

# Exemple de sujet de TP de SII

## Oral des CCP voie PSI

### Préambule

*Une partie des informations suivantes est issue du rapport de jury 2014. On y trouvera notamment les compétences et situations d'évaluations citées ci-dessous.*

En complément de l'épreuve écrite, cette épreuve a pour objectif d'évaluer les compétences du candidat et d'aborder dans sa globalité et sa complexité un système pluritechnologique, notamment de manière expérimentale. L'objectif des examinateurs est d'évaluer la capacité du candidat à mettre en place une démarche d'ingénieur.

Pour réaliser le TP, l'environnement du candidat est constitué des éléments suivants :

- système réel instrumenté équipé d'un dispositif d'acquisition de mesures relié à un ordinateur ;
- modèles numériques complets ou partiels du système ;
- matériel permettant d'effectuer des mesures externes si nécessaire (multimètre, tachymètre...) ;
- dossier technique présentant le système ;
- sujet présentant la démarche et les questions posées au candidat.

L'évaluation porte sur la démarche mise en place par l'étudiant et non sur sa connaissance préalable du fonctionnement et des caractéristiques d'un système en particulier.

Les méthodes et les démarches permettant d'exploiter un logiciel de simulation sont requises. Par contre **aucun prérequis** n'est demandé au candidat concernant **l'utilisation d'un logiciel de simulation en particulier**. Pour tout problème lié à l'utilisation spécifique du logiciel, le candidat est encouragé à faire appel à l'examineur.

Le sujet présenté est un exemple de sujet des sessions 2013 - 2014.

Pour la session 2015, les sujets tiendront compte de l'évolution des programmes de CPGE, en particulier au niveau des outils de l'analyse système et de la mise en œuvre des logiciels de modélisation multi-physique.

# Concours Communs

## Polytechniques

### Epreuve de Travaux Pratiques

#### Cordeuse de raquettes



#### IMPORTANT

Aucun rapport écrit n'est demandé au candidat. Il sera évalué uniquement sur la base de ses échanges avec l'examineur.

Si cela est précisé dans le sujet, la synthèse de fin d'épreuve peut se faire sous la forme d'un poster à réaliser et à commenter en présence de l'examineur.

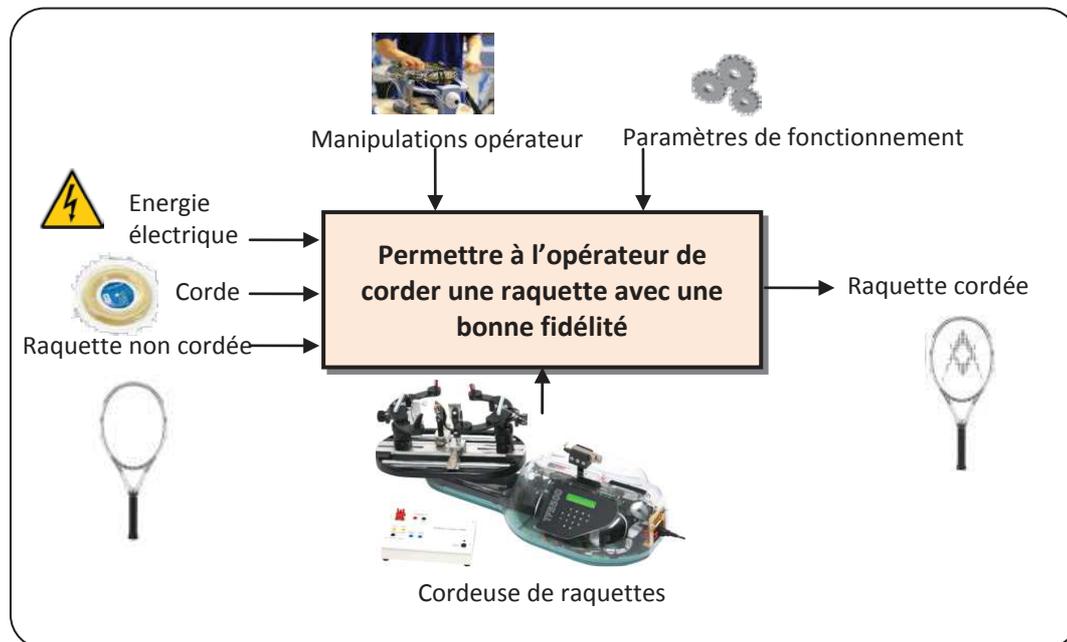
En fin d'épreuve, l'examineur ramassera tous les documents du candidat pour destruction.

#### Contenu du document

Problématique.....	p 3
Activités.....	p 4
Fonctionnement.....	p 6
Présentation fonctionnelle.....	p 7
Description structurelle et technologique.....	p 9
Acquisition.....	p 10
Simulation.....	p 11

## Cordeuse de Raquettes

### ■ Fonction globale et problématique générale



Pour satisfaire la demande de tous les sports de raquettes (tennis, badminton, squash, ...), il est indispensable que toute sorte de raquette soit correctement cordée à la tension souhaitée, et cela, quelle que soit la corde utilisée (boyau naturel, nylon, kevlar, polyester, ...). Pour le cordage des raquettes, les centres de compétition et les magasins spécialisés disposent donc de machines appelées cordeuses de raquettes.

### ■ Définition de la problématique du TP

On centre notre étude sur l'asservissement du système de mise en tension de la cordeuse. On s'intéresse dans ce TP à la validation du critère de performance concernant la précision en tension de cet asservissement.

***La précision de l'asservissement de mise en tension de la cordeuse est-elle indépendante de la nature de la corde posée ?***

Le but de ce TP est de répondre à cette question. En effet les cordes pouvant être de différentes natures et de différentes sections, il est nécessaire de vérifier si la raideur de la corde utilisée peut avoir une influence sur les performances en précision de l'asservissement du système de mise en tension de la cordeuse.

## Cordeuse de Raquettes

### ■ Découverte - Manipulation - Observation - Description

**Objectif 1 : s'approprier le fonctionnement de la cordeuse.**

*Durée estimée : 30 min*

*Cette première partie nécessite la lecture préalable des fiches « fonctionnement » et « présentation fonctionnelle ».*

#### 1 - Mise en service et prise en main de la cordeuse.

**Q.1. Mettre en service** la cordeuse et appliquer une tension de à 15 kgf (150 N environ) dans le premier brin cordé de la raquette. **Observer** le fonctionnement du mécanisme de mise en tension de la corde lors de cette phase.

**Q.2. Compléter puis décrire oralement** la chaîne d'énergie du système de mise en tension de la corde. Pour l'asservissement, un capteur potentiométrique linéaire participe à la mesure de l'effort dans la corde lors de la phase de mise en tension. **Montrer physiquement sur la cordeuse ce capteur. Décrire** les grandeurs physiques en entrée et sortie de ce capteur.

*Cette partie nécessite de prendre connaissance de la fiche « acquisition ».*

#### 2 - Vérification d'une performance.

**Q.3.** En utilisant les possibilités de l'interface d'acquisition, **définir un protocole expérimental** permettant de vérifier le critère de précision de la tension appliquée pour la corde à votre disposition. **Mettre en œuvre** le protocole uniquement pour un réglage à 15 kgf et **conclure vis-à-vis du cahier des charges.**

**Q.4 Préparer une synthèse orale** pour restituer l'ensemble des éléments liés à l'objectif 1.

### ■ Appropriation de la problématique

**Objectif 2 : s'approprier la problématique.**

*Durée estimée : 5 min*

L'objectif du TP est de vérifier si la précision du système de mise en tension est toujours respectée pour des cordes de différentes natures.

**Q.5.** En parcourant toutes les activités proposées dans ce TP, **présenter clairement à l'examineur la démarche retenue** qui permettra de répondre à l'objectif sachant que vous ne disposez physiquement que d'une seule corde.

### ■ Expérimentation

**Objectif 3 : déterminer expérimentalement la raideur de la corde à disposition. Durée estimée : 10 min**

*Cette partie nécessite la lecture préalable de la fiche « acquisition » et « description structurelle et technologique ».*

#### 3 - Expérimentation.

Placer la corde dans le mors de tirage de telle sorte que celle-ci soit très légèrement tendue et lancer l'acquisition. Appuyer sur le bouton de mise en mouvement du coulisseau puis attendre que la corde soit tendue à 15 kgf. Appuyer à nouveau sur le bouton de mise en mouvement du coulisseau pour la détendre une fois les 10 secondes d'acquisition terminées (mesure 1). Répéter 2 autres fois ce protocole (mesures 2 et 3).

#### 4 - Analyse des mesures.

Afficher à l'aide du logiciel d'acquisition l'écrasement du ressort  $E_r(t)$ , le déplacement du chariot  $D_{ch}(t)$  et la tension de la corde  $F_c(t)$  en fonction du temps.

**Q.6.** A l'aide des mesures 1, 2 et 3, **déterminer la raideur expérimentale de la corde à disposition et la raideur expérimentale du ressort.**

**Q.7.** **Préparer une courte synthèse orale** présentant votre démarche pour atteindre l'objectif 3 ainsi que vos résultats.

### ■ Modélisation

**Objectif 4 : compléter le modèle de simulation fourni.**

**Durée estimée : 35 min**

*Cette partie nécessite de prendre connaissance de la fiche « description structurelle et technologique ».*

#### **5 – Elaboration du modèle de connaissance concernant la raideur de l'ensemble corde + ressort.**

**Q.8.** En précisant les hypothèses et les isollements nécessaires à votre étude, **écrire l'expression théorique** liant la tension dans la corde  $F_c(t)$  au déplacement du poussoir  $x_{\text{poussoir}}(t)$  en fonction de la raideur du ressort  $K_{\text{ressort}}$  et de la raideur de la corde  $K_{\text{corde}}$ .

*Cette partie nécessite de prendre connaissance de la fiche « simulation » ainsi que du modèle disponible pour la simulation numérique.*

#### **6 - Construction du modèle de simulation.**

**Q.9.** **Compléter le modèle de simulation** donné en définissant littéralement la fonction de transfert manquante.

**Q.10.** **Ajuster sur le modèle de simulation les constantes  $K_i$  et  $K_p$  du correcteur Proportionnel Intégral** de fonction de transfert  $C(s) = K_p + K_i/s$  ( $s = p =$  variable de Laplace). Les valeurs des constantes  $K_i$  et  $K_p$  que vous choisirez devront permettre au modèle de s'approcher au mieux des performances obtenues lors des essais expérimentaux précédents.

**Q.11.** **Préparer une synthèse orale** présentant votre démarche pour atteindre l'objectif 4.

### ■ Simulation

**Objectif 5 : exploiter le modèle numérique pour répondre à la problématique. Durée estimée : 10 min**

#### **7 - Simulations et analyse des résultats.**

Effectuer les simulations permettant de tester 3 valeurs de raideur de corde  $K_{\text{corde}}$  : 3000 N/m, 6000 N/m et 9000 N/m.

**Q.12.** **Conclure quant à l'influence de la raideur de la corde vis-à-vis du critère de précision du cahier des charges.**

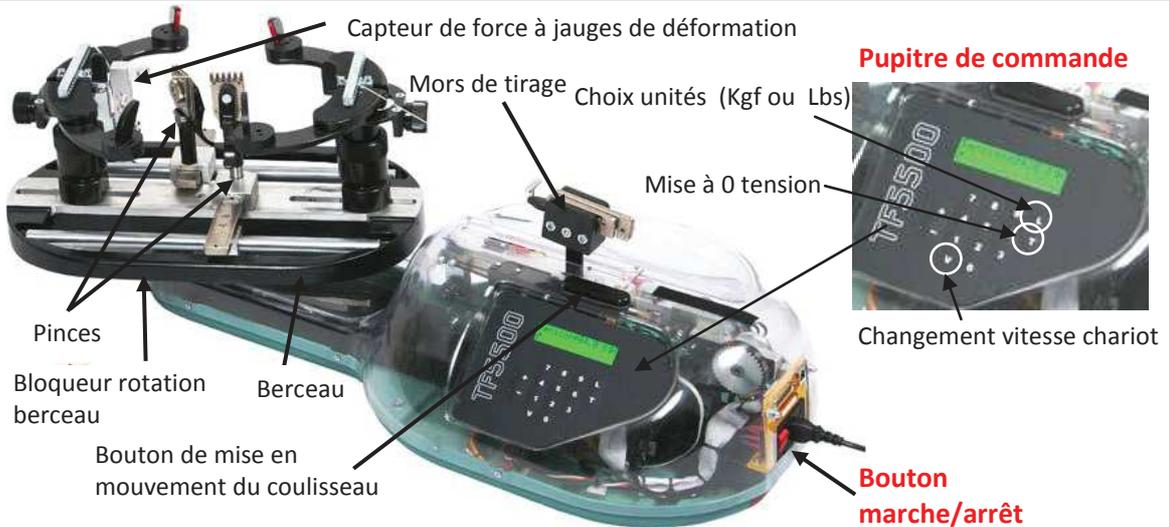
### ■ Synthèse

**Objectif 6 : exposer clairement le travail effectué.**

**Durée estimée : 15 min**

**Q.13.** **Proposer un poster** présentant une synthèse de votre travail. Sur ce poster devront apparaître les éléments clés des différents temps forts abordés précédemment ainsi que la démarche scientifique mise en œuvre pour répondre à la problématique. Les outils de communication nécessaires à sa rédaction sont laissés à votre initiative.

## Mise en Œuvre de la Cordeuse de Raquettes

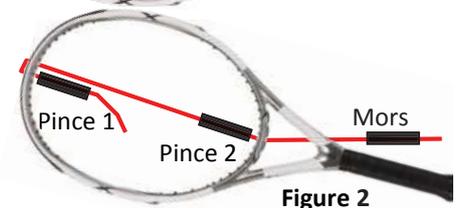
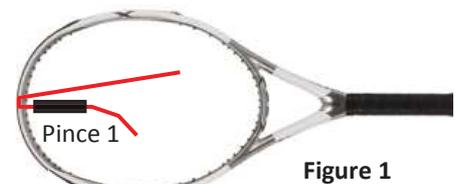


### A- MISE EN MARCHÉ

- Appuyer sur le bouton marche/arrêt.
- Régler sur le pupitre de commande la tension souhaitée : touche L pour choisir les unités, touche T pour RAZ valeur affichée puis 3 chiffres pour entrer la valeur (15 kgf ici → 1 5 0).

### B- POSE D'UN BRIN DE CORDE SUR UNE RAQUETTE

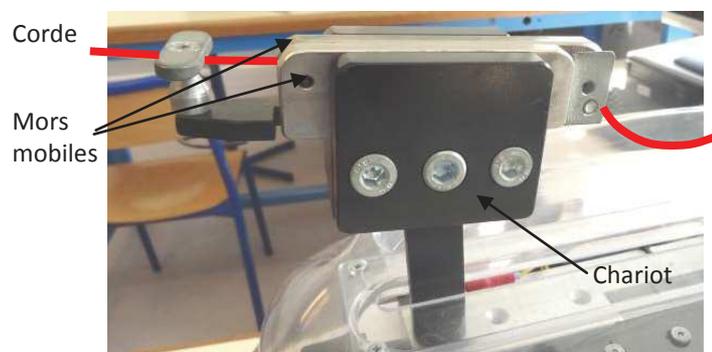
- Placer le cadre de la raquette sur le berceau.
- Prendre la corde et la serrer dans la pince 1 et positionner la corde pour se retrouver dans la configuration figure 1.
- Tendre la corde à l'aide du mécanisme de tension.
- La corde étant maintenue tendue, positionner la pince 2 et serrer la corde avec la pince 2 pour se retrouver dans la configuration figure 2.



### C- PLACEMENT DE LA CORDE DANS LE MORS DE TIRAGE

Le mors de tirage est constitué d'un chariot et d'un ensemble de 2 mors mobiles par rapport au chariot. La corde positionnée manuellement doit être bloquée par pincement entre les 2 mors.

**Pour le travail demandé, il est impératif qu'il n'y ait pas (ou très peu) de déplacement relatif des mors mobiles par rapport au chariot lors de la phase de tension.**



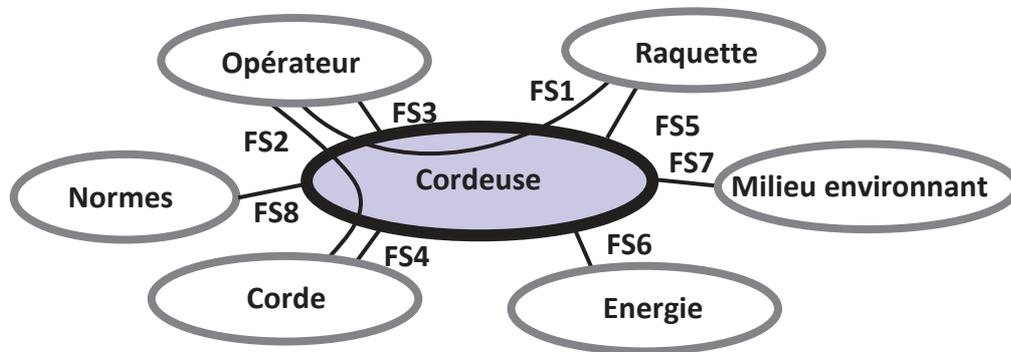
A cet effet, « absorber » manuellement la zone de tirage « sans force » du mors de serrage.

**Pour tout problème de commande, faire appel à l'examineur.**

## Présentation Fonctionnelle de la Cordeuse de Raquettes

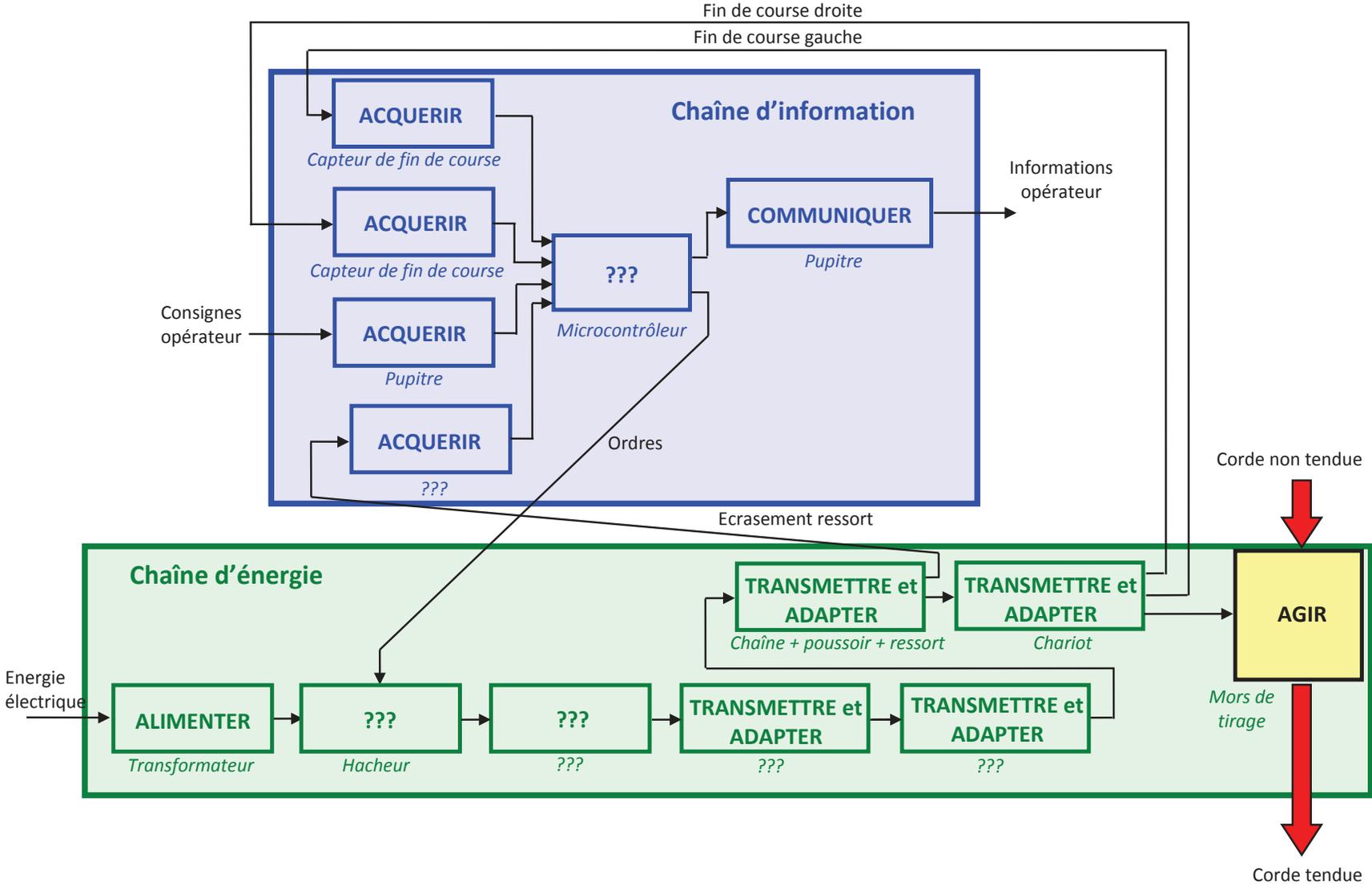
### A- EXTRAIT PARTIEL DU CAHIER DES CHARGES DE LA CORDEUSE DE RAQUETTES

Phase de vie : cordage d'une raquette.



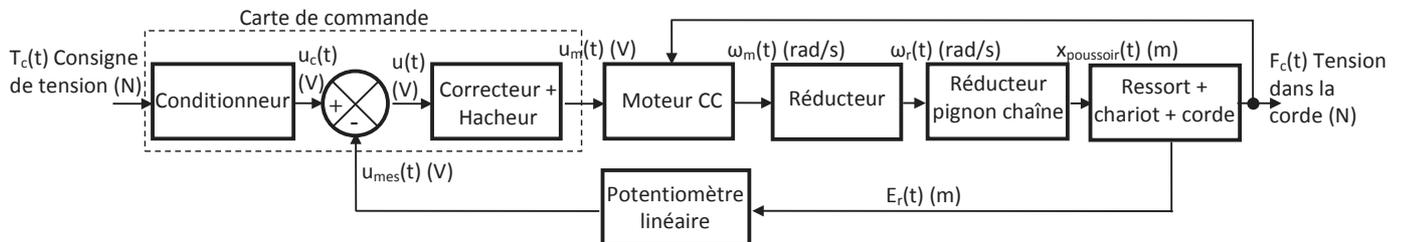
Fonctions		Critères		Niveaux	Limite
FS1	Permettre à l'opérateur de fixer, d'orienter et de corder la raquette	C1.1	Déformation longitudinale du cadre de raquette	5 mm pour une tension de 250 N sur 16 cordes	Maximum
		C1.2	Rotation du berceau	360 °	Impératif
FS4	Tendre la corde et maintenir la tension	C4.1	Tension	Précision 50N < T < 400N Fidélité	± 1 % ± 1 %
			C4.2	Glissement	Serrage sans glissement et pincement permanent de la corde

# B- ANALYSE STRUCTURELLE DU MECANISME DE MISE EN TENSION



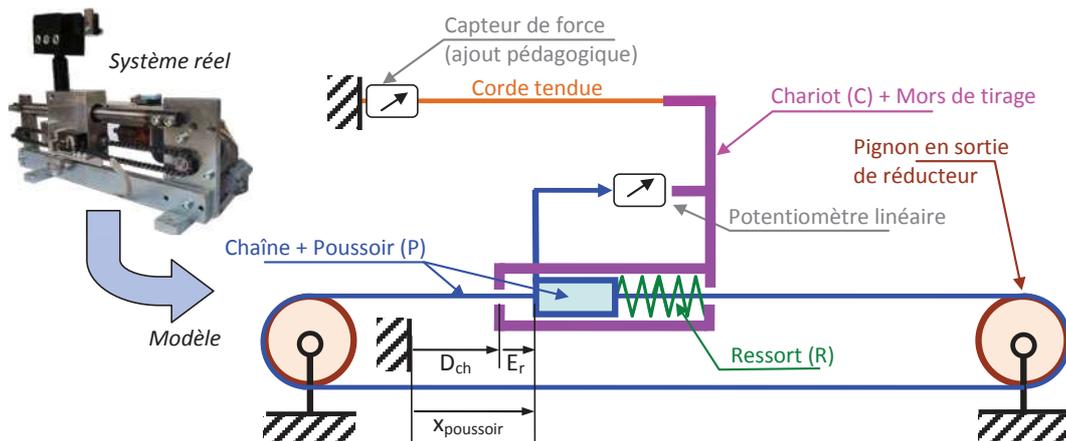
## Description Structurelle du Système de Mise en Tension

### A- SCHEMA-BLOC FONCTIONNEL DE L'ASSERVISSEMENT EN TENSION DU SYSTEME DE MISE EN TENSION



### B- DISPOSITIF DE MESURE DE LA TENSION DE LA CORDE

Lors d'une mise en tension de la corde, le poussoir (P) se déplace vers la droite (on note  $x_{\text{poussoir}}$  le déplacement du poussoir par rapport au bâti). Le poussoir écrase le ressort (R) et a donc un mouvement relatif par rapport au chariot (C). Ce déplacement relatif noté  $E_r$  est mesuré par un potentiomètre linéaire qui envoie à la carte électronique une tension (en V) signal correspondant à l'image de la tension (force) dans la corde.



### C- MODELE DE CONNAISSANCE DU MOTEUR COURANT CONTINU

Les équations du modèle de connaissance du moteur courant à continu sont les suivantes :

- $u_m(t) = e(t) + R_m \cdot i(t)$  Avec :  
 $u_m(t)$  : tension aux bornes du moteur [V]  
 $e(t)$  : force contre électromotrice du moteur [V]  
 $i(t)$  : intensité dans le moteur [A]
- $C_m(t) = K_m \cdot i(t)$   $C_m(t)$  : couple exercé par le moteur [N.m]
- $e(t) = K_e \cdot \omega_m(t)$   $\omega_m(t)$  : vitesse angulaire du moteur [rad/s]  
 $R_m = 1,1 \Omega$  : valeur de la résistance [ $\Omega$ ]  
 $K_e$  : constante de force contre électromotrice [V/(rad/s)]
- $J \cdot \frac{d}{dt} \omega_m(t) = C_m(t) - r \cdot R_p \cdot F_c(t)$   $J$  : inertie équivalente ramenée sur l'arbre moteur [kg.m<sup>2</sup>]  
 $K_m = 0,025 \text{ N.m/A}$  : constante de couple [N.m/A]  
 $F_c(t)$  : tension dans la corde [N]  
 $R_p = 0,01 \text{ m}$  : rayon de la poulie [m]  
 $r = 0,0188$  : rapport de réduction du réducteur [1]

## Systeme d'Acquisition dedie a la Cordeuse

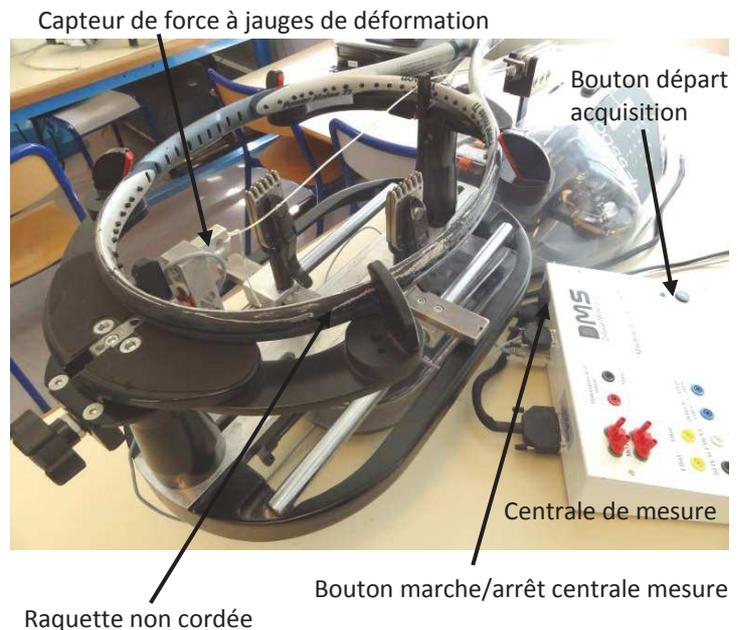
On utilise un capteur a jauges de deformation qui permet de mesurer la tension effective dans la corde.

### A- PREPARATION

- Fixer la raquette non cordee sur le berceau.
- Allumer la centrale de mesure avec le bouton marche arret.

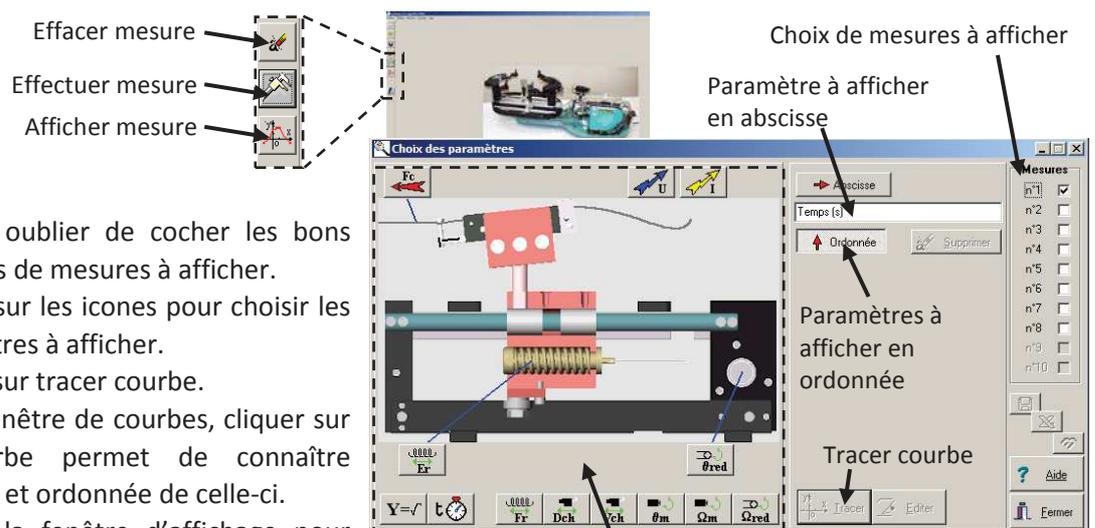
### B- PRISE DE MESURE

- Cliquer sur l'icone SP55.exe sur le bureau windows pour lancer le logiciel d'acquisition dedie a la cordeuse.
- Lancer une acquisition en cliquant sur 
- Cliquer sur « initialiser ».
- Appuyer sur le bouton « depart acquisition » sur la centrale de mesure jusqu'a ce que le decompte de temps sur le PC commence.
- Pendant 10 secondes la centrale va enregistrer les valeurs des parametres mesures.
- Automatiquement apres ces 10 secondes la centrale va envoyer ces valeurs au PC.



### C- VISUALISATION DES MESURES

- Visualiser les mesures a l'aide de l'interface dediee :



- Ne pas oublier de cocher les bons numeros de mesures a afficher.
- Cliquer sur les icones pour choisir les parametres a afficher.
- Cliquer sur tracer courbe.
- Sur la fenetre de courbes, cliquer sur la courbe permet de connaitre abscisse et ordonnee de celle-ci.
- Fermer la fenetre d'affichage pour faire d'autres mesures.

Zone icones parametres a afficher (passer la souris sur l'icone pour avoir la legende de celle-ci)

**Pour tout probleme d'acquisition, faire appel a l'examineur.**

Aucun logiciel n'étant prescrit en S.I.I., on ne donne ci-dessous que la forme du schéma bloc proposé au candidat. A noter qu'en cas de méconnaissance d'une commande du logiciel utilisé, le candidat est encouragé à faire appel à l'examineur.

Pour la question 9, le seul bloc qui doit être complété par le candidat est précisé ci-dessous, tous les autres étant déjà donnés (valeur numérique déjà saisie). Pour la question 10, on précise que les valeurs numériques du correcteur (du type Proportionnel Intégral) sont modifiables.

