couche OSI

N° de couche	couche	Rôle	unité d'échange	Exp de protocole
1	physique (Récepteur, Hubs, modems, cartes RX, ...)	• Transmission bit à bit, réalisation. • spécifications physique du lien	Bits	UTP, STP X
2	Liaison de données (SW, ...)	• Formation de trame = succession de bits • gestion des transmission • contrôle des erreurs (à travers gestion des acquittements) • contrôle de flux • fiabilité	Trames	Ethernet, HDLC MAC PPP
4	~~Réseau~~ Transport (clients, serveurs)	• segmentation, contrôle du flux • fiabilité • contrôle de séquencement en mode datagramme	Requêts message ou segment	X25, IPV4, IPV6, TCP, UDP, ~~NetBios~~.
3	Réseau (routeurs ...)	- adressage (désigner l'emetteur et le récepteur par des @logique) - routage (choix du trajet qui amène à la dest.) - commutation (le circuit ou le paquet)	paquets	X25, IPV4, IPV6, ... ICMP
~~Session~~ 5	session (clients, serveurs)	• gestion de session • gestion de dialogue (objets)	X	~~NetBios~~, NFS SQL
6	Présentation (" , ")	• conversion du format • cryptage et décryptage • compression et décompression	X	Code ASCII ASN, GIF ~~JPEG~~ ZIP
7	Application (" , ")	• l'accès au service (1)	X	HTTP (accès au page web) FTP SMTP DNS

1, 2, 3, 4 : responsable d'envoie
5, 6, 7 : couche supérieur

* physique code binaire ⟶ code électrique

* Liaisons de données

. Gestion des erreurs de transmission.

↳ La détection des erreurs doit être faite au niveau des ETTD et ETCD

↳ . signal qu'une trame reçue est différente de celle envoyé
. Bit de parité.
. code CRC (Code de Rédondance Cyclique)

↳ correction des erreurs : Transmettre des données supplémentaires qui permettent de corriger les trames érronées.

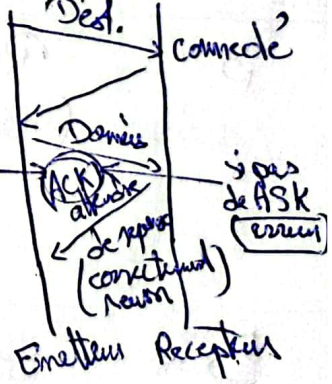
. Gestion des acquittements.

↳ Pbs des erreurs : * Détection d'une erreur de transmission
* perte d'une trame

↳ Protocole d'attente/réponse (send and wait) :
. Envoie d'une trame jusqu'à la réception d'un acquittement

↳ Transmission avec anticipation, retransmission en continu

↳ Transmission avec anticipation, retransmission sélective



. Les différents type de trames :

Trame d'information

0	N(S)	P/F	N(R)
1bit	3bits	1bit	3bits

Trame de supervision

1	0	SS	P/F	N(R)
1bit	1bit	2bits	1bit	3bits

Trame de supervision non numérotée

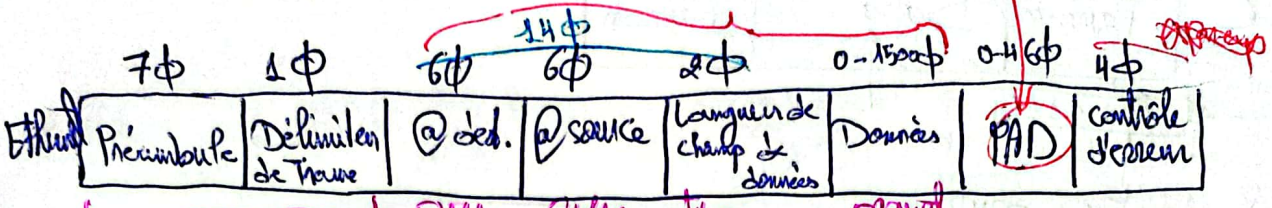
1	1	MM	P/F	MMM
1bits	1bits	2bits	1bit	3bits

* MAC (Medium Access Control)

il faut ajouté des inf. aléatoire par PAD pour obtenir 64 ϕ

padding (ajout)

norme IEEE802.3, Ethernet :



paquet "fragmentation" + entête ← au niveau 3 ona 20 ϕ

= 1480 ϕ + 20 ϕ

↳ au niveau de couche 2 on ajoute "MAC Header"

14 ϕ + 20 ϕ + [ ] = 34 ϕ

entête | fragment données

pour chaque fragmentation ajout entête

@IP src. @IP Dest. changé

paquet : · couche paquet RX
· @IP

* Reseau :
- fragmentation
- @IP changé, @MAC inchangé

* Transport : connecté / Non connecté ← sans établissement + sans ACK

FTP/TCP | RTP/UDP

fct app FTP

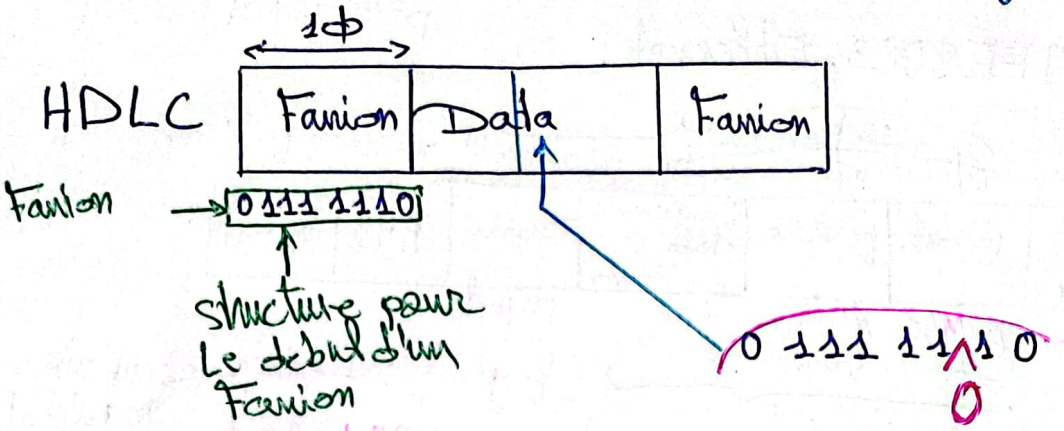
* App :

FTP File Transfert Protocol

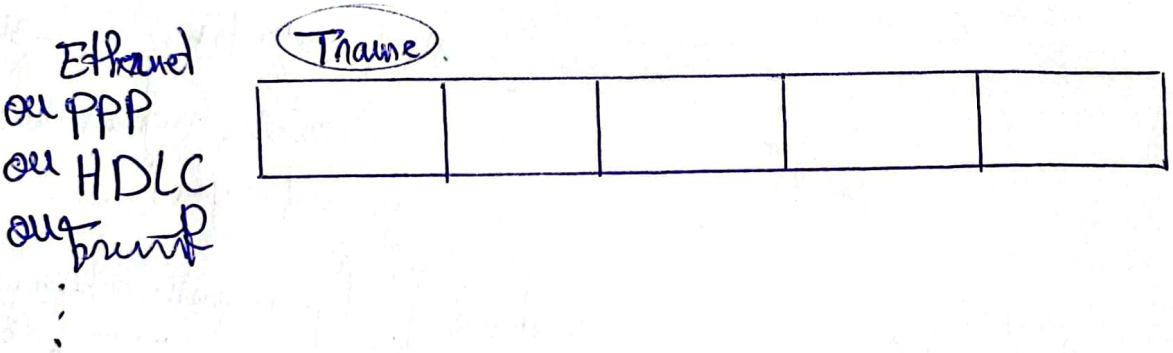
RTP Real Time Protocol (comme le messenger en temps réel)

HTTP Hypertext protocol

Fanion : pour limiter le debut et la fin d'un trame



Bit de transparence : placer "0" après cinq "1" successive
StaffingBit



Détection d'erreur

Taux d'erreur : . 10^{-5} ligne téléph.,
. 10^{-7} à 10^{-8} un coaxial
. 10^{-10} à 10^{-12} fibre optique

TEB = Taux d'erreur = $\frac{\text{nbre de bits erronnées}}{\text{nbre de bits émis}}$

BER (Bit Error Rate) (english)

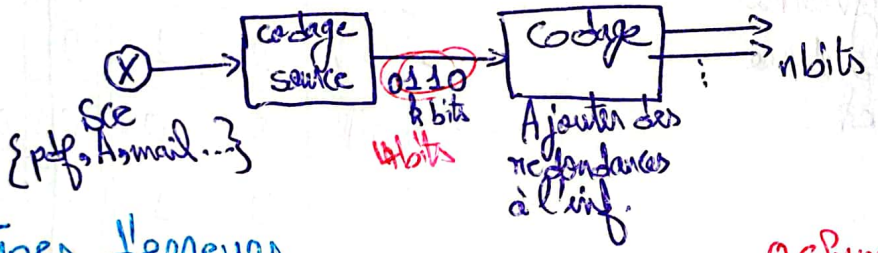
pour le rx Téléphonique commuté RTC : Taux d'erreur = $\frac{1}{100000}$ =

ACK ERREUR est 0 (pas d'erreur comme mail)

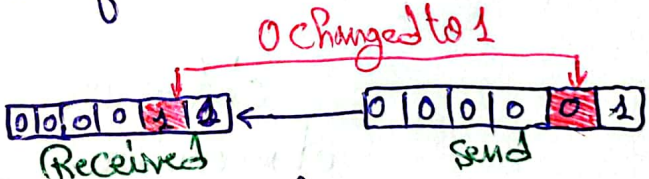
Contrôle de la validité de l'information transmise

(LLC Logical Link control)

- Détecter et corriger
  on ajoute à l'inf transmise une redondance
- { Si pas d'erreur de transmission et l'inf. reçue est traité.
  { sinon, l'inf est invalide et elle ignorée.



Types d'erreurs



- Erreurs Isolées
- Erreurs en rafales (plusieurs erreurs)

Les codes de Protection contre les erreurs

$f = \frac{k}{n}$ → 1 plus proche de 1

- Les codes par bloc { • Contrôle de Parité
  • Contrôle polynomiale
  • Check somme

  dépend uniq. des inf. ← de ce bloc!
- Les codes convolutionnels dépend des inf. d'autres blocs.

Contrôle de Parité Paire / impaire

Paire (resp. impaire) : le bit ajouté à la donnée est positionnée de telle sorte que Le nbre des états 1 soit paire (resp. impaire) sur l'ensemble de donnée + bit de parité.

Détection d'erreur

Taux d'erreur : • 10^{-5} ligne teleph.,
• 10^{-7} à 10^{-8} un coaxial,
• 10^{-10} à 10^{-12} fibre optique

TEB = Taux d'erreur = $\frac{\text{nbre de bits erronnées}}{\text{nbre de bits émis}}$

BER (Bit Error Rate) (english)

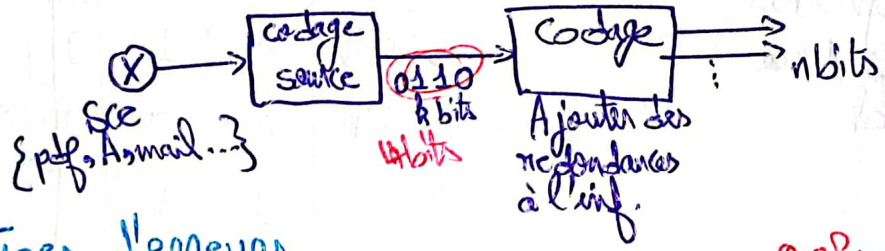
pour le RX Telephonique commuté RTC : Taux d'erreur = $\frac{1}{100000} = 10^{-5}$

ACK ERREUR est 0 (pas d'erreur comme mail)

Contrôle de La validité de l'information transmise

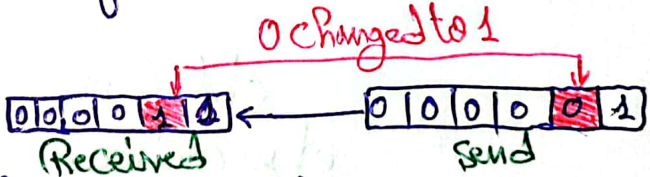
(LLC Logicial Link control)

- Détecter et corriger
  on ajoute à l'inf transmise une redondance
- { Si pas d'erreur de transmission et l'inf. reçue est traité.
  sinon, l'inf est invalide et elle ignorée.



Types d'erreurs

- Erreurs Isolées
- Erreurs en rafales (plusieurs erreurs)



Les codes de Protection contre les erreurs

$\rho = \frac{k}{n} \rightarrow 1$ plus mieux

- Les codes par bloc { • Contrôle de Parité
  • Contrôle polynomiale
  • Check somme
  (dépend uniq. des inf. de ce bloc!)
- Les codes convolutionnels dépend des inf. d'autres blocs.

Contrôle de Parité

Paire / impaire

Paire (resp. impaire) : le bit ajouté à la donnée est positionnée de telle sorte que Le nbre des états 1 soit paire (resp. impaire) sur l'ensemble de donnée + bit de parité.

A la réception
- si Le nbre de bits 1 est pair ⟹ pas d'erreur.
- Sinon, JP y'a eu une erreur de transmission.

Exp: • 1011 | 1 impaire
• 1001 | 0 paire

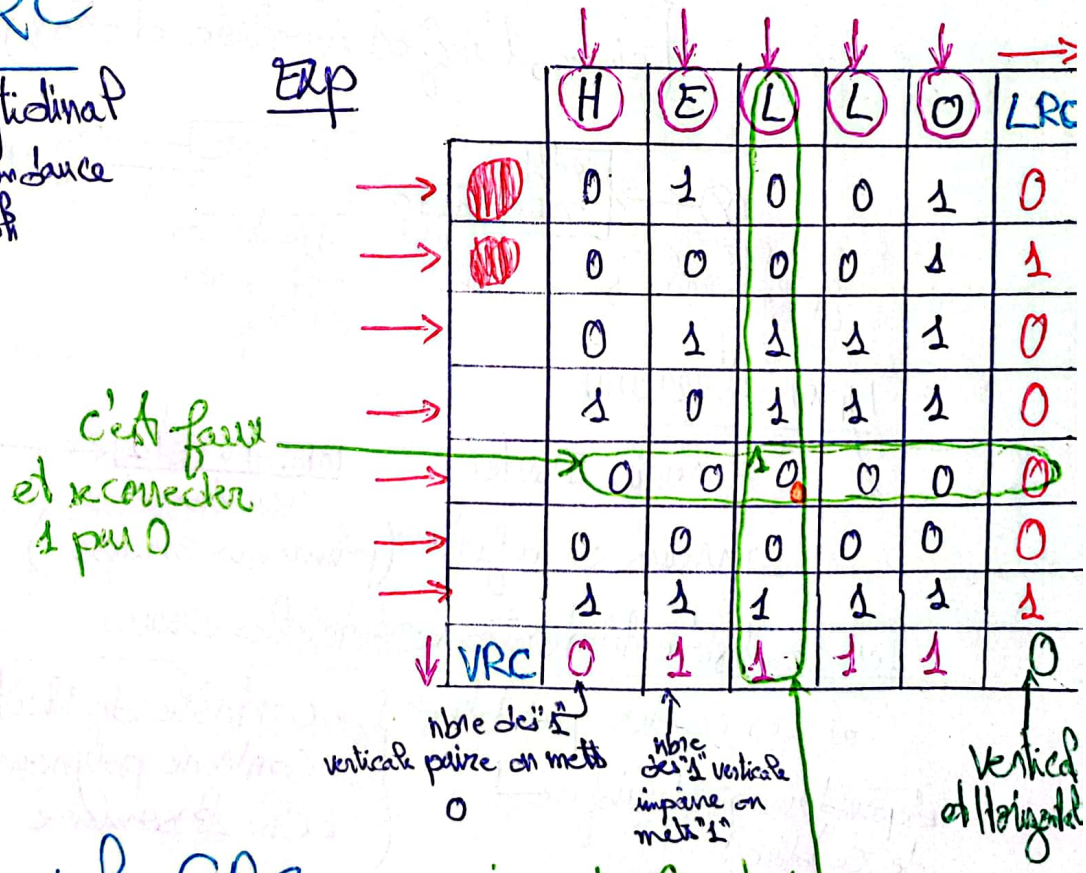
• Si l'envoie 1011|1 —pas d'erreur→ 1000|1 pas d'erreur
↳ Mais c'est pas la bn information (Donc cette méthode n'est pas efficace)

VRC/LRC

Vertical Redondance Check

Longitudinal Redondance Check

Exp



Controle Polynomiale CRC
(code de Redondance Cyclique (CRC))

- Tous Message binaire peut s'écrit de la forme polynomiale
- M : message
- g(x) : polynôme générateur.

M : 0 1 0 1 1 0 1
$x^6\ x^5\ x^4\ x^3\ x^2\ x^1\ x^0$

· $g(x) = x^3 + 1$
↑ Le plus haut degré

M : $x^5 + x^3 + x^2 + 1$

① $M' = M \times x^3 = x^8 + x^6 + x^5 + x^3$
1 0 1 1 0 1 0 0 0
$x^2\ x^1\ x^0$
Nbre de degré de g (le plus haut degré)

$M' = M \times x^3 = x^8 + x^6 + x^5 + x^3$

$M' = 1\ 0\ 1\ 1\ 0\ 1\ 0\ 0\ 0$ | $g(x) = 1001$

⊕ 1 0 0 1 | 1 0 1
0 0 1 0 0 1
⊕ 1 0 0 1
0 0 0 0

· Si on a une reste = 1 on écrit sur le degré (degré = 3 donc on écrit : 001)
CRC

· Dans l'émission :

M	CRC
101101	001

6 3
$P = \frac{6}{9}$

* Au niveau de Recepteur :
on faire un nouveau division du M CRC par g(x)
· si le reste = 1 (001) le message est erroné
· si le reste = 0 : Message Vrai.

EXP : Trame 1 1 0 1 0 1 1 0 1 1 donc g(x) = 1 0 0 1 1
$x^4 + x + 1$

① M' : 1 1 0 1 0 1 1 0 1 1 0 0 0 0 | 1 0 0 1 1
⊕ 1 0 0 1 1 | 1 1
0 1 0 0 1 1
⊕ 1 0 0 1 1
0 0 0 0 1 0 1 0
⊕ 1 0 0 1 1
0 0 1 0 1 0 0
⊕ 1 0 0 1 1
0 0 1 1 1 0 (7)

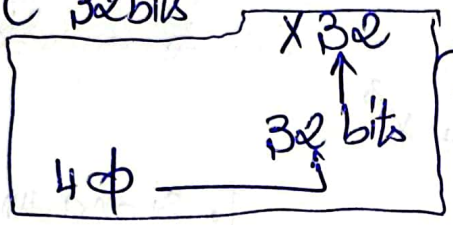
CRC

M	CRC
1101011011	1110

on divise maintenant ce résultat par g(x) pour vérifié la validité d'information → si R = 1 erronée
→ si R = 0 Vrai (reste)

Rq : il faut que deg(g(x)) faible car pour tel reste = 0 alors réception erroné

CRC 32 bits



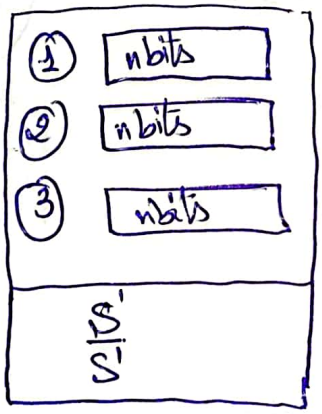
Dans le champ Ethernet

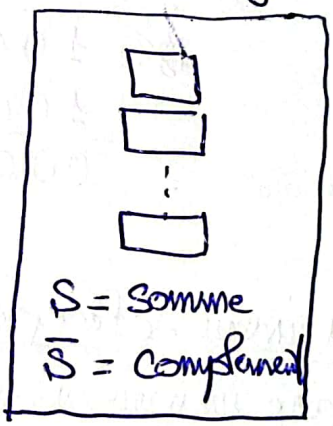


Checksum : vérification : que l'information est inchangée.

```
  11011101
+ 10011101
  ---------
1 0 . . . -010
  |_____> 1 +
```

est le complément de la somme





Exp : block de 16 bits va envoyé

10101001 00111001

Au niveau émetteur

```
  10101001
+ 00111001
  ---------
  11100010   somme
  00011101   checksum
```

- La trame envoyée est : 1010100100111001 00011101

- Si La trame (A la reception)
1010100100011101 00011101

```
donc 10101001
     00011101
     00011101
  ---------
somme 11111111  complément → 00000000  (8)
```

par d'erreur

si la trame à la reception :
1010**0**001 11011001 00011101

```
donc 10100011
     11011001
     00011101
  ---------
somme 10001101  complément 01110010
```

Erreur ⇐ 00000000 *

L'accès au réseau : technique d'accès

- Techniques déterministes (anneau à jeton)
  - complexe
  - connaître quand parler
  - plus performant
- Techniques non déterministes (CSMA/CD)
  - ne sait pas quand parler et qui.
  - plus facile.
  - Moins performant.

Accès Multiple (plusieurs ordinateurs peuvent utiliser le réseau)

Détection de collision

Collisions = superposition de transmission

L'accès au réseau — carte d'interface Réseau (NIC)

- Identification d'une machine sur le support
- @ physique (MAC)
- Envoyer et recevoir des trames

standardisé IEEE 802 — @MAC

- Identifie chaque NIC dans le réseau Local
- Unique.

6 octets

Ecriture en hexadécimale

Les ponts

- Interconnecter des réseaux locaux dont la couche physique et la sous-couche MAC différent
- Conversion des trames
- Un pare-feu (firewall) : sécurité entre 2 réseaux