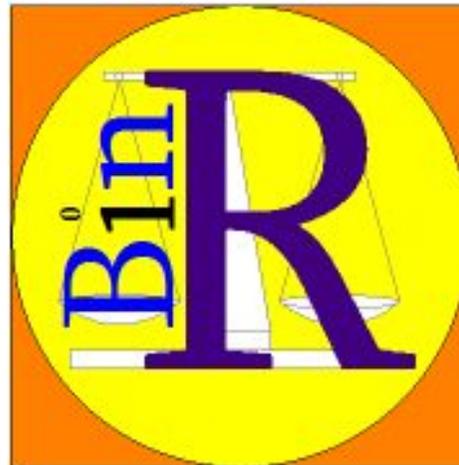


# Bases du pesage



Nous n'abordons pas ici les aspects du pesage en laboratoire, pour ceci se référer au document traitant du « pesage en laboratoire »



**Nous n'abordons pas ici les aspects du pesage en laboratoire, pour ceci se référer au document traitant du « pesage en laboratoire »**

## **Sommaire des bases du pesage:**

- ▶ Historique**
- ▶ Différents principes de pesage**
- ▶ Types de capteurs**
- ▶ Circuit à jauges de contraintes**
- ▶ Chaîne de mesure**
- ▶ Technique de câblage 6 fils**
- ▶ Modules de fonction**
- ▶ Exemple de sélection d'un capteur**

# Historique du pesage



**Le pesage est un des plus vieux principes de mesure de l'humanité pour avoir un paramètre d'évaluation permettant de marchander des biens.**

- ♦ **Les biens sont négociés en fonction de leur poids.**
- ♦ **En production, les ingrédients doivent être dosés et mélangés précisément selon des recettes en fonction de leur poids.**

## L'histoire du pesage

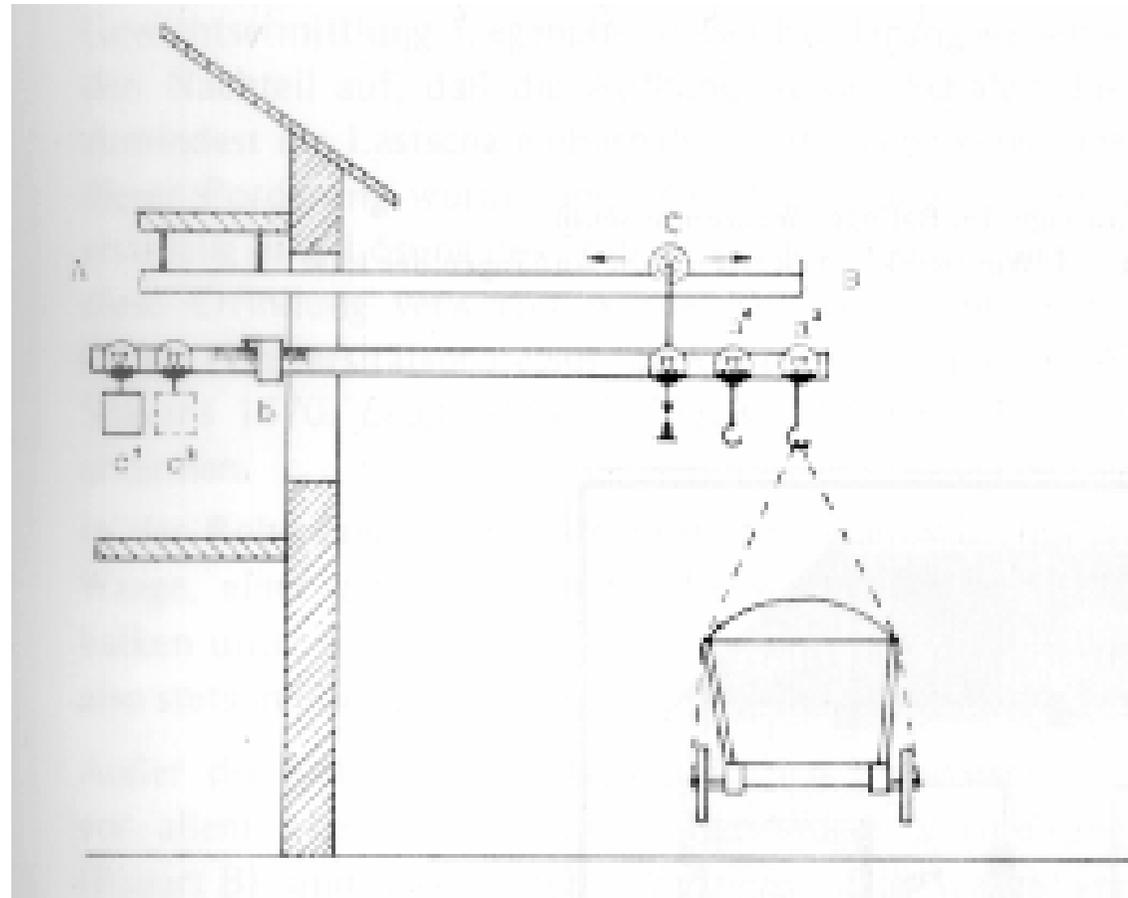
- ◆ L'utilisation de balances mécaniques date de la Mésopotamie et de l'ancienne Egypte.
- ◆ Le principe de base de la balance à cadran avec des contre-poids fut dessinée en 1500 environ par Léonard de Vinci.
- ◆ Une solution pratique fut créée par Leonard Euler à Saint Petersbourg et améliorée par Heinrich Kühn in Danzig la même année.

# Historique du pesage



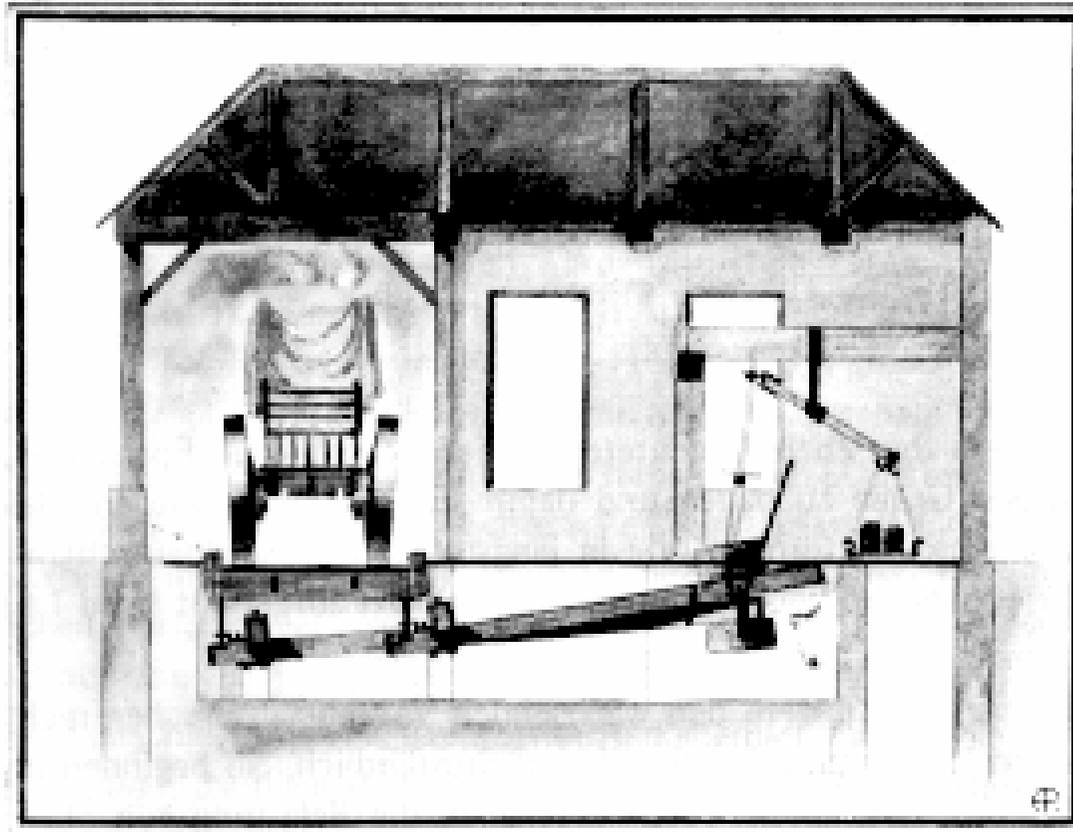
**Balance romaine**

# Historique du pesage



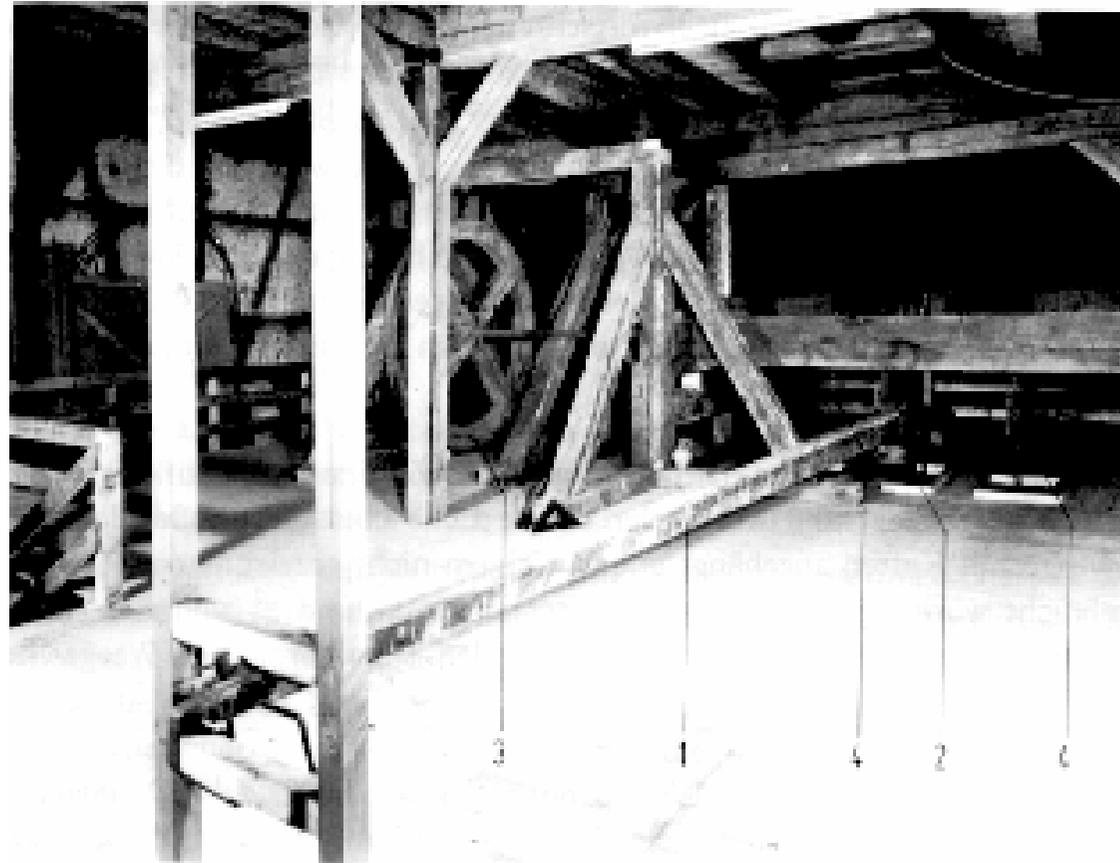
**Balance à fléau en acier pour charrettes**

# Historique du pesage



**Une des premières balances pour voitures**

# Historique du pesage



**Balance à grand bras de levier**

## Le but du pesage

- ◆ **Le but du pesage est de déterminer le poids d'un objet avec la précision requise.**
- ◆ **L'information de poids est toujours utilisée en corrélation avec des paramètres comme le type de matière, le prix, fournisseur, client, etc.**
- ◆ **L'information de poids peut être utilisée pour des process comme le remplissage et le chargement ou les process de mélange.**

## Le principe du pesage

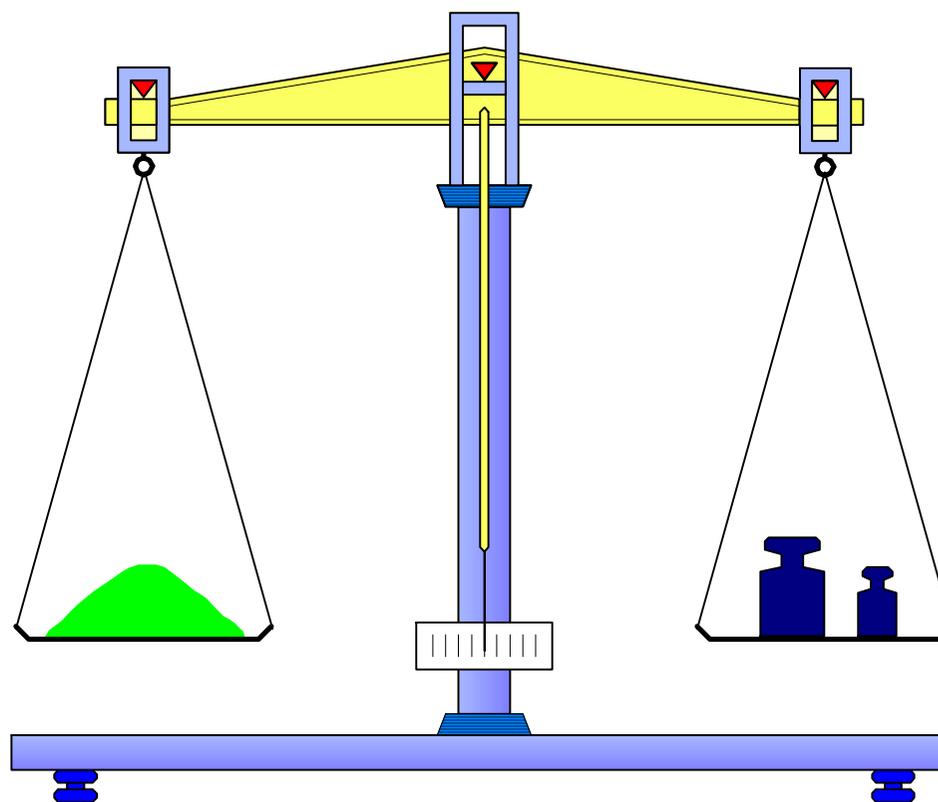
- ◆ Le poids d'un corps est la force engendrée par le champ de gravité terrestre selon la loi de l'attraction terrestre.

$$\text{force } F = \text{masse } [m] * \text{accélération } [a]$$

- ◆ La masse est la propriété de la matière.
- ◆ Pour déterminer la force de pesage, elle doit être comparée avec la force connue.

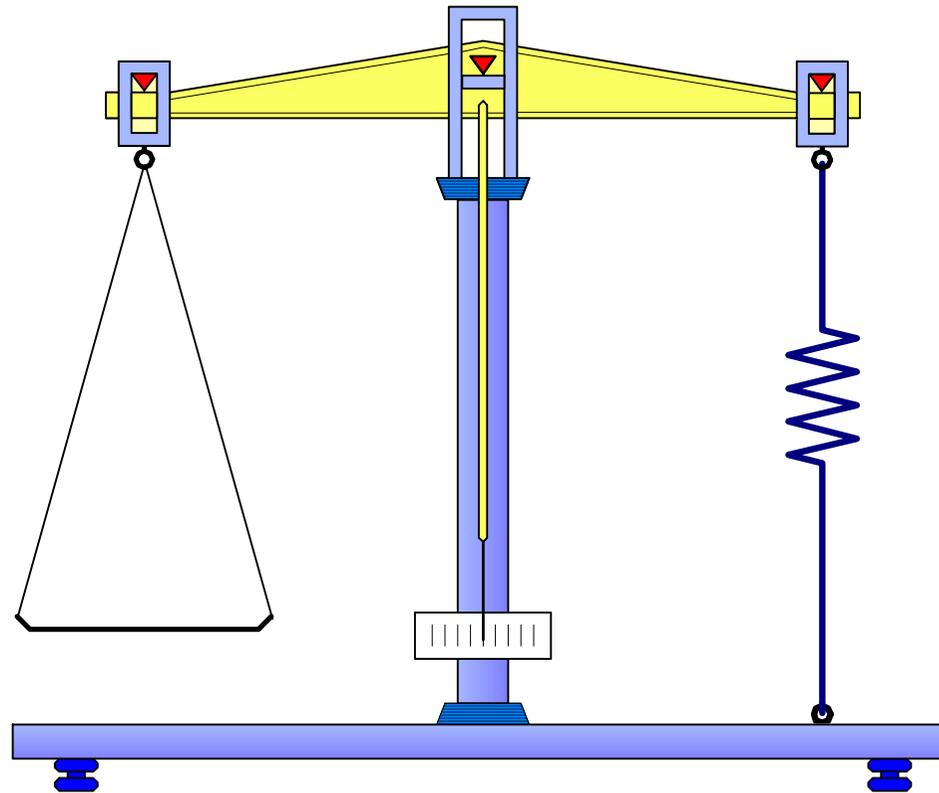
Dans les pages suivantes, des principes de pesage bien connus sont décrits.

# Principes de pesage



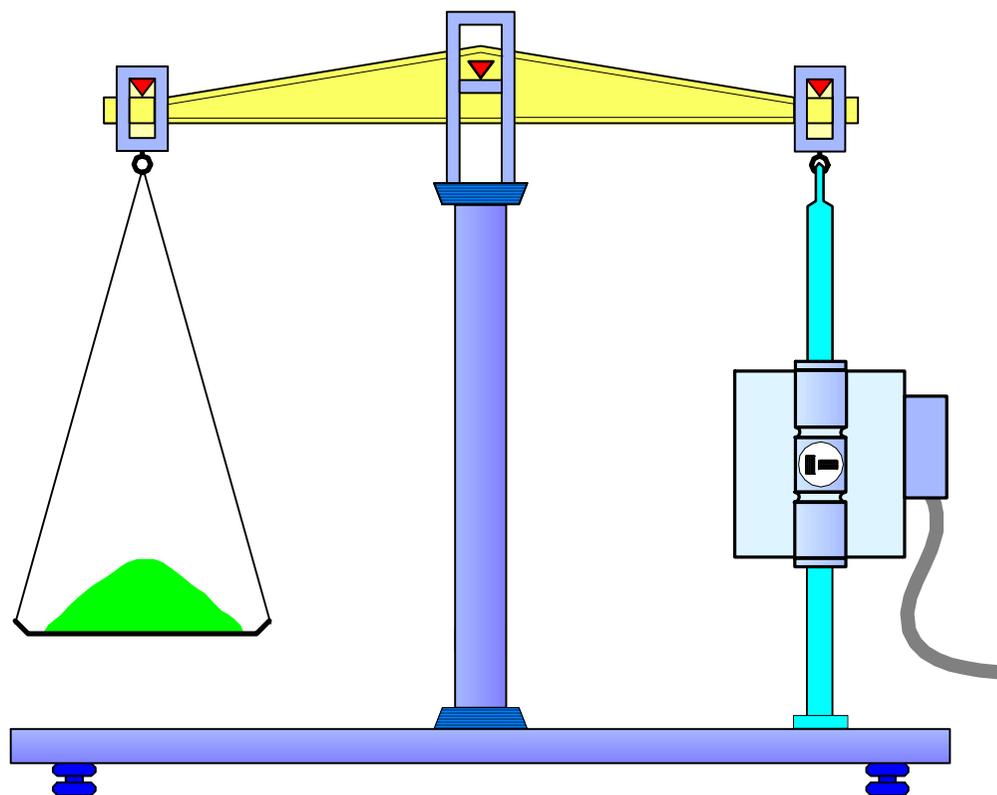
**Balance à plateaux**

# Principes de pesage



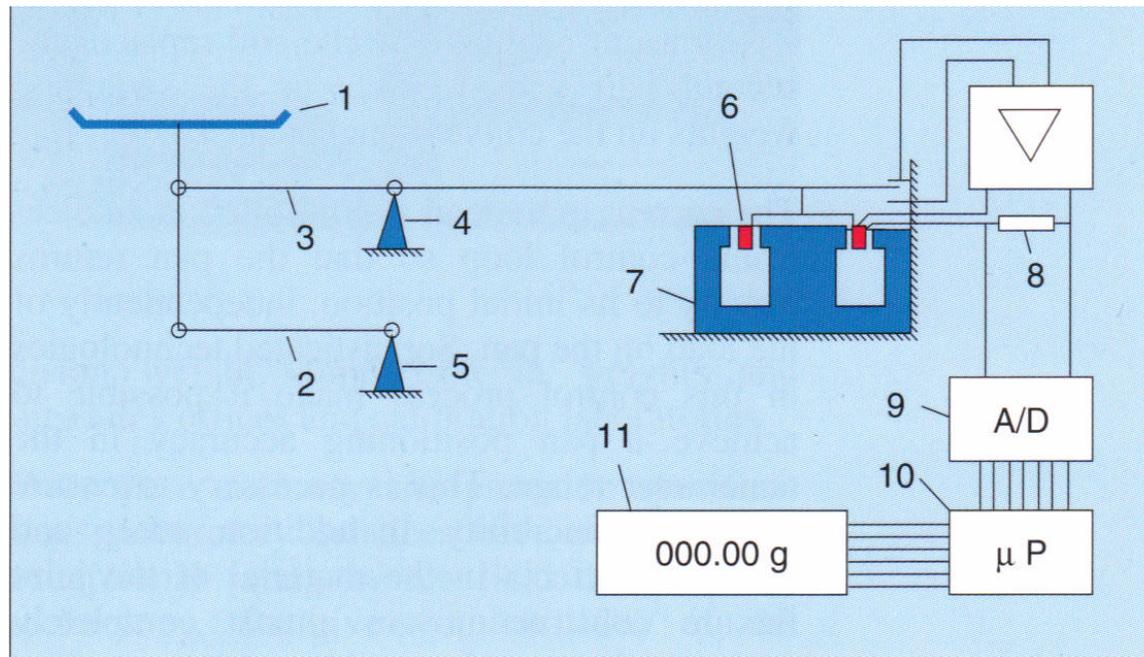
**Balance à ressort**

# Principes de pesage



**Balance avec capteur de traction**

# Principes de pesage



- 1) Plateau de pesage
- 2) Guide inférieur
- 3) Guide supérieur
- 4) Levier de transmission de force (ensemble avec 3)
- 5) Bobine
- 6) Aimant permanent
- 7) Palpeur de position (zéro)
- 8) Amplificateur d'asservissement
- 9) Résistance de précision
- 10) Convertisseur Analogique/Digital
- 11) Élément de traitement de l'information (microprocesseur)
- 12) Affichage digital.

**Pesage par compensation électromagnétique (pas traité ici).**

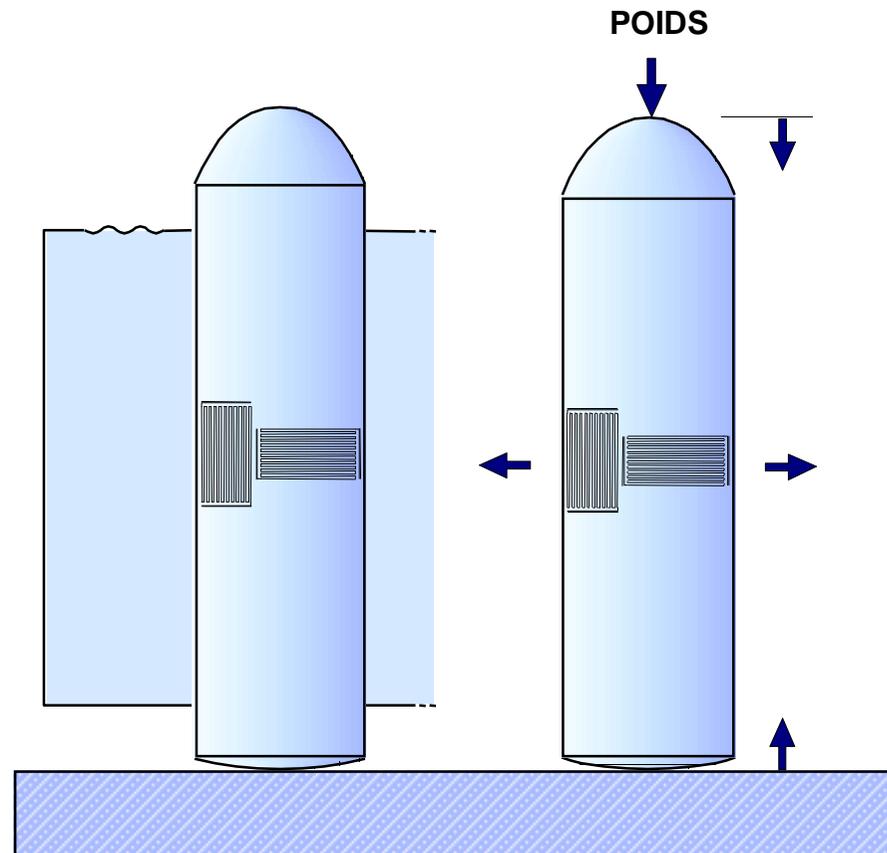
**Ce principe est utilisé principalement par les balances de laboratoires nécessitant de grandes précisions telles que microbalances et analytiques ainsi que pour les classes OIML I et II.**

**On peut aussi le trouver en industrie pour des plates-formes pouvant aller jusqu'à 1'500kg.**

# Capteur de compression

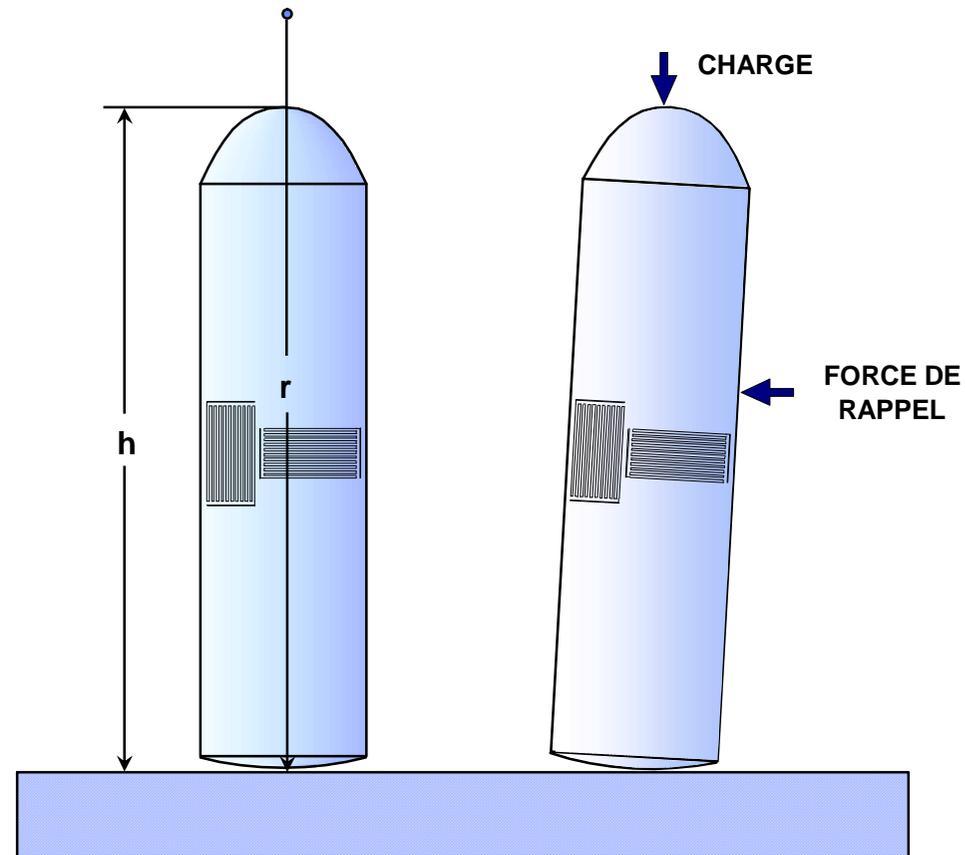


**Pesage par jauge de contrainte.**



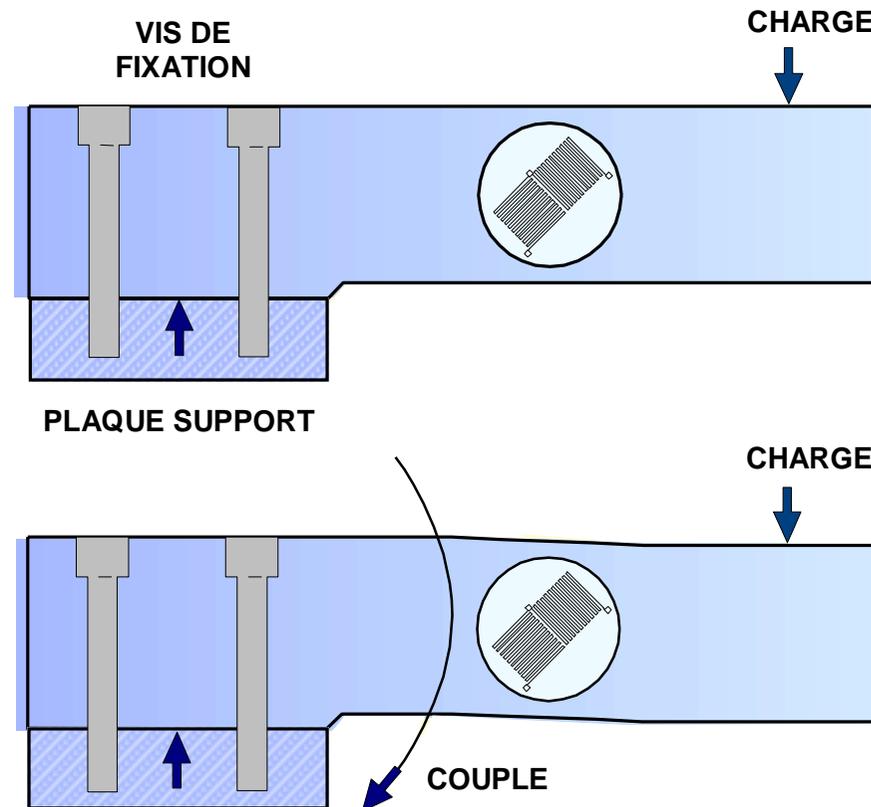
**La déformation élastique maximum  
du barreau est de 0.1 - 0.2 %**

# Capteur de compression



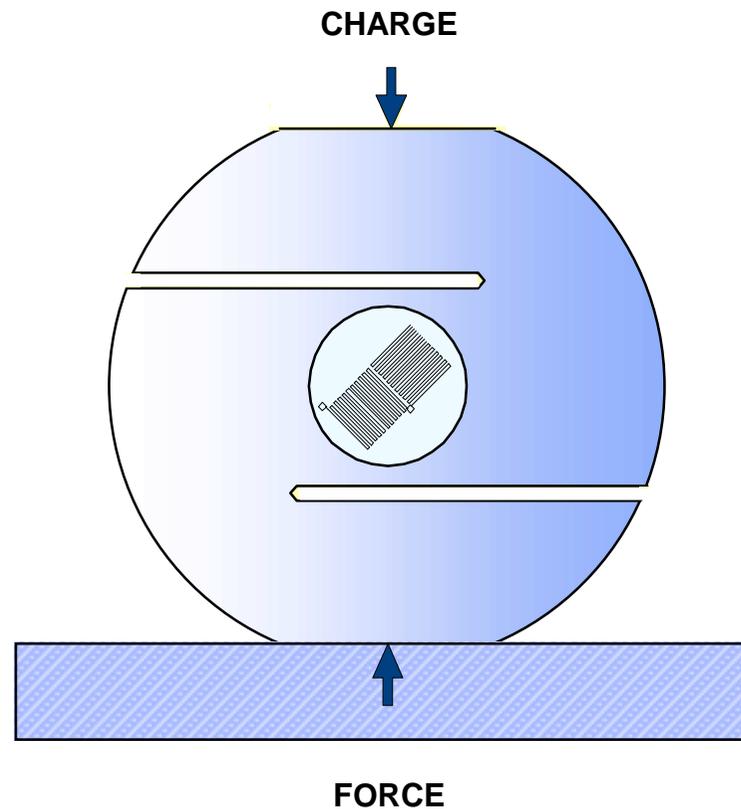
**Le rayon 'r' est  $>$  hauteur 'h', ainsi la charge est relevée avec un angle d'inclinaison qui engendre une force de rappel.**

# Capteur de cisailement



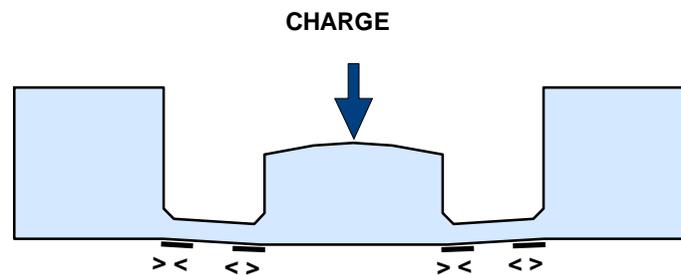
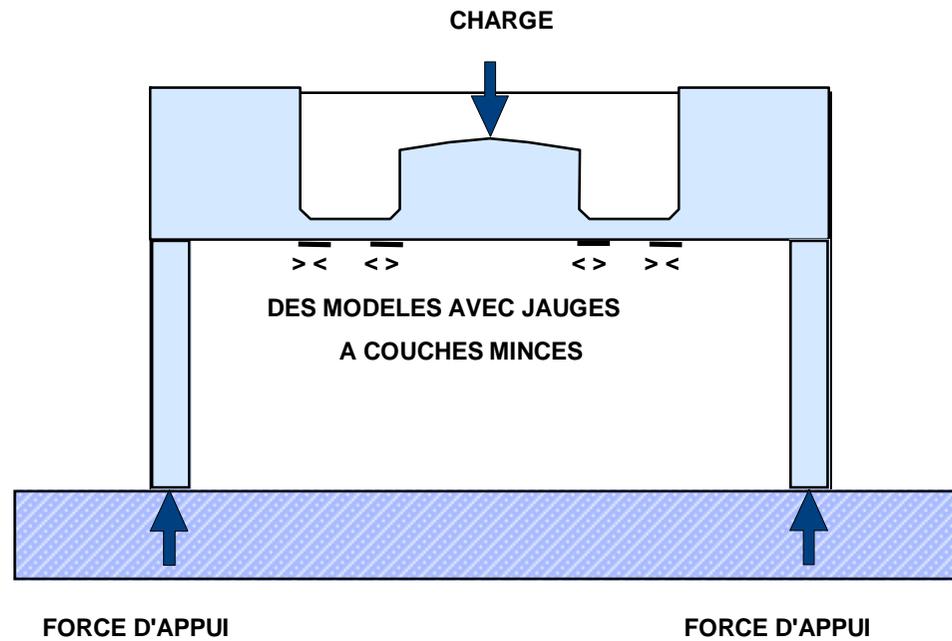
**La force appliquée engendre la déformation élastique sur la membrane. Attention! Le couple n'est pas négligeable**

# Capteur en S

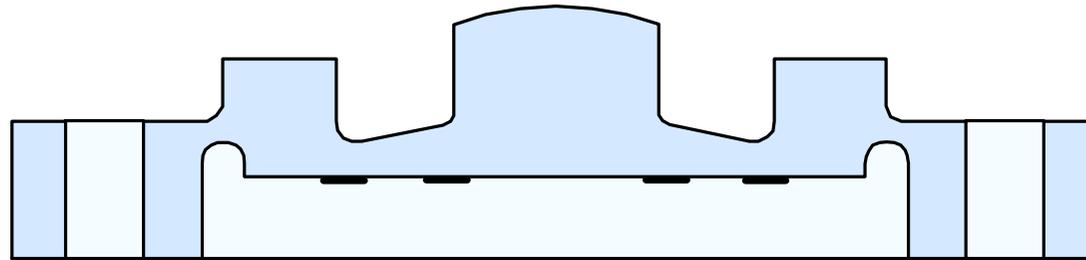


**Déformation élastique du corps d'épreuve et du pont de jauges engendrées par l'effort appliqué.**

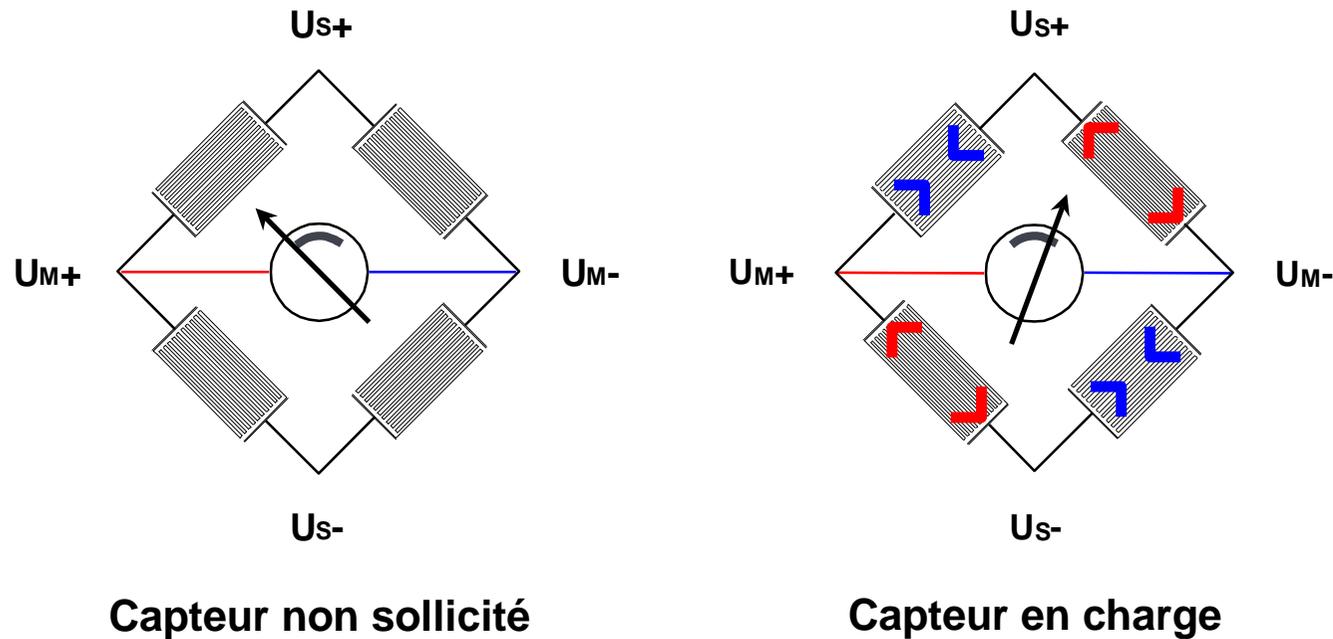
# Capteur plat à membrane



# Capteur « Pancake »

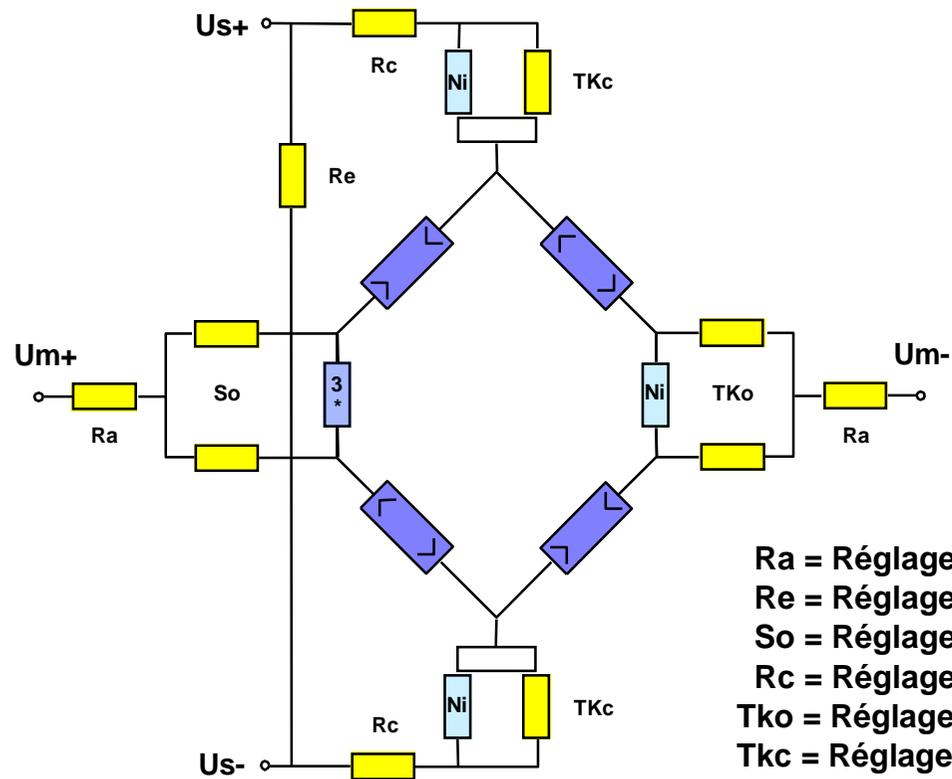


# Pont de jauges



**Le principe de base du capteur est un pont de 4 jauges collées sur un barreau élastique, où 2 jauges augmentent et 2 autres diminuent leur résistance.**

# Circuit du capteur



- Ra = Réglage résistance de sortie
- Re = Réglage résistance d'entrée
- So = Réglage zéro
- Rc = Réglage pleine échelle
- Tko = Réglage température zéro
- Tkc = Réglage température pleine échelle

Une chaîne de mesure dans le pesage industriel se compose d'un ou plusieurs capteurs raccordés à une électronique affichant et/ou restituant un signal analogique et/ou numérique de la valeur de poids.

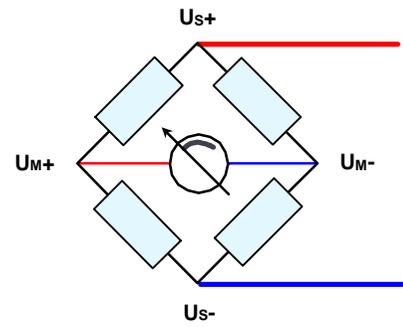
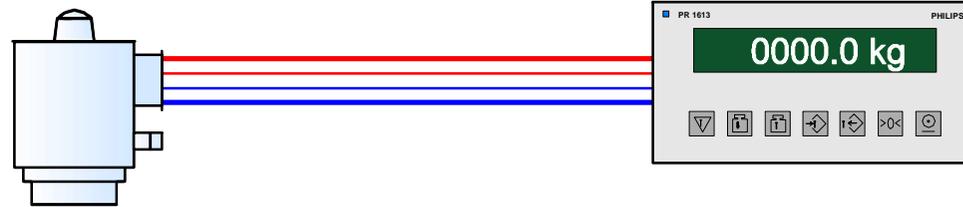
Les abréviations suivantes sont utilisées en technologie de pesage:

<b>Capacité nominale</b>	<b>= <math>E_{\max}</math></b>
<b>Sensibilité nominale</b>	<b>= <math>C_n</math></b>
<b>Signal de mesure</b>	<b>= <math>U_m</math></b>
<b>Masse morte</b>	<b>= <math>E_D</math></b>
<b>Pleine échelle</b>	<b>= <math>FSR</math></b>
<b>Poids actuel</b>	<b>= <math>E_A</math></b>
<b>Tension alimentation capteur</b>	<b>= <math>U_S</math></b>

# Chaîne de mesure



$$E_D = 0 \text{ t} ; E_A = 0 \text{ t} ; E_{\max} = 5 \text{ t} ; C_n = 1 \text{ mV/V} ; U_S = 12 \text{ V}$$
$$C_m = 0.0 \text{ mV/V} ; U_m = 0.0 \text{ mV}$$

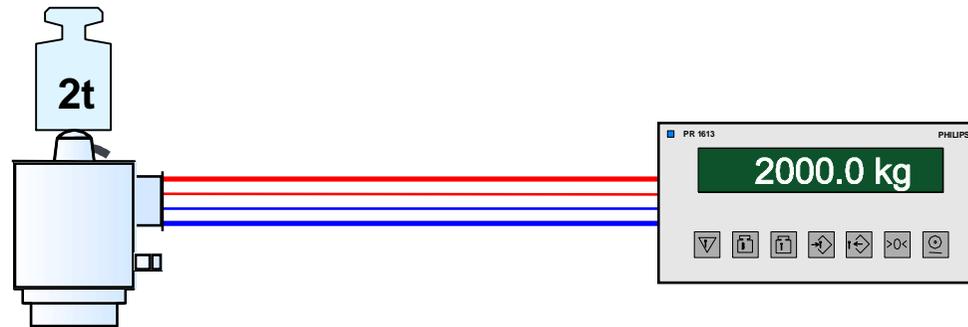


$$U_m = (E_D + E_A) * C_n * U_S / E_{\max}$$

# Chaîne de mesure



$$E_D = 0 \text{ t} ; E_A = 2 \text{ t} ; E_{\max} = 5 \text{ t} ; C_n = 1 \text{ mV/V} ; U_S = 12 \text{ V}$$
$$C_m = 0.4 \text{ mV/V} ; U_m = 4.8 \text{ mV}$$

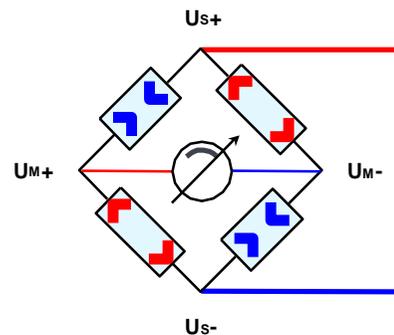
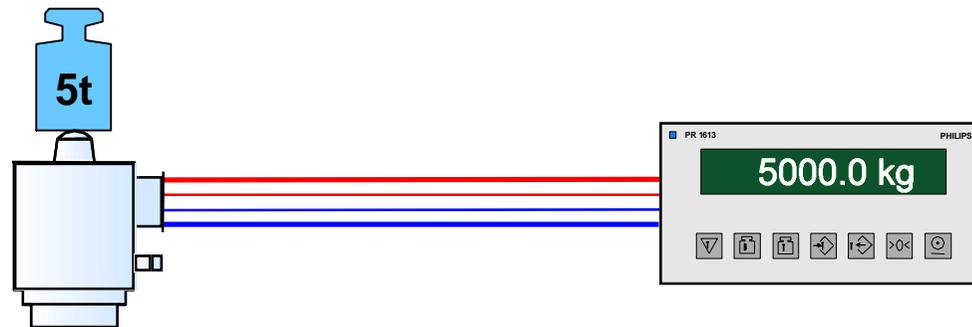


La déformation élastique de l'élément de mesure est captée par le pont de jauges qui restitue un signal de mesure proportionnel à la force appliquée. Le rapport de proportion force/signal est environ 0.1 % ou max. 0.2 %.

# Chaîne de mesure



$$E_D = 0 \text{ t} ; E_A = 5 \text{ t} ; E_{\max} = 5 \text{ t} ; C_n = 1 \text{ mV/V} ; U_S = 12 \text{ V}$$
$$C_m = 1.0 \text{ mV/V} ; U_m = 12 \text{ mV}$$

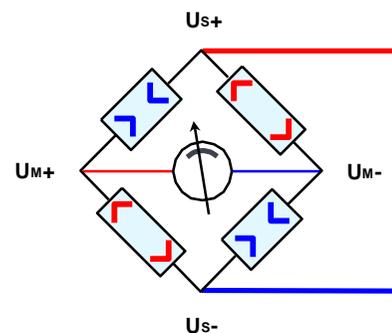
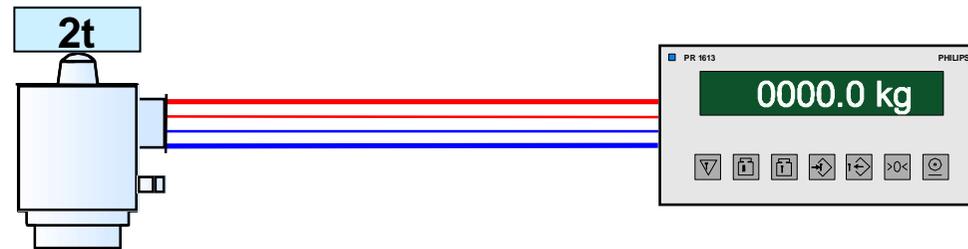


Selon le modèle, le capteur peut supporter une surcharge comprise entre 50 % et 150 % de  $E_{\max}$ .

# Chaîne de mesure



$$E_D = 2 \text{ t} ; E_A = 0 \text{ t} ; E_{\max} = 5 \text{ t} ; C_n = 1 \text{ mV/V} ; U_S = 12 \text{ V}$$
$$C_m = 0.4 \text{ mV/V} ; U_m = 4.8 \text{ mV}$$



Le capteur est sollicité avec deux charges différentes, le poids mort  $E_D$  et le poids actuel  $E_A$ .

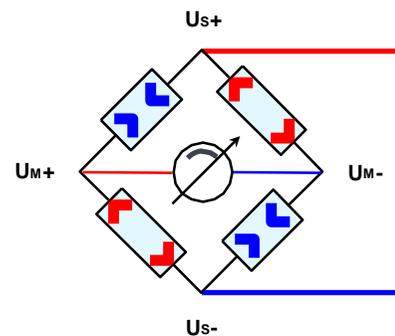
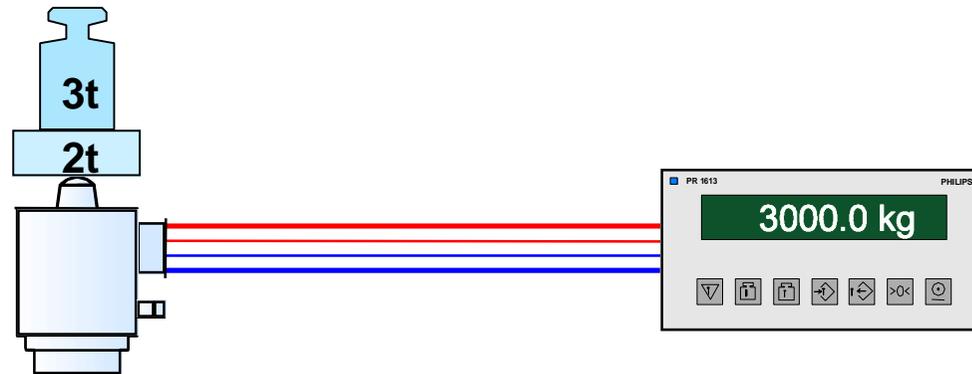
La somme de ces deux charges ne peut dépasser la capacité nominale  $E_{\max}$  uniquement pour les applications non approuvées

# Chaîne de mesure



$$E_D = 2 \text{ t} ; E_A = 3 \text{ t} ; E_{\max} = 5 \text{ t} ; C_n = 1 \text{ mV/V} ; U_S = 12 \text{ V}$$

$$C_m = 1.0 \text{ mV/V} ; U_m = 12 \text{ mV}$$



Le rapport entre PE (Pleine Ech) et  $E_{\max}$  influence la précision et la résolution.

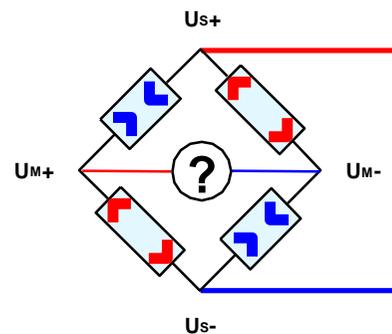
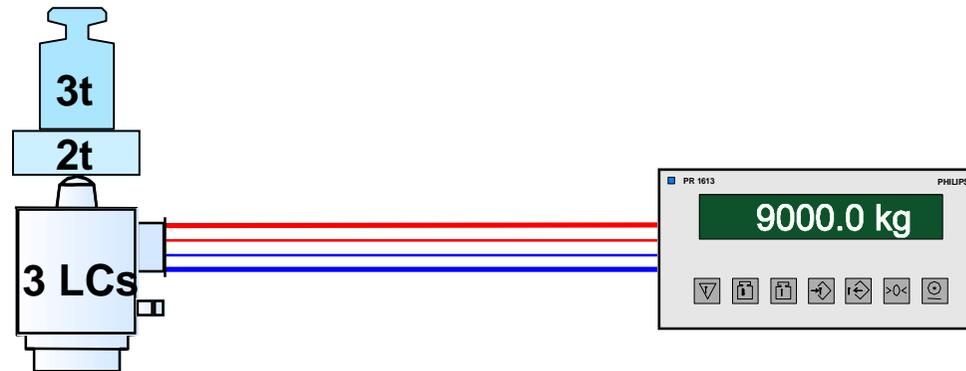
Pour cela il doit être de plus de 30 % pour les applications approuvées.

# Chaîne de mesure



$$E_D = 2 \text{ t} ; E_A = 3 \text{ t} ; E_{\max} = 5 \text{ t} ; C_n = 1 \text{ mV/V} ; U_S = 12 \text{ V}$$

$$C_m = 1.0 \text{ mV/V} ; U_m = 12 \text{ mV}$$



Chacun des 3 capteurs est chargé avec  $E_D = 2 \text{ t}$  et  $E_A = 3 \text{ t}$ . Quelle est la valeur totale  $U_m$  ?

Quelles sont les valeurs de  $U_{m1}$ ,  $U_{m2}$  et  $U_{m3}$ , si une charge totale de 9 t est répartie comme suit:  $E_{A1} = 2.8 \text{ t}$ ,  $E_{A2} = 3.0 \text{ t}$  et  $E_{A3} = 3.2 \text{ t}$  ?

**Si on utilise plus d'un capteur dans une application, il faut noter les points suivants:**

**Seuls les capteurs avec la même capacité nominale  $E_{max}$ , la même sensibilité nominale  $C_n$  et la même impédance de sortie  $R_o$  peuvent être câblés en parallèle!**

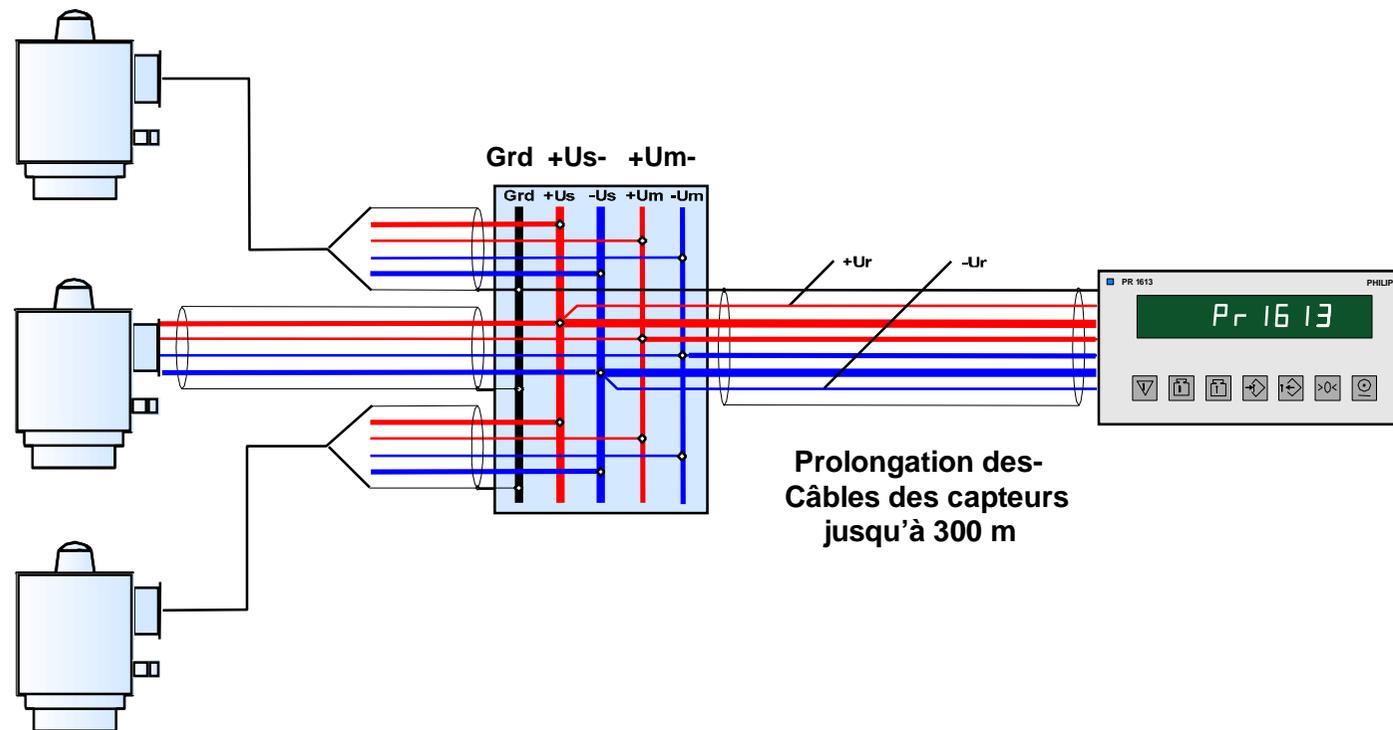
**Le câblage de capteurs en parallèle augmente la capacité totale de l'application, et nécessairement le signal de mesure  $U_m$ .**

**5 t placé sur un capteur de 5 t délivrent un signal de mesure  $C_m = 1 \text{ mV/V}$  soit  $U_m = 12 \text{ mV}$ , 15 t sur 3 capteurs de 5 t câblés en parallèle délivrent aussi un signal total  $C_m = 1 \text{ mV/V}$  et  $U_m = 12 \text{ mV}$ !**

# Technique 6 fils



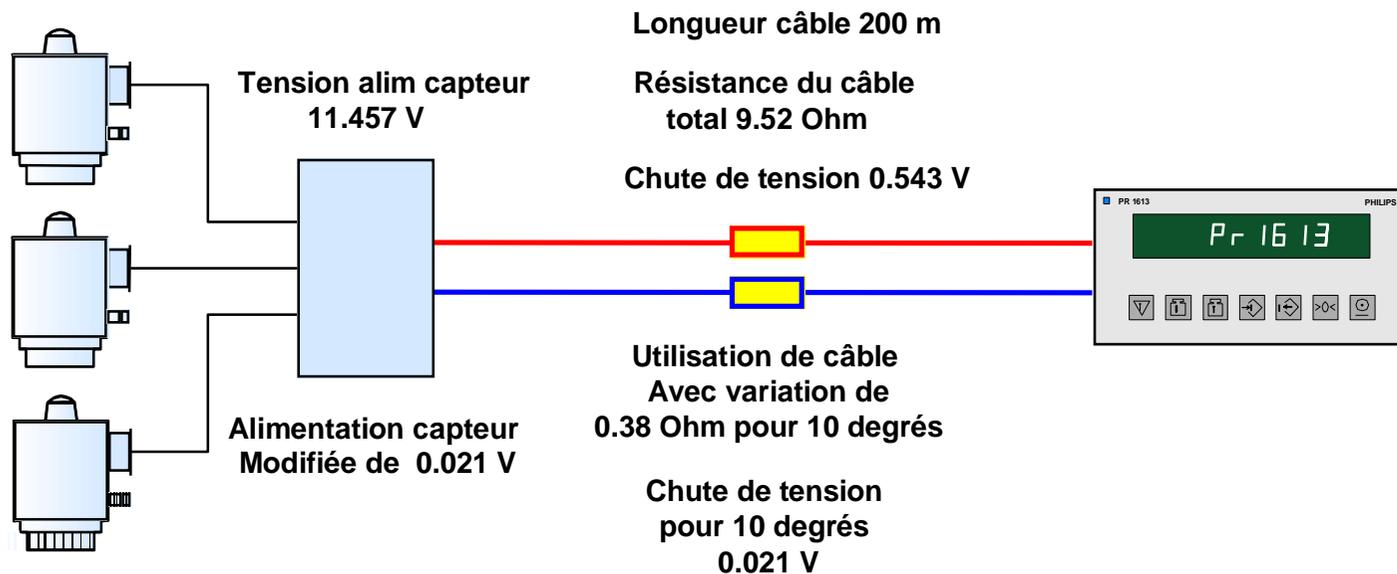
La chute de tension des lignes d'alimentation des câbles de prolongation des capteurs dépend de la température.



## Influences des variations de température

<b>Nombre de capteurs</b>	<b>3</b>
<b>Impédance totale</b>	<b>200 Ohm</b>
<b>Longueur de câble</b>	<b>200 m</b>
<b>Section de câble</b>	<b>0.75 mm<sup>2</sup></b>
<b>Résistance du câble</b>	<b>9.52 Ohm</b>
<b>Intensité avec alim 12V</b>	<b>57 mA</b>
<b>Chute de tension sur prolongation</b>	<b>0.543 V</b>
<b>Coefficient de température du Cu</b>	<b>0.004/K</b>

## Influences des variations de température



## Influences des variations de température

### Remplacement du câble de prolongation

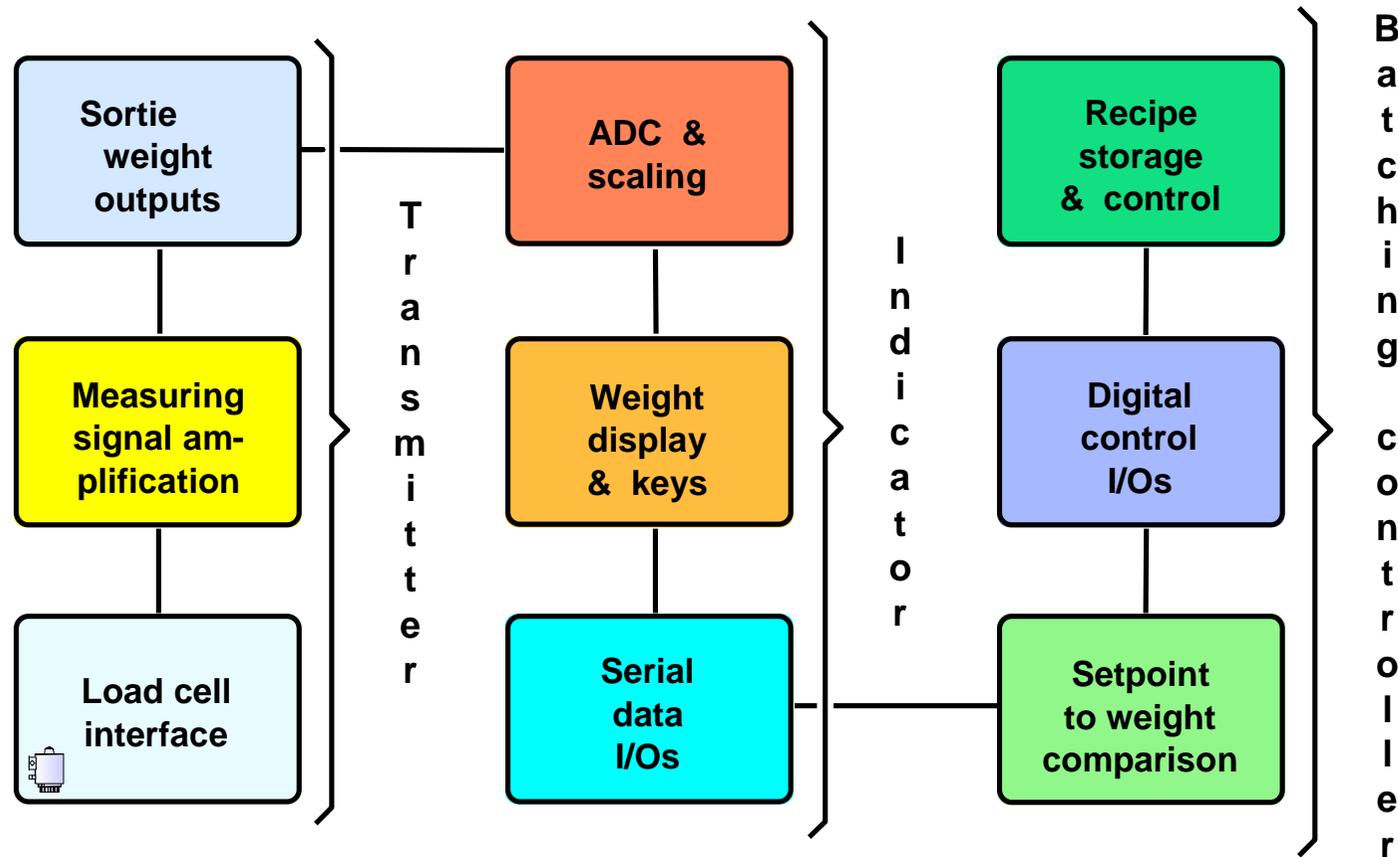
Résistance pour 10 K 0.38 Ohm

Chute de tension pour 10 K 0.021 V

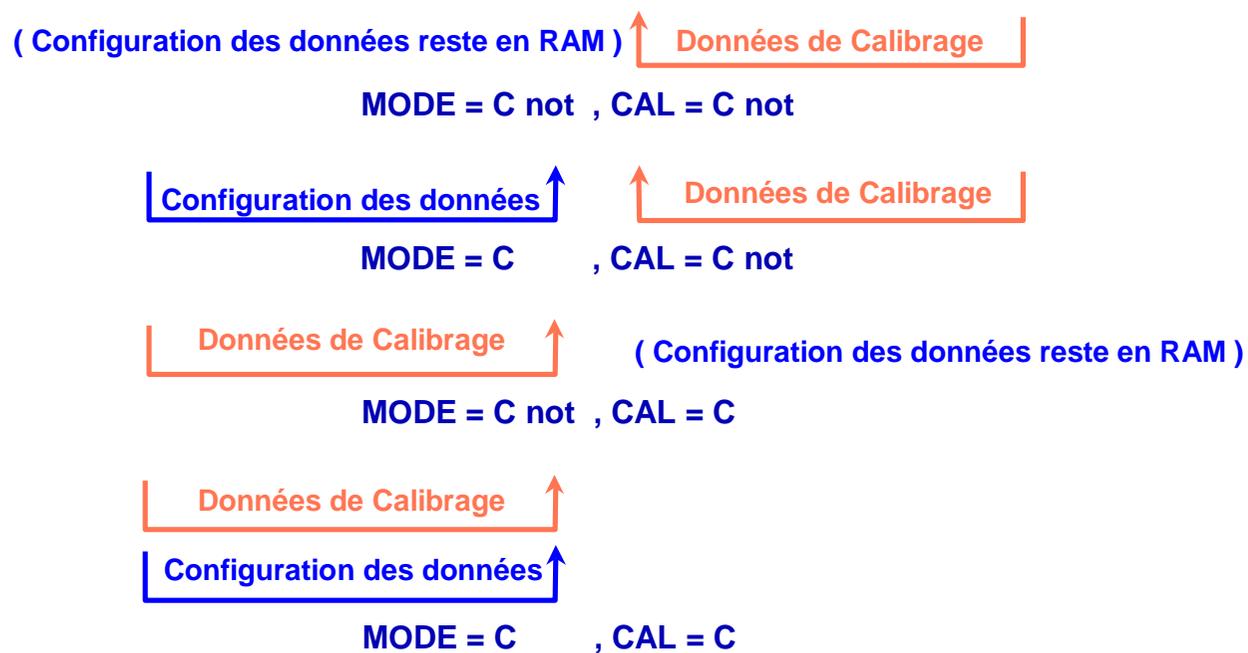
Modification de la tension d'alim

pour capteurs et valeurs de poids 0.2 %

# Modules de fonctions



# Démarrage froid/chaud



**Ecrasement des données en RAM après coupure selon position du switch CAL.**

# Exemple de sélection de capteur



**Pesage d'une trémie avec les caractéristiques suivantes:**

**Poids à vide**

$$L_D = 3 \text{ t}$$

**Etendue de mesure (pleine échelle)**

$$FSR = 10 \text{ t}$$

**Précision requise**

$$A_R = 5 \text{ kg}$$

**Quels sont les autres paramètres à prendre en compte ?**

**Précisez les types de capteurs et leur capacité ainsi que les accessoires nécessaires.**

# Exemple de sélection capteur



Les paramètres suivants sont à prendre en compte :

**Précision selon poids & mesures (non)**

**Plage de température ambiante (intérieur)**

**Nombre de capteurs (3)**

**La meilleure solution PR 6201/53D1**

**plus 3 Mini-Flexlocks PR 6143/00N**

**plus 1 boîte de jonction PR 6130/64s**

Source : Sartorius AG, M.Heemsoth