

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

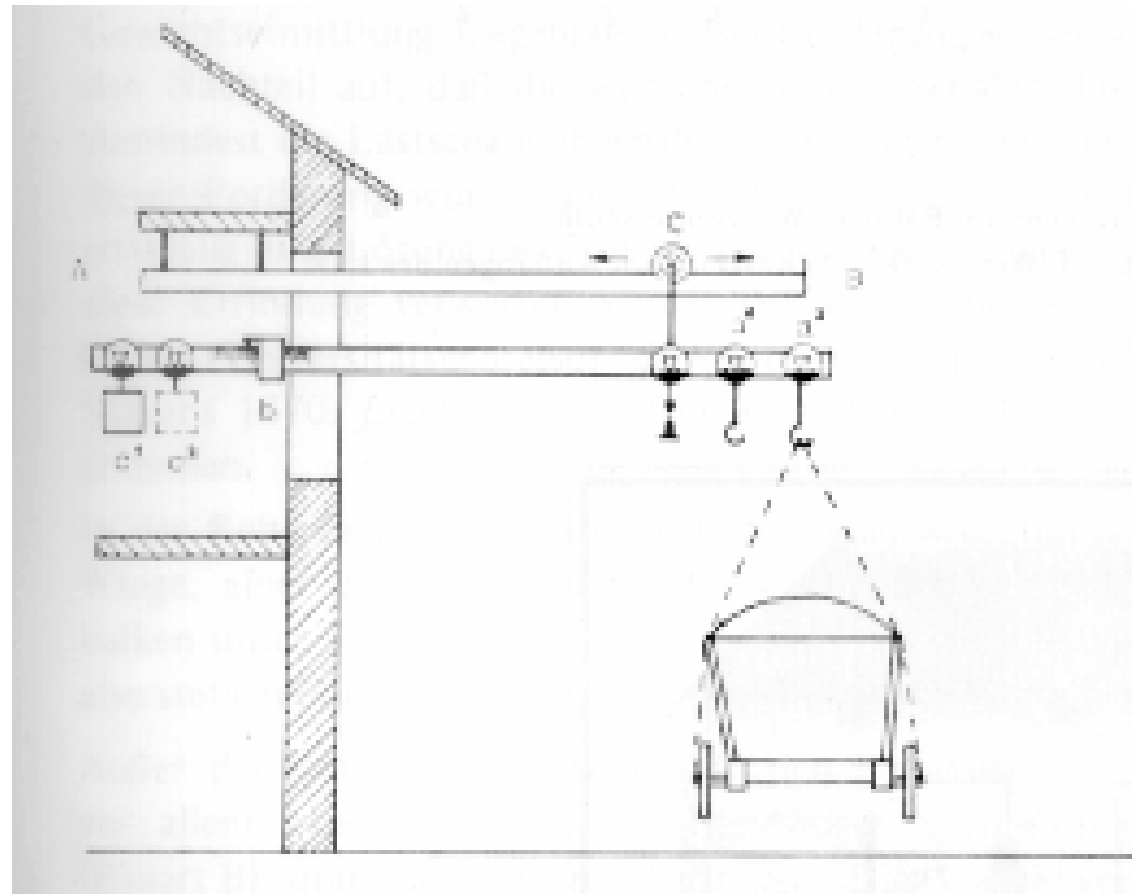
- ◆ L'utilisation de balances mécaniques date de la Mésopotamie et de l'ancienne Egypte.
- ◆ Le principe de base de la balance à cadran avec des contre-poids fut dessinée en 1500 environ par Léonard de Vinci.
- ◆ Une solution pratique fut créée par Leonard Euler à Saint Petersbourg et améliorée par Heinrich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

Historique du pesage



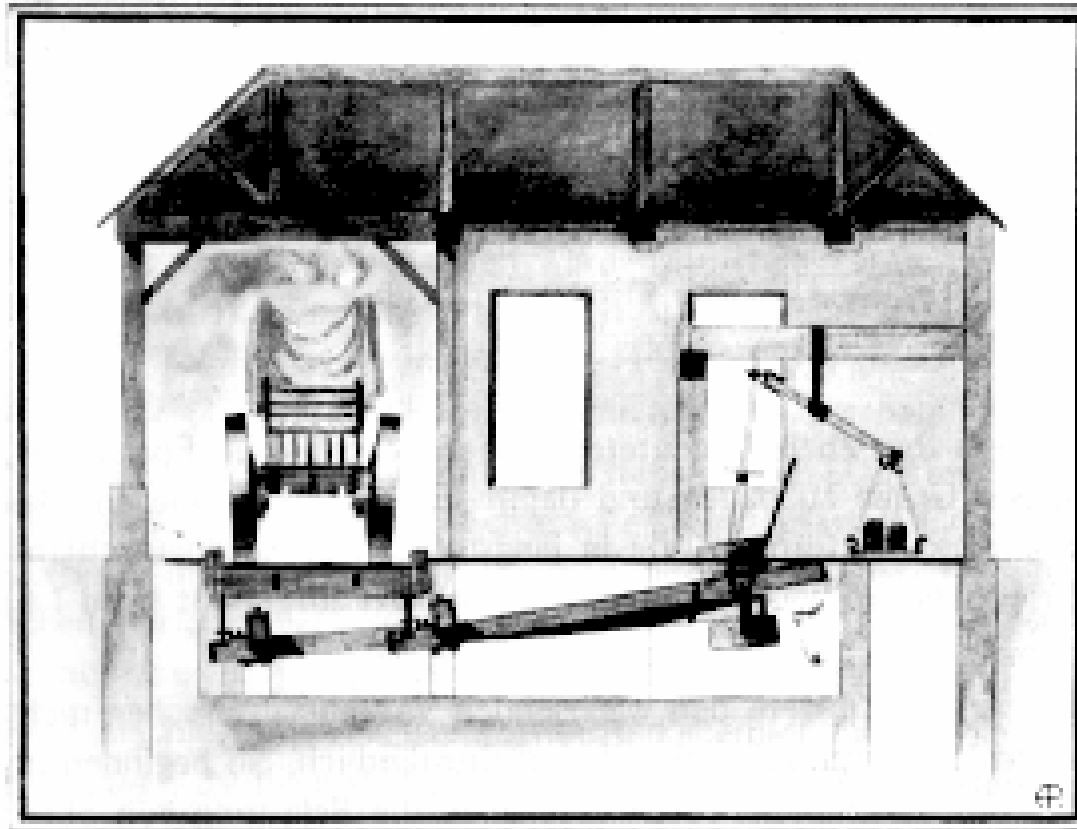
Balance romaine

Historique du pesage



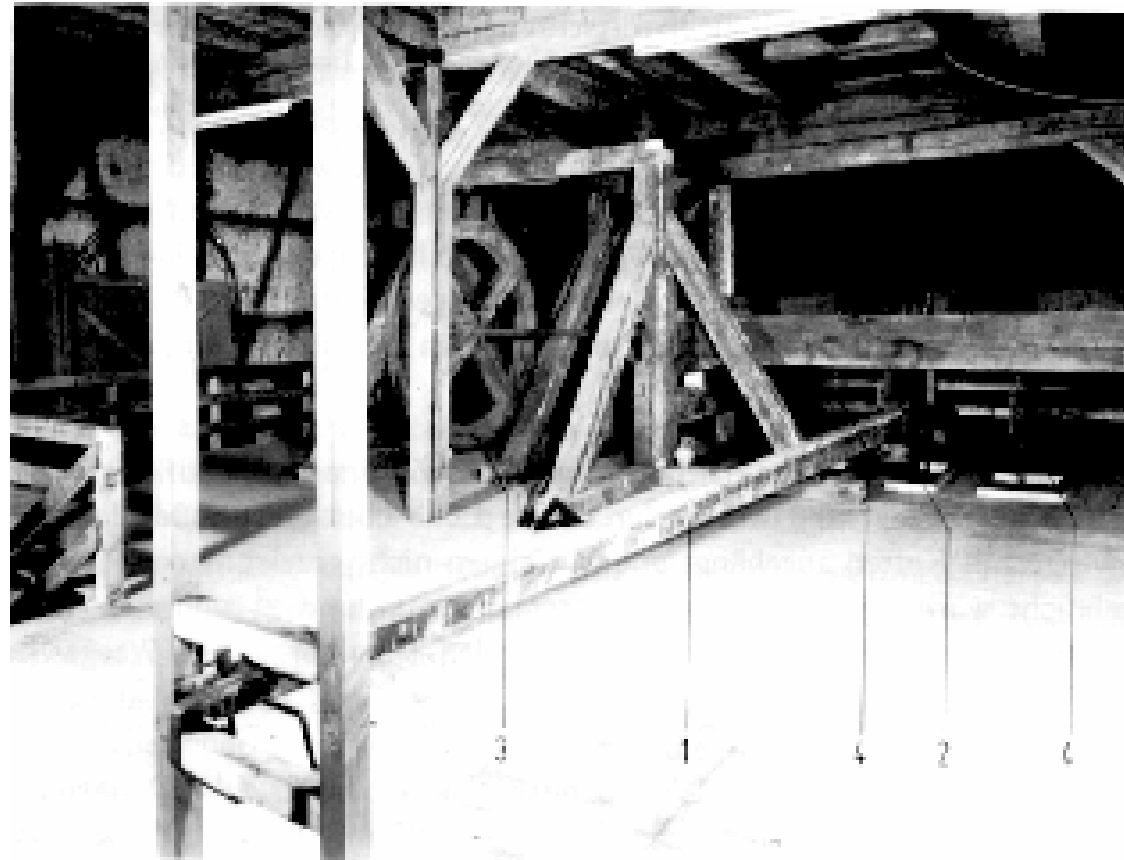
Balance à fléau en acier pour charrettes

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

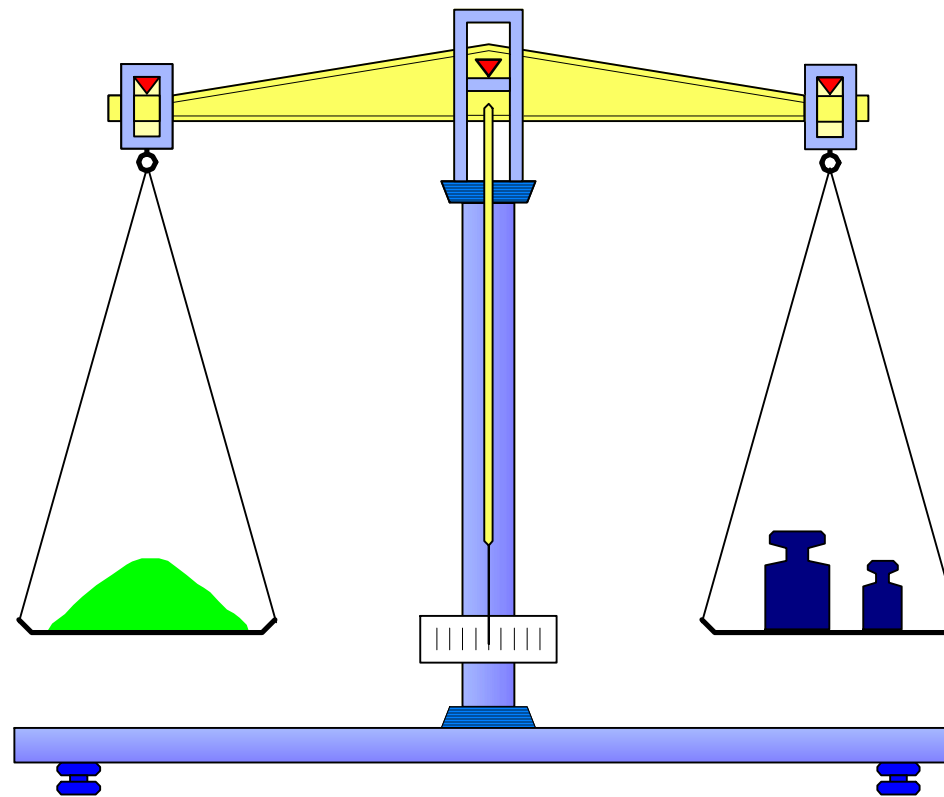
- ◆ Le poids d'un corps est la force engendrée par le champ de gravité terrestre selon la loi de l'attraction terrestre.

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

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

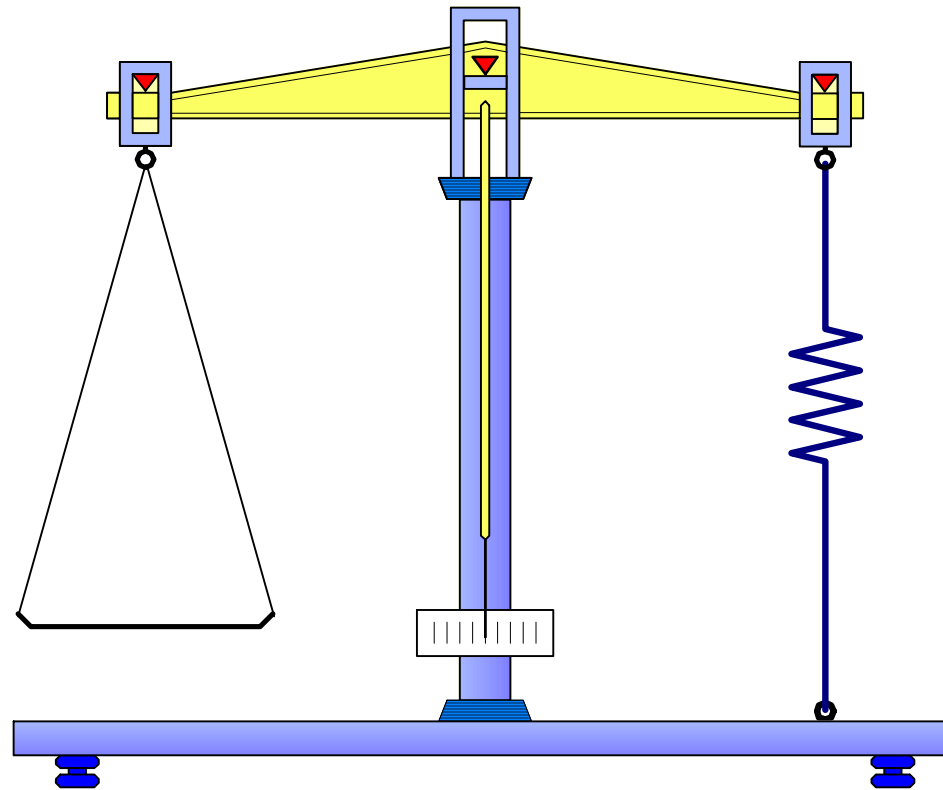
Dans les pages suivantes, des principes de pesage bien connus sont décrits.

Principes de pesage



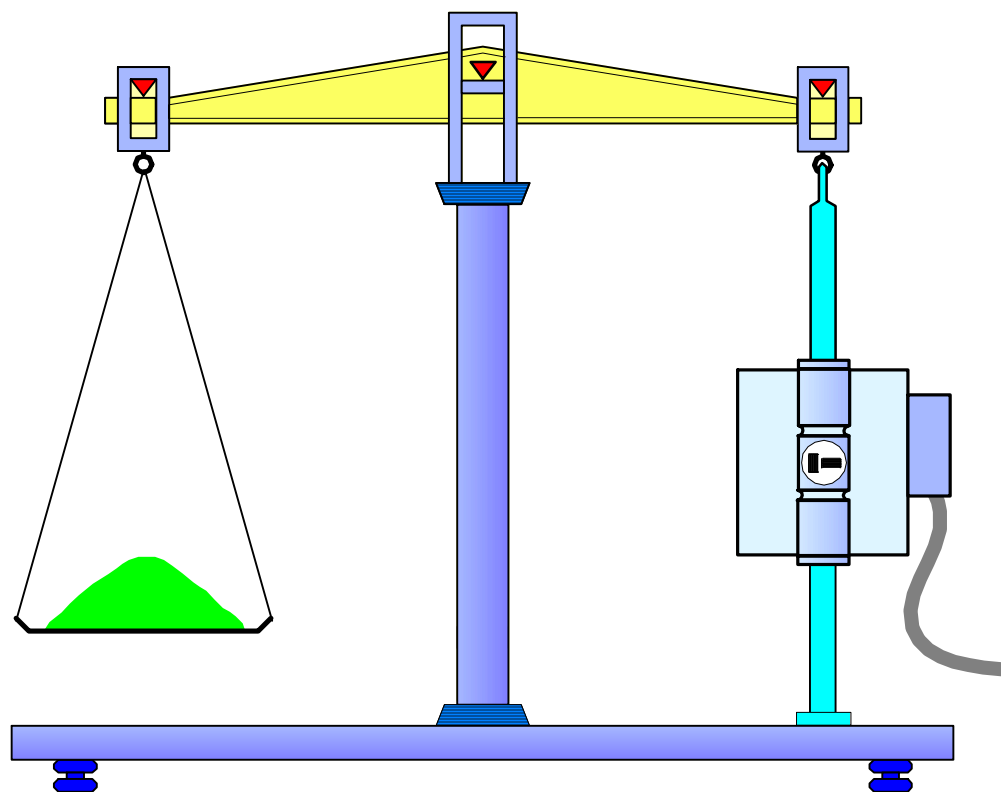
Balance à plateaux

Principes de pesage



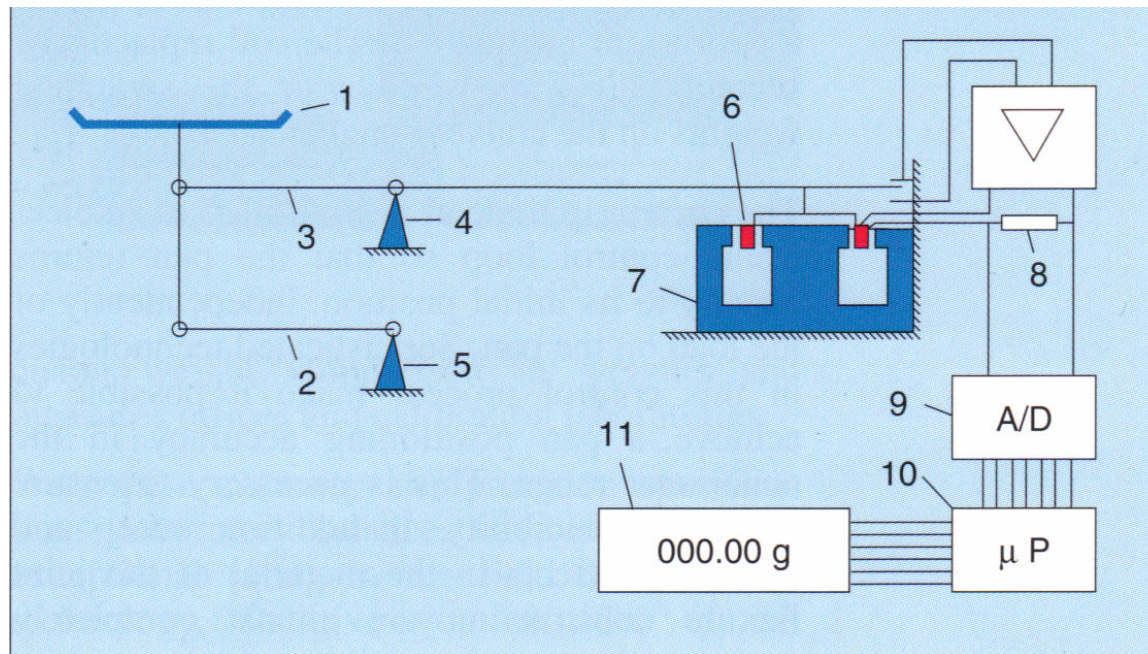
Balance à ressort

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).

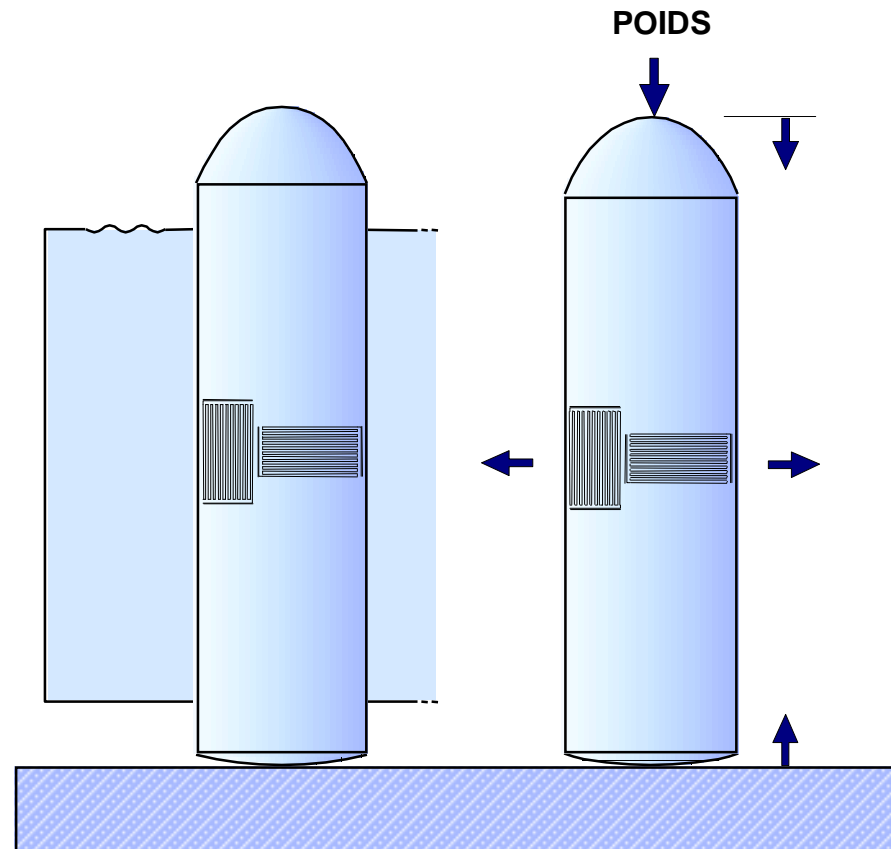
Ce principe est utilisé principalement par les balances de laboratoires nécessitant de grandes précisions telles que microbalances et analytiques ainsi que pour les classes OIML I et II.

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

Capteur de compression

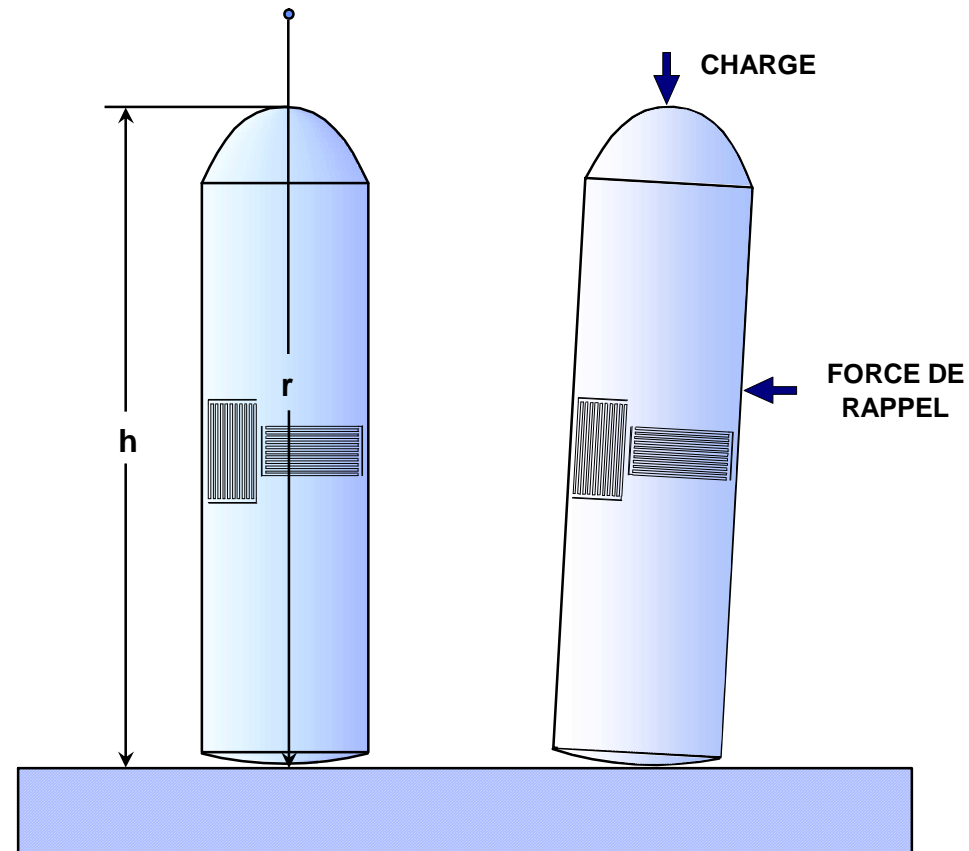


Pesage par jauge de contrainte.



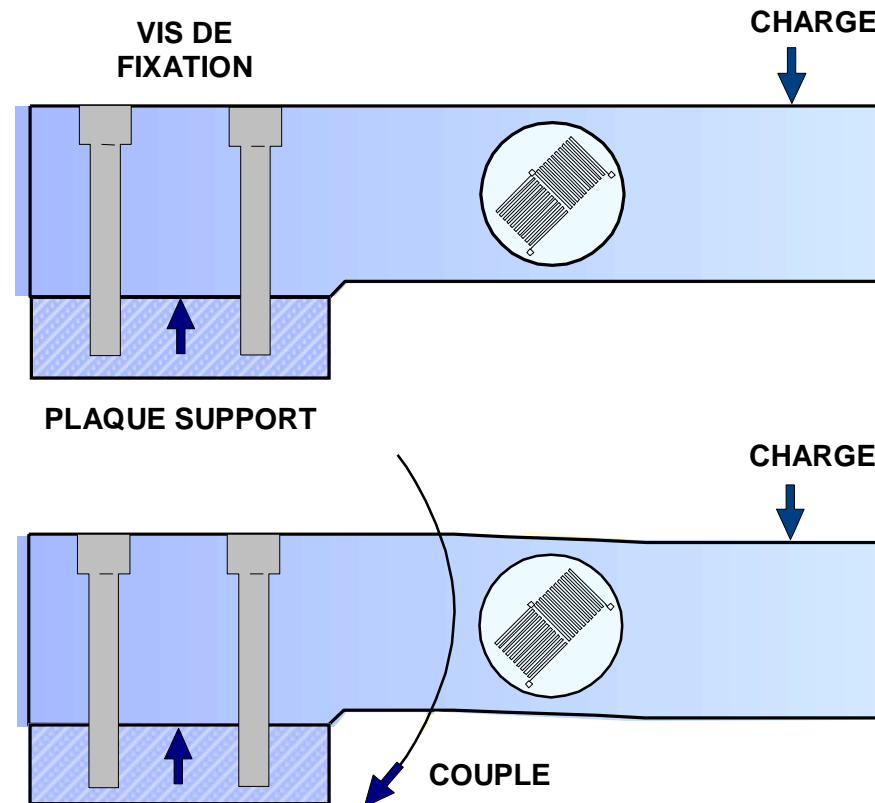
**La déformation élastique maximum
du barreau est de 0.1 - 0.2 %**

Capteur de compression



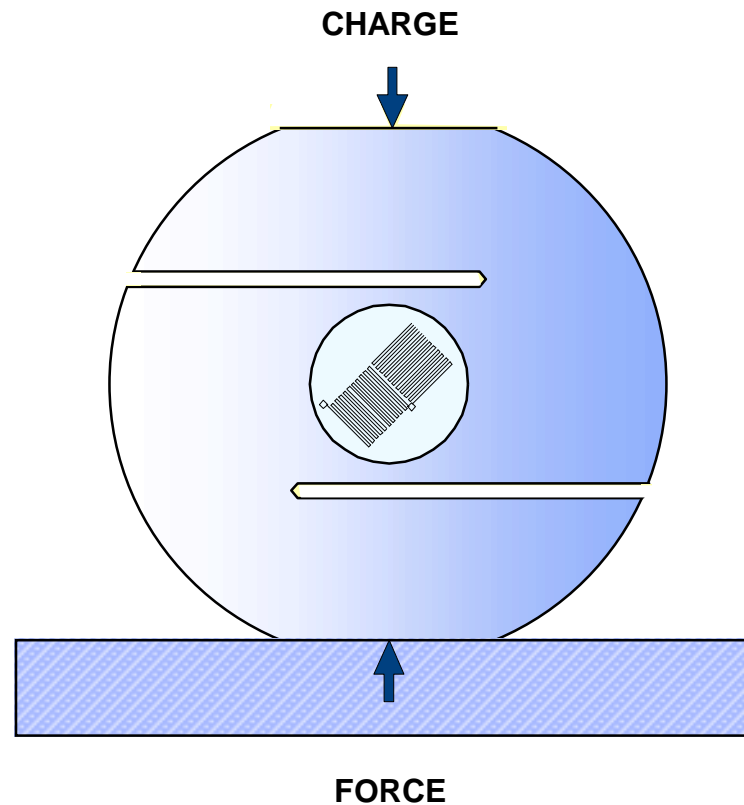
Le rayon 'r' est $>$ hauteur 'h', ainsi la charge est relevée avec un angle d'inclinaison qui engendre une force de rappel.

Capteur de cisailement



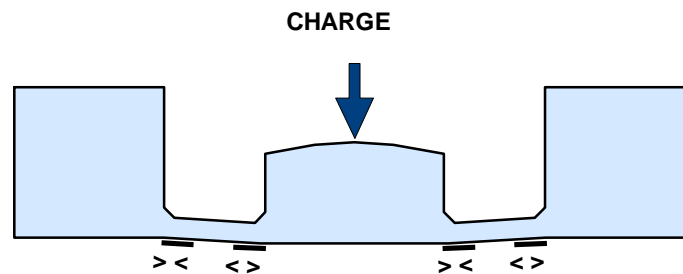
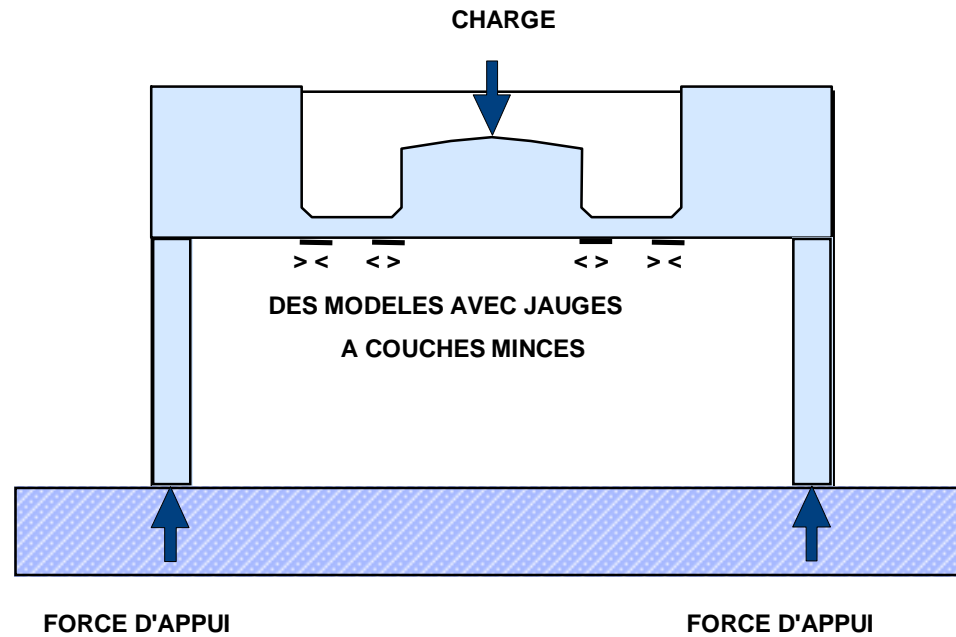
La force appliquée engendre la déformation élastique sur la membrane. Attention! Le couple n'est pas négligeable

Capteur en S

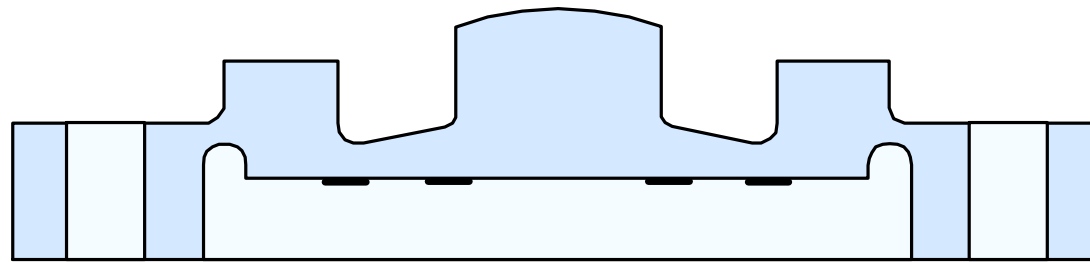


Déformation élastique du corps d'épreuve et du pont de jauges engendrées par l'effort appliqué.

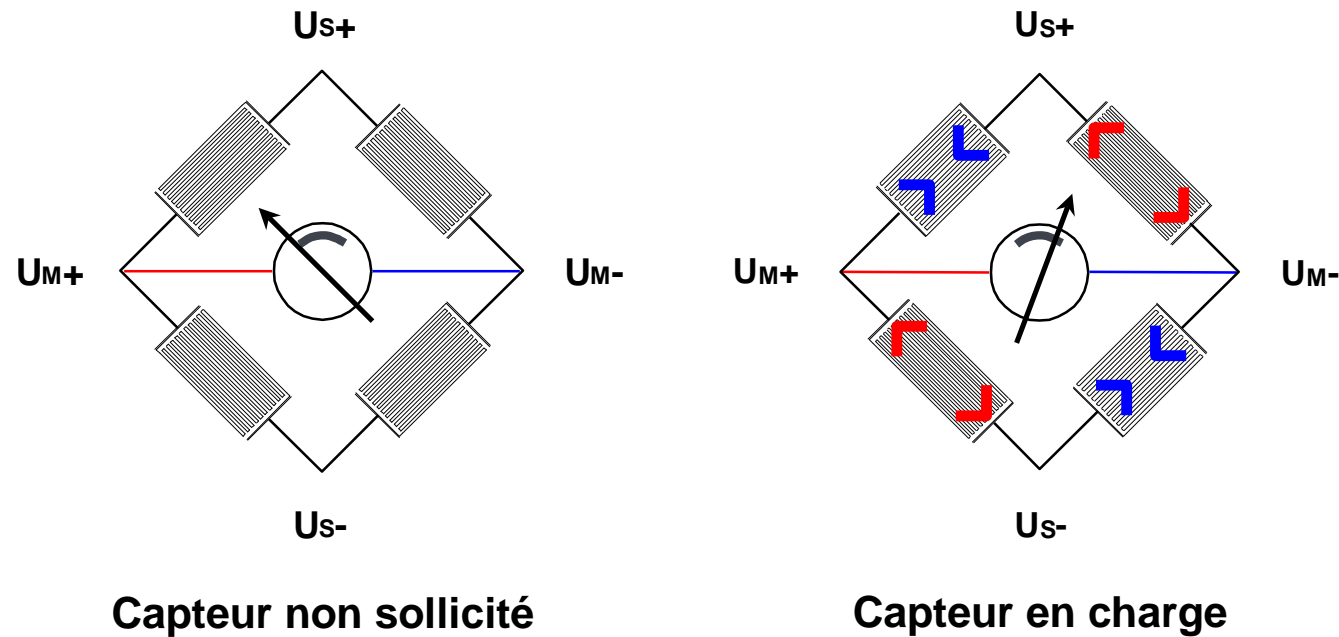
Capteur plat à membrane



Capteur « Pancake »

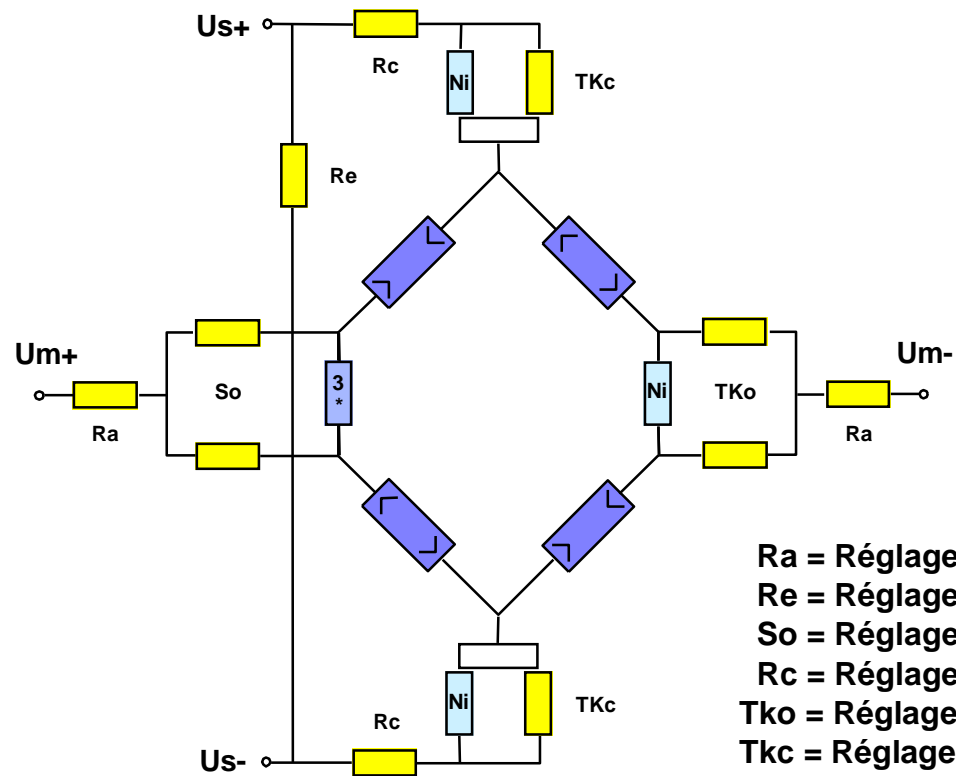


Pont de jauges



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



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.

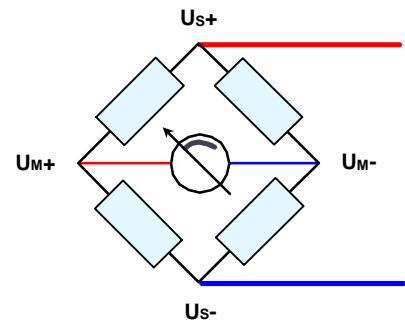
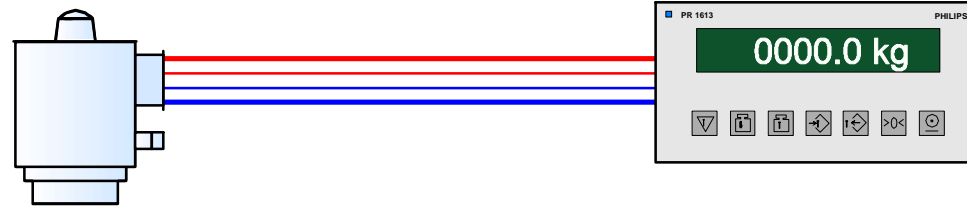
Les abréviations suivantes sont utilisées en technologie de pesage:

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

Chaîne de mesure



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

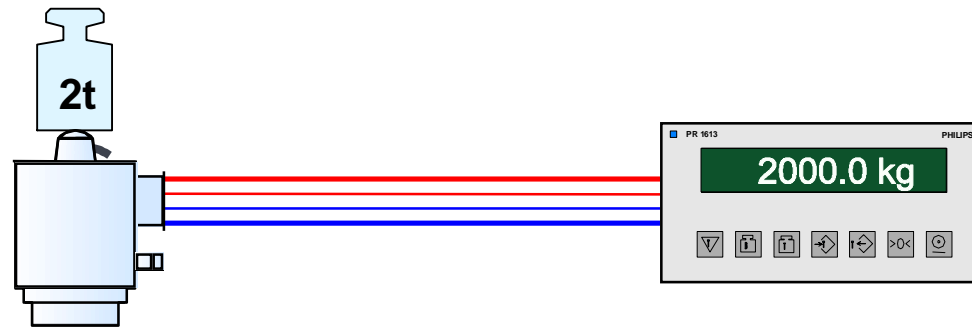


$$U_m = (E_D + E_A) * C_n * U_S / E_{\max}$$

Chaîne de mesure



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

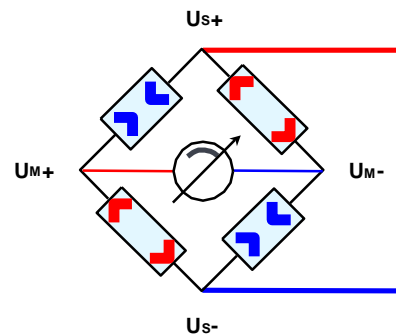
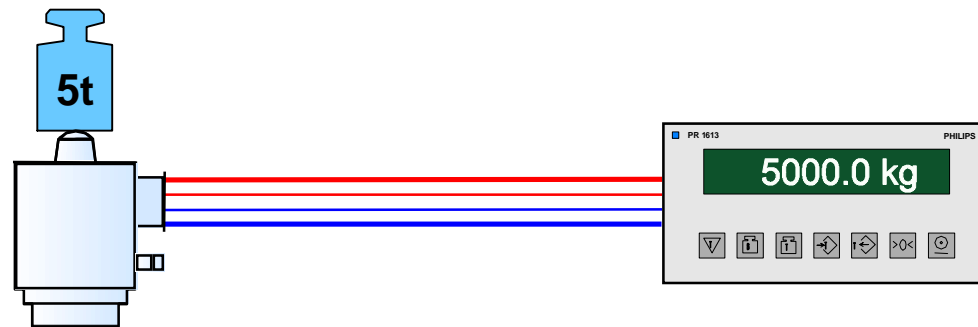


La déformation élastique de l'élément de mesure est captée par le pont de jauges qui restitue un signal de mesure proportionnel à la force appliquée. Le rapport de proportion force/signal est environ 0.1 % ou max. 0.2 %.

Chaîne de mesure



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

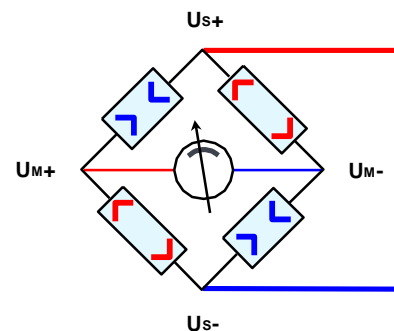
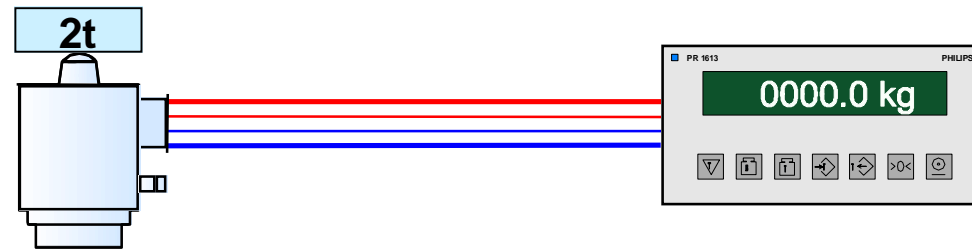


Selon le modèle, le capteur peut supporter une surcharge comprise entre 50 % et 150 % de E_{\max} .

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 .

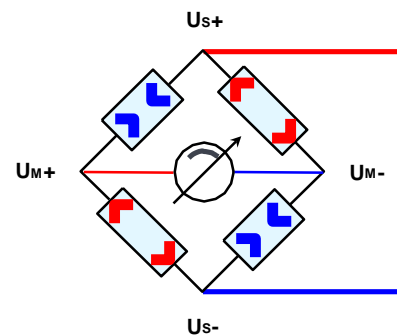
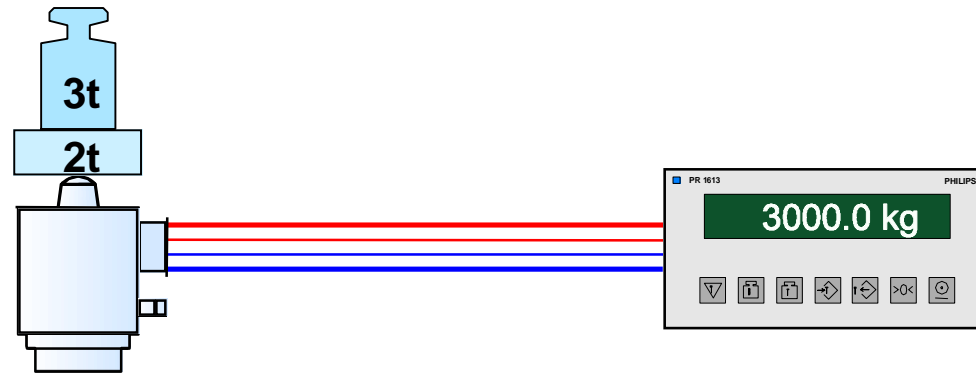
La somme de ces deux charges ne peut dépasser la capacité nominale E_{\max} uniquement pour les applications non approuvées

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.

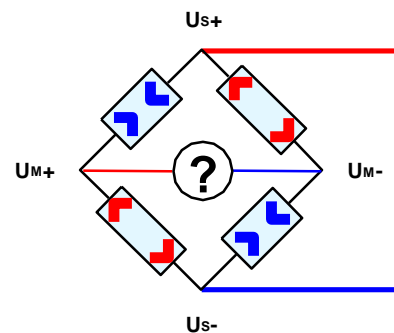
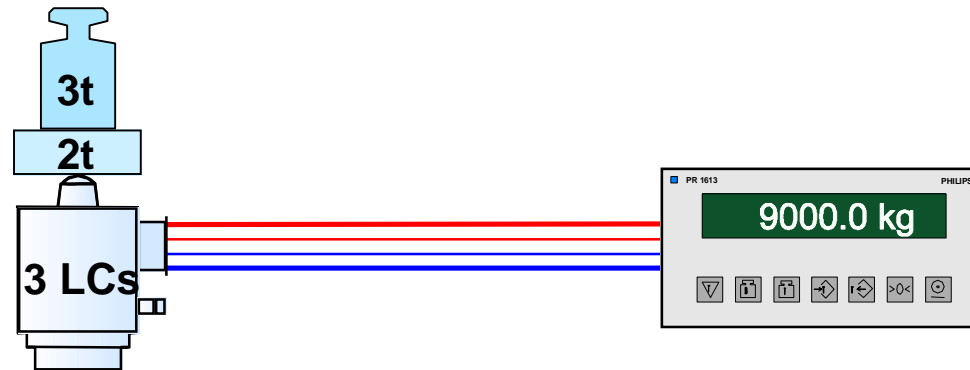
Pour cela il doit être de plus de 30 % pour les applications approuvées.

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!

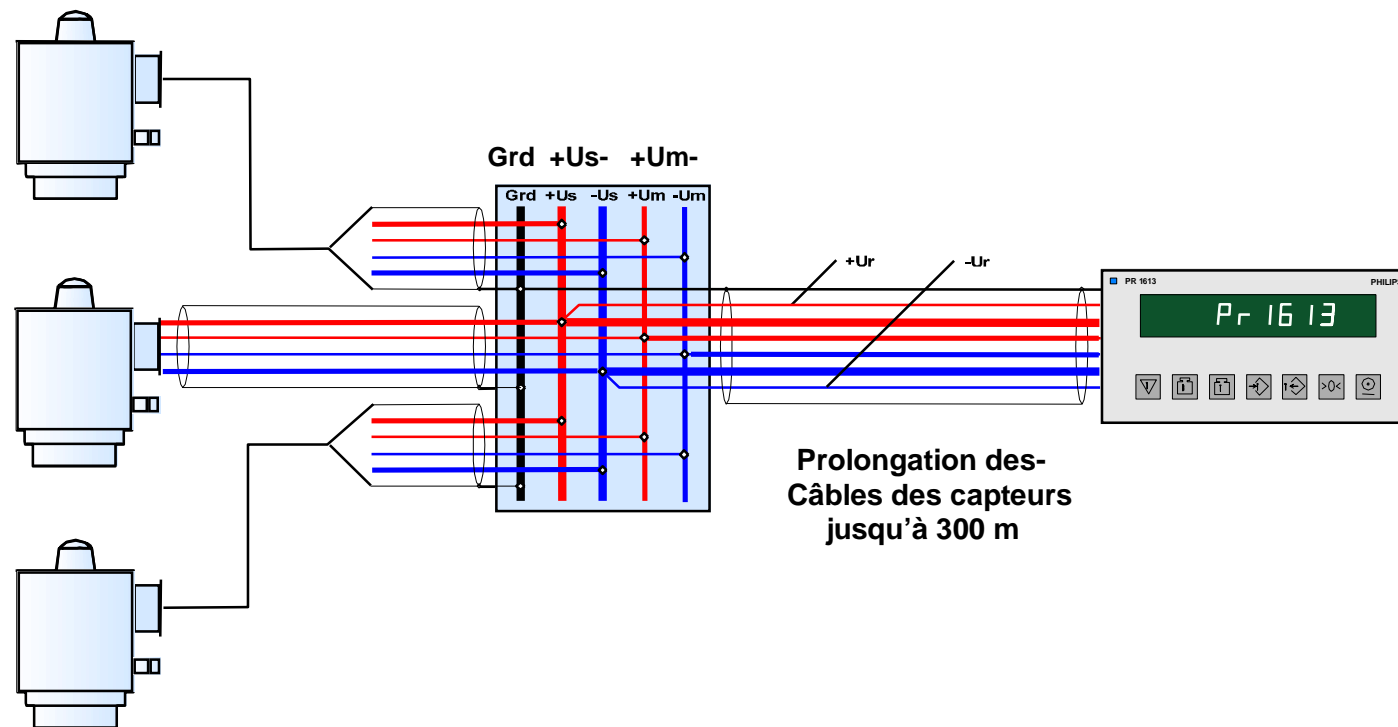
Le câblage de capteurs en parallèle augmente la capacité totale de l'application, et nécessairement le signal de mesure U_m .

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



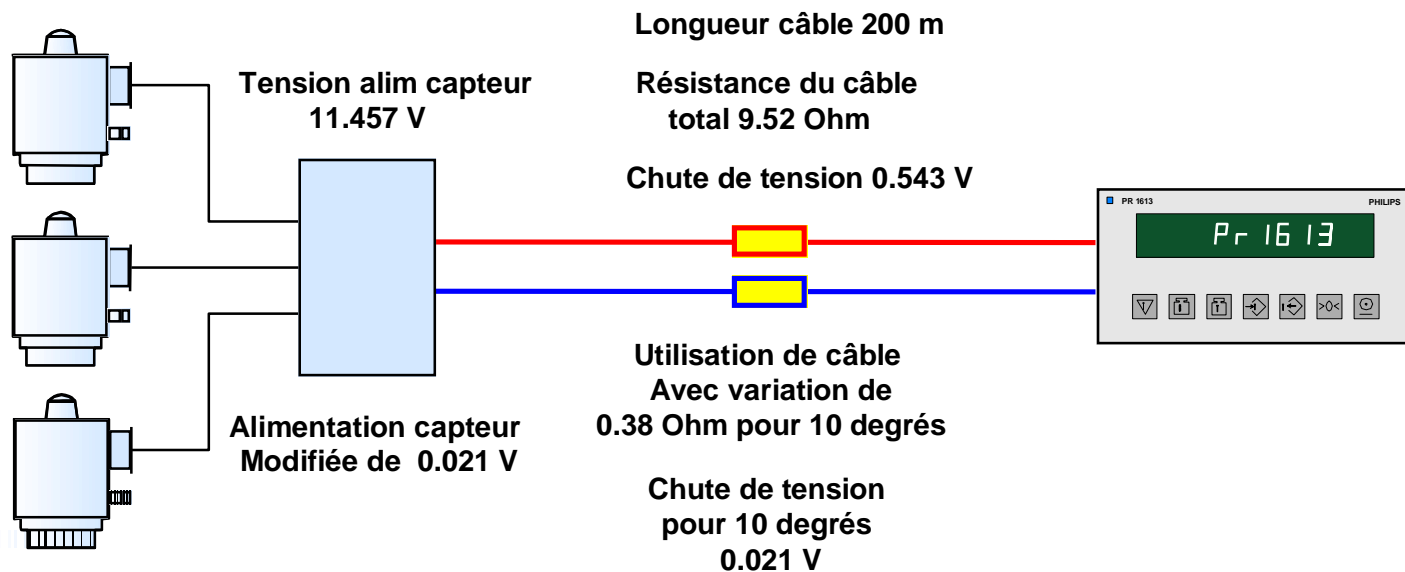
La chute de tension des lignes d'alimentation des câbles de prolongation des capteurs dépend de la température.



Influences des variations de température

Nombre de capteurs	3
Impédance totale	200 Ohm
Longueur de câble	200 m
Section de câble	0.75 mm²
Résistance du câble	9.52 Ohm
Intensité avec alim 12V	57 mA
Chute de tension sur prolongation	0.543 V
Coefficient de température du Cu	0.004/K

Influences des variations de température



Influences des variations de température

Remplacement du câble de prolongation

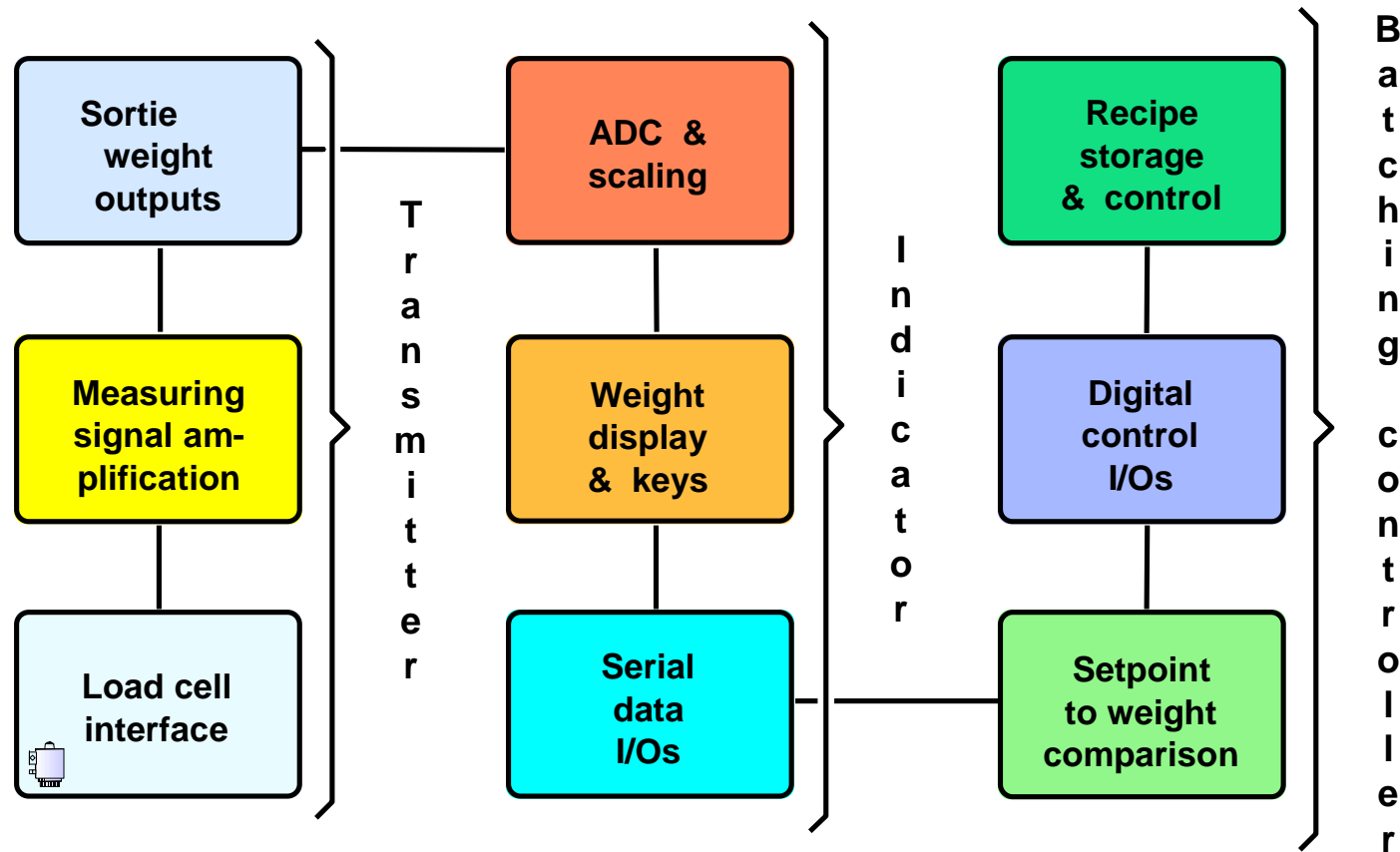
Résistance pour 10 K 0.38 Ohm

Chute de tension pour 10 K 0.021 V

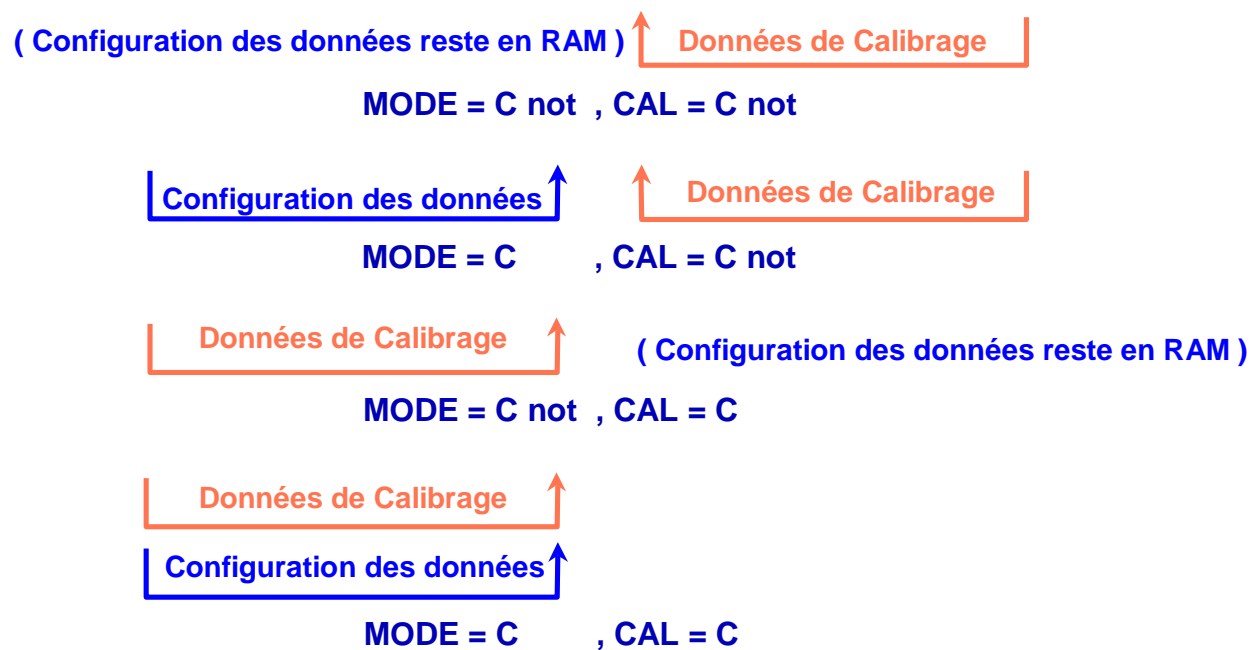
Modification de la tension d'alim

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