

2 Acquisition des signaux analogiques : la mesure et le captage

A La mesure et l'observation

La mesure et l'observation d'un signal permettent de recueillir des informations et des données à analyser (fig. 17.7 et 17.8 sur la page suivante).

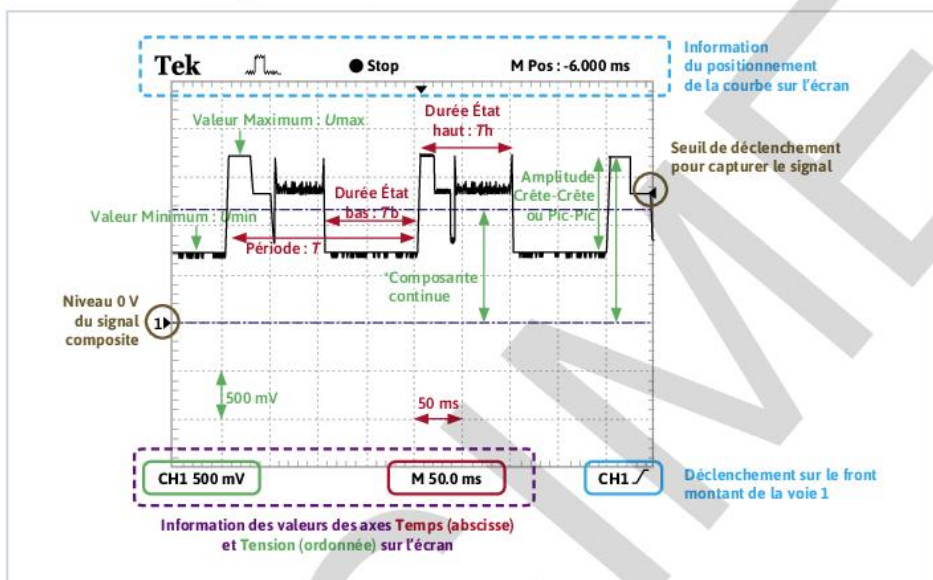


Fig. 17.7 Observation des signaux à l'oscilloscope.

B Les capteurs

Un **capteur*** (fig. 17.9) se situe à la frontière de deux milieux :

- le milieu du phénomène physique que l'on souhaite connaître ;
- le milieu du traitement de l'information pour exploiter le signal de la grandeur captée.

Le captage d'une information physique se traduit le plus souvent par une grandeur électrique, tension ou intensité, souvent faible (mV ou mA), qui est l'image du phénomène physique mesuré.

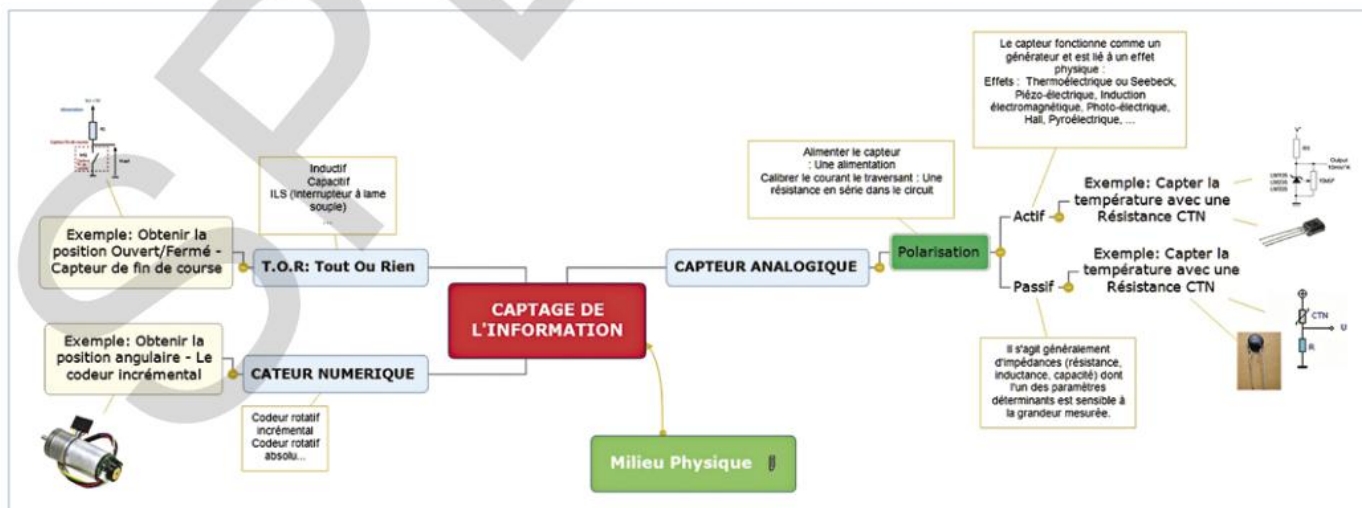


Fig. 17.9 Classification des capteurs analogiques et numériques.

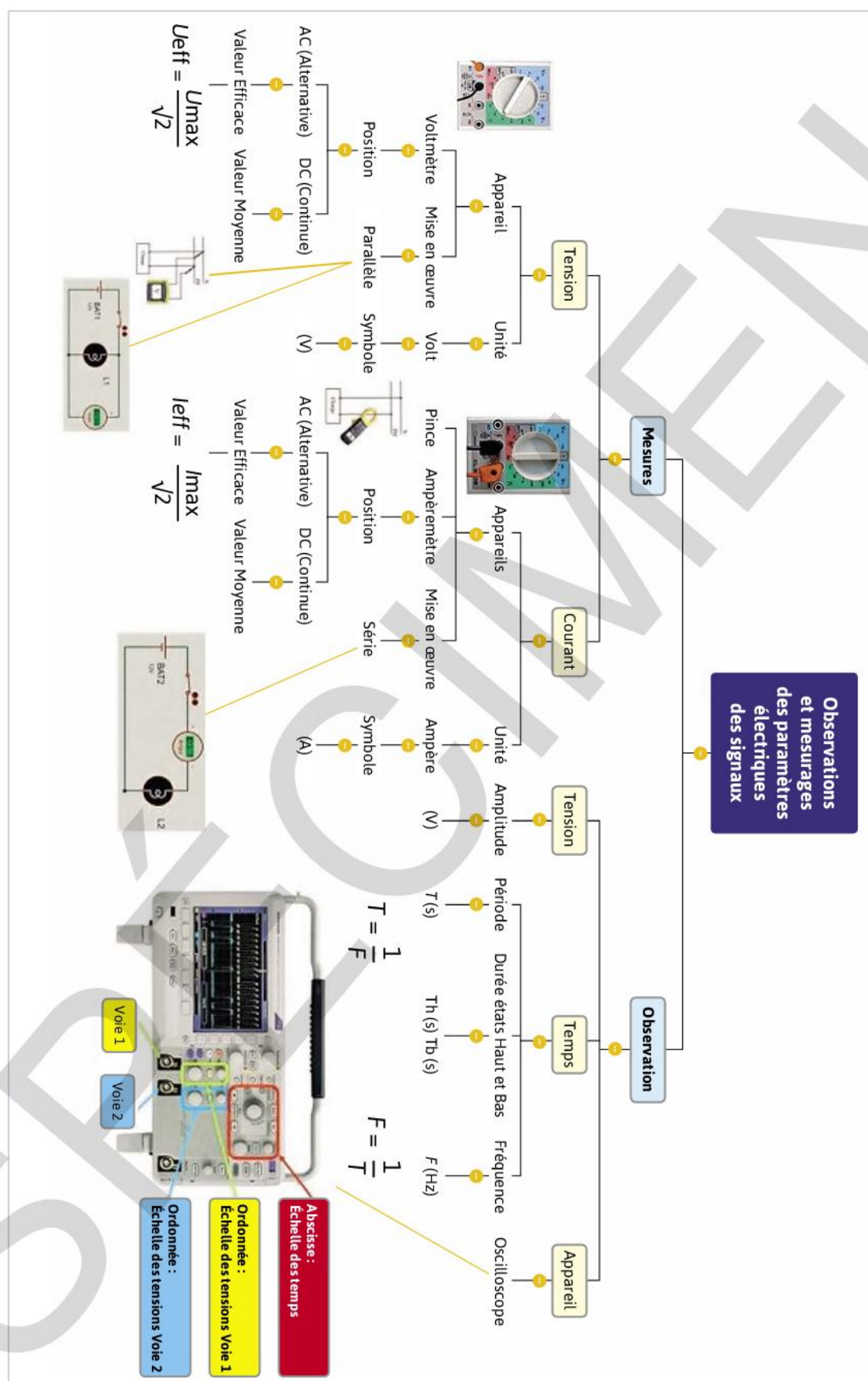


Fig. 17.8 Observation et mesure des paramètres électriques des signaux.

Cette carte mentale montre comment mettre en œuvre un dispositif de mesurage et d'observation et en déduire des informations sur le signal capté.

a. Comment choisir un capteur ?

Les principaux paramètres (fig. 17.10) à prendre en compte pour sélectionner un capteur sont :

- son étendue (ou plage) de mesure, sa résolution, sa sensibilité, sa précision ;
- l'amplitude de l'erreur qu'il génère du fait de sa fabrication.

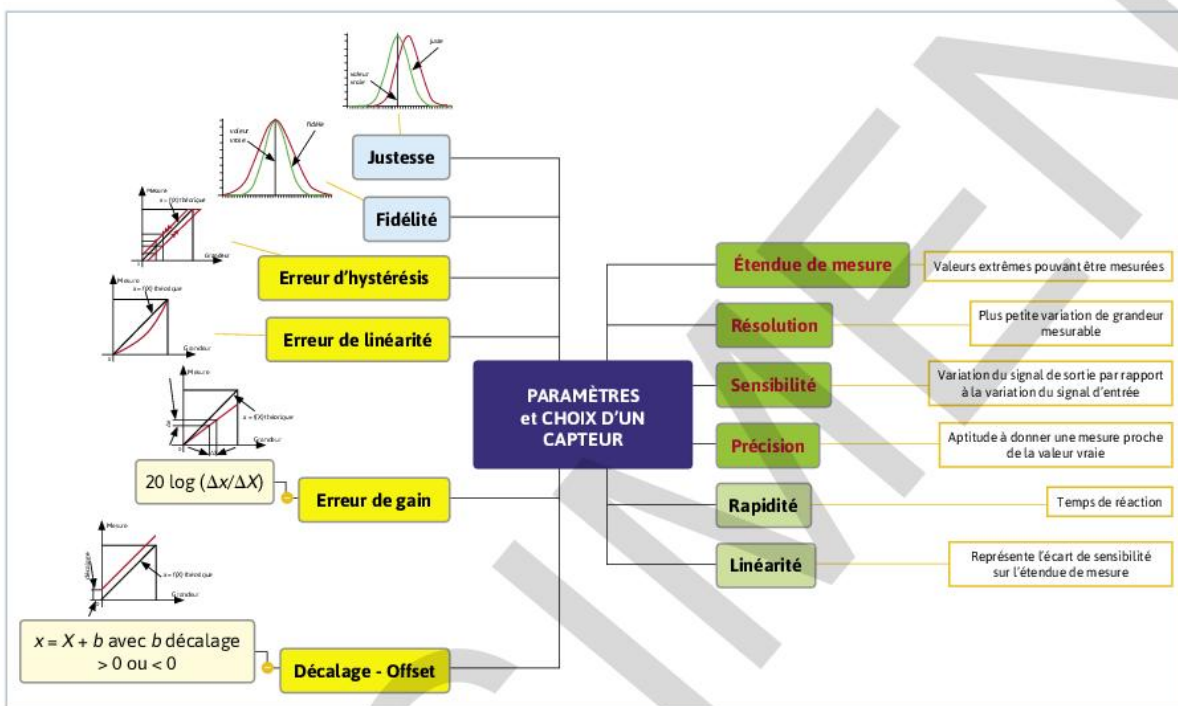


Fig. 17.10 Paramètres de choix d'un capteur.

b. Pourquoi polariser un capteur analogique ?

La polarisation du capteur permet de l'utiliser. Elle consiste en l'alimentation du capteur et en l'ajustement de l'intensité qui le traverse, à l'aide d'une résistance série qui lui permet de fonctionner de manière optimale (fig. 17.11).

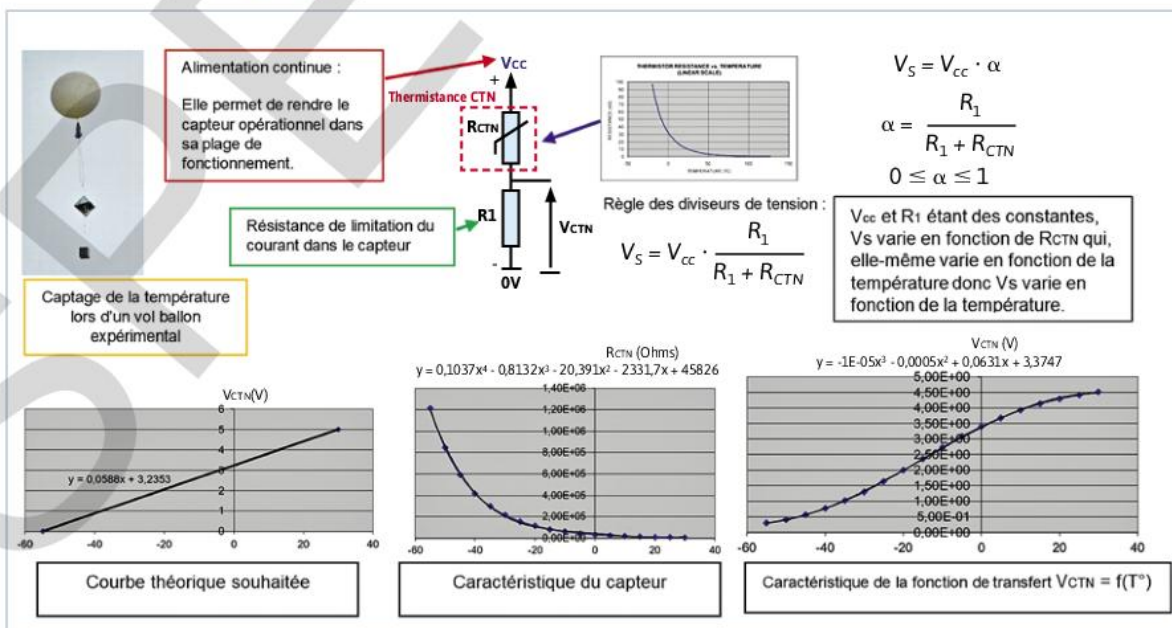


Fig. 17.11 Polarisation d'un capteur analogique de température à bord d'un ballon-sonde.

C Mise en œuvre des capteurs

Les capteurs sont polarisés en fonction de l'usage que l'on veut en faire. Ensuite, ils sont placés et adaptés à chaque situation.

EXEMPLE 2

Un pont, ça bouge !

Captage de la déformation en milieu industriel

En France, 7 % des 12 000 ponts non concédés à l'État présentent des dommages importants. Des moyens de surveillance sont mis en œuvre, avec une instrumentation de mesure des déformations des structures (fig. 17.12).

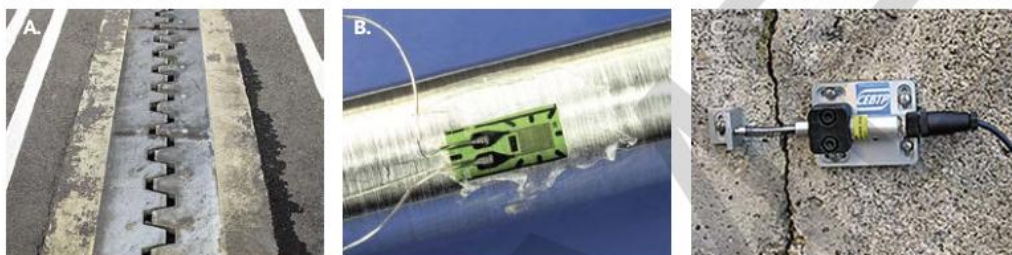


Fig. 17.12 Instrumentation et captage sur un pont.

A. Joint de dilatation du pont. B. Jauge de contrainte (qui mesure les contraintes nominales de force et de dilatation exercées sur le pont). C. Capteur potentiométrique (qui mesure l'évolution des fissures).

Il est nécessaire de surveiller les mouvements du pont et de s'assurer qu'ils ne dépassent pas les limites prévues. La jauge de contrainte (fig. 17.13 et 17.14) est placée dans un « pont de Wheatstone » (instrument de mesure de résistance électrique, de type double pont à diviseur différentiel) et polarisée (alimenté par une tension continue).

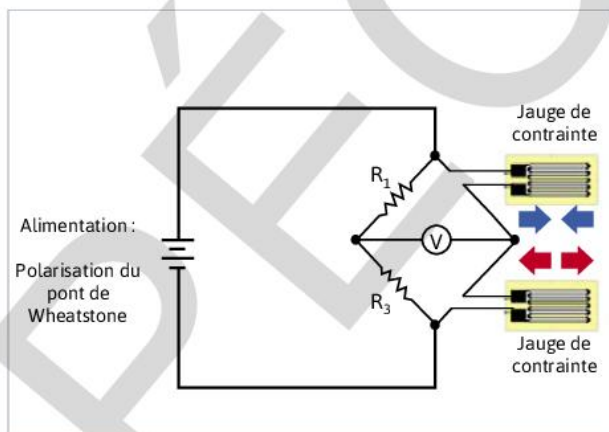


Fig. 17.13 Jauges de contrainte placées dans un pont de Wheatstone.

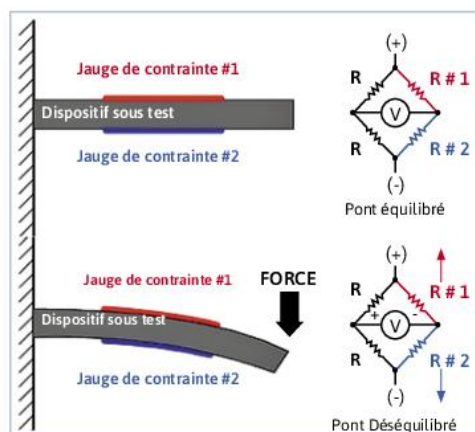


Fig. 17.14 Pont avec deux jauges de contrainte pour mesurer la sollicitation.

D Exploitation des capteurs

Les variations de tension dans le circuit polarisé sont très faibles et nécessitent une adaptation : une amplification de la tension pour augmenter la sensibilité du capteur (fig. 17.15).

- ▶ Lorsqu'aucun effort n'est exercé sur les jauges extensiométriques, la résistance est de $150 \, \Omega$, donc $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 150 \, \Omega$. Lorsqu'un effort est exercé, la résistance des jauges de contrainte varie proportionnellement à la force : $\Delta R = k \cdot F$ (en ohm).

- ▶ Lors d'une compression, on a :
 $R_1 = R_3 = R_0 + \Delta R$, alors que simultanément
 $R_2 = R_4 = R_0 - \Delta R$.

La variation ΔR vérifie la relation :

$$\frac{\Delta R}{R_0} = k \cdot F \text{ (en pourcentage).}$$

- ▶ On montre que la tension de sortie du capteur conditionné dans le pont de Wheatstone délivre la tension :

$$U_{AB} = \frac{\Delta R}{R_0} \cdot E.$$

Ce résultat s'obtient en faisant la différence des deux expressions des diviseurs de tensions :

$$U_{AB} = E \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} - E \cdot \frac{R_3}{R_3 + R_4} = E \cdot \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} - \frac{R_3}{R_3 + R_4} \right) = \frac{\Delta R}{R_0} \cdot E.$$

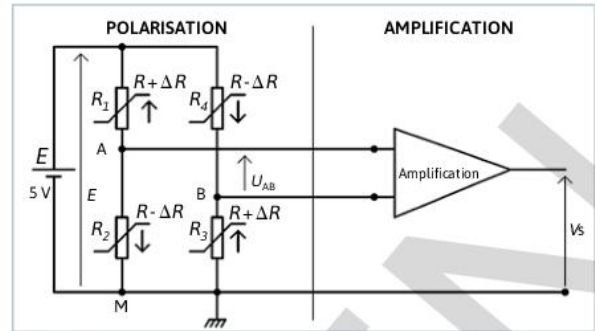


Fig. 17.15 Amplification du signal du capteur.

E Filtrage : pourquoi doit-on filtrer les signaux ?

- ▶ L'information nécessite un traitement pour la rendre exploitable. En particulier, il faut sélectionner l'espace des fréquences sur lequel on souhaite travailler.

Un signal quelconque est composé de plusieurs fréquences, basses et hautes, mêlées. On peut les partager en trois espaces de fréquences, pour mieux exploiter l'information dans chaque domaine (fig. 17.16). C'est le cas du traitement audio pour séparer les sons aigus des graves.

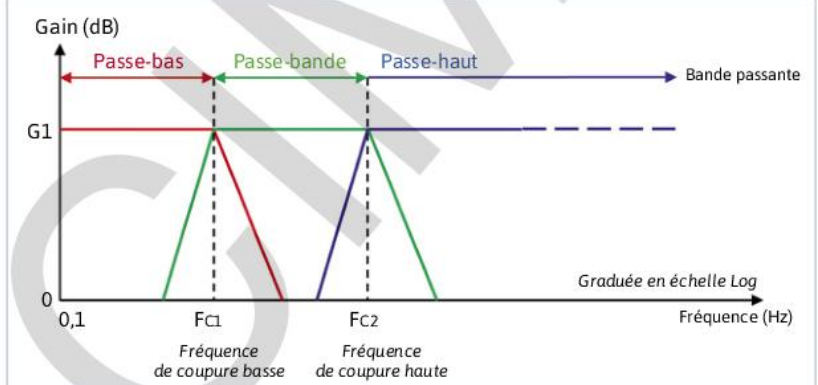


Fig. 17.16 Séparation des espaces de fréquences sonores.

- ▶ Le filtre anti-repliement est un filtre passe-bas placé avant le circuit de numérisation (**convertisseur analogique-numérique***, CAN). Il permet de supprimer les hautes fréquences pouvant se retrouver dans la bande de base.

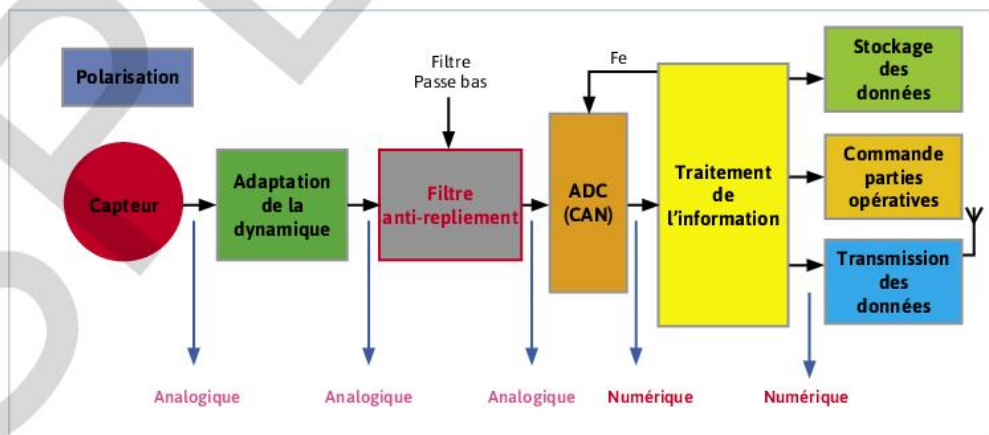


Fig. 17.17 Position du capteur, du filtre et du convertisseur dans la chaîne de l'information.

- ▶ Un signal continu ne nécessite pas de filtrage avant numérisation car les fréquences contenues dans le signal sont nulles.