

S1-2h 1/ INTRODUCTION. Intérêt d'une bonne mesure.

2/ STRUCTURE d'une chaîne de mesure.

3/ CAHIER DES CHARGES

S2-2h 5/ CAPTEUR definitions

4/ BRUIT

5/ CAPTEUR suite :

classification (passif, actif, intelligent)

S4 -2h 6/ CONDITIONNEMENT du signal au plus près du capteur amplification (ampli de base, ampli d'instrumentation, ampli d'isolation

S5 -2h 7/ NUMERISATION du signal

FAR

multiplexeur

éch-bloqueur

CAN

S6 -2h 8/ TRANSMISSION du signal

1

PLAN :

1/ INTRODUCTION. Intérêt d'une bonne mesure.

2/ STRUCTURE d'une chaîne de mesure.

3/ CAHIER DES CHARGES

S2-2h 5/ CAPTEUR definitions

4/ BRUIT

5/ CAPTEUR suite :

classification (passif, actif, intelligent)

S4 -2h 6/ CONDITIONNEMENT du signal au plus près du capteur amplification (ampli de base, ampli d'instrumentation, ampli d'isolation

S5 -2h 7/ NUMERISATION du signal

FAR

multiplexeur

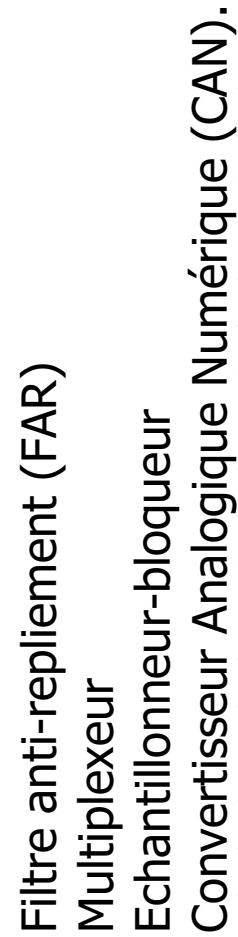
éch-bloqueur

CAN

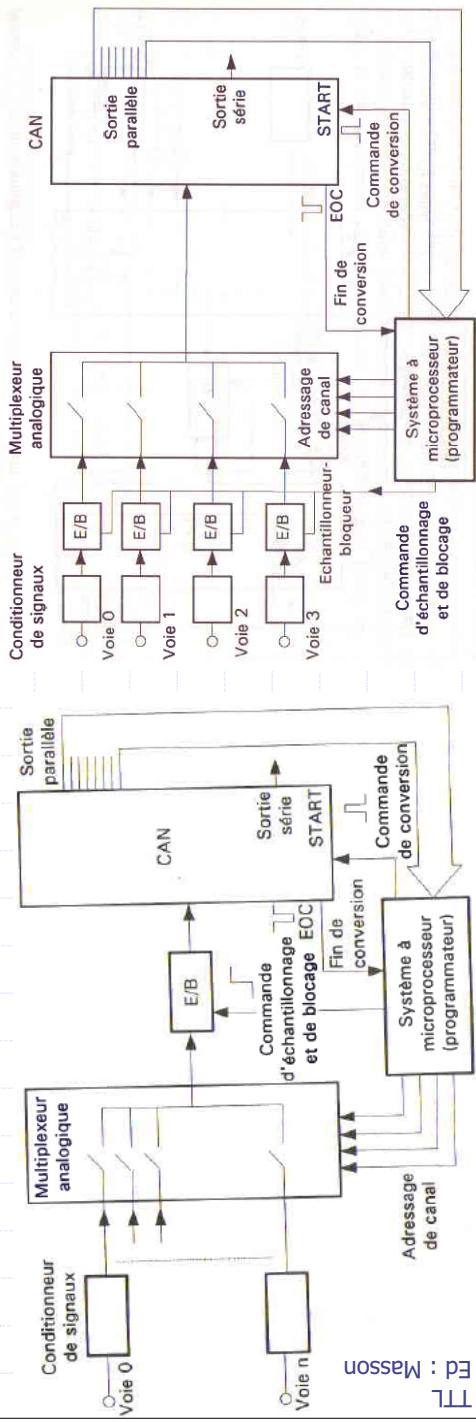
S6 -2h 8/ TRANSMISSION du signal

7/ Numérisation du signal

Structure de base :



Differentes structures de conversion.

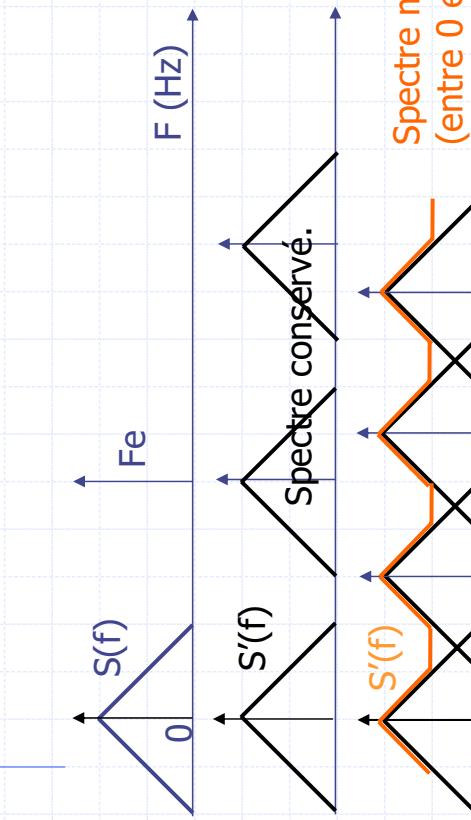


7/ Numérisation du signal

Repliement du spectre.

$s(t)$ signal continu,
signal discret : $\{s(0), s(T_e), s(2.T_e), \dots\}$
signal échantillonné :

$$s^*(t) = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} s(n.T_e) \delta(t - n.T_e)$$



3

$s(t)$ signal continu, échantillonnage \Rightarrow atténuation et périodisation du spectre. La transformée de Fourier d'un signal échantillonné est égale à :

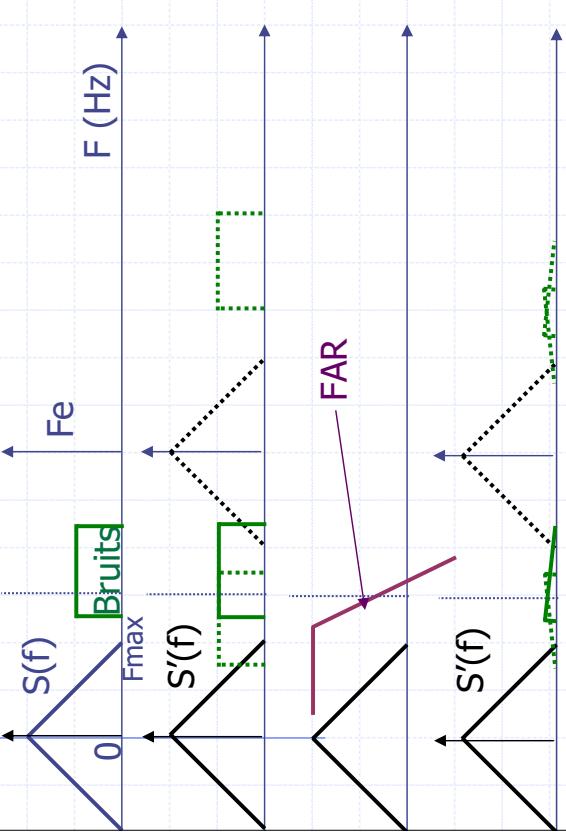
$$S'(f) = \frac{1}{T_e} \sum_{k=-\infty}^{+\infty} S(f - \frac{k}{T_e})$$

Soit F_{MAX} la fréquence max du signal et F_e la fréquence d'échantillonnage, il faut:

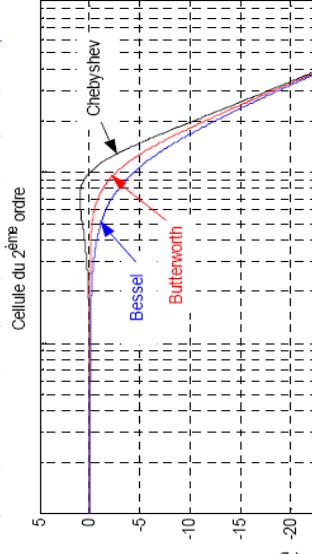
$$F_e \geq 2.F_{MAX}$$

7/ Numérisation du signal

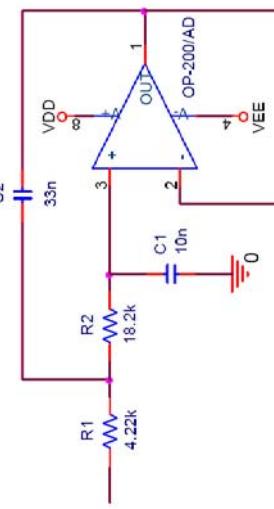
Objectifs : 1/ laisser passer le signal utile. 2/couper les fréquences de bruits hors de la bande utile (sup à $F_e/2$) pour éviter de les ramener dans la bande da base du signal après échantillonnage.



Gabarit de filtrage.



Sallen-key 2ème ordre.



Ce filtre **analogique** ne doit pas atténuer la bande utile. Il doit couper au-delà pour que l'atténuation soit suffisante pour $F > F_e/2$. Il y a un compromis : Fe / ordre du filtre et réalisation /ordre du filtre.

7/ Numérisation du signal

Echantillonner-bloqueur

- Objectifs : 1/ prélever sur son entrée à un instant choisi la tension.
- 2/ mémoriser cette valeur de tension.
- 3/ délivrer en sortie une tension égale à celle mémorisée.

Utilisations : Plusieurs tensions à convertir avec un seul CAN. Tensions dont la variation est rapide relativement à la durée d'acquisition du CAN.

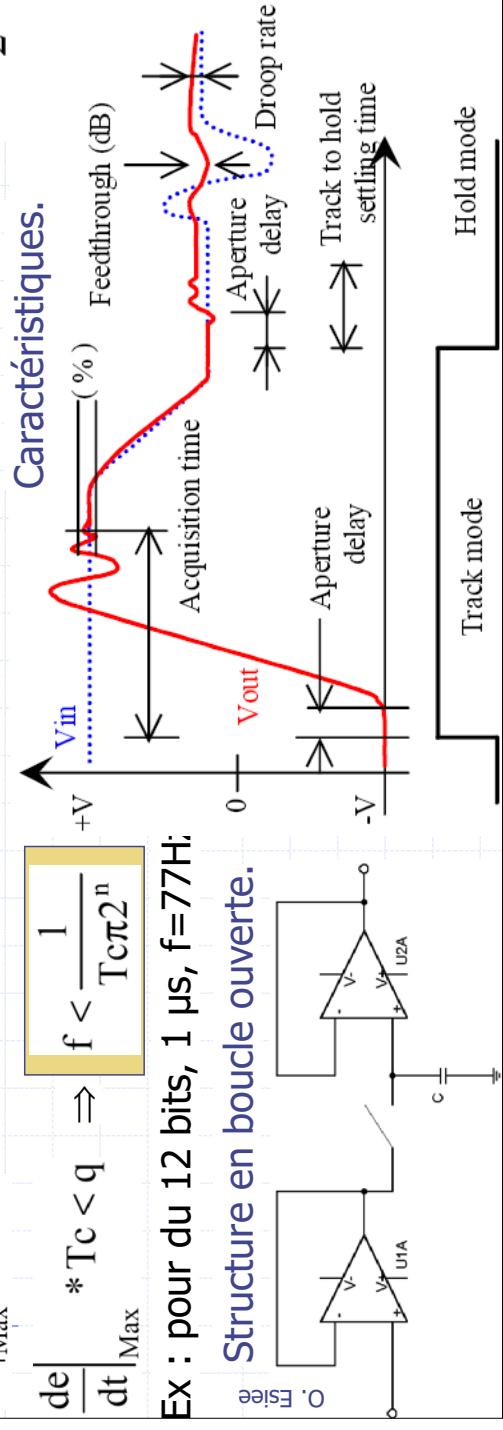
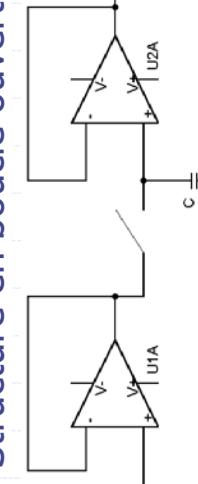
Utile si le signal varie de plus de 1 quantum q durant le temps d'acquisition T_c , ainsi pour un signal $e(t) = E \cos 2\pi ft$ la variation maximale du signal vaut : $\frac{de}{dt} \leq \frac{E}{T_c}$

$* T_c < q \Rightarrow f < \frac{1}{T_c \pi 2^n}$

$$\frac{de}{dt} \leq \frac{E}{T_c \text{ Max}} \quad \Rightarrow \quad f < \frac{1}{T_c \pi 2^n}$$

Ex : pour du 12 bits, 1 μ s, $f=77H$:

Structure en boucle ouverte.

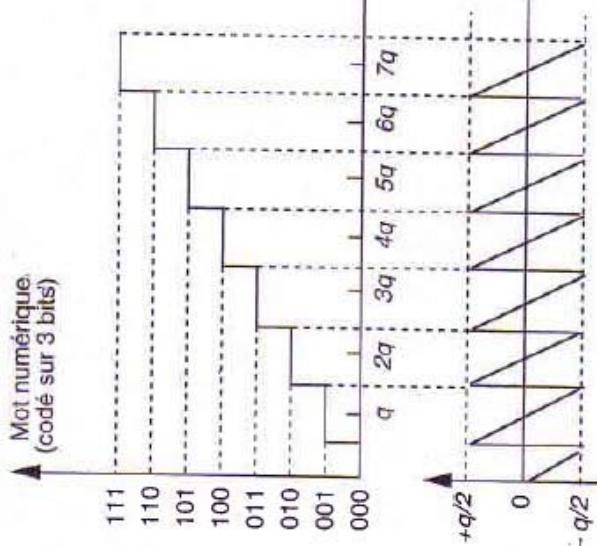


7/ Numérisation du signal

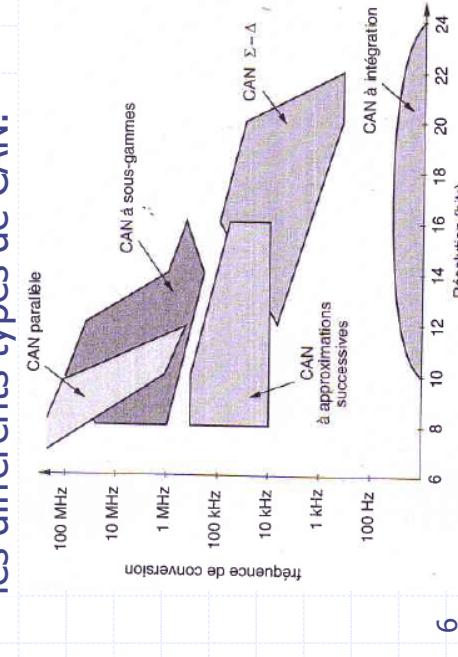
Convertisseur A/N.

$$q = \frac{\Delta V}{2^n - 1}$$

Convertisseur idéal et erreur de quantification

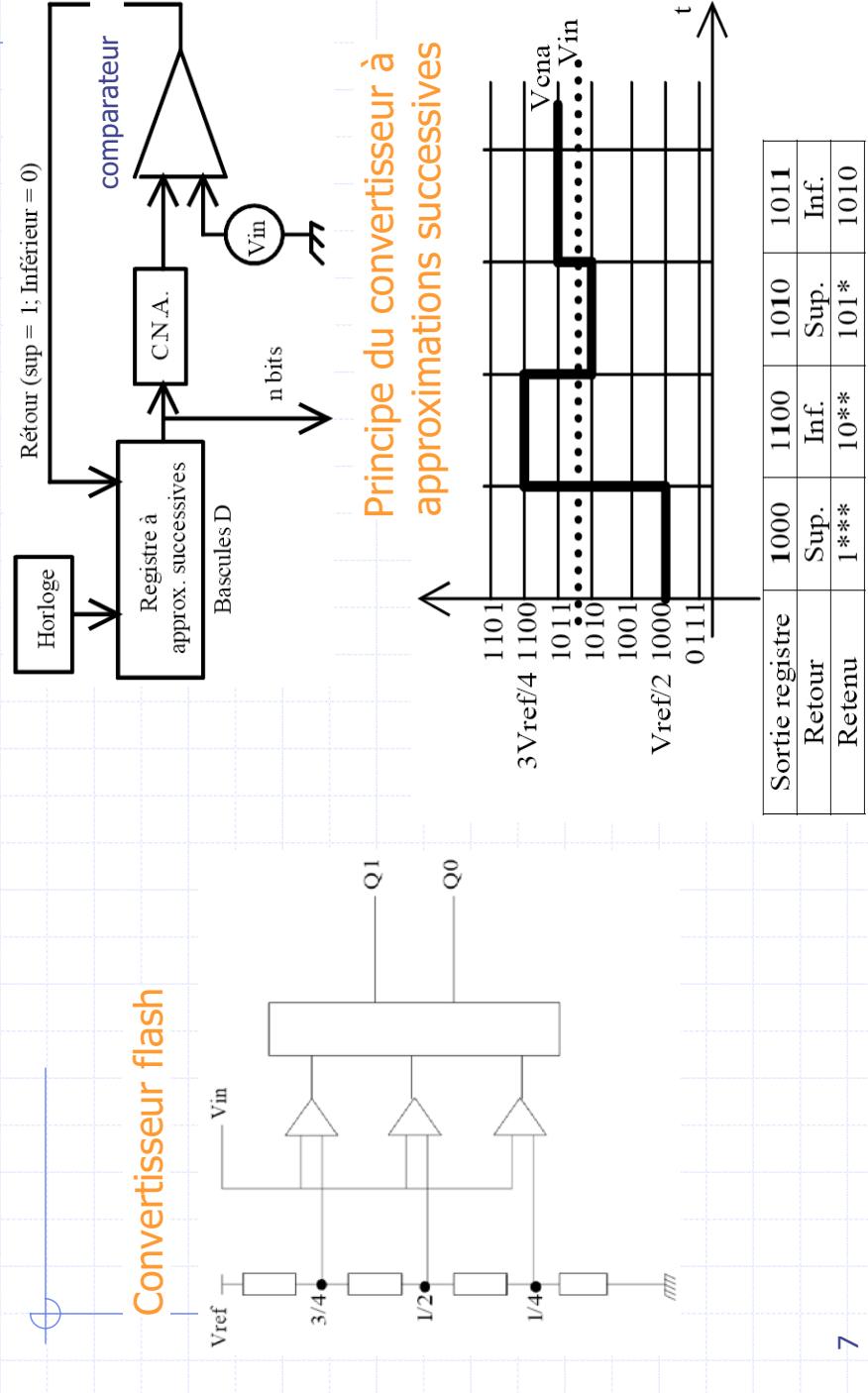


Fréquence/résolution pour les différents types de CAN.



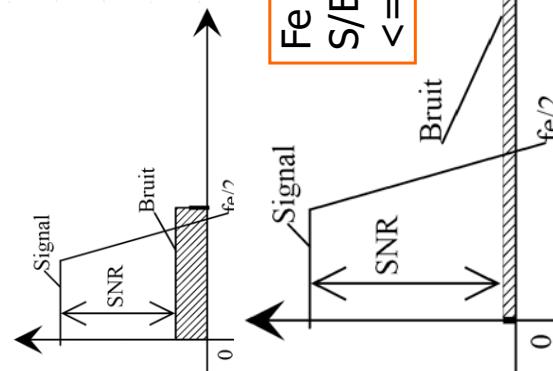
7/ Numérisation du signal

Convertisseur A/N.



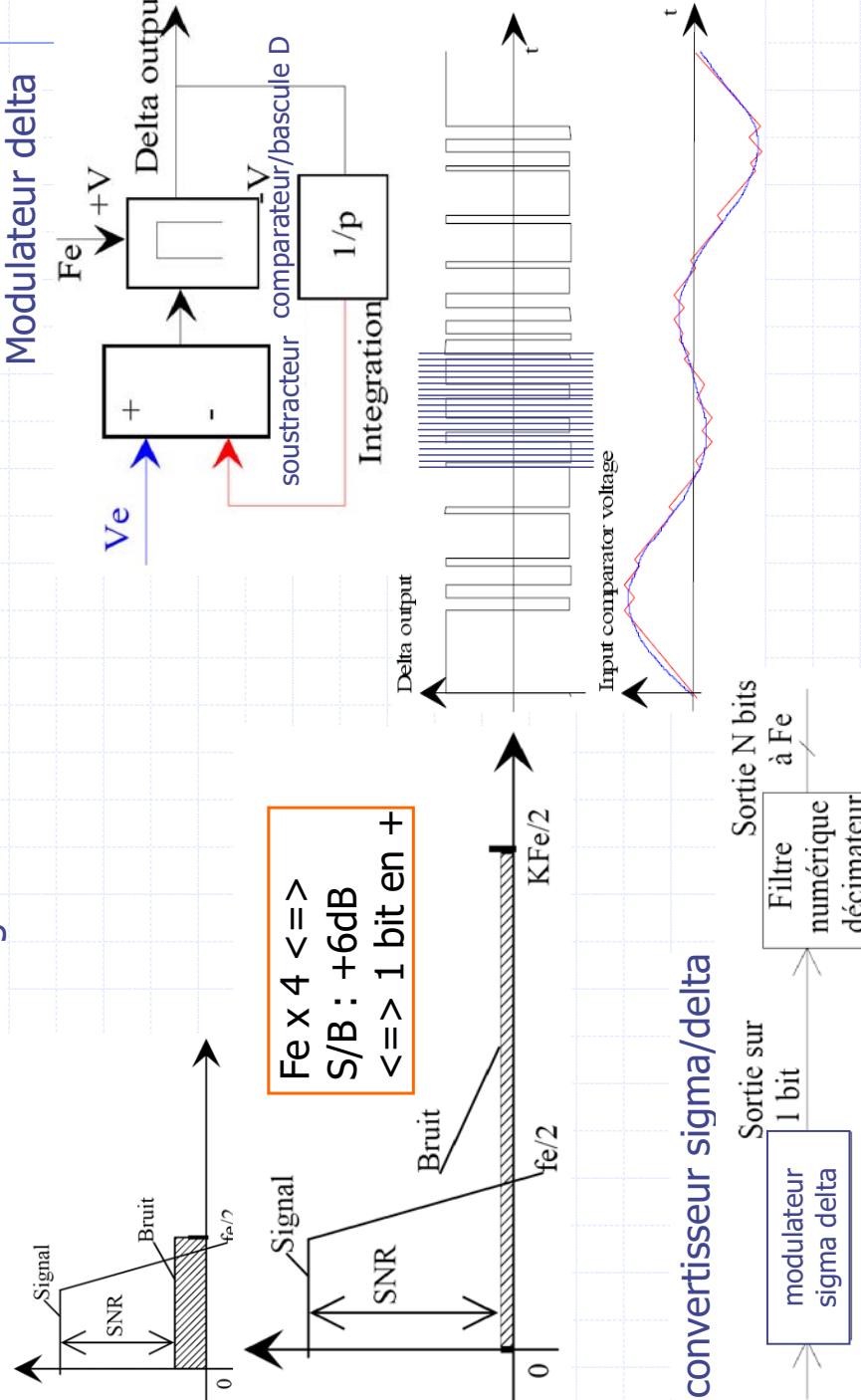
7/ Numérisation du signal

Intérêt du suréchantillonnage



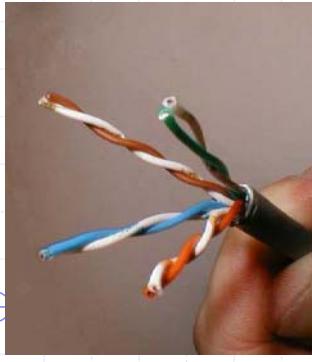
Convertisseur A/N.

Sigma . delta



8/ Transmission du signal Câblage.

Paire torsadée

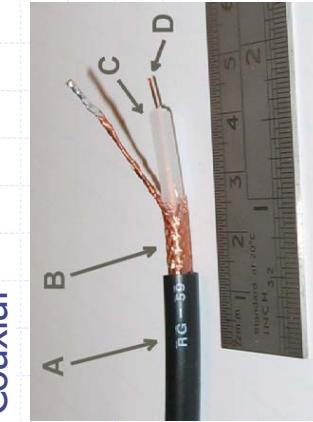


wikipedia

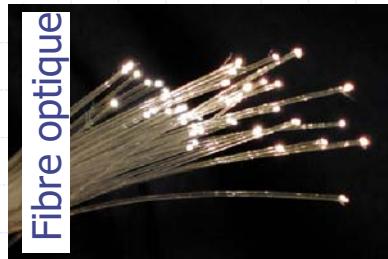
Canaux hertziens

Infra rouge

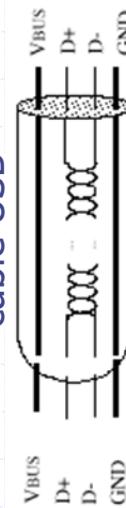
Coaxial



Fibre optique



câble USB



9



Câble GPIB

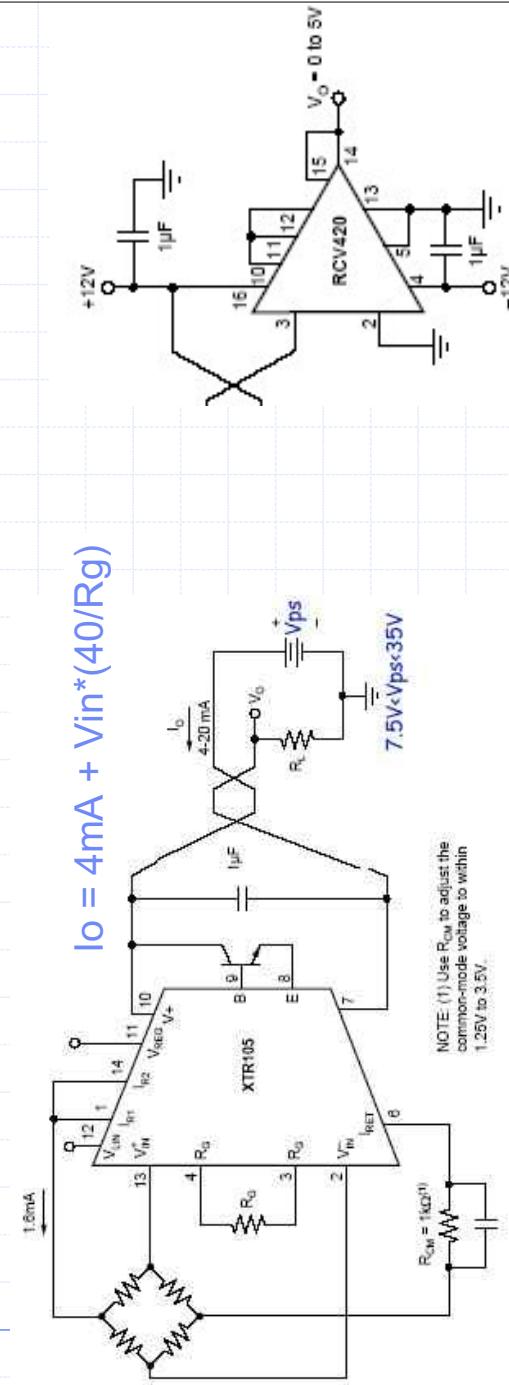
8/ Transmission du signal

Liaison analogique en tension

2 fils mini (+alim souvent), affaiblissement avec la distance,
sensibilité au bruit

Liaison analogique en courant : 4-20mA

2 fils, pas d'afaiblissement, débit max : ???, détection de coupure
exemple de Ci de mise en forme (XTR105) et de réception (RCV420)vc



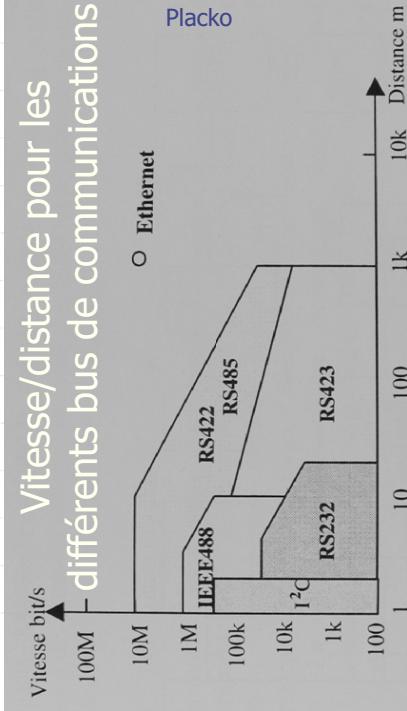
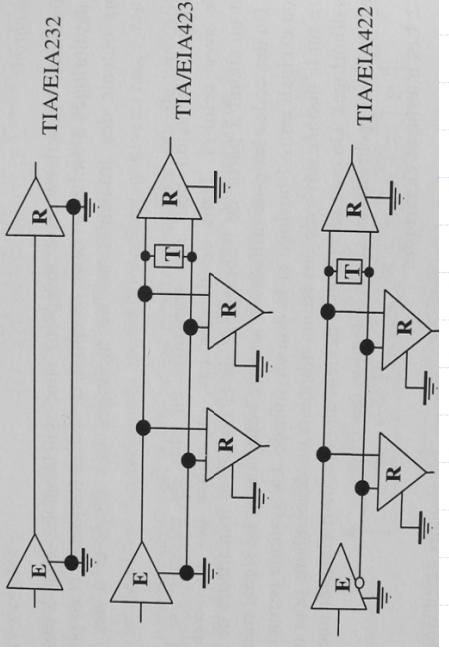
8/ Transmission du signal

Liaison filaire numérique

Transmission **série** : 2 fils + masse (transmission série type **RS 232**, pas connectable à chaud, (Rx, Tx masse)), **I2C (SDA, SCL et masse)**, **CAN (1Mb/s, sur paire différentielle)**, **USB universal serial bus (paire différentielle +5V+masse, Hot Plug & Play**, 127 périphériques , USB 2.0 définit 3 vitesses de communication : 1,5 Mbps (Low Speed), 12 Mbps (Full Speed), 480 Mbps (High Speed)), Lmax<3 m ou 5 m si blindé.

Transmission **parallèle** : **IEEE488** ou GPIB (Câble de 2m, 20m max en tout et 14 instruments, mode parallèle 8bits, 1 Mo/s), **bus VXI**, **PXI** dans tout les cas : distance courtes (best avec coaxial) [\[1\]](#)

Liaisons **séries** : simple/différentielle.



8/ Transmission du signal

Liaison par fibre optique

(exemple pic du midi), **immunité aux parasites électromagnétiques** débit max plusieurs centaines de terabits /s

Liaison radio

Bluetooth et Wi-fi (2,4 Ghz, $\lambda = C/f = 12,5$ cm, débit allant jusqu'à 11Mbps)
Bluetooth (portée de 10 à 100 m, 10m en France)

Liaison infra rouge

IrDA : entre 115,2 Kbps et 4 Mbps.

La technologie reste tout de même limitée physiquement, et ne fonctionnera à pleine puissance qu'à un mètre d'écart maximum, en respectant un cône d'alignement d'un angle de 30° environ.

12345678/ Bibliographie

Web :

<http://pagesperso-orange.fr/michel.hubin/>
<http://www.si.ens-cachan.fr/>
<http://gdumenil.free.fr/gfichier/mai/cours/Capteurs.pdf>
<http://www.univ-brest.fr/lpo/instrumentation/index.html>
http://www.esiee.fr/~francaio/enseignement/version_pdf/II_capteurs.pdf
<http://www.phytem.ens-cachan.fr/>
<http://www.librecours.org/documents/44/4496.pdf>
http://www.esiee.fr/~francaio/enseignement/version_pdf/III_amplidiff.pdf

Bouquins :

- + + Acquisition de données du capteur à l'ordinateur,
G. Asch et collaborateurs, Ed Dunod, 2003
 - + Les capteurs en instrumentation industrielle,
G. Asch et collaborateurs, Ed Dunod,
 - + + Traitement des signaux et acquisitions de données,
F. Cottet, Ed Dunod, 2002
- Capteurs : principes et utilisations cours et exos,
F. Baudoin, M. Lavabre, Ed Castella 2007
- Electronique des systèmes de mesures ,
Tran Tien Lang, Ed Masson 1992
- Les capteurs 50 exercices et problèmes corrigés,
P. Dassonvalle, Ed Dunod, 2005