



CAPTEURS ET CHAÎNE D'ACQUISITION DE DONNÉES



Plan :

- Généralités sur la mesure
- Métrologie et Qualité
- Chaîne de mesure : caractéristiques
- Capteurs et transmetteurs



I. Généralités sur la mesure



Mesurage [Measurement]

Ensemble d'opérations ayant pour but de déterminer une valeur d'une grandeur.

Mesurande (m) [Measurand]

Grandeur particulière soumise à mesurage

Mesure (x)

Évaluation d'une grandeur par comparaison à une autre grandeur de même nature prise pour unité

Pour plus d'information se rapporter au VIM



I. Généralités sur la mesure



Grandeur (X)

Paramètre à contrôler lors de l'élaboration ou du transfert d'un produit

(grandeurs conventionnelles, grandeurs physiques, grandeurs mesurable, grandeurs repérables)

Incertitude dx [Uncertainty]

Paramètre, associé au résultat d'un mesurage, qui caractérise la dispersion des valeurs qui pourraient raisonnablement être attribuées au mesurande.

$$x - dx < X < x + dx$$



I. Généralités sur la mesure



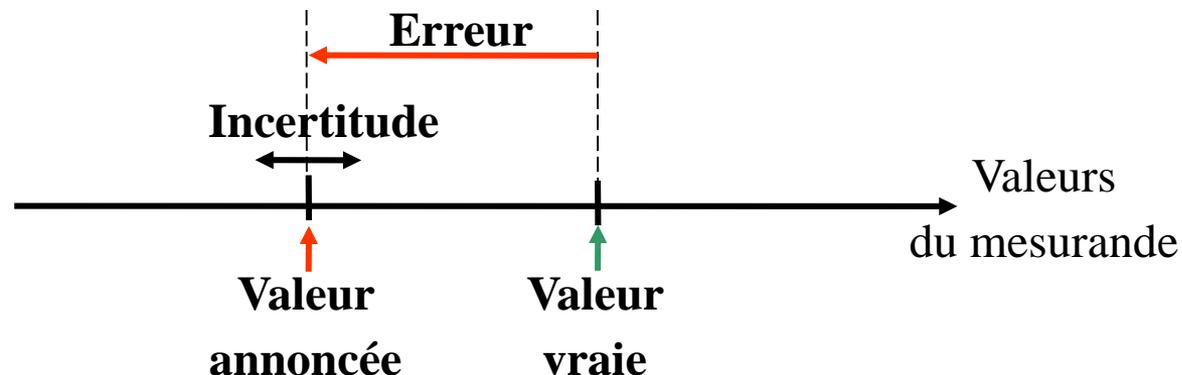
Valeur vraie [true value]

Valeur compatible avec la définition d'une grandeur particulière donnée.

Erreur « absolue » [Error]

Résultat d'un mesurage moins la valeur vraie du mesurande, exprimée dans l'unité de la mesure:

$$e = \text{Résultat de mesure} - \text{valeur vraie}$$





I. Généralités sur la mesure



Erreur relative [Relative error]

Rapport de l'erreur de mesure à une valeur vraie du mesurande

$$e_r = e/X, e_{r\%} = e_r \cdot 100$$

Exactitude de mesure (accuracy of measurement)

Étroitesse de l'accord entre le résultat d'un mesurage et une valeur vraie du mesurande.

N.B :

1. Le concept d'exactitude est qualitatif.
2. Le terme précision ne doit pas être utilisé pour exactitude.



I. Généralités sur la mesure



Systeme de grandeurs [System of quantities]

Ensemble de grandeurs, dans le sens général, entre lesquelles il existe des relations définies.

Grandeur de base [Base quantity]

l'une des grandeurs qui, dans un système de grandeurs, sont admises par convention comme étant fonctionnellement indépendantes les unes des autres.

Dimension d'une grandeur [Dimension of quantity]

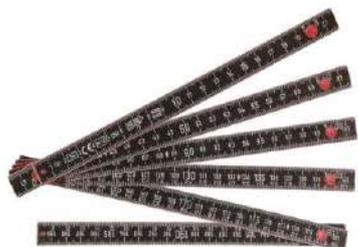
Expression qui représente une grandeur d'un système de grandeurs comme le produit de puissances de facteurs qui représentent les grandeurs de base de ce système.



I. Généralités sur la mesure



Exemple : Système International d'unités:



mètre



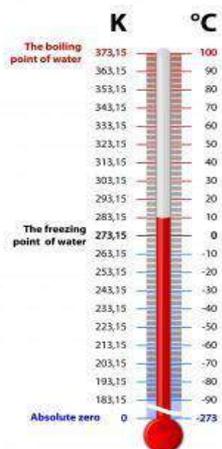
kilogramme



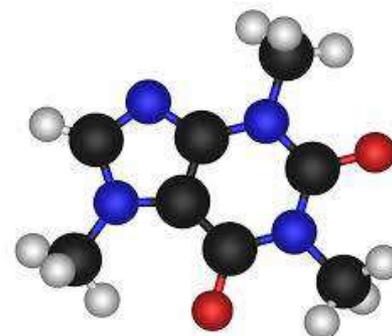
seconde



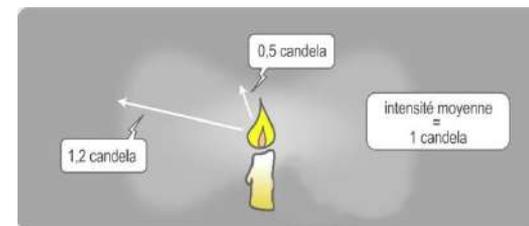
ampère



kelvin



mole



candela



I. Généralités sur la mesure



- La quantité à mesurer est le mesurande (m) de grandeur X
- Le capteur convertit m en une grandeur électrique : la mesure (x)
- Le capteur est caractérisé par la relation $x=f(X)$
- L'expression $f(X)$ est établie par une opération : l'étalonnage

Étalon [Etalon]

Réalisation matérielle d'un mesurande dont la valeur est connue avec une incertitude nulle (prototype primaire) ou avec une incertitude connue (étalon secondaire)



II. Métrologie et Qualité



Traçabilité [Traceability]

Propriété du résultat d'un mesurage ou d'un étalon tel qu'il puisse être relié à des références déterminées, généralement des étalon nationaux ou internationaux, par l'intermédiaire d'une chaîne ininterrompue de comparaisons ayant toutes des incertitudes déterminées.

Étalon primaire [Primary standard]

désigné ou largement reconnu comme présentant les plus hautes qualités métrologiques et dont la valeur est établie sans se référer à d'autres étalons de la même grandeur



I. Généralités sur la mesure



Exemple : d'étalon



[<http://cblog.eklablog.com>]

Le mètre étalon (1799 et en platine), le kilogramme et le litre

Le mètre représente le dix-millionième du quart du méridien terrestre



II. Métrologie et Qualité



Étalon de transfert [Transfer standard]

utilisé comme intermédiaire pour comparer entre eux deux étalons [=dispositif de transfert si l'intermédiaire \neq étalon]

Étalon de référence [Reference standard]

de la plus haute qualité métrologique, disponible en un lieu ou une organisation dont dérivent les mesurages qui y sont faits

Étalon de travail [Working standard]

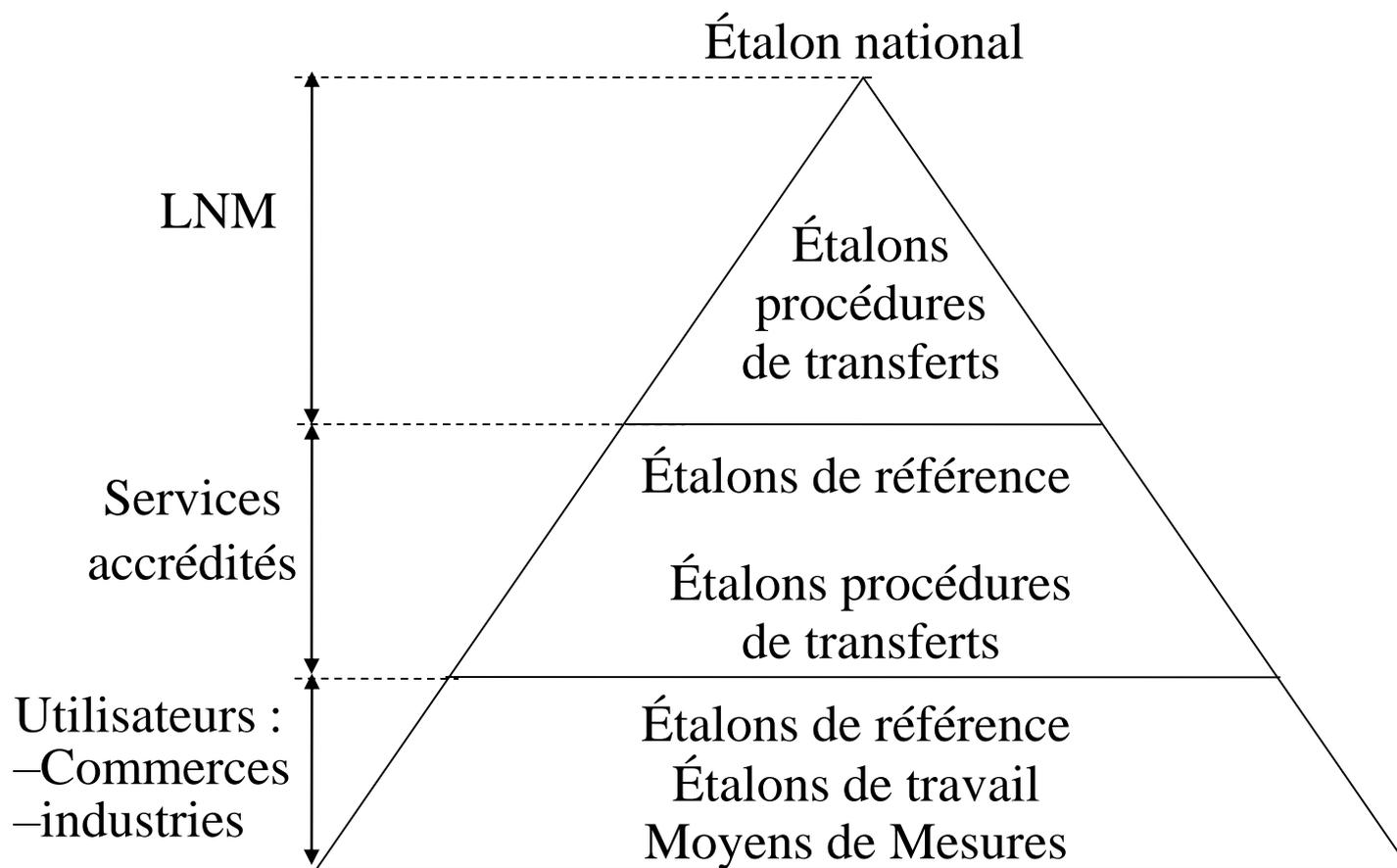
utilisé couramment pour étalonner ou contrôler des mesures matérialisées, des appareils de mesure ou des matériaux de référence.



II. Métrologie et Qualité

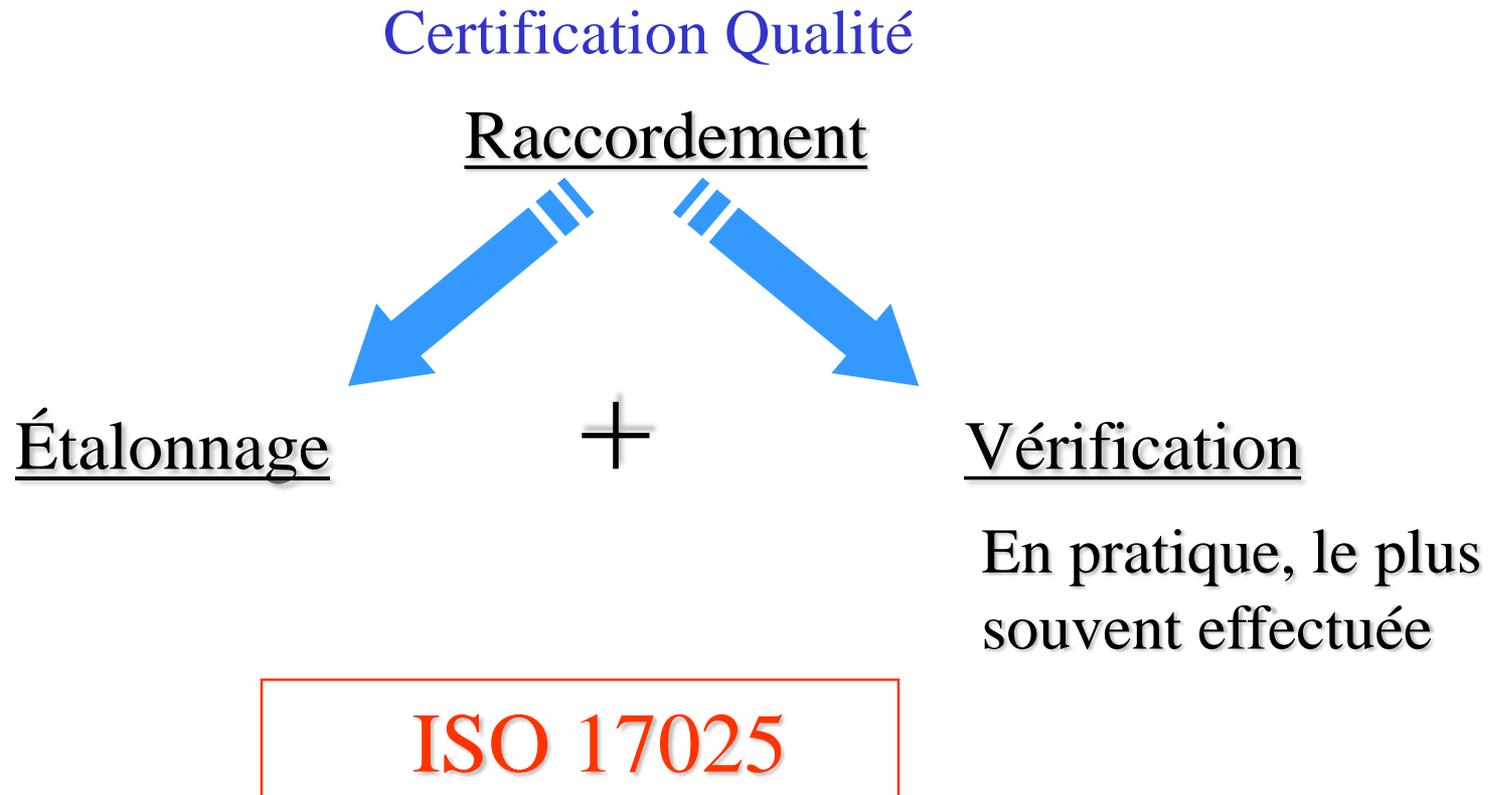


Organisation pyramidale de la chaîne d'étalonnage





II. Métrologie et Qualité



Traçabilité de la chaîne d'étalonnage =
Preuve du raccordement aux références nationales



III. Chaîne De Mesure



DÉBIT - PRESSION - TEMPÉRATURE

DISTRILABO

à votre mesure...

PROCES VERBAL rattaché COFRAC

Client: Customer:	DISTRILABO	N° Certificat Certificate No.:	8742
		Date:	20/09/07
N° commande client: Custom Order No.:	748648FM	Date commande: Order date:	20/09/2007
		Fabricant Instrument: Manufacturer:	WIKA
Type:	2333RV17R	Précision Accuracy:	1,5 %FS
Echelle: Range:	0...40 bar rel	Signal de sortie Output signal:	mA
N° série: Serial No.:	233.50.104774	N° d'étiquette Tag No.:	
Référence: Reference instrument:	CPH500 (MF45)	Précision Accuracy:	0,025 % EM
Résultat: Results:		Température Temperature:	20°C

Instrument reference	Référence ref. (bar)	Ecart déviation bar	Ecart déviation %
0,01	0,00	-0,01	-0,03
10,03	0,00	0,03	0,05
19,90	20,00	-0,10	-0,24
29,89	30,00	-0,11	-0,29
39,84	40,00	-0,16	-0,40
49,83	50,00	-0,17	-0,42
59,84	60,00	-0,16	-0,39
69,77	70,00	-0,23	-0,57
79,96	80,00	0,06	0,16
89,90	90,00	0,06	0,16

Commentaires : Conforme à sa classe de mesure
Comments:

L'étalonnage est réalisé en respectant les prescriptions des normes :
Calibration was carried out according to the following norm: EN 637-1 et EN 637-3

Opérateur : M. François METZ
Company Expert:

DISTRILABO
 3, Rue de la Vapeur - BP 88
 67802 - BISCHHEIM Cedex
 ☎ 03 88 63 20 58
 📠 03 88 62 38 12

3, rue de la Vapeur - B.P. 10086 - 67802 BISCHHEIM Cedex - FRANCE
 Tél. 03 88 63 20 58 - Fax : 03 88 62 38 12
 E-mail : distrilabo@distrilabo.com - Web : www.distrilabo.com
 S.A.S. au capital de 100 000 € - R.C. Strasbourg B 311 484 505 - SIRENE 311 484 505 - APE 518 M - C.F. TVA : FR 50 311 484 505



III. Chaîne De Mesure



LNE
Le progrès, une passion à partager

LABORATOIRES DE PARIS
1, rue Gaston Doumer - 75724 Paris Cedex 13
Tél. : 01 40 43 27 00 - Fax : 01 40 43 27 27

Commande : N° ACC9799 du 30/03/2007

CONSTAT DE VERIFICATION

N° H031687 / V 4-2

DÉLIVRÉ À : ALLA FRANCE
Z.I. du Bompas
49120 CHEMILLE

IDENTIFICATION DE L'INSTRUMENT

Désignation : Thermomètre à dilatation de mercure

Constructeur : ALLA FRANCE

Type : Echelle 0°C / 35°C en 0,1°C

N° de série : 0701 0398

CONDITIONS DE VERIFICATION

Norme ou texte de référence : Décret n° 84-948 du 19 octobre 1984

Procédure interne de vérification : S45 T 05.46 et Doc. COFRAC LAB GTA 06

Conditions d'environnement :
Température ambiante : de 19 °C à 25 °C
Humidité Relative : de 35 % à 65 %

Date de la vérification : du 21/03/2007 au 23/03/2007

Date d'émission du constat : 04/04/2007

CONSTAT :
Il a été constaté que les corrections de l'instrument (C) augmentées de l'incertitude d'étalement élargie U sont inférieures à l'erreur maximale tolérée (EMT) définie dans le tableau suivant :

$$|C| + U \leq EMT$$

Étendue	EMT	Constat
0 °C à 35 °C	± 0,1 °C	Non conforme

Le document comprend 1 page

cofrac

Le Responsable de l'Unité Technique
Température-Hygrométrie
Dominique JOUIN

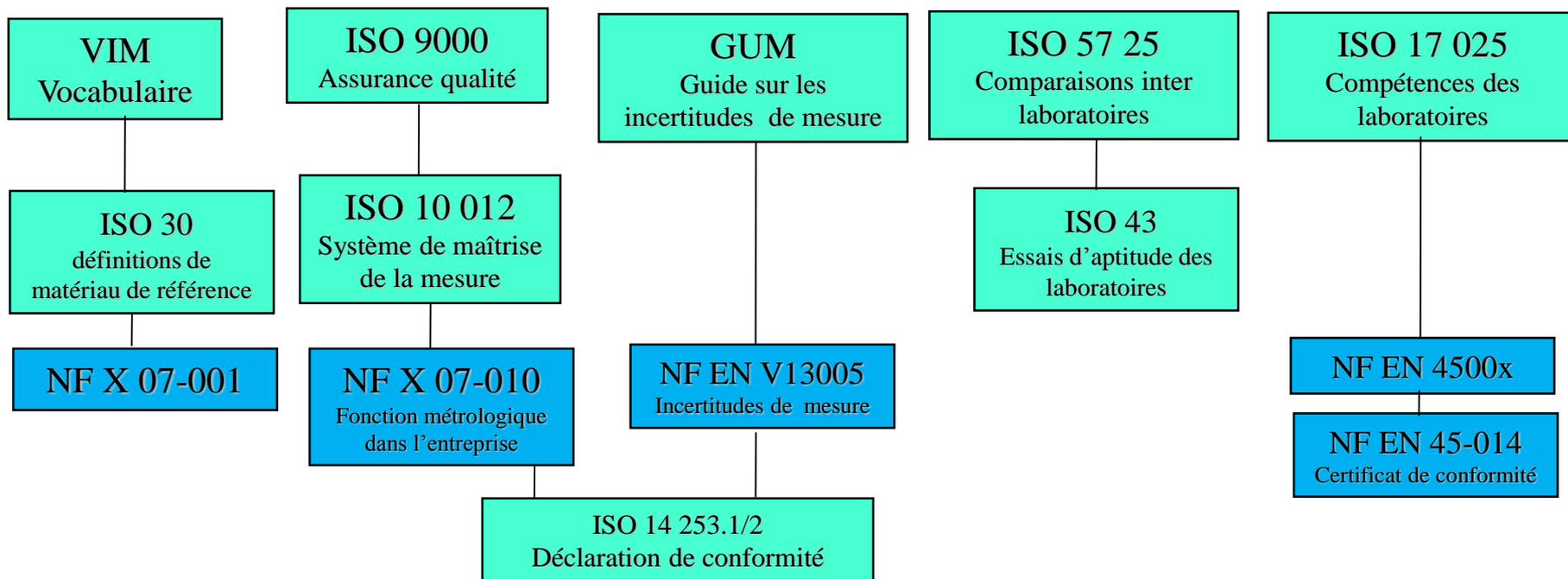
Le LNE assure la traçabilité des mesures aux étalons nationaux. Les étalons primaires d'un secteur se trouvent au LNE. Les étalons secondaires se trouvent dans les laboratoires agréés par le LNE. La reproduction de ce certificat n'est autorisée que sous le format de l'original photographique intégré. Tous autres droits sont réservés. © LNE 2007.

Laboratoire national de métrologie et d'essais
Établissement public à caractère industriel et commercial - Siège social : 1, rue Gaston Doumer 75724 Paris Cedex 13 - Tél. : 01 40 43 27 00
Fax : 01 40 43 27 27 - E-mail : lab@lne.fr - Internet : www.lne.fr - Métro : 513 320 244 0662 - NAF : 743 B - TVA : FR 92 513 320 244
Boulevard Paris-Cedex 13/21 - 91799 Evry-Bas Mesures (9149) Cedex - 01 69 40 11 00 - SIRET 513 320 244





II. Métrologie et Qualité

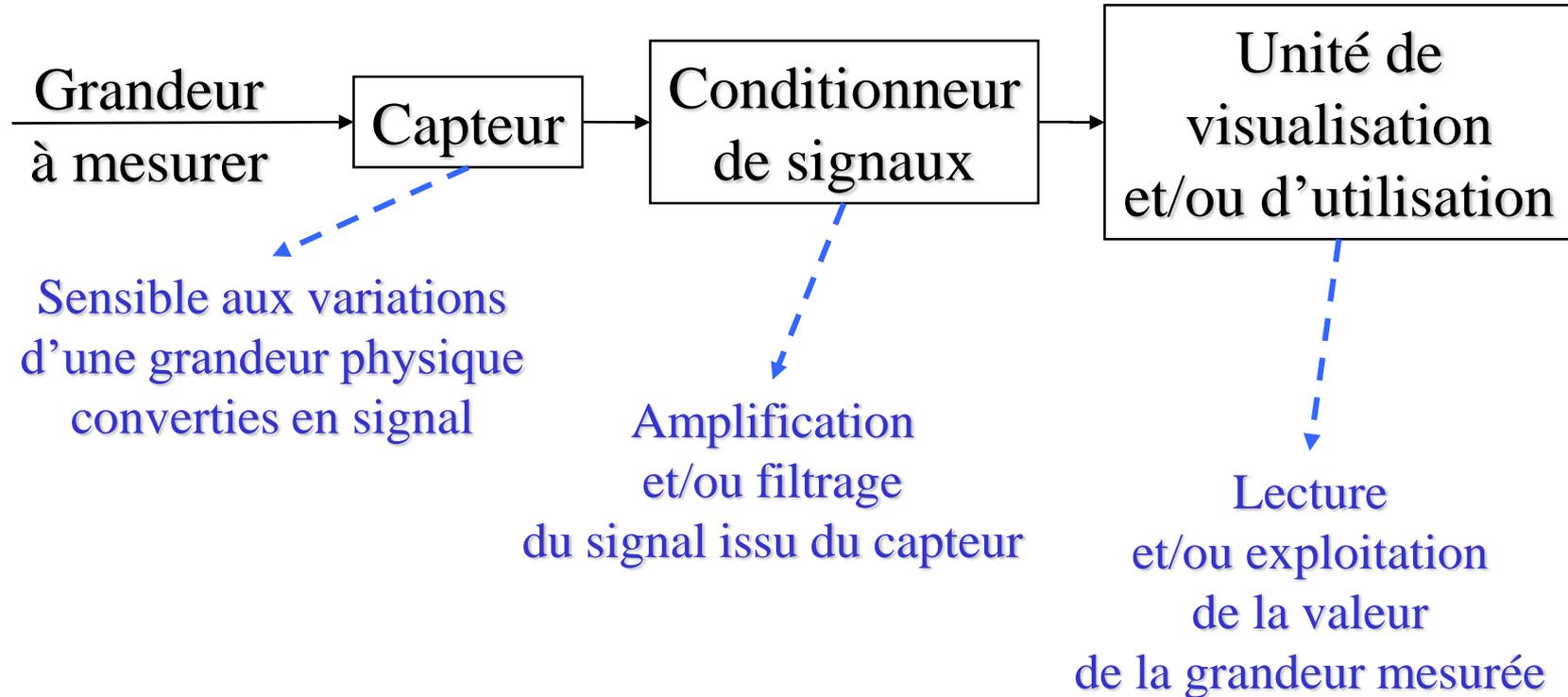




III. Chaîne De Mesure



Principe



Aujourd'hui, la quasi-totalité des chaînes de mesure sont des chaînes électroniques



III. Chaîne De Mesure

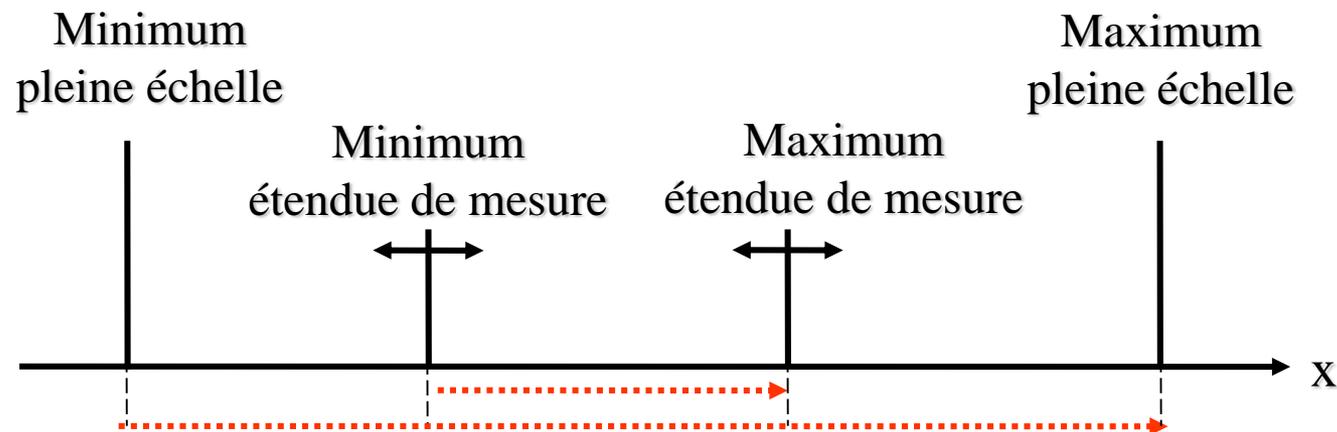


Définitions

Étendue de mesure

Ensemble des valeurs du mesurande pour lesquelles l'erreur d'un instrument de mesure est comprise entre des limites spécifiques

Pleine échelle : valeur maximale de l'étendue de mesure





III. Chaîne De Mesure



Définitions

Rangeabilité = Étendue de mesure / Pleine échelle

Courbe d'étalonnage

- Propre à chaque capteur, appareil, système...
- Permet de transformer la mesure brute en mesure corrigée
- Obtenue en soumettant l'instrument à une valeur vraie de la grandeur à mesurer

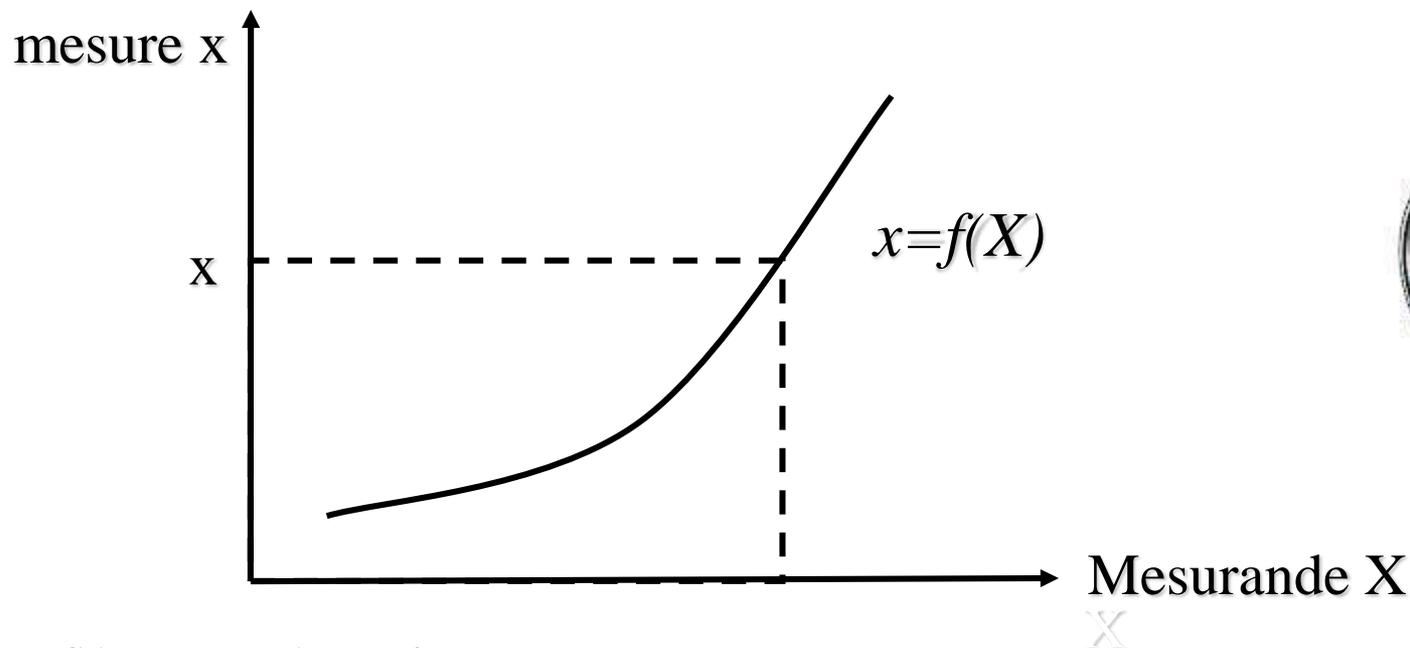


III. Chaîne De Mesure

Définitions

Exemple Manomètre à tube de Bourdon

Gétalon(mBar)	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
Gmesuré(mBar)	0	100	220	320	410	490	580	670	780	900	1000





III. Chaîne De Mesure



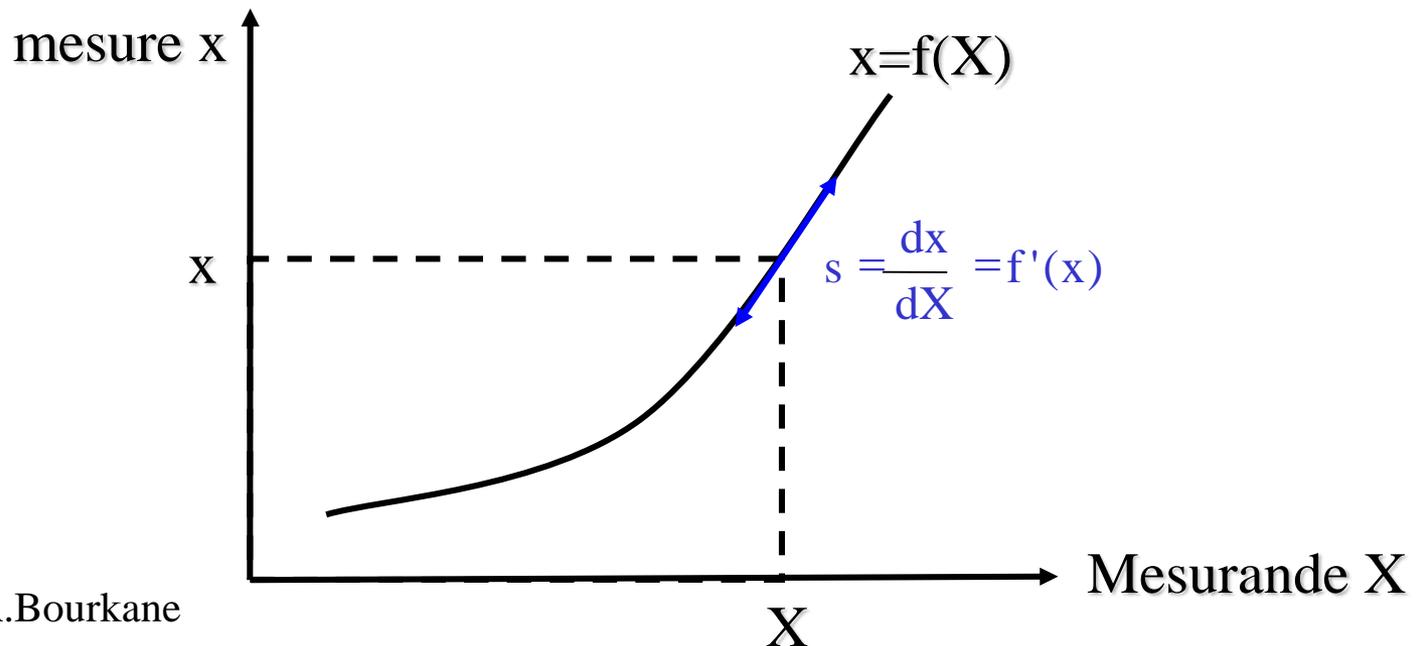
Définitions

Sensibilité (s)

$$s = \frac{dx}{dX}$$



- Si $f(x)$ est linéaire, $s = \text{constante}$, $x = sX + x_0$
- Si x et X de même nature, s est sans dimension ; on parle alors de gain $B = 20 \log(s)$





III. Chaîne De Mesure



Classe de précision

$$\text{Classe}(\%) = 100 * \frac{\text{+ grande erreur possible}}{\text{étendue de mesure}}$$

Résolution

(cas d'un appareil de mesure numérique)

$$\text{Résolution} = \frac{\text{étendue de mesure}}{\text{nb de points de mesure}}$$



III. Chaîne De Mesure



Finesse

Incidence de l'instrument de mesure sur le phénomène mesuré, d'autant plus grande que la perturbation est faible

Rapidité - Temps de réponse

Aptitude de l'instrument à suivre les variations de la grandeur à mesurer



III. Chaîne De Mesure



Electrical Specifications

DC specifications for U1271A, U1272A, U1273A and U1273AX



Function	Range	Resolution	Accuracy ± (% of reading + counts of least significant digit)			Test current/ Burden voltage
			U1271A	U1272A	U1273A/U1273AX	
Voltage ¹	30 mV	0.001 mV	—	0.05 + 20	0.05 + 20	—
	300 mV	0.01 mV	0.05 + 5	0.05 + 5	0.05 + 5	—
	3 V	0.0001 V	0.05 + 5	0.05 + 5	0.05 + 5	—
	30 V	0.001 V	0.05 + 2	0.05 + 2	0.05 + 2	—
	300 V	0.01 V	0.05 + 2	0.05 + 2	0.05 + 2	—
	1000 V	0.1 V	0.05 + 2	0.05 + 2	0.05 + 2	—
	Z _{in} (low input impedance) enabled, applicable for 1000 V range and resolution only	0.1 V	—	1 + 20	1 + 20	—
Resistance ²	30 Ω	0.001 Ω	—	0.2 + 10	0.2 + 10	0.65 mA
	300 Ω	0.01 Ω	0.2 + 5	0.2 + 5	0.2 + 5	0.65 mA
	3 kΩ	0.0001 kΩ	0.2 + 5	0.2 + 5	0.2 + 5	65 μA
	30 kΩ	0.001 kΩ	0.2 + 5	0.2 + 5	0.2 + 5	6.5 μA
	300 kΩ	0.01 kΩ	0.2 + 5	0.2 + 5	0.2 + 5	0.65 μA
	3 MΩ	0.0001 MΩ	0.6 + 5	0.6 + 5	0.6 + 5	93 nA/10 MΩ
	30 MΩ	0.001 MΩ	1.2 + 5	1.2 + 5	1.2 + 5	93 nA/10 MΩ
	100 MΩ	0.01 MΩ	2.0 + 10	—	—	93 nA/10 MΩ
	300 MΩ	0.01 MΩ	—	2.0 + 10 @ < 100 MΩ 8.0 + 10 @ > 100 MΩ	2.0 + 10 @ < 100 MΩ 8.0 + 10 @ > 100 MΩ	93 nA/10 MΩ
Current ²	300 nS	0.01 nS	1 + 10	1 + 10	1 + 10	93 nA/10 MΩ
	300 μA	0.01 μA	0.2 + 5	0.2 + 3	0.2 + 5	< 0.04 V/100 Ω
	3000 μA	0.1 μA	0.2 + 5	0.2 + 3	0.2 + 5	< 0.4 V/100 Ω
	30 mA	0.001 mA	0.2 + 5	0.2 + 3	0.2 + 5	< 0.08 V/1 Ω
	300 mA	0.01 mA	0.2 + 5	0.2 + 3	0.2 + 5	< 1.00 V/1 Ω
	3 A	0.0001 A	0.3 + 10	0.3 + 10	0.3 + 10	< 0.1 V/0.01 Ω
Diode Test ⁴	10 A	0.001 A	0.3 + 10	0.3 + 10	0.3 + 10	< 0.3 V/0.01 Ω
	3 V	0.0001 V	0.5 + 5	0.5 + 5	0.5 + 5	Approximately 1 to 2 mA
	Auto	0.0001 V	—	0.5 + 5	0.5 + 5	Approximately 0.1 to 0.3 mA

See notes on next page.

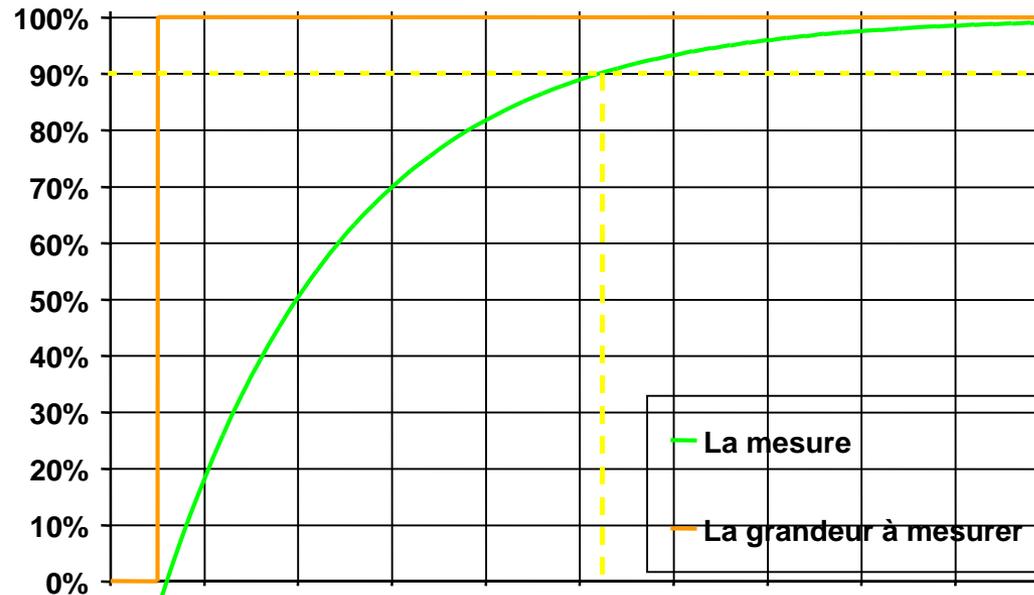


III. Chaîne De Mesure



Temps de réponse à la montée t_m

Temps nécessaire pour que la mesure croisse de la valeur initiale jusque 90% de la variation totale de la grandeur à mesurer





III. Chaîne De Mesure



Le Temps : un rôle important

- A long terme (*années*) :
vieillessement \Rightarrow obligation d'étalonnages réguliers
- A moyen terme (*minutes*) :
dérives \Rightarrow effet des grandeurs d'influence
- A court terme (\ll *secondes*) :
fluctuations \Rightarrow bruit

*Le mesurande est donc une fonction du temps $X(t)$,
mais la réponse du capteur ne reproduira pas toujours
la même dépendance temporelle*

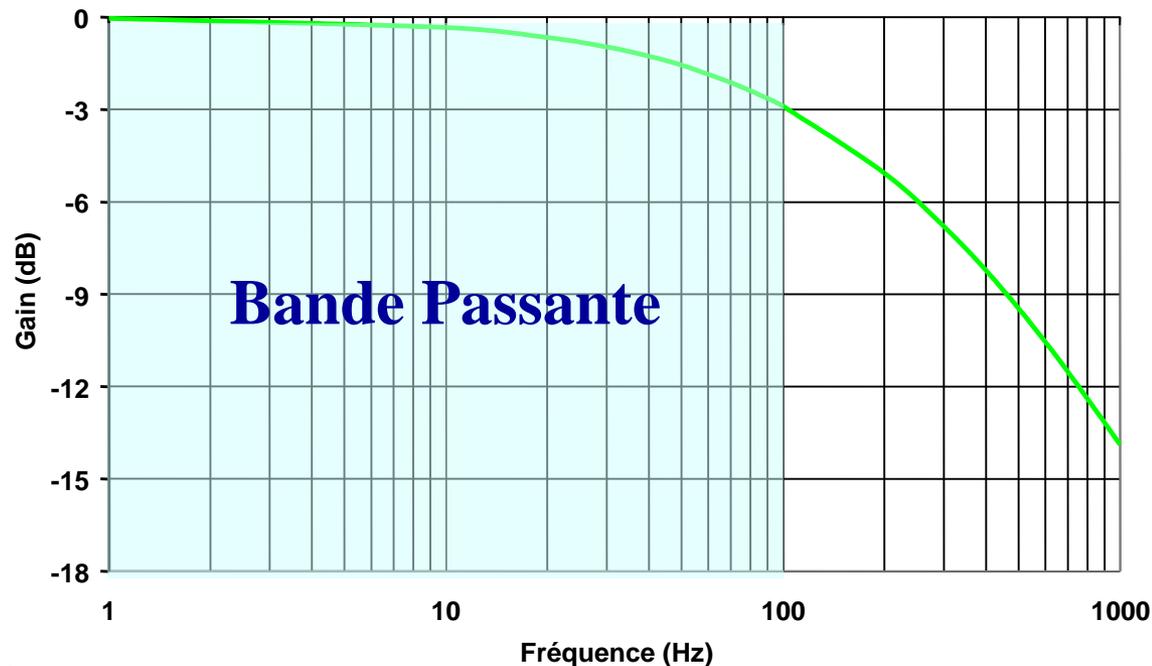


III. Chaîne De Mesure



Bande Passante (ou réponse dynamique)

Bande de fréquence pour laquelle le gain_{dB} du capteur (i.e. $20\log(x/X)$) est compris entre 2 valeurs





III. Chaîne De Mesure



Grandeurs d'influence et Compensation

- Toutes grandeurs physiques susceptibles de perturber la mesure : température, humidité, pression, champs magnétiques ou électriques, contraintes mécaniques...
- Les capteurs compensés limitent l'influence des grandeurs perturbatrices
- En fait, on a : $x=f(X, G_1, G_2, \dots, G_n)$

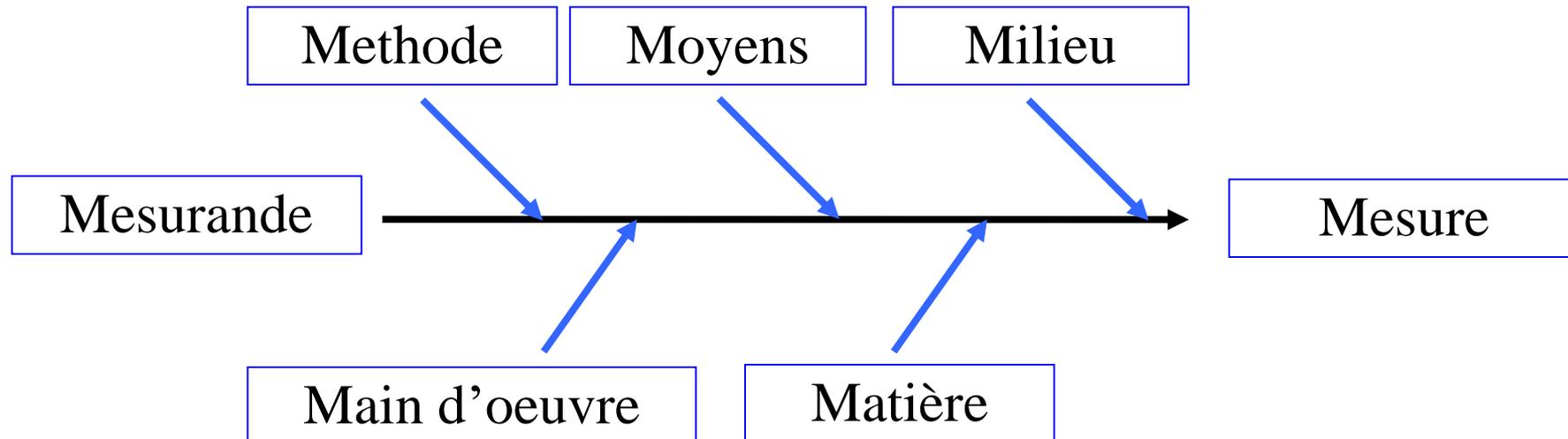


III. Chaîne De Mesure



Analyse du processus de la mesure

Méthode du diagramme d'Ishikawa





III. Chaîne De Mesure



Répétabilité [Repeatability]

Etroitesse de l'accord entre les résultats des mesurages successifs du même mesurande, mesurages effectués dans la totalité des mêmes conditions de mesure.

Reproductibilité [Reproducibility]

Etroitesse de l'accord entre les résultats des mesurages du même mesurande, mesurages effectués en faisant varier les conditions mesure.



III. Chaîne De Mesure



STATISTIQUES

Valeur moyenne

La mesure d'une même grandeur X a été répétée n fois, donnant les résultats de mesure x_1, x_2, \dots, x_n

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$



III. Chaîne De Mesure



STATISTIQUES

Écart type

Indication sur la dispersion des résultats

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$



III. Chaîne De Mesure



STATISTIQUES

Écart type

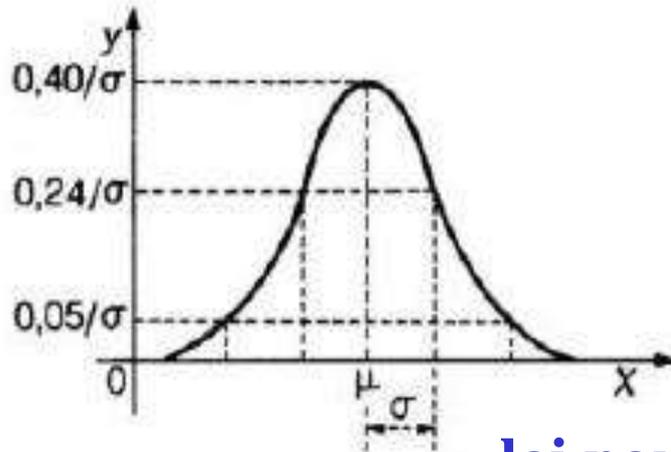
Indication sur la dispersion des résultats

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$



ERREURS

- **Erreur aléatoire** : composante de l'erreur de mesure qui, lors de plusieurs mesurages du même mesurande, varie de façon Imprévisible. Différents modèles de lois de probabilité peuvent être adoptés, en particulier :



$$y = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \exp - \left[\frac{(x - \mu)^2}{2\sigma^2} \right]$$

loi normale



ERREURS

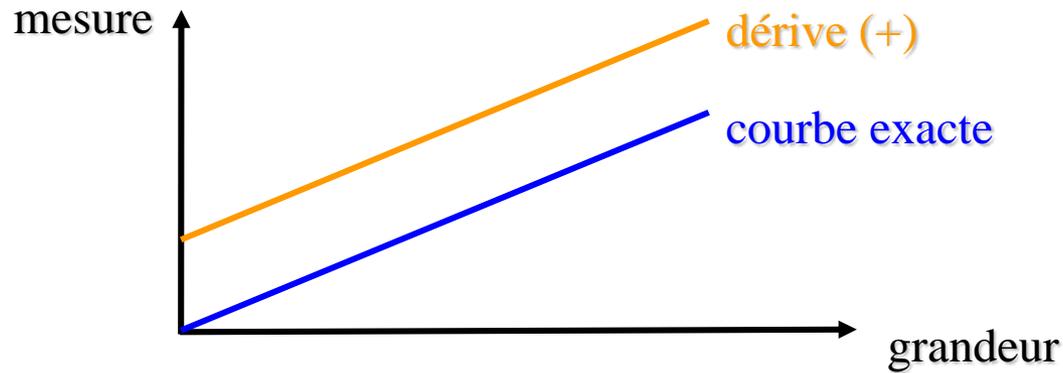
- **Erreurs systématiques** : reproductibles, liées à leur cause par une loi physique, susceptibles d'être éliminées par des corrections convenables. Les causes principales sont:
 - ◆ Erreurs sur la valeur d'une grandeur de référence;
 - ◆ Erreurs sur les caractéristiques du capteur;
 - ◆ Erreurs dues au mode ou conditions d'emploi
 - ◆ Erreurs dans l'exploitation des données brutes de mesure.
- **Erreurs accidentelles** : résultent d'une fausse manœuvre, d'un mauvais emploi ou de dysfonctionnement de l'appareil, non-prises en compte dans la détermination de la mesure



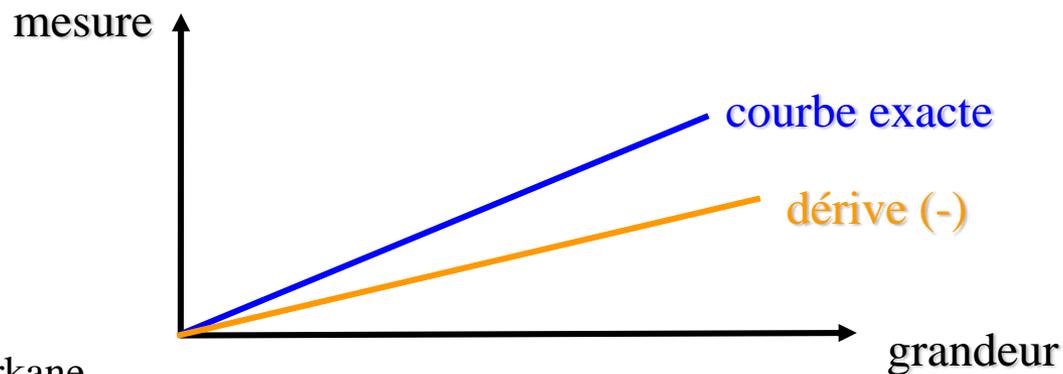
III. Chaîne De Mesure



Erreur de zéro (Offset)



Erreur d'échelle (Gain)

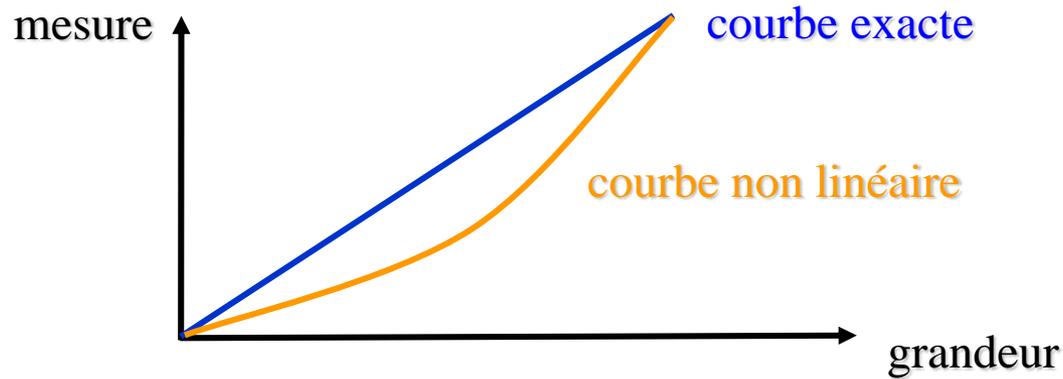




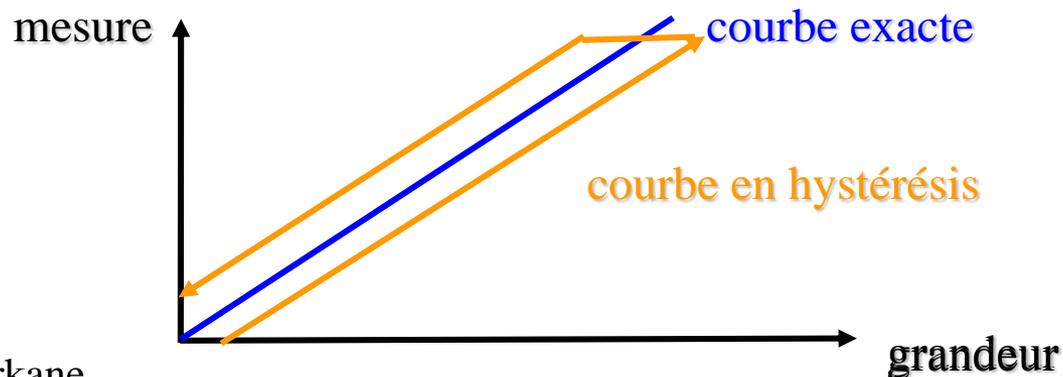
III. Chaîne De Mesure



Erreur de linéarité



Phénomène d'hystérésis

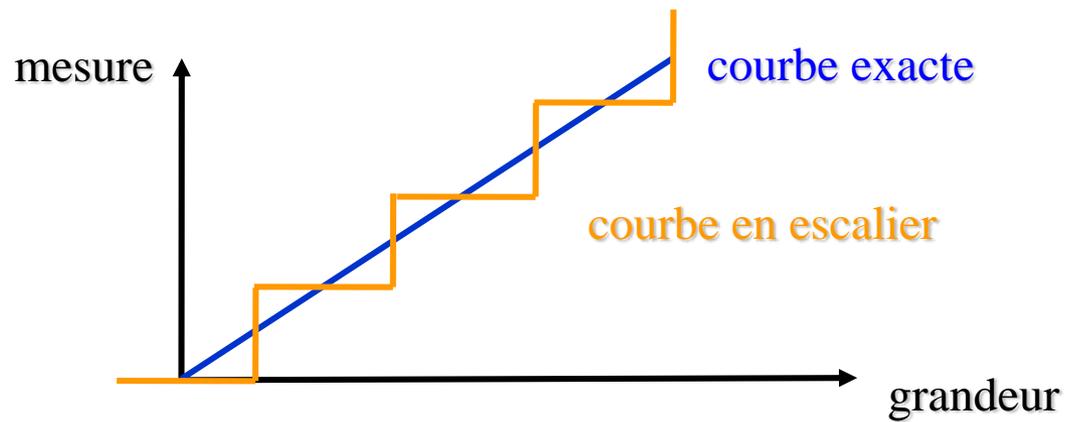




III. Chaîne De Mesure



Erreur de mobilité



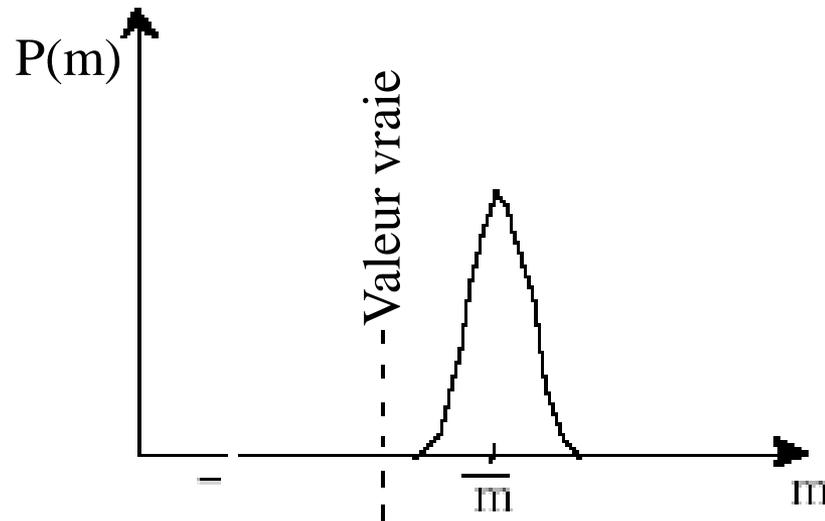


III. Chaîne De Mesure



ERREURS & STATISTIQUES FIDÉLITÉ

- Aptitude d'un instrument de mesure à donner des indications très voisines lors de l'application répétée du même mesurande dans les mêmes conditions de mesure



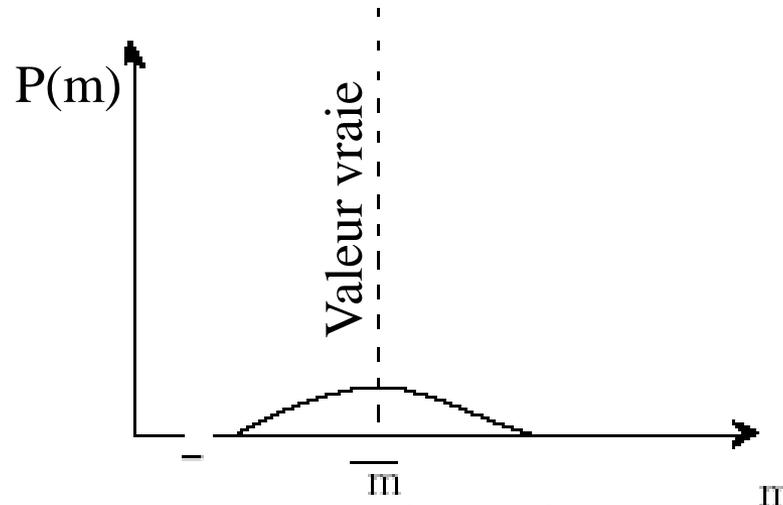


III. Chaîne De Mesure



ERREURS & STATISTIQUES JUSTESSE

- Aptitude d'un instrument de mesure à donner des indications exemptes d'erreur systématique



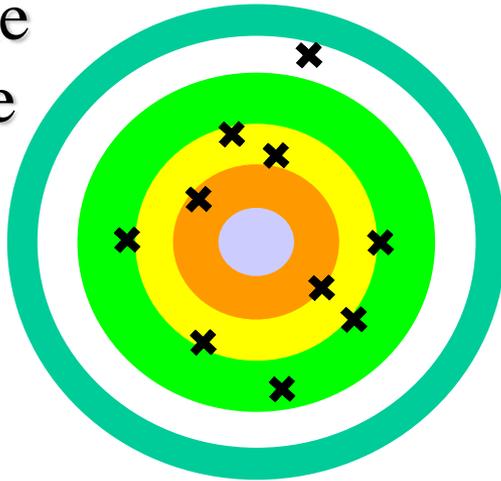
PRÉCISION = FIDÉLITÉ + JUSTESSE



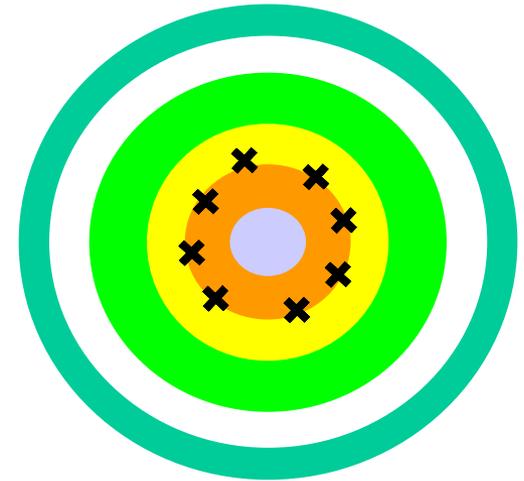
III. Chaîne De Mesure



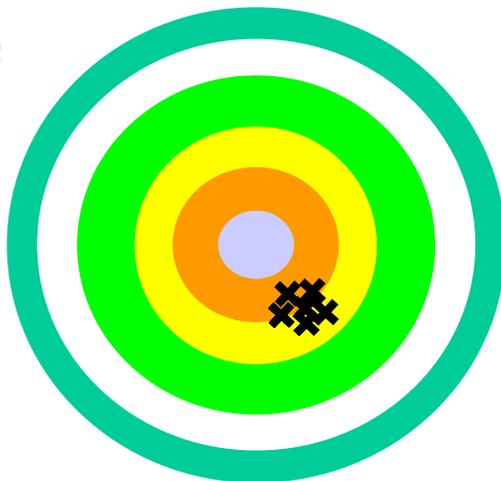
ni fidèle
ni juste



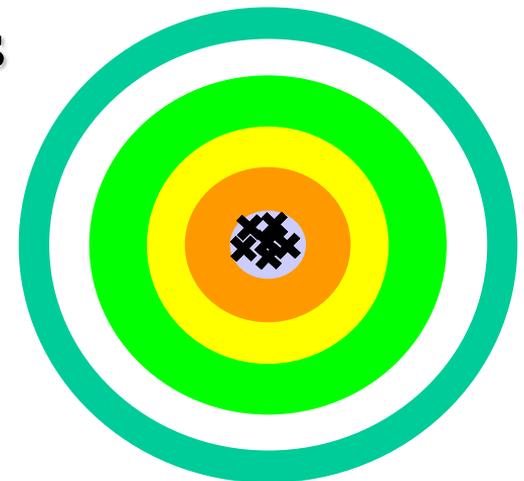
Juste



Fidèle



Précis





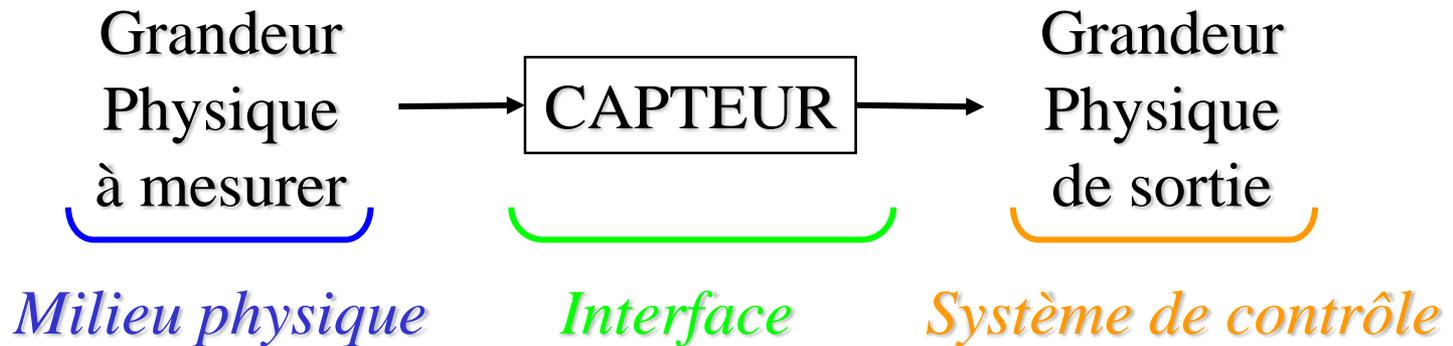
IV. Capteurs et transmetteurs



Capteur

Organe de prélèvement d'information qui élabore à partir d'une grandeur physique (information entrante), une autre grandeur physique de nature différente (très souvent électrique)

Objectif: mesure et/ou commande





IV. Capteurs et transmetteurs



Capteur actif

Fonctionnant en générateur : conversion de la grandeur physique à prélever (énergie thermique, mécanique, rayonnement...) en énergie électrique

- Effet thermoélectrique
- Effet pyroélectrique
- Effet piézoélectrique
- Effet d'induction électromagnétique
- Effet photoélectrique
- Effet photoémissif
- Effet photovoltaïque
- Effet Hall

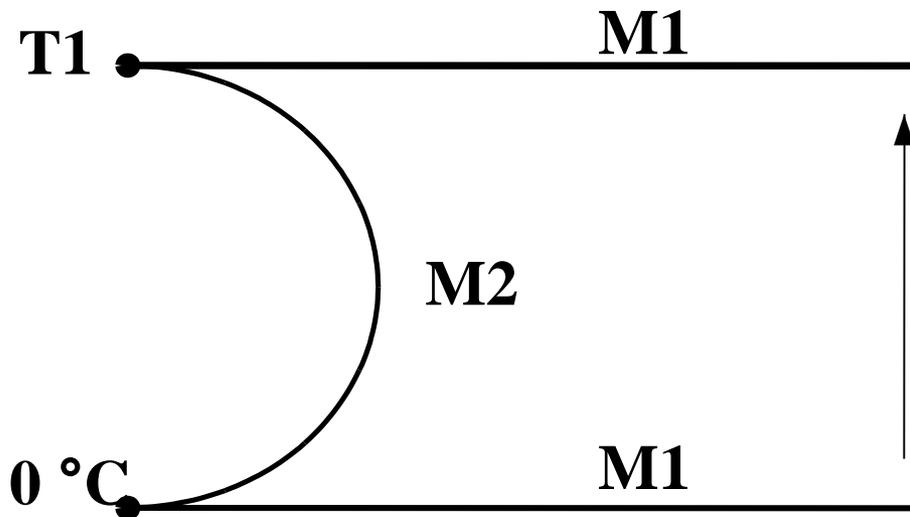


IV. Capteurs et transmetteurs



Effet thermoélectrique

Un circuit formé de 2 conducteurs de nature chimique différente, dont les jonctions sont à des températures T_1 et T_2 (0°C) par exemple, est le siège d'une force électromotrice



$e \Rightarrow T_1$



Type MTB de PEAK SENSORS
<http://www.peakensors.co.uk>

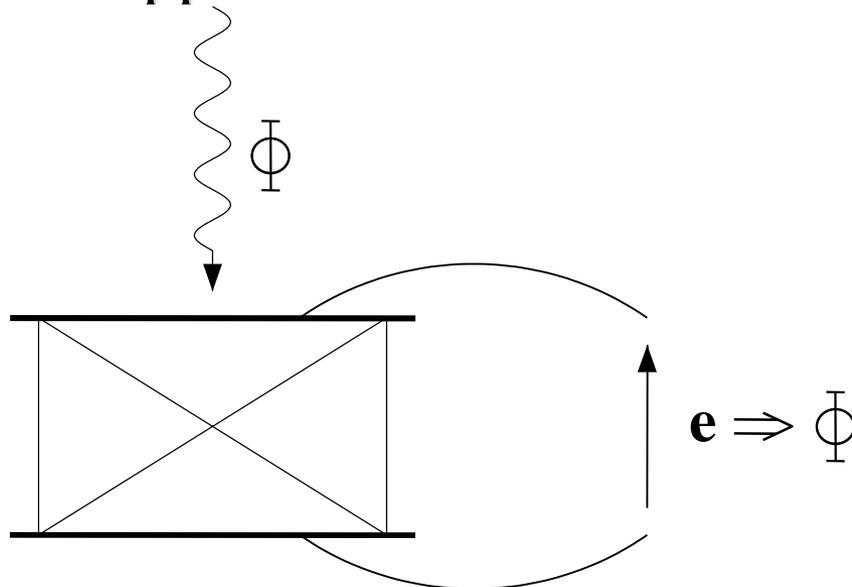


IV. Capteurs et transmetteurs



Effet pyroélectrique

Certains cristaux dits pyroélectriques, le sulfate de triglycine par exemple, ont une polarisation électrique spontanée qui dépend de leur température; ils portent en surface des charges électriques proportionnelles à cette polarisation et de signe contraire sur les faces opposées.



Pyromètre portable de Winsensor
<http://www.winsensor.fr>

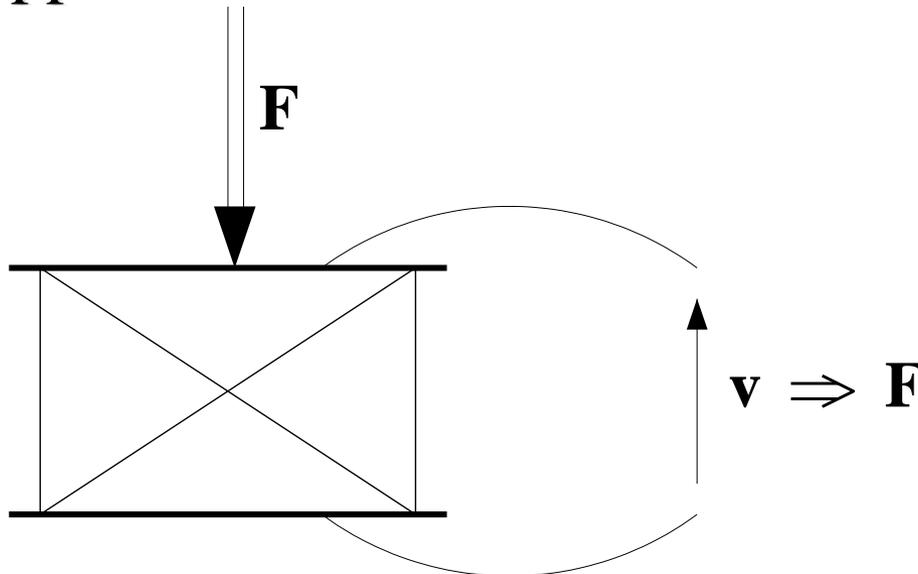


IV. Capteurs et transmetteurs



Effet piézoélectrique

L'application d'une force et plus généralement d'une contrainte mécanique à certains matériaux dits piézoélectriques, le quartz par exemple, entraîne une déformation qui suscite l'apparition de charges électriques égales et de signes contraires sur les faces opposées



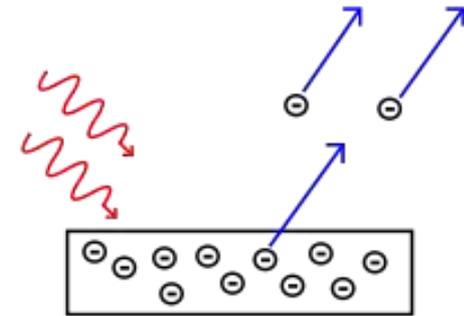
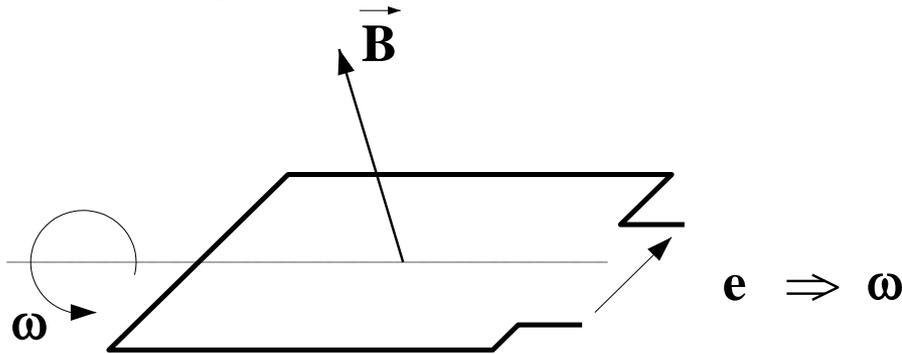


IV. Capteurs et transmetteurs



Effet d'induction électromagnétique

La variation du flux d'induction magnétique dans un circuit électrique induit une tension électrique



Effet photo-électrique

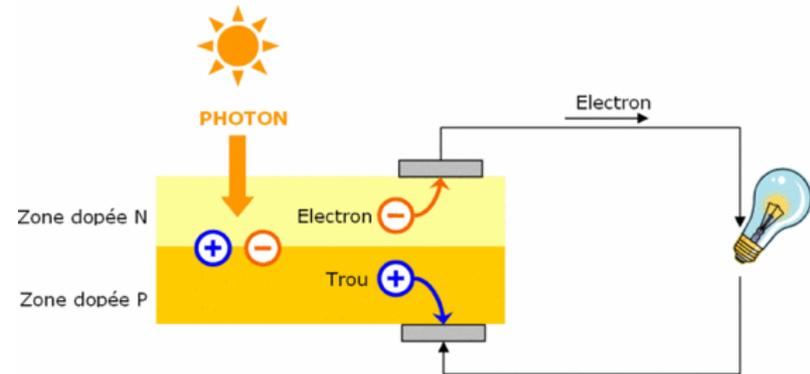
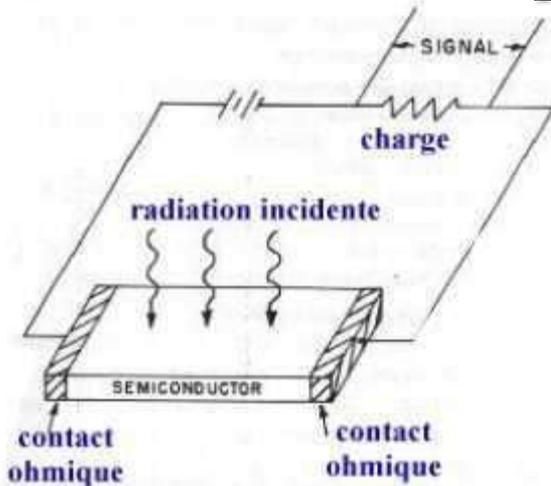
La libération de charges électriques dans la matière sous l'influence d'un rayonnement lumineux ou plus généralement d'une onde électromagnétique.



IV. Capteurs et transmetteurs

Effet photoémissif

Les électrons libérés sont émis hors de la cible éclairée et forment un courant collecté par application d'un champ électrique.



Effet photovoltaïque

Des électrons et des trous sont libérés au voisinage d'une jonction PN illuminée; leur déplacement modifie la tension à ses bornes.



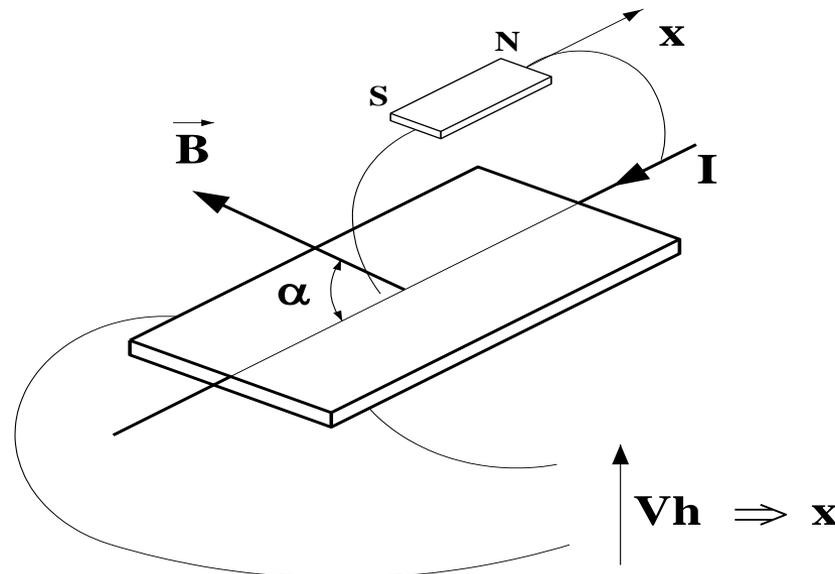
IV. Capteurs et transmetteurs



Effet Hall

Un matériau, généralement un semi-conducteur, est parcouru par un courant I et soumis à une induction B faisant un angle α avec le courant. Il apparaît, dans une direction perpendiculaire à l'induction et au courant une tension qui a pour expression :

$$V_H = K_H \cdot I \cdot B \cdot \sin \alpha$$





IV. Capteurs et transmetteurs



EFFETS PHYSIQUES

Grandeur physique à mesurer	Effet utilisé	Grandeur de sortie
Température	Thermoélectricité	Tension
	Pyroélectricité	Charge
Flux de rayonnement optique	Photo-émission	Courant
	Effet photovoltaïque	Tension
	Effet photo-électrique	Tension
Force	Piézo-électricité	Charge
Pression		
Accélération	Induction électromagnétique	Tension
Vitesse		
Position (Aimant)	Effet Hall	Tension
courant		

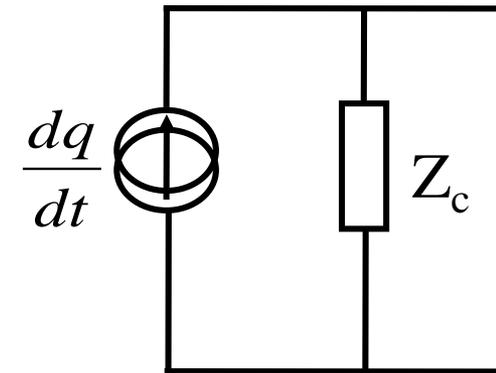
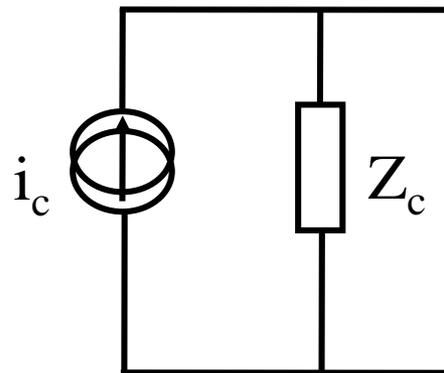
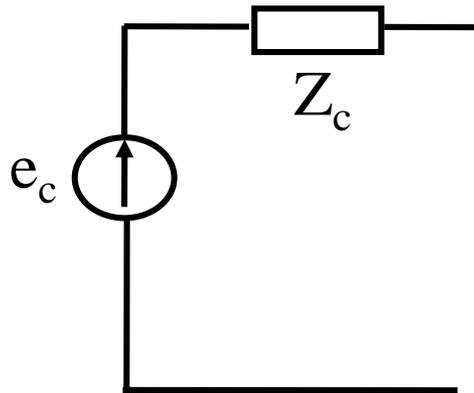


IV. Capteurs et transmetteurs



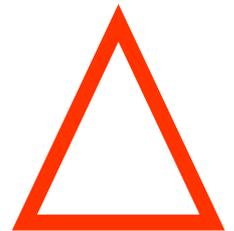
Schéma électrique équivalent

Le capteur actif, vu de sa sortie, se comporte comme un générateur.



Sa grandeur électrique de sortie peut être :

- une force électromotrice
- un courant
- une charge





IV. Capteurs et transmetteurs



Capteur passif

Matériau utilisé comme **impédance**, dont l'un des paramètres est sensible au mesurande. La variation d'impédance résulte soit des variations :

- des caractéristiques géométriques ou dimensionnelles du capteur
- des propriétés électrique des matériaux (ρ, ϵ, μ).



IV. Capteurs et transmetteurs



EFFETS PHYSIQUES

Mesurande.	Caractéristiques électriques sensibles.	Type de matériaux utilisés.
Température. Très basse température.	Résistivité. Constante diélectrique.	Métaux : Platine, nickel, cuivre, semi-conducteurs. Verres.
Flux de rayonnement optique.	Résistivité.	Semi-conducteurs.
Déformation.	Résistivité. Perméabilité magnétique.	Alliages de nickel, silicium dopé. Alliages ferromagnétiques.
Position. (Aimant)	Résistivité.	Matériaux magnéto-résistants : bismuth, antimonure d'indium.
Humidité	Résistivité. Constante diélectrique.	Chlorure de lithium Alumine , polymères.
Niveau	Constante diélectrique.	Liquides isolants



IV. Capteurs et transmetteurs

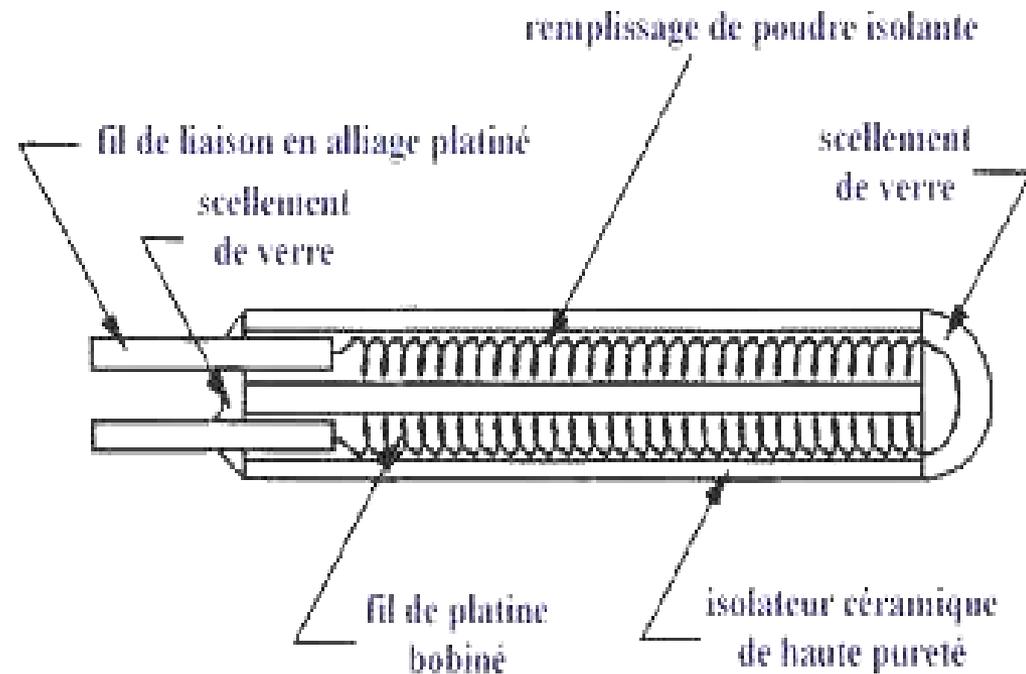


Capteur de température (Pt)

Calendar –Van Dusen

$$R(T) = R(0) \left[1 + AT + BT^2 + C(T - 100)T^3 \right]$$

EXEMPLE



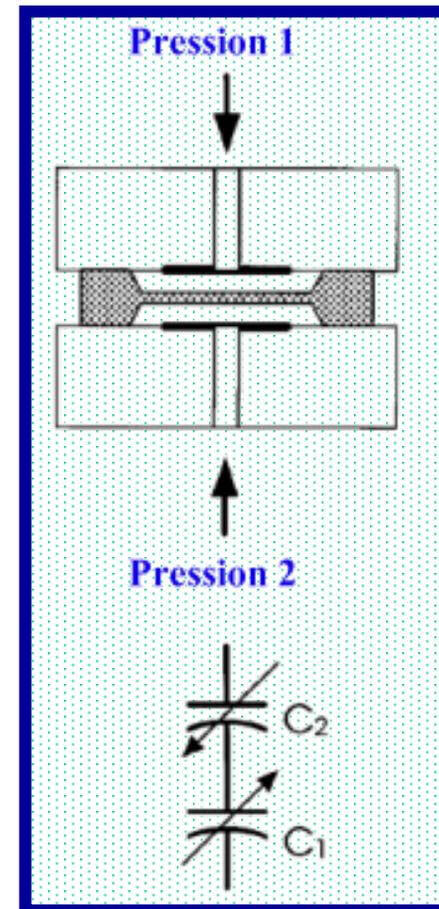
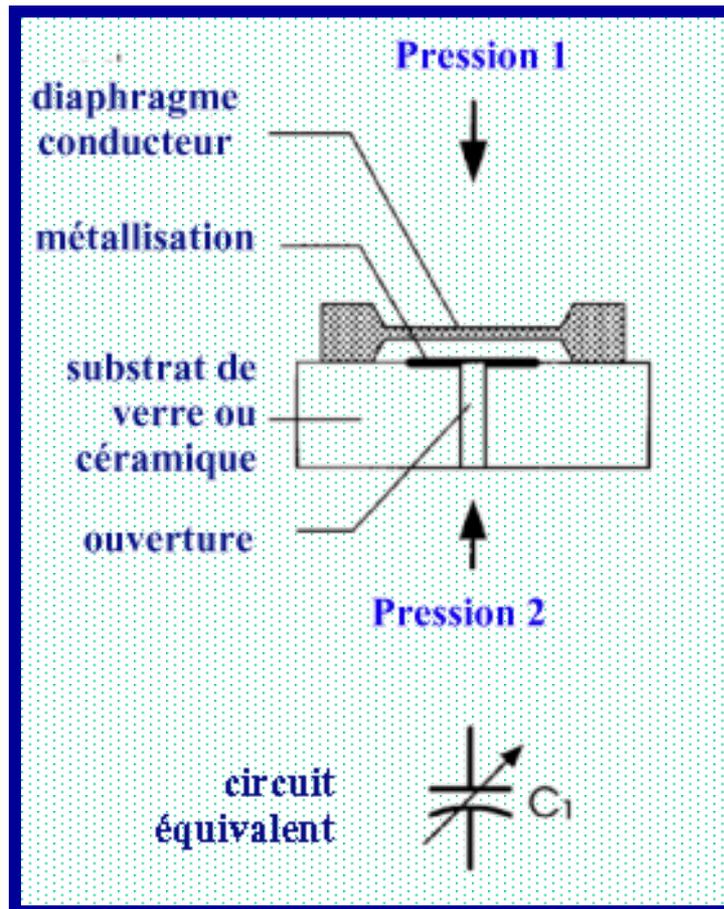


IV. Capteurs et transmetteurs



Capteur de pression capacitif

EXEMPLE





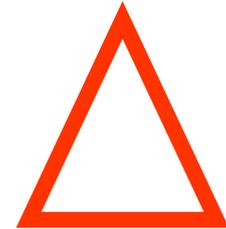
IV. Capteurs et transmetteurs



Capteur passif

*L'impédance d'un capteur passif et ses variations ne sont mesurables qu'en intégrant le capteur dans un **circuit électrique**, par ailleurs **alimenté** et qui est son **conditionneur**. Les types de conditionneurs les plus utilisés sont :*

- **Le montage potentiométrique (U, I)**
- **Le pont d'impédances (ΔZ)**
- **Le circuit oscillant (fréquence)**
- **L'amplificateur opérationnel (gain)**



L'association capteur conditionneur détermine le signal électrique. De la constitution du conditionneur dépendent un certain nombre de performances de l'ensemble de mesure : *sensibilité, linéarité, insensibilité à certaines grandeurs d'influences.*



IV. Capteurs et transmetteurs



Corps d'épreuve et capteurs composites

Corps d'épreuve : dispositif qui, soumis au mesurande, produit une grandeur physique non électrique mesurable par un capteur



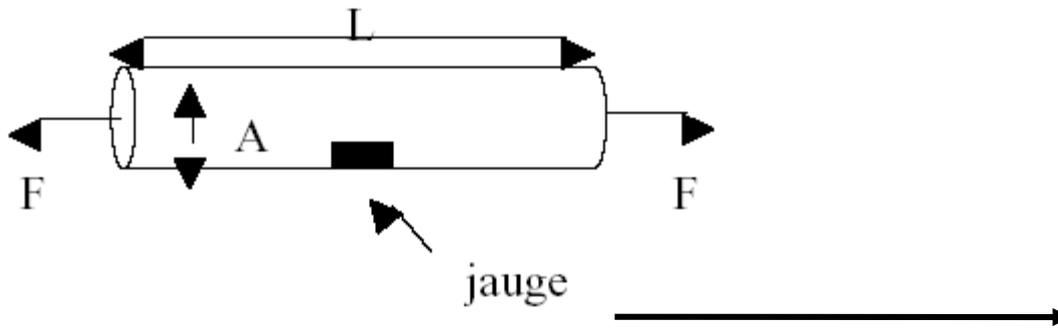


IV. Capteurs et transmetteurs

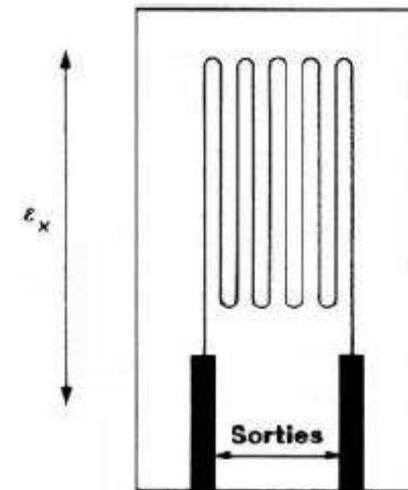


Exemple (Capteur Extensométrique)

Corps d'épreuve : Cylindre, lame fléchie, membrane, etc.



$$\frac{\Delta L}{L} = \frac{1}{E} \cdot \frac{F}{A} \text{ où } E \text{ est le module de Young}$$



$$\frac{\Delta R}{R} = K \cdot \frac{\Delta L}{L} \text{ où } K \text{ est le facteur de la jauge}$$

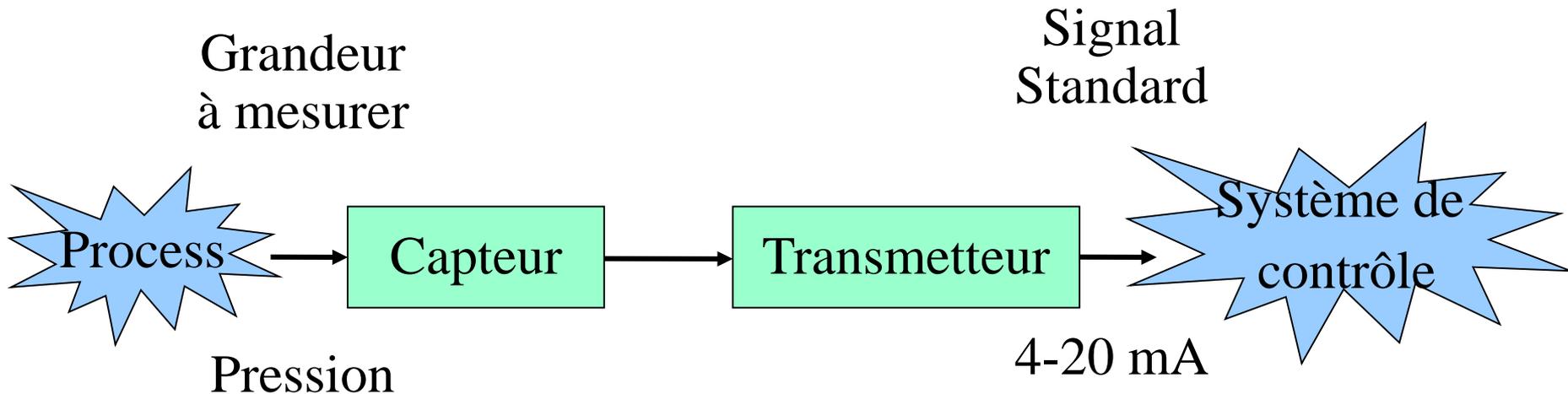


IV. Capteurs et transmetteurs



Transmetteur

C'est un dispositif qui converti le signal du capteur en un signal de mesure standard. Il fait le lien entre le capteur et le système de contrôle commande





IV. Capteurs et transmetteurs



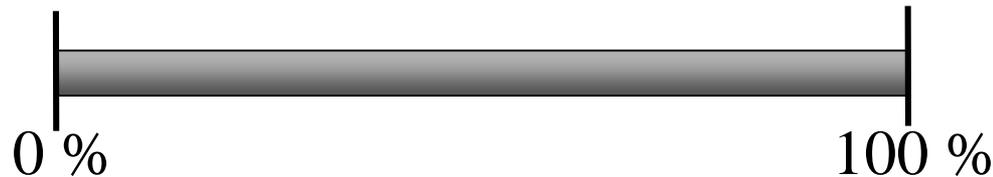
Transmetteur

Le couple capteur + transmetteur réalise la relation linéaire suivante:

Valeur de début
de l'échelle

Valeur de
fin
d'échelle

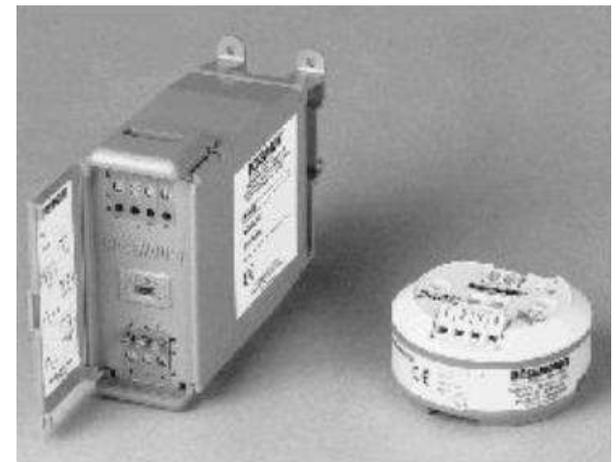
Grandeur mesuré



Signal standard

Le transmetteur possède au moins 2 paramètres à régler:

- Réglage du Zéro
- Réglage du gain



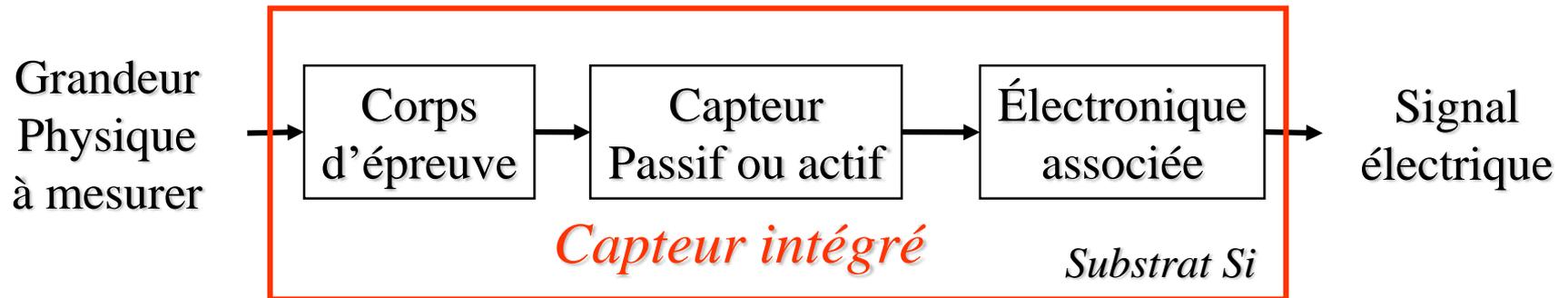


IV. Capteurs et transmetteurs



Capteur intégré

Réalisé par les techniques de la microélectronique, regroupe sur un substrat Silicium le corps d'épreuve, le capteur, et l'électronique de conditionnement



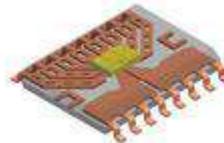
QFN



SOIC-8



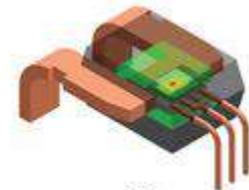
QSOP-24



SOIC-16



KT



CB



IV. Capteurs et transmetteurs



Capteur intelligent

On désigne par capteur intelligent l'ensemble de mesure constitué de deux parties :

- une chaîne de mesure pilotée par microprocesseur
- une interface de communication bidirectionnelle.

La chaîne de mesure comporte :

- le capteur principal (spécifique au mesurande),
- les capteurs secondaires propres aux grandeurs d'influence,
- les dispositifs classiques de numérisation de la réponse de chaque capteur,
- un microprocesseur pour la gestion de l'acquisition, la correction des effets des grandeurs d'influences, la linéarisation, le diagnostic des capteurs...



IV. Capteurs et transmetteurs

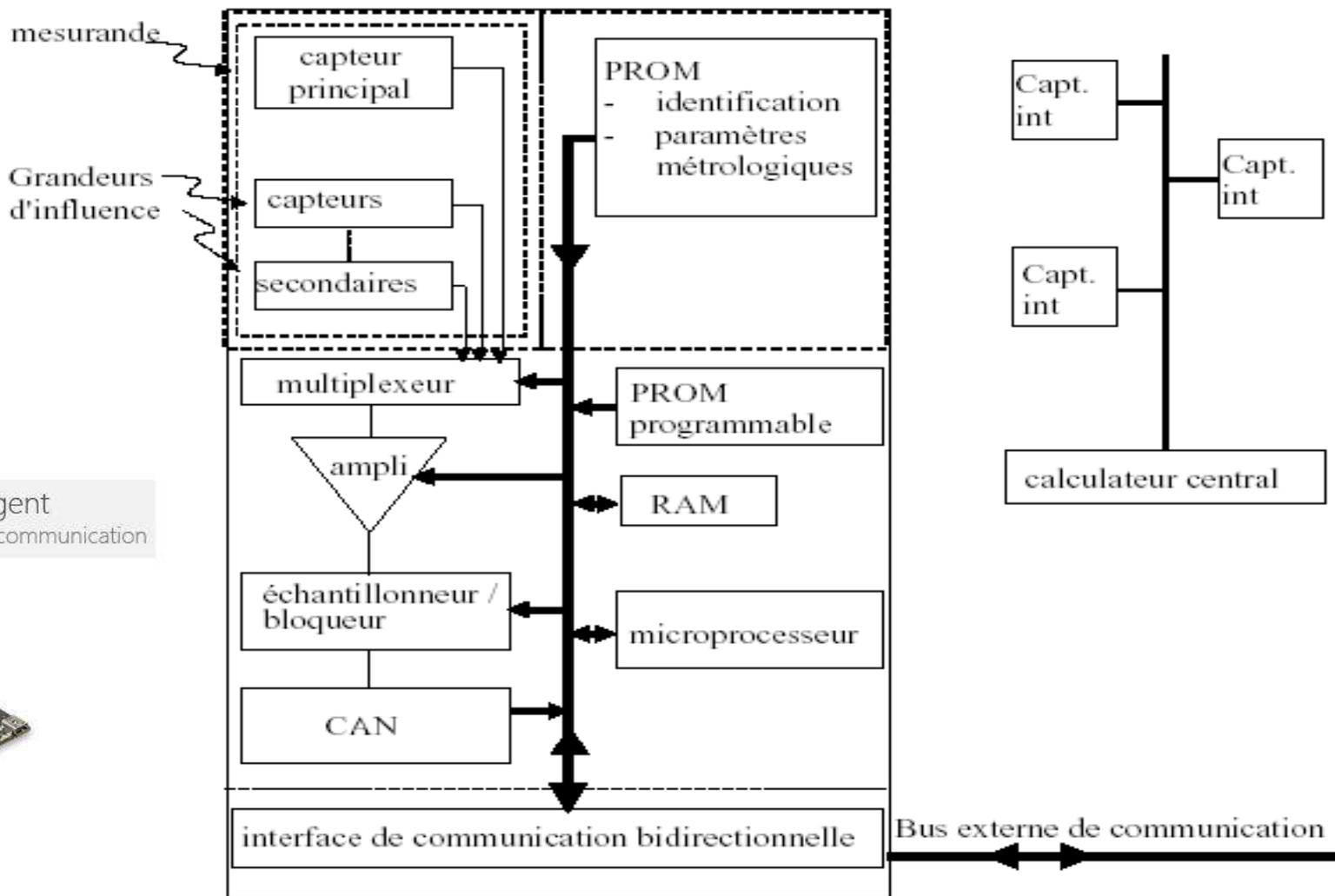


Capteur intelligent



Capteur intelligent

sélectionnez votre mode de communication.





IV. Capteurs et transmetteurs



Le Contrôle industriel

Les procédés industriels mettent en œuvre la mesure de centaines voire de *milliers de grandeurs différentes* pouvant *interagir* entre elles.

Leur contrôle n'est possible que par la mise en œuvre de *chaînes d'acquisition* pilotées par microprocesseurs via des *lignes de transmission* des informations.



IV. Capteurs et transmetteurs



Le Contrôle industriel

Ce contrôle-commande peut cependant *détériorer le niveau de l'information* fournie à la source. L'étude complète d'une chaîne d'acquisition est donc nécessaire pour satisfaire le cahier des charges d'un procédé.



IV. Capteurs et transmetteurs



Éléments fondamentaux de la Chaîne d'acquisition

- Capteurs
- Conditionneurs : amplificateurs, filtres,...
- Multiplexeur
- Échantillonneur-bloqueur
- Convertisseur analogique-numérique
- Microprocesseur et liaisons externes
- Ligne de transmission / superviseur
- Actionneurs



IV. Capteurs et transmetteurs



Les 6 fonctions de la Chaîne d'acquisition

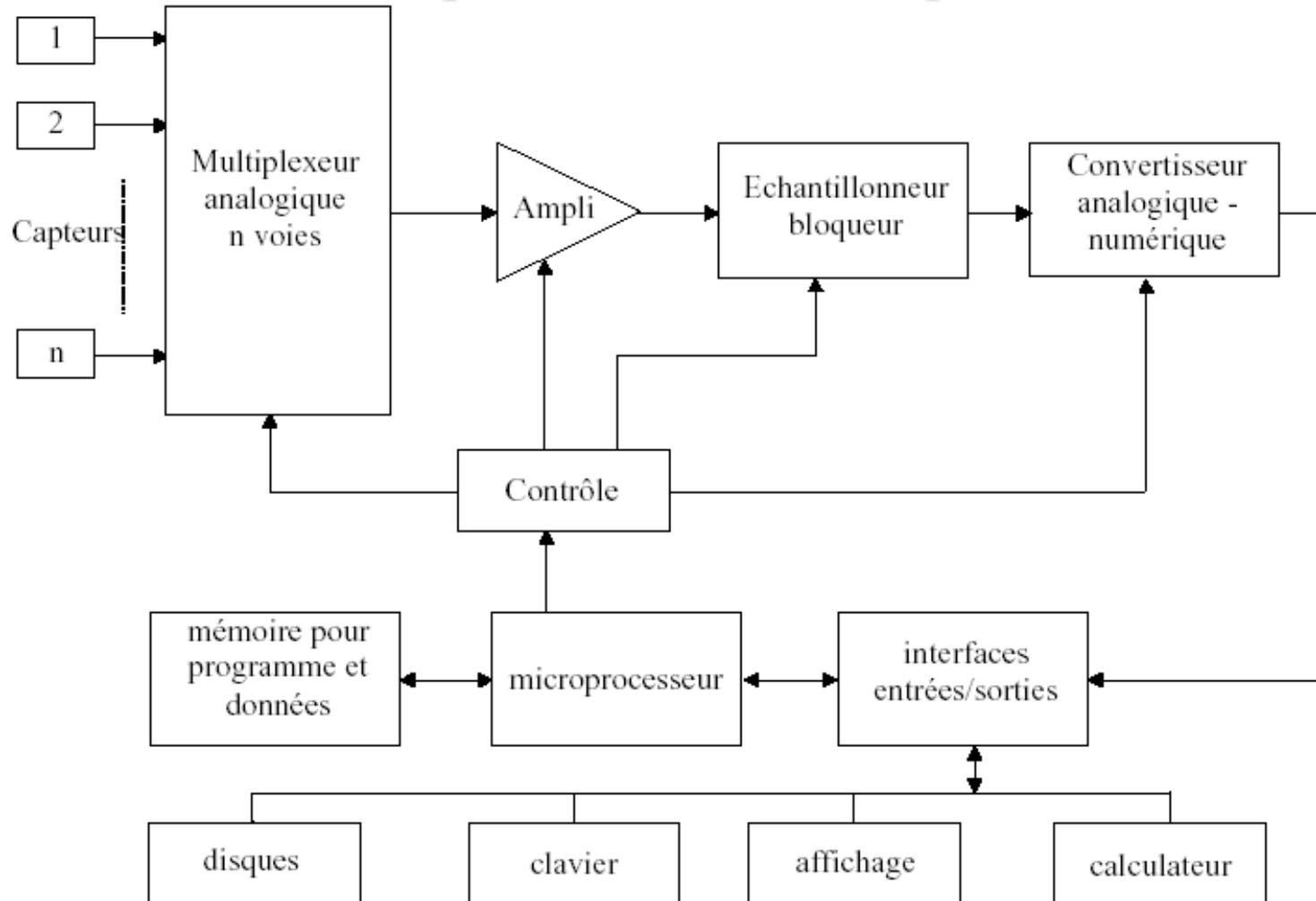
- Saisie du mesurande et transformation en une tension de mesure
- Traitement analogique pour éviter la dégradation du signal (bruit...)
- Sélection de la « bonne » tension de mesure
- Conversion de la tension sélectionnée en un signal numérique
- Coordination des opérations par un contrôleur
- Transmission à distance des opérations



IV. Capteurs et transmetteurs



Exemple de Chaîne d'acquisition





Conclusion



Le capteur idéal est celui pour lequel :

- on dispose d'une relation linéaire connue entre la grandeur à mesurer et le signal de sortie du capteur;
- les conditions d'emploi sont telles qu'aucune grandeur d'influence ne perturbe son fonctionnement
- aucun bruit parasite se superpose au signal utile
- ...

Situation exceptionnelle