

## Cordeuse de raquette : influence de la corde

### Objectifs de la séance

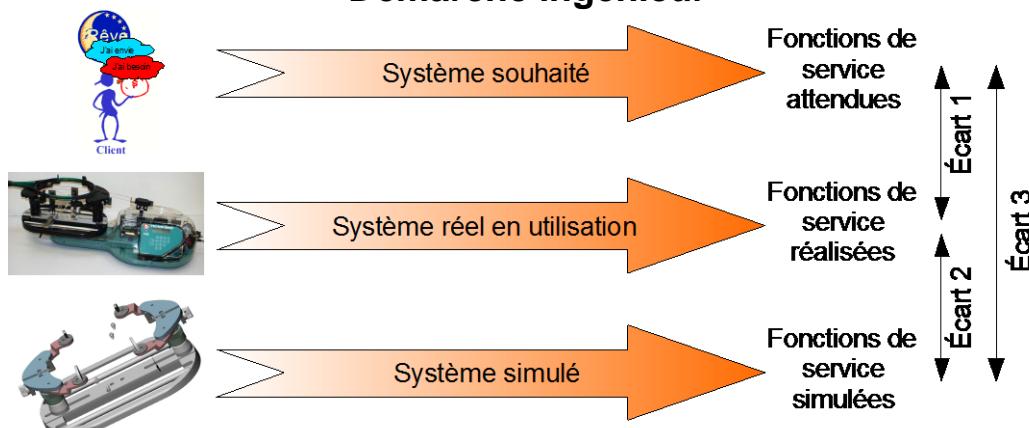
La cordeuse de raquette permet de mettre en place le cordage d'une raquette de tennis ou badminton avec une consigne de tension de corde constante (de 4 à 30 daN).

La raideur de la corde est un paramètre qui intervient dans l'asservissement de la tension. Donc des cordes différentes entraînent des performances d'asservissement différentes. Comme nous ne disposons pas forcément de cordes différentes, la simulation nous sera d'une aide précieuse pour visualiser les effets de cordes différentes dont nous connaissons les raideurs.

**Durée : 2 heures avec permutation à mi-séance**



### Démarche ingénieur



**Objectif : minimiser les écarts**

**Objectif de la démarche : minimiser les écarts {attendu-réalisé-mesuré-simulé}**

### AVERTISSEMENT

**VOUS DEVEZ DEPLACER TOUT DOCUMENT NUMERIQUE MODIFIABLE DANS UN DOSSIER PERSONNEL AVANT OUVERTURE ET MODIFICATION.**

## Préparation à faire chez soi avant la séance de TP

- Partie 1 théorique à faire chez soi. Devra être prête avant la séance de TP. Ne doit pas être abordée pendant la séance de TP.
- Lire le sujet
- Revoir la notion de raideur d'un ressort (loi de Hooke)
- Revoir les performances des systèmes asservis et leurs critères
- Revoir le calcul de rapport de réduction



### Vous disposez

- Du sujet
- Fiche plastique couleur descriptive du robot déjà posée sur la table



### Vous devez rendre

- Rédaction sur votre cahier de TP.



## Cahier des charges de l'asservissement de la cordeuse : exigences

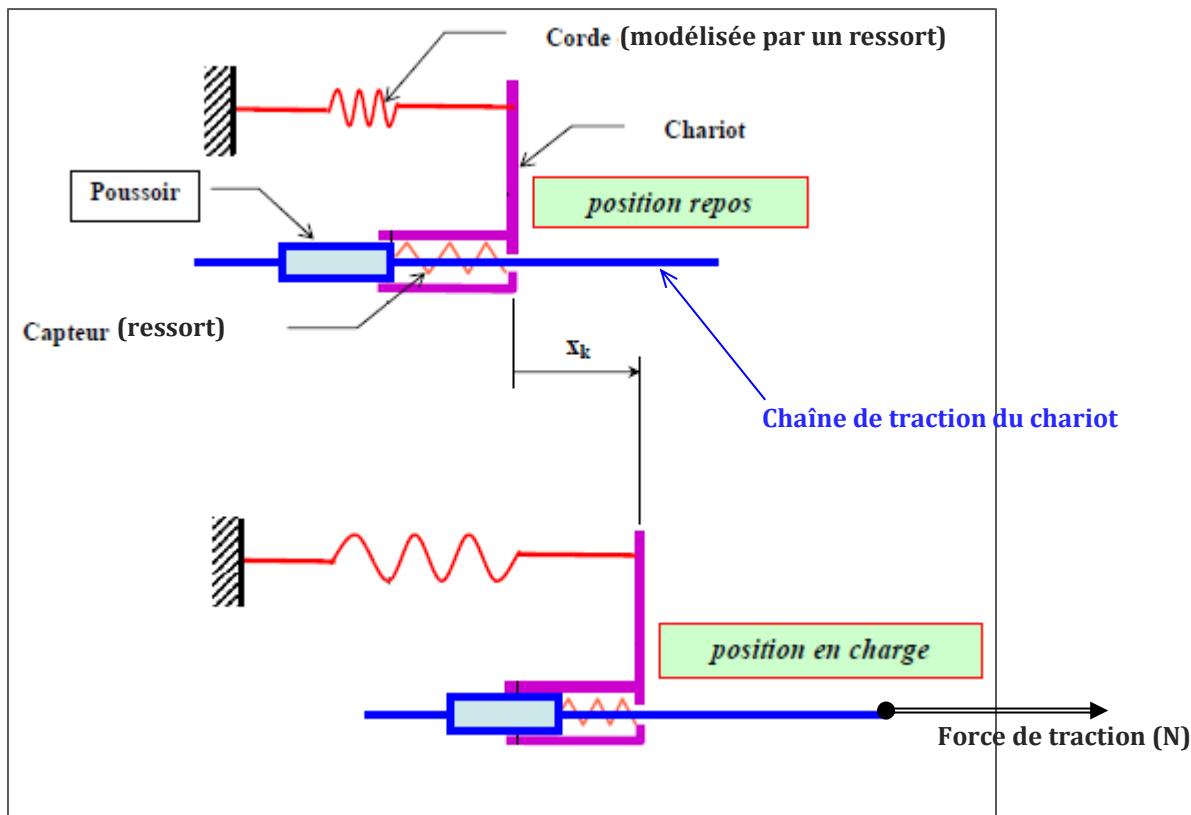
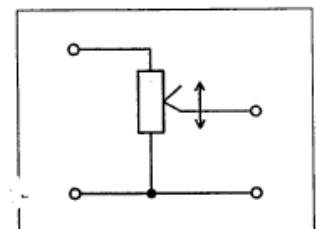
Exigence	Performance	Critère	Contrainte
E1	Stabilité	EB => SB Marge de gain Marge de phase	Stable MG > 12dB MP > 45°
E2	Précision	Erreur statique	$\varepsilon_s < 1N$
E3	Rapidité	Temps de réponse à 5%	$T_{R5} < 1s$
E4	Amortissement	1 <sup>er</sup> dépassement relatif	$Dr_1 < 10\%$

## Position du problème - Problématique

Dans cette étude il est important de comprendre le fonctionnement du capteur mesurant continuellement la tension de la corde pour l'asservir.

Le chariot dans lequel se fixe la corde n'est pas solidaire/encastré sur la chaîne de traction. Il est légèrement mobile et un ressort de raideur connue ( $k_{ress}$ ) est interposé entre les deux. Il s'agit d'une mesure indirecte : l'effort provoque l'enfoncement du ressort. Puis le déplacement relatif chariot/chaîne est mesuré avec un potentiomètre linéaire.

Un potentiomètre linéaire (ou rectiligne) possède une piste résistante sur laquelle se déplace un curseur. On connaît donc la position par mesure d'une tension.



La corde à tendre est élastique et se déforme. En supposant une loi de déformation linéaire (loi de Hooke), on peut assimiler la corde à un ressort de raideur  $k_{cord}$ .

L'ensemble {capteur, corde} se comporte donc comme deux ressorts en série. Les raideurs  $k_{cord}$  et  $k_{ress}$  interviennent dans la modélisation de l'asservissement par schéma bloc.

**Problématique :** des cordes à tendre, potentiellement différentes (fabricant et type de corde), entraîneront donc une réponse et des performances différentes du système asservi.

Nous nous proposons ici de visualiser l'impact de raideurs de cordes différentes sur l'asservissement de la cordeuse.

## PARTIE 1 : PREPARATION AVANT LA SEANCE

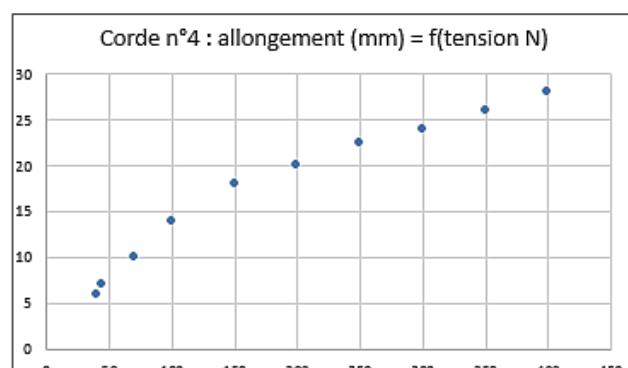
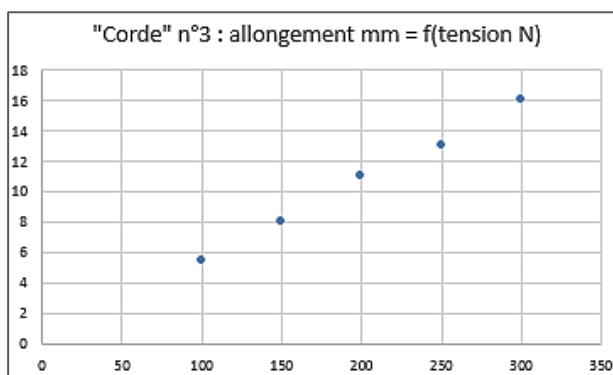
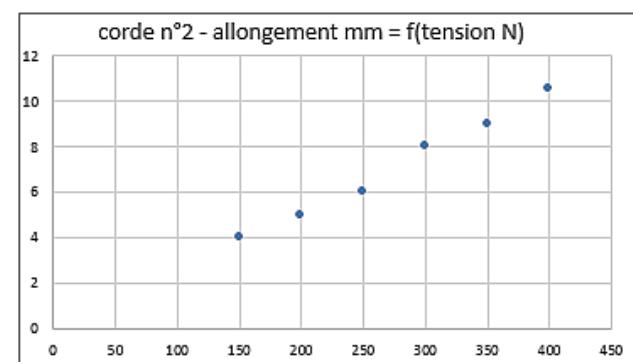
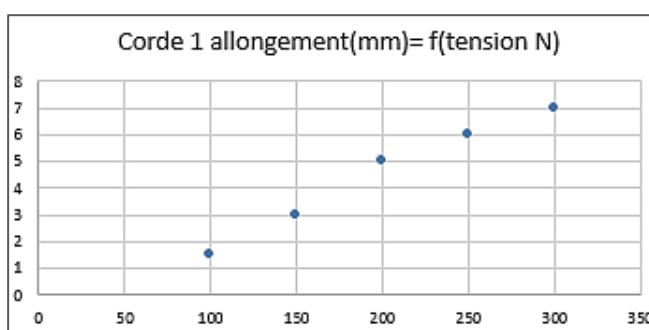
**Cette partie se prépare avant la séance de TP... chez soi.** Elle doit être prête et rédigée avant la séance.

### Détermination de la raideur de cordes différentes

On a réalisé sur la cordeuse des essais de traction sur quatre cordes différentes. Vous réaliserez un essai lors de la séance de TP.

Les résultats des quatre essais sont donnés ci-dessous : l'allongement en ordonnée est la conséquence de l'effort appliqué en abscisse.

Evaluez la raideur de chacune des quatre cordes  $i$  :  $k_{cord(i)}$



Pour information :

Corde 1 : haut de gamme pro	Corde 2 : bonne qualité joueur confirmé
Corde 3 : la corde surprise...mystère !	Corde 4 : livrée avec la cordeuse pédagogique (pas celle équipant la cordeuse de notre labo)

Quel problème pose la corde n°4 vis-à-vis de l'hypothèse fondamentale de l'étude des systèmes linéaires ?

### Gain d'adaptation de consigne

Reportez-vous au schéma bloc : déterminer l'expression littérale du gain d'adaptation de consigne :  $K_{adapt}$ .

## Gains de la transmission de puissance mécanique

A partir de l'annexe 2 : déterminer les gains  $red$  et  $R_{pig}$  du schéma bloc.

## Raideur équivalente de deux ressorts en série

Soit deux ressorts (1) et (2) de raideur  $k_1$  et  $k_2$ .

On les accroche l'un à l'autre, ils sont donc en série.

Déterminez la raideur  $k_{eq}$  du ressort équivalent, C'est-à-dire le ressort qui produit le même allongement global, pour le même effort appliqué aux deux extrémités de l'ensemble des deux ressorts en série.

Il est bien entendu nécessaire d'appliquer la loi de Hooke à chaque ressort et au ressort équivalent, puis... résoudre !

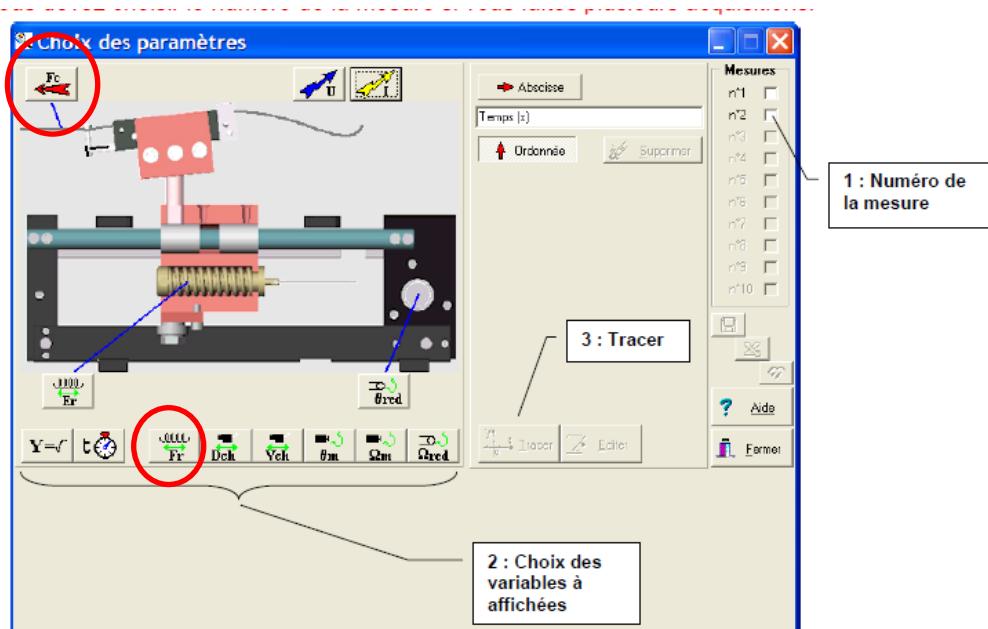
Bannir toute analogie foireuse avec, par exemple, les résistances électriques. J'espère ne pas voir ceci. Attention !

## PARTIE 2 : EXPERIMENTATION

### Mise en route - manipulation

Se rapporter à l'annexe 1 : faire une première tension de corde.

Se reporter à l'annexe 1' : refaire une tension corde avec acquisition des données. Afficher l'effort  $F_c$  dans le capteur d'effort de laboratoire (capteur qui n'est pas sur la cordeuse réelle), et l'effort ressort  $F_r$ .



Que remarquez-vous ? Conclusion.

### Evaluation de la raideur de la corde du laboratoire

Mettre en œuvre une expérience simple pour évaluer la raideur de la corde entre ses deux attaches, du capteur jusqu'au mors mobile :  $k_{cord}$  en  $N/m$ .

### Étalonnage du capteur de force

Au fait, quelle donnée d'effort avez-vous choisi entre l'effort ressort et l'effort capteur (qui, dans le meilleur des mondes, devrait être identiques !) ?

- Menez une manipulation avec le dynamomètre 50N pour étalonner le capteur de force.
- Conclusion.

Remarque : il est évident que l'étalonnage du capteur doit se faire AVANT toute expérience et que le faire après l'expérience est un non-sens. Vu le peu de temps dont vous disposez je préférerais que vous évaluiez la raideur. Sachant que l'étalonnage du capteur donne de bons résultats... désolé de briser le suspense !



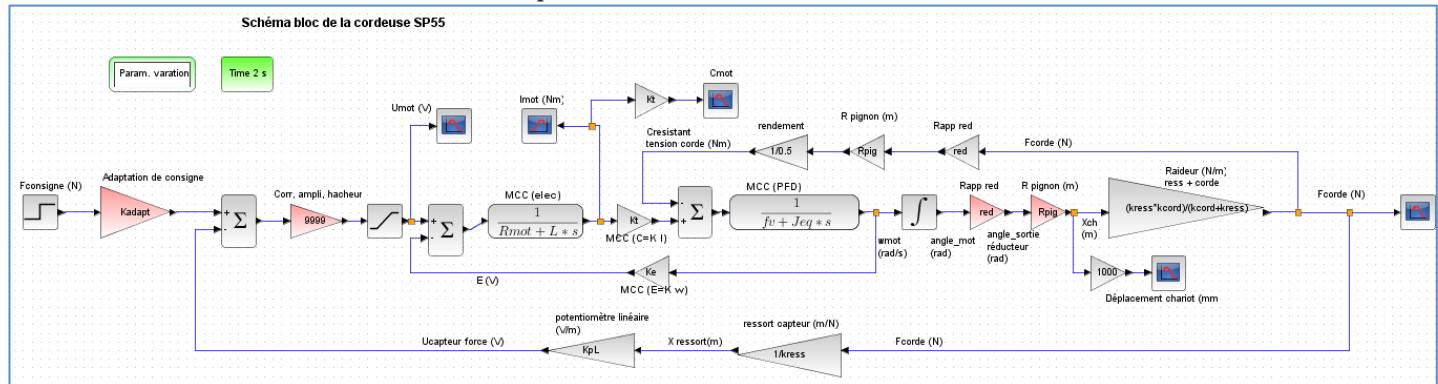
**FIN DE LA PARTIE 2 : permutation**

## PARTIE 3 : SIMULATION

Ouvrez le logiciel *Scilab 5.32b* à partir du bureau du PC (dossier « logiciel mathématique »), et non par une recherche Windows (sinon vous ouvrirez une mauvaise version sans vous en rendre compte).

Ouvrez le schéma bloc « *modele scilab cordeuse - eleve* », dans le module *Xcos* de *Scilab*.

Vous obtenez un schéma bloc qui ressemble à ceci :



Pour saisir les valeurs définies de manière formelle : *clic droit sur le fond d'écran/modifier le contexte*, etc.

## Finalisation du schéma bloc simulé

Saisissez la valeur des gains des blocs rouges : rapport de réduction, rayon du pignon qui entraîne la chaîne, gain d'adaptation de consigne (formule à saisir en notation formelle).

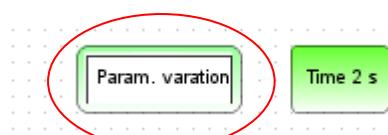
### Correction proportionnelle valeur 500.

## Simulation

Lancer la simulation pour les deux valeurs de raideur de cordes maximale et minimale, affichage des deux réponses sur le même graphique et lors de la même simulation.

Utilisez la fonction « *Paramètre variation* ».

Durée de la simulation : bloc « *Time* ». A vous de vous adapter et saisir la bonne valeur pour avoir une bonne visualisation de la réponse.



## Analyse de la réponse temporelle

- Intéressons-nous au temps de réponse : évaluer les deux temps de réponse à 5%.
  - Pourquoi ce temps de réponse n'est-il pas le temps opérationnel mis par la cordeuse pour tendre une corde ? (D'ailleurs quelle est cette durée opérationnelle ?)
  - Vous disposez d'une raquette dans le labo : observez-la et déduisez l'impact de la différence de raijeur de corde sur la durée totale de cordage. Conclusion.

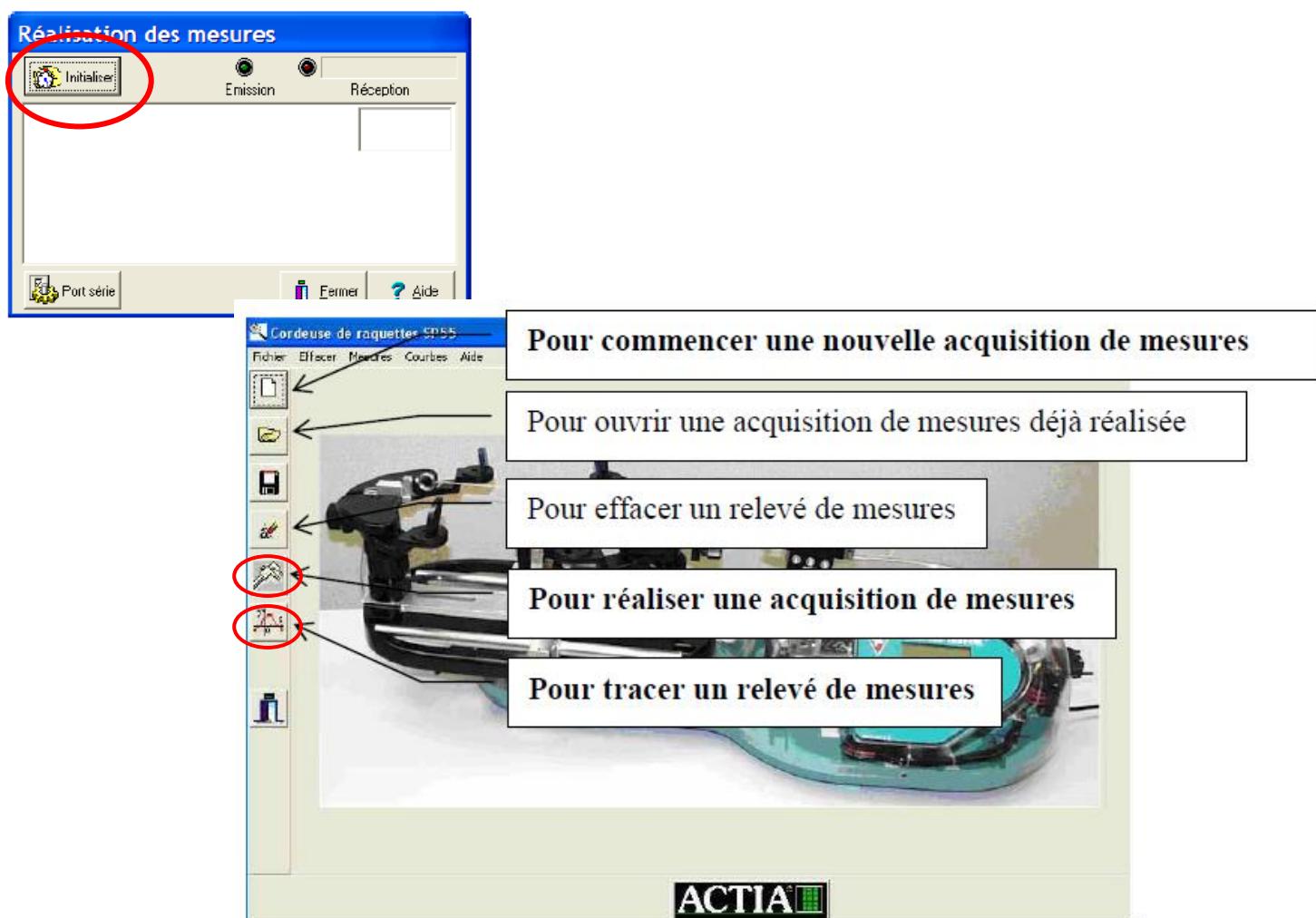


## ANNEXE 1 : MISE EN ROUTE

- Mettre la cordeuse et son interface DMS sous tension.
- Passer la corde dans le mors de tirage (laisser toujours un peu de « mou » dans la corde)
- Réglér la tension de la corde à 10 kgf (=10 daN) grâce au bouton « T » sur pupitre cordeuse. Réglage vitesse en position 3 (bouton « V »)
- Appuyer sur le bouton poussoir noir : le chariot de déplace la corde se tend
- Appuyer à nouveau sur le bouton noir : la corde se détend

## ANNEXE 1' : ACQUISITION DES DONNÉES

- Interface DMS sous tension
- A partir du PC : lancer le logiciel applicatif cordeuse « SP55\_CPG »
- Lancer l'acquisition et initialiser
- Appuyer sur le petit bouton noir rond de l'interface DMS : vous alors disposez de 10s, non réglable, pour faire la manipulation. Le chronomètre décompte à l'écran. Pendant ce temps les données capteur sont acquises par l'interface. Vous pouvez faire ce que vous voulez avec la cordeuse : tendre une corde, la détendre, la retendre, déplacer le chariot à vide, juste tirer sur le capteur avec un dynamomètre, etc.
- En fin d'acquisition, les données sont envoyées au PC. Ça dure un certain temps.
- Cliquez ensuite sur l'icône de visualisation des mesures.



## ANNEXE 2 : CHAINE DE PUISSANCE

### 3.3. Schéma du mécanisme de mise en tension

