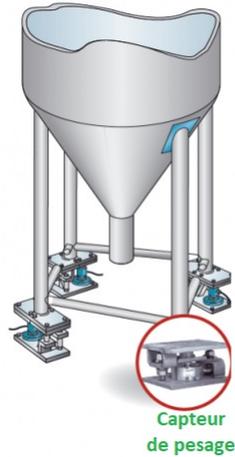


Éléments de technologie

PSI - MP : Lycée Rabelais

1 Capteurs de pesage ★

On s'intéresse ici à un silo permettant de collecter les récoltes des céréaliers (voir image ci-dessous).



Pour rémunérer l'agriculteur, il est nécessaire de connaître précisément la quantité de céréales déposées dans le silo. Celui-ci est donc équipé de quatre capteurs "de pesage". D'un point de vue plus technique, ce sont des capteurs d'effort à jauges de déformation (ou jauges d'extensométrie ou jauges de contraintes).

On cherche ici à étalonner le capteur, c'est-à-dire à déterminer ici une relation du type $m_{\text{céréales}} = f(u)$ où $m_{\text{céréales}}$ est la masse de céréales déposées, f une fonction à déterminer et u la grandeur mesurée.

Les capteurs sont équipés de deux parties :

- Le **corps d'épreuve** est une pièce qui se déforme (quasi-invisible à l'œil nu) lorsque la charge est appliquée.
- La **jauge d'extensométrie** est un serpentín en cuivre dont la résistance varie lorsque ce serpentín est allongé ou comprimé.

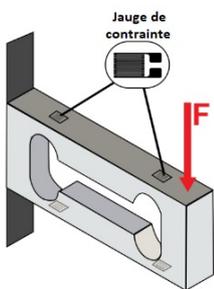
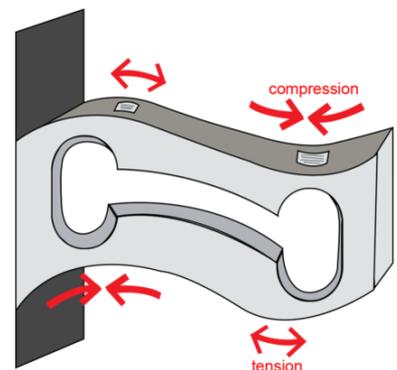


Image capteur de pesage à jauge de contrainte

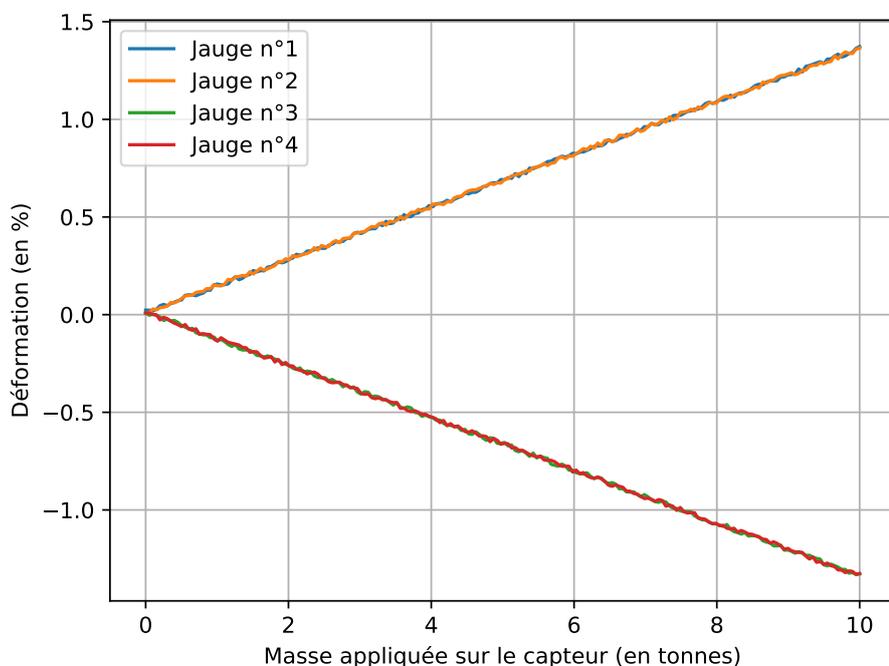


Question 1. Colorier, sur le schéma ci-dessus, le corps d'épreuve en bleu et la(es) jauge(s) de déformation en rouge.

Une première mesure a été réalisée afin de faire le lien entre la déformation de la pièce et la charge appliquée. La déformation est une grandeur sans unité (souvent exprimée en %) qui représente le rapport d'un allongement de la

pièce sur sa longueur initiale. Par exemple, un élastique de longueur initiale 3 cm et allongé jusqu'à 6 cm aura alors une déformation de 200 %. Pour des pièces métalliques, les déformations dépassent rarement quelques %. En compression, la déformation sera donc négative. En traction, la déformation sera positive.

Pour l'essai, une charge de 10 tonnes est appliquée progressivement sur le capteur. Le résultat, issu des quatre jauges de déformation, est représenté sur la courbe ci-dessous.

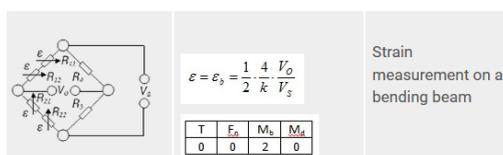


Question 2. Sur le schéma précédent, déterminer (au mieux) où sont situées les différentes jauges sur le corps d'épreuve.

Question 3. Déterminer le coefficient α tel que $m_{\text{appliquée}} = \pm \alpha \cdot \varepsilon$ où $m_{\text{appliquée}}$ est la charge appliquée sur le capteur et $\varepsilon = |\varepsilon_i|$ (sans unité) avec $i \in \{1, 2, 3, 4\}$. L'unité de α sera donc des kilogrammes.

Le fabricant des jauges de déformation annonce que la variation de résistance de la jauge est donnée par la formule : $\frac{\Delta R}{R} = k \cdot \varepsilon$ où ε est la déformation de la jauge, ΔR la variation de résistance et R la résistance initiale, k est appelé le facteur de jauge. On donne ici : $k = 1,7 \cdot 10^{-3} \Omega/\Omega$.

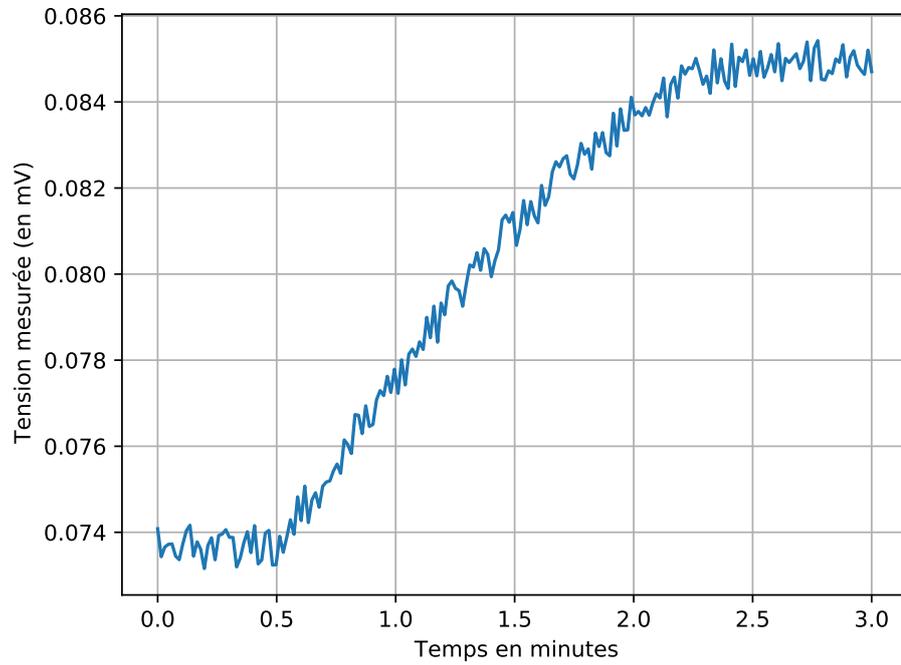
Pour faire la mesure avec du matériel "classique" de laboratoire, il est nécessaire de transformer cette variation de résistance en tension. Beaucoup de câblages électriques sont possibles. On retient celui donné sur la figure ci-dessous (pont de Wheatstone). Il permet d'utiliser simultanément toutes les jauges du capteur. Sans rentrer dans les détails, cela permet de limiter les erreurs de mesure.



- k : facteur de jauge,
- ε : déformation,
- V_s : tension d'alimentation (ici 5 V),
- V_0 : tension mesurée.

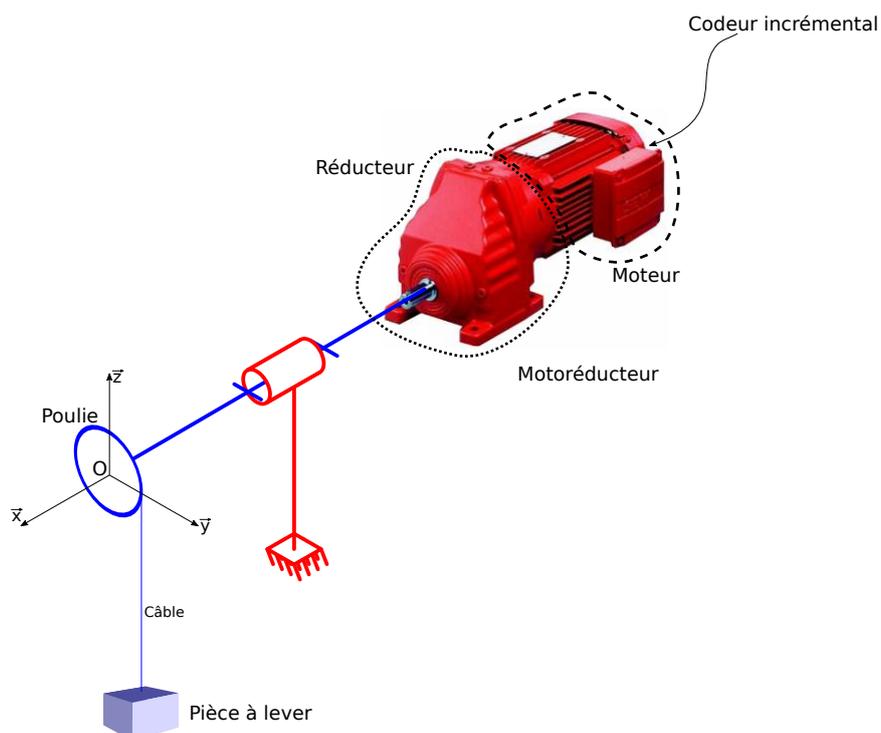
La mesure de la tension V_s lors du déchargement d'un camion est donnée ci-dessous. Il s'agit bien de la tension mesurée pour un seul des quatre capteurs de pesage. Le déchargement commence à $t \approx 30$ s et est fini à la fin de l'acquisition.

Question 4. Déterminer la masse de céréales déposées dans le silo.



2 Levage avec poulie ★

On s'intéresse ici à un mécanisme de grue permettant le levage de charges lourdes.



On note :

- V , la vitesse de la masse à lever (de masse $m = 750$ kg et de centre de gravité G à l'aplomb du câble) ;
- $R = 19$ cm, le rayon de la poulie ;
- r , le rapport de réduction du réducteur de vitesse ;
- ω_p , la vitesse de rotation de la poulie ;
- ω_r et C_r , la vitesse de rotation et le couple en sortie du réducteur ;
- ω_m et C_m , la vitesse de rotation et le couple en entrée du réducteur (et donc en sortie du moteur) ;
- ω_c , la vitesse de rotation de l'arbre du codeur qui est ici solidaire de l'arbre moteur donc $\omega_c = \omega_m$;

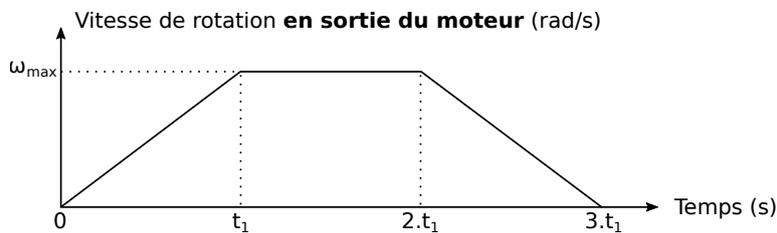
On suppose que tous les effets dynamiques peuvent être négligés.

Question 1. Déterminer (sans démonstration) les relations cinématiques entre V , ω_r , ω_m et ω_c .

Question 2. Déterminer le couple C_r à fournir pour que la masse à soulever puisse être maintenue en équilibre.

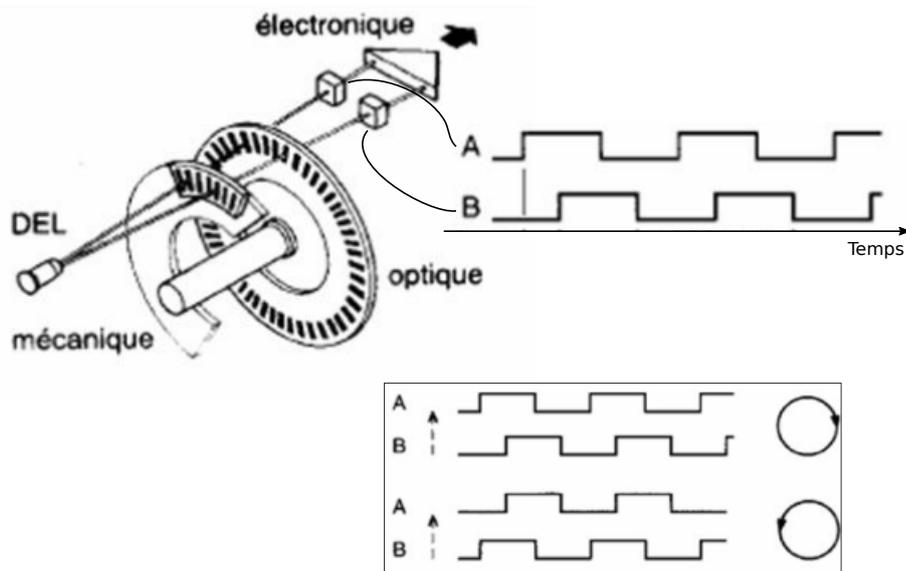
Question 3. En déduire le couple moteur C_m dans cette situation. En supposant que le couple maximal en sortie du moteur est $C_m = 10$ N.m, déterminer le rapport de réduction nécessaire.

Question 4. Pour le pilotage du moteur, on utilise un trapèze de vitesse décrit ci-dessous. Déterminer la variation d'altitude de la masse à lever pendant un trapèze de vitesse en fonction de r , R , t_1 et ω_{\max} .



Le codeur incrémental est un codeur photo-électrique équipé de deux voies de mesures avec 1024 fentes et le traitement permet la détection des fronts montant et descendant.

La figure ci-dessous rappelle le fonctionnement d'un tel capteur.



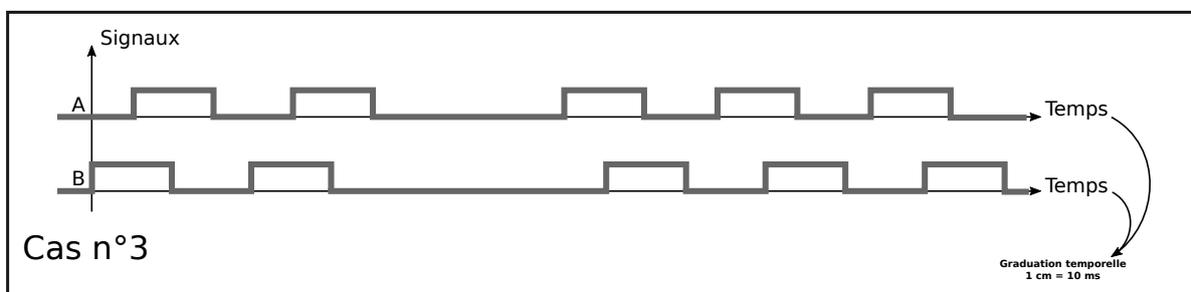
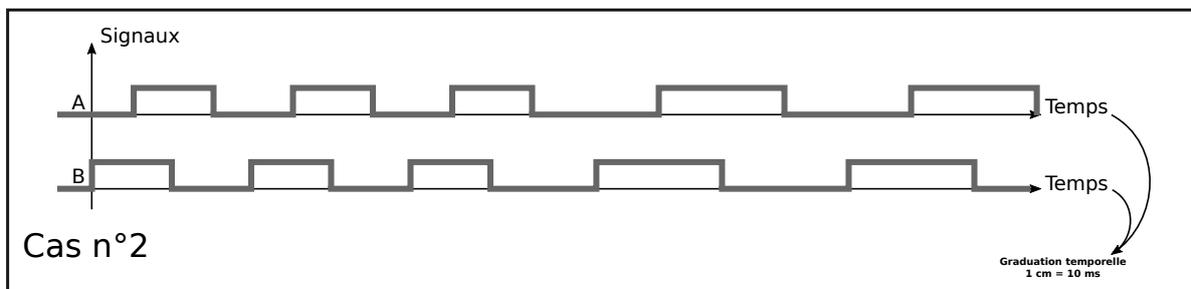
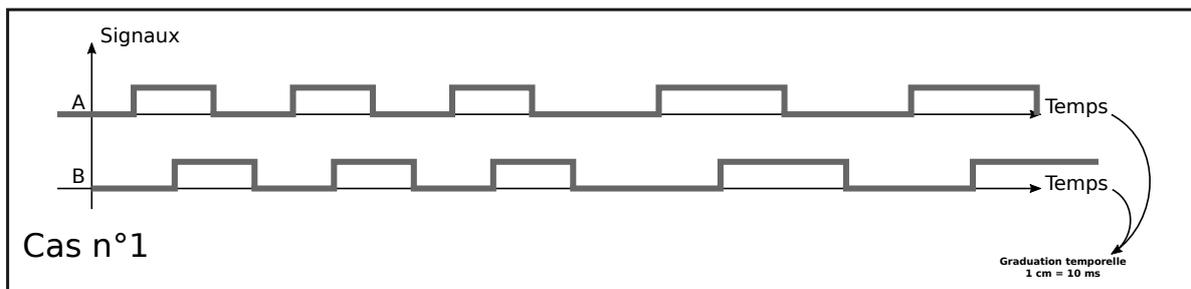
Question 5. Déterminer la plus petite rotation du disque du codeur détectable avec la technologie utilisée.

Question 6. En déduire la plus petite variation d'altitude de la masse à lever.

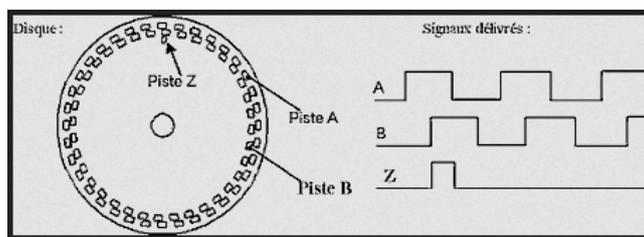
On considère que lorsque le signal de la voie A est en avance sur celui de la voie B, alors la poulie tourne dans le sens positif.

Question 7. Pour les trois chronogrammes donnés ci-dessous. Déterminer l'évolution de Δz (variation d'altitude) en

fonction du temps : on déterminera précisément les valeurs numériques et on pourra supposer que $\Delta z = 0$ m à $t = 0$ s.



Dans la pratique, les codeurs sont souvent équipés d'une piste supplémentaire comme le montre la figure ci-dessous :



Question 8. Quel peut-être l'utilité de cette piste ?