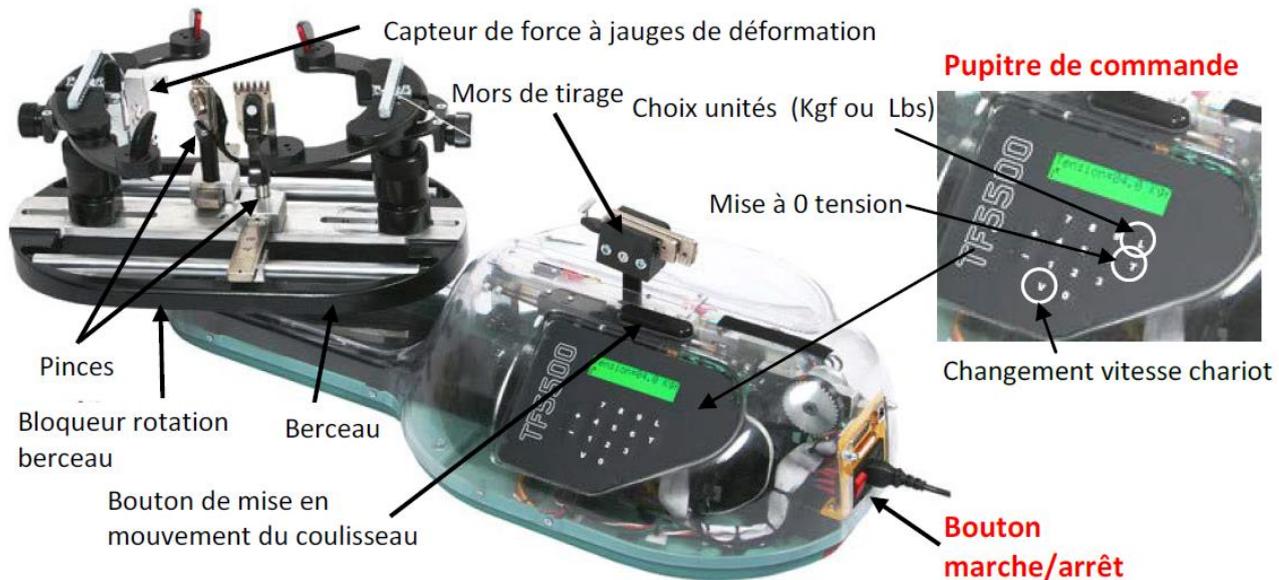


# Ressources Cordeuse

## 1. Analyse fonctionnelle et structurelle

### 1.1. Présentation du système

Le cordage d'une raquette de tennis ou de badminton nécessite de nombreuses manipulations manuelles. La partie automatisée de la machine permet d'assurer la réalisation précise de la tension de chaque brin. La figure ci-dessous met en évidence les éléments de la structure de la machine (modèle SP55).



Le berceau reçoit le cadre de la raquette sur lequel il est fixé solidement. La corde est attachée par l'une de ses extrémités sur le cadre (ou sur un capteur de force pour faire des mesures), glissée dans le rail de sélection (ou dans un oeillet du cadre), puis coincée dans le mors de tirage. L'opérateur met la machine sous tension électrique. Celle-ci, asservie en effort, ajuste la valeur de la tension, pré-réglée sur le pupitre de commande. Des pincés maintiennent la corde pendant que l'opérateur la retire du mors, la glisse au travers du rail de sélection (ou des oeillets du cadre) et retourne le berceau pour pouvoir la saisir à nouveau et la tendre.

### 1.2. Extrait du cahier des charges

Fonctions ou exigences	Critères	Niveau	limite
Tendre la corde sur le cadre de la raquette	Tension (N)	50 400	mini maxi
	Justesse de la tension (%)	15	maxi
	Fidélité de la tension (%)	1	maxi
	Rapidité de la mise en tension (s)	3	maxi
S'adapter à l'énergie disponible	Tension	220 V 50 Hz	
	Intensité consommée	2A	maxi

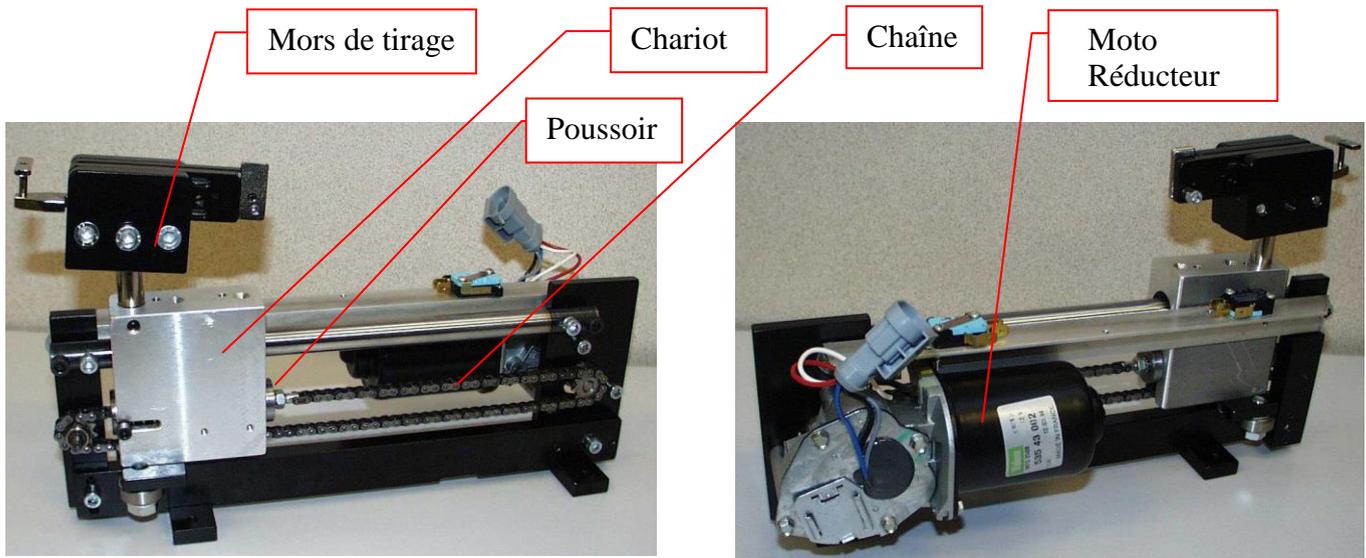
Définitions : la précision associe deux qualités : la justesse et la fidélité

- **Justesse** : aptitude à donner une indication égale à la valeur de consigne
- **Fidélité** : (ou répétitivité) aptitude à fournir des indications concordantes pour une même valeur de consigne.

### 1.3. Description du fonctionnement du système de mise en tension

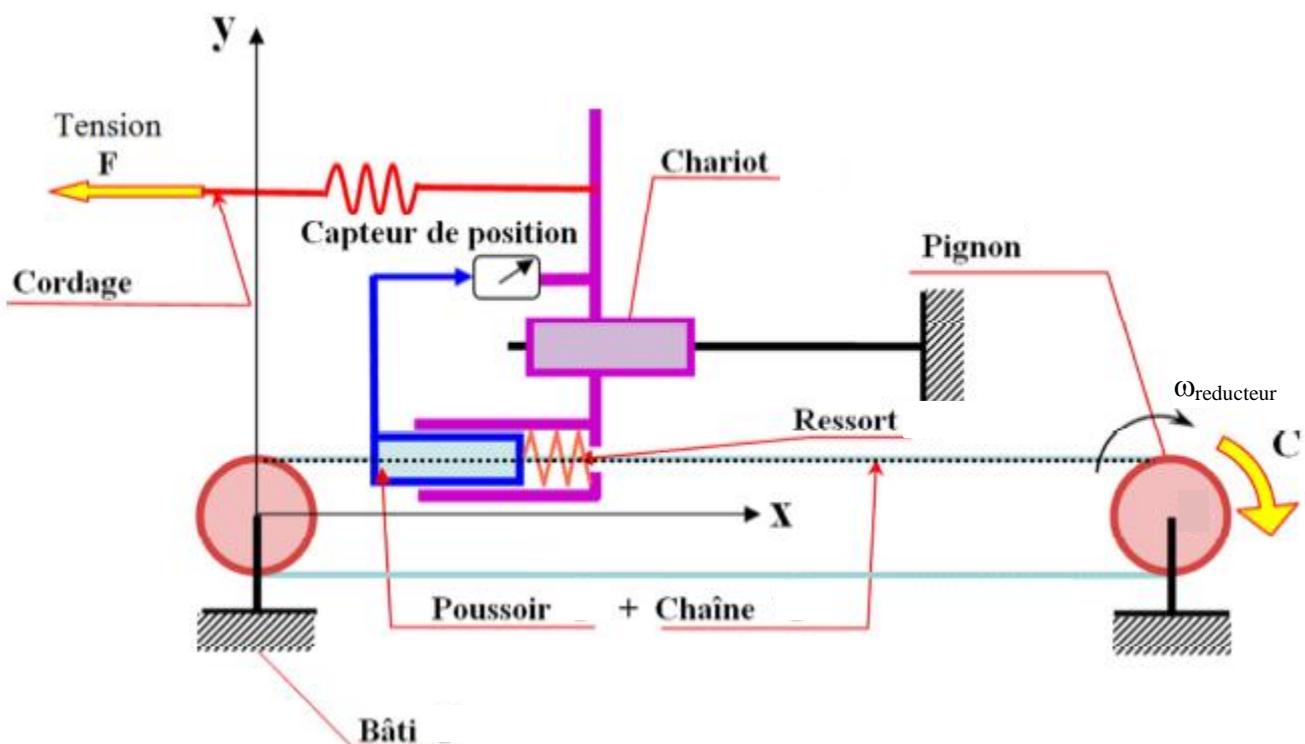
Le mécanisme de mise en tension présenté ci-après est constitué principalement d'un moto-réducteur et d'une transmission par chaîne assurant le déplacement du chariot. Celui-ci porte le mors de tirage auquel est fixée la corde à tendre.

Le moto-réducteur est composé d'un moteur électrique à courant continu piloté par une carte électronique et d'un réducteur à roue et vis sans fin.



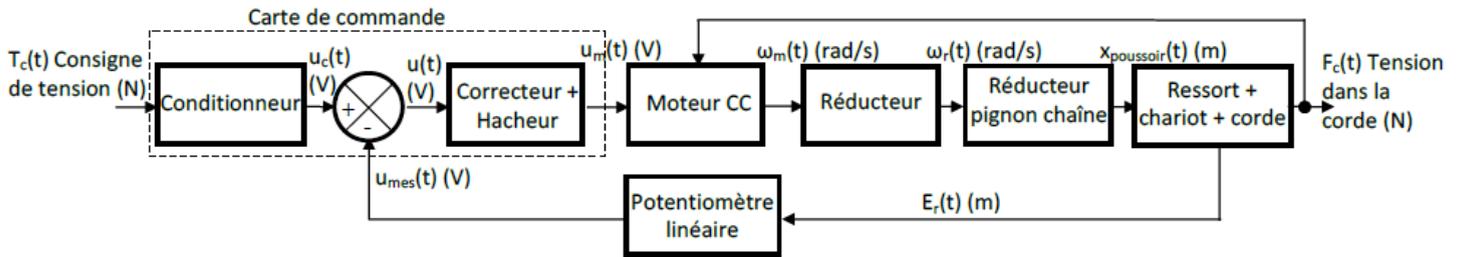
Le brin tendu de la chaîne est attaché à un poussoir en appui sur le chariot par l'intermédiaire d'un ressort calibré.

Lors de l'opération de tension de la corde, le poussoir se déplace vers la droite par rapport au chariot en écrasant le ressort. Ce déplacement est mesuré par un capteur de position (potentiomètre linéaire) qui envoie un signal, image de la tension dans la corde, à la carte électronique. Celle-ci gère alors la commande du moteur nécessaire à la réalisation précise de la tension.

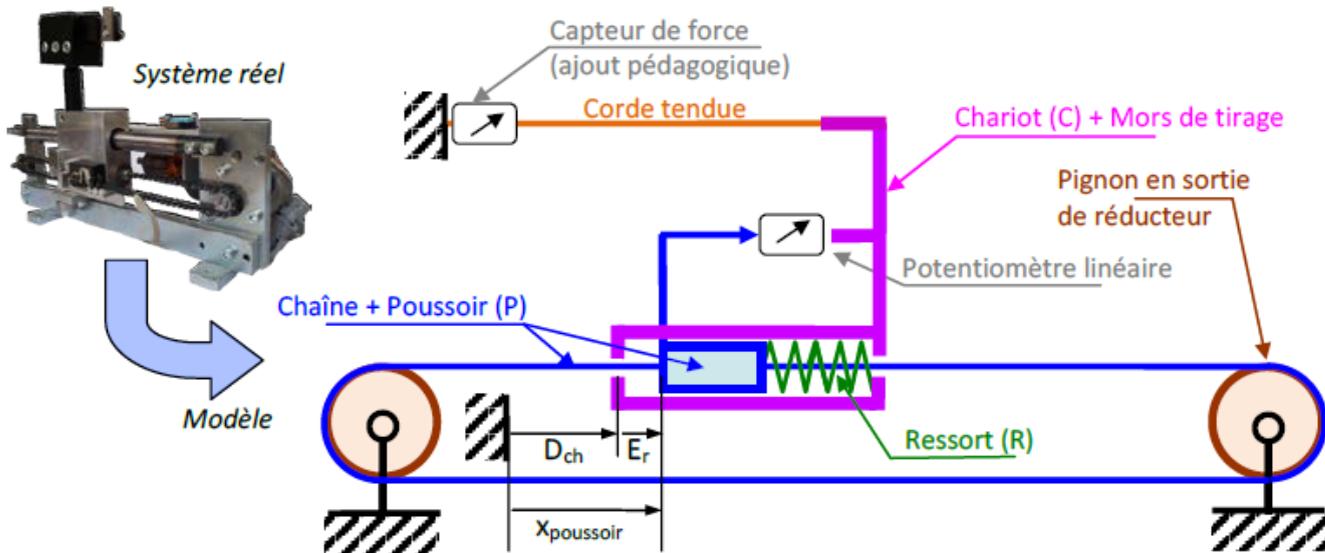


## 2. Modélisation du système

Le mécanisme ainsi réalisé constitue en fait un système asservi en effort représentable sous la forme simplifiée ci-dessous.



### 2.1. La cordeuse instrumentée



### 2.2. Grandeurs utiles

Pour décrire le schéma bloc du système de mise en tension il est nécessaire de définir les grandeurs suivantes :

- $T_c$  : tension (en Newton) consigne dans la corde
- $T$  ou  $F_c$  : tension (en Newton) réelle dans la corde
- $U_c$  : tension (en Volt) de consigne
- $I$  : intensité (en Ampère) dans le moteur
- $U_m$  : tension (en Volt) aux bornes du moteur
- $C_m$  : couple (en Nm) délivré par le moteur
- $C_r$  : couple résistant (en Nm) appliqué au moteur
- $\omega_m$  : vitesse de rotation (en rad/s) du moteur
- $E$  : force contre électromotrice (en Volt) du moteur
- $\omega_r$  : vitesse de rotation (en rad/s) du pignon de la transmission par chaîne
- $V$  : vitesse (en m/s) du poussoir
- $X_{poussoir}$  : déplacement (en m) du poussoir
- $D_{ch}$  : déplacement (en m) du chariot.  $E_r = X_{poussoir} - D_{ch}$
- $U_{mes}$  : tension délivrée par le potentiomètre linéaire du capteur d'effort

### 2.3. Variables d'environnement

Réglage Tension corde en N	100 / 200 / 300
Réglage Vitesse chariot	V1

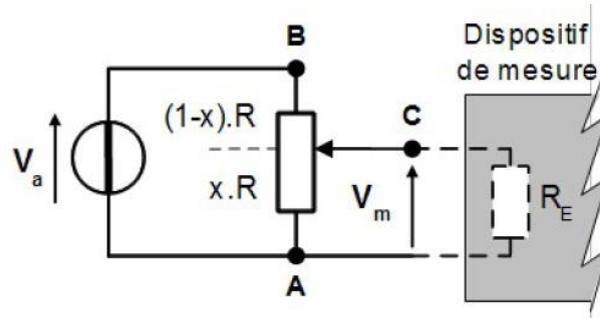
### 3. Description des composants

#### 3.1. les potentiomètres

L'objet dont on désire mesurer la position ou le déplacement, est rendu solidaire mécaniquement du curseur du potentiomètre.

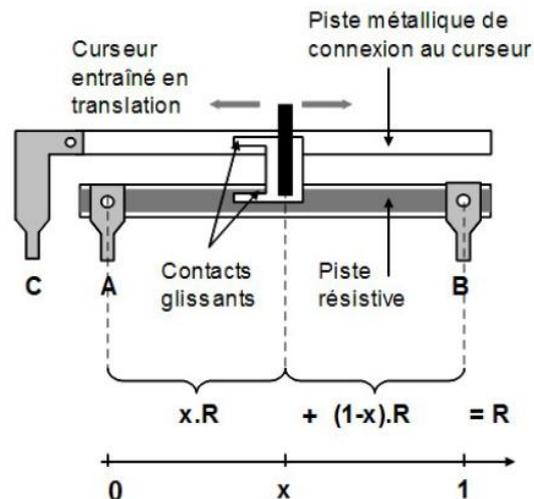
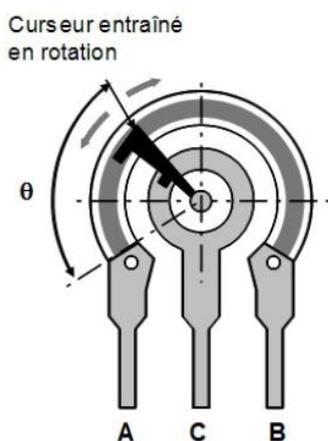
Si on applique une tension continue  $V_a$  entre ses extrémités A et B, la tension  $V_m$  mesurée entre A et C est proportionnelle au déplacement  $x$  de cet objet.

On appelle  $R_e$  la résistance d'entrée du dispositif de mesure, supposée très grande :  $R_e \gg R$ .



Dans ces conditions :

$$V_m = \left( \frac{R_{eq}}{(1-x) \cdot R + R_{eq}} \right) \cdot V_a \quad \text{avec} \quad R_{eq} = \frac{xR \cdot R_e}{xR + R_e} \simeq xR$$



Exemples : potentiomètre rotatif à gauche et linéaire à droite

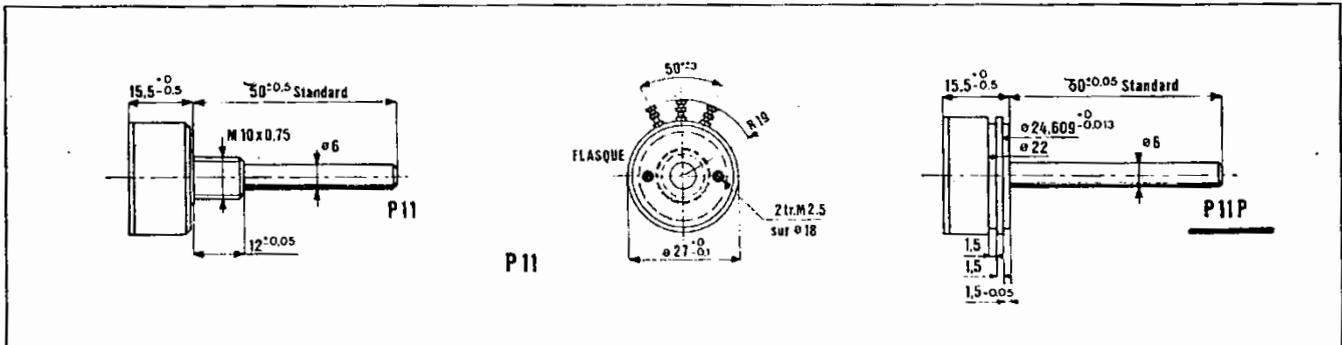
L'inconvénient majeur de ce type de capteur est l'usure mécanique de la piste résistive (en carbone ou plastique). Son avantage est la simplicité de la mise en oeuvre, la forte amplitude de la tension  $V_m$  ne nécessitant pas d'amplification.

## Potentiomètres de Précision



- Modèles **P 11** avec canon et butée  
**P 11 I** fixation par flasque synchro, avec butée, montage sur paliers lisses  
**P 11 P** fixation par flasque synchro, sans butée, montage sur roulements à billes

Modèles conformes aux normes CCTU 05-02 A catégorie 434, et CCTU 05-04 catégorie 456 (PZ 86).



### CARACTERISTIQUES GENERALES

- Boîtier : Diallyléphtalate noir.  
 Axe : Arcap ou acier inox.  
 Sorties : 3 plots étames.  
 Canon : Laiton cadmié.  
 Flasque : Aluminium oxydé doré.
- Bobinage : Fils en nickel-chrome ou fer constantan suivant valeur ohmique.  
 Contacts : Métal précieux, platine-palladium.  
 Curseur : Bronze béryllium avec contact en platine palladium rapporté.

### DEFINITION

GAMME DES RESISTANCES	FILS EN FER CONSTANTAN						FILS EN NICKEL-CHROME					
	10 Ω	22 Ω	47 Ω	100 Ω	220 Ω	470 Ω	1 kΩ	2,2 kΩ	4,7 kΩ	10 kΩ	22 kΩ	47 kΩ
<b>P 11 - P 11 I</b>	161	207	254	339	467	420	600	660	1 020	1 125	1 720	2 130
<b>P 11 P</b>	180	230	300	380	500	440	640	710	1 120	1 240	1 890	2 300

### CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

MODELES	P 11	P 11 I	P 11 P
Description	1 tour avec butée	1 tour avec butée	1 tour sans butée
Tolérance standard	± 5 %	± 5 %	± 5 %
Linéarité standard	± 0,25 %	± 0,25 %	± 0,25 %
Résiduelles pour valeur > 500 Ω	< 1/1 000 Rn	< 1/1 000 Rn	< 1/1 000 Rn
Résiduelles pour valeur < 500 Ω	< 0,5 Ω	< 0,5 Ω	< 0,5 Ω
Course électrique	290° ± 5°	290° ± 5°	355° ± 2°
Course mécanique	300° ± 5°	300° ± 2°	—
Durée de vie	500 000 manœuvres	500 000 manœuvres	3. 10 <sup>6</sup> manœuvres
Couple de rotation maximum	Minimum	Minimum	Minimum
Couple de démarrage maximum	50 gr pcm	50 gr pcm	< 30 gr pcm
Puissance	70 gr pcm	70 gr pcm	30 gr pcm
Température de fonctionnement	2 W à 70 °C	2 W à 70 °C	2 W à 70 °C
Coefficient de température	— 55 °C à + 125 °C	— 55 °C à + 125 °C	— 55 °C à + 125 °C
Tension de claquage	< 50 PPM	< 50 PPM	< 50 PPM
Résistance d'isolement	1 500 V CC 1'	1 500 V CC 1'	1 500 V CC 1'
Paliers	> 10 000 MΩ	> 10 000 MΩ	> 10 000 MΩ
	Lisses	Lisses	A roul. à billes

### CARACTERISTIQUES OPTIONNELLES

- Tolérances de 3 %, 1 %.
- L et Ø d'axe variables sur demande, fente tournevis.
- Shutage de piste ou réduction de l'angle de rotation.
- Blocage sur P 11.
- Axe traversant diamètre standard 3 mm ou 6 mm en option par manchon.
- Bornes de sorties supplémentaires.
- Couplage de 2, 3, 4 potentiomètres. Pour couplage supérieur, nous consulter.
- Angle de rotation de 355° ± 2° sur le modèle P 11 et P 11 I.
- Adjonction d'une butée sur le P 11 P.
- Étanchéité aux poussières sur le modèle P 11.

**Potentiomètres Miniatures Rectilignes****Série MM**

Caractéristiques électriques	MM 10	MM 11	MM 15	MM 20	MM 30
Déplacement électrique (mm)	10 ±0,5	11 ±0,5	15 ±0,5	20 ±0,5	30 ±0,5
Valeur ohmique (kΩ)	1, 2, 5, 10, 50		0,5, 1, 2, 5, 10		
Tolérance ohmique standard (%)	±15	±10	±10	±10	±10
Meilleure tolérance ohmique (%)			±10		
Linéarité indépendante standard (%)	±1	±1		±0,5	
Meilleure linéarité possible (%)	±0,5	±1		±0,5	
Résolution (mm)			<0,01		
Puissance maxi à 40° C (W)	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5
Tension maxi en service (V)			50		
Coefficient de température (ppm/k)			±400		
Résistance résiduelle (%)			<2		
Isolément (MΩ)			>1000 à 500 V DC		
Tension de claquage	500 V <sub>eff</sub> /1 min		1000 V <sub>eff</sub> /1 min		
Courant curseur maxi (mA)			1		
Courant curseur recommandé (mA)			0,001		

Caractéristiques mécaniques	MM 10	MM 11	MM 15	MM 20	MM 30
Déplacement mécanique	12 <sup>+1</sup>	10 <sup>+2</sup>	15 <sup>+2</sup>	20 <sup>+2</sup>	30 <sup>+2</sup>
Friction maxi au démarrage (N)			0,4		
Friction maxi en service (N)			0,3		
Contrainte statique (N)	10	20	20	20	20
Hystérésis (%)			aucune		
Poids (g)	5	30	30	30	30
Montage mécanique			2 x Paliers lisses		
Vitesse de déplacement maxi (m/s)			2		
Durée de vie moyenne (manœuvres)			1 x 10 <sup>6</sup>		
Boîtier			Duroplast		
Axe			Acier inoxydable		
Raccordement	MM 10 : 3 câbles isolés au diam. 0,5 mm MM 11-MM 30 : plots dorés pour connecteurs DIN 46247				

Conditions d'utilisation	
Température ambiante (° C)	-25...+105
Température maxi (° C)	-40...+125
Vibrations	15 G/10...2000 Hz
Chocs	50 G/11 ms
Indice de protection	IP40

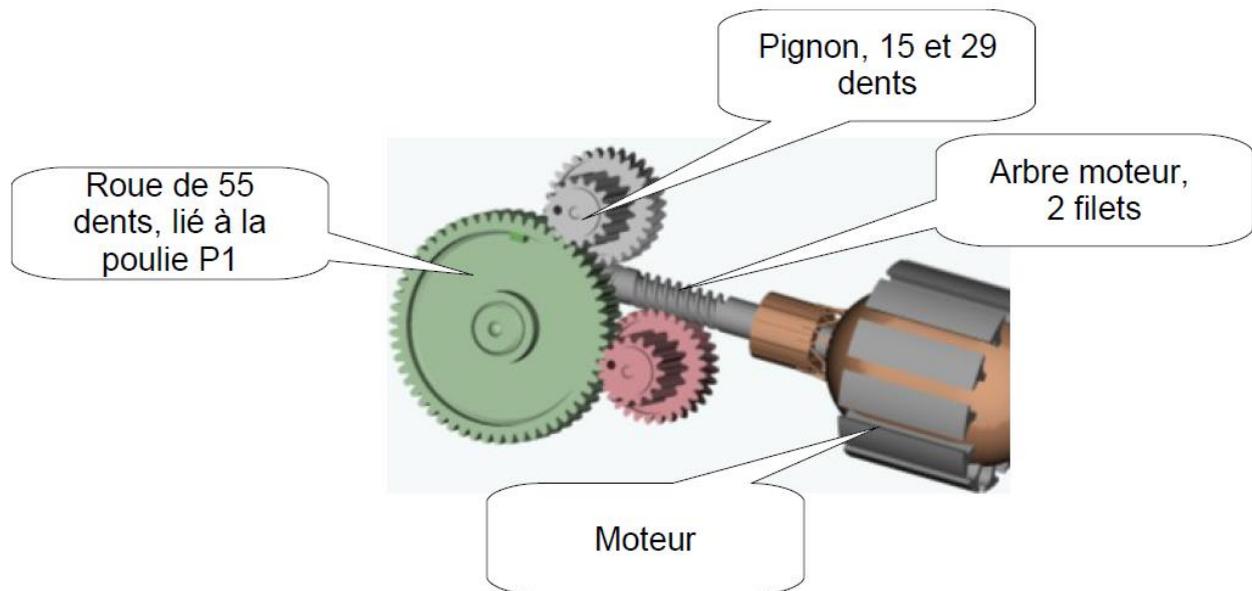
**Options**

<b>mécaniques :</b>	- axe spécial - branchement pour circuits intégrés (que pour le MM10) - ressort de rappel	<b>électriques :</b>	- valeur ohmique - tolérance spécial (tol. ohmique, tol. linéaire) - prise point milieu (MM11 à MM30)
---------------------	---	----------------------	---

### 3.2. Le réducteur

Le réducteur utilisé permet d'obtenir un fort rapport de réduction dans un encombrement réduit.

Sa fonction principale est de réduire la vitesse de rotation du moteur et d'augmenter ainsi le couple en sortie du réducteur.



Il se compose d'un système roue-vis sans fin relié directement en sortie de moteur, puis d'un train d'engrenages à fort rapport de réduction (voir documents en annexe)

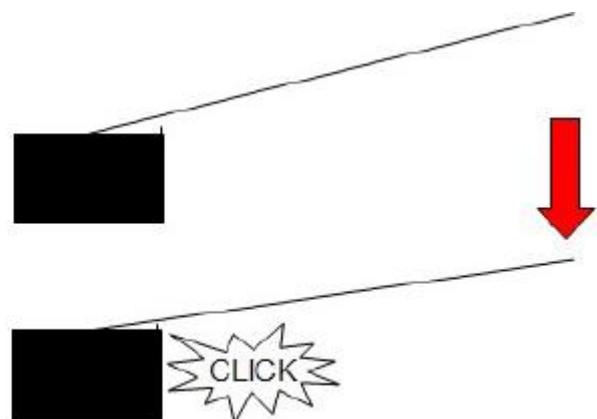
### 3.3. Le système pignon-chaîne

Le système pignon-chaîne est accouplé à la sortie du réducteur et permet de transformer la rotation du réducteur en translation transmise au mors de tension (voir documents en annexe).

Le rayon du pignon étant de 10 mm environ et le pas de la chaîne de 6 mm, 1 tour du pignon de sortie du réducteur correspond environ à un déplacement de 60 mm du chariot.

### 3.4. Les détecteurs de présence mécanique

Ils détectent la présence d'un objet par contact mécanique. Le principe de fonctionnement est celui d'un interrupteur, ils prennent donc un état 0 ou 1.



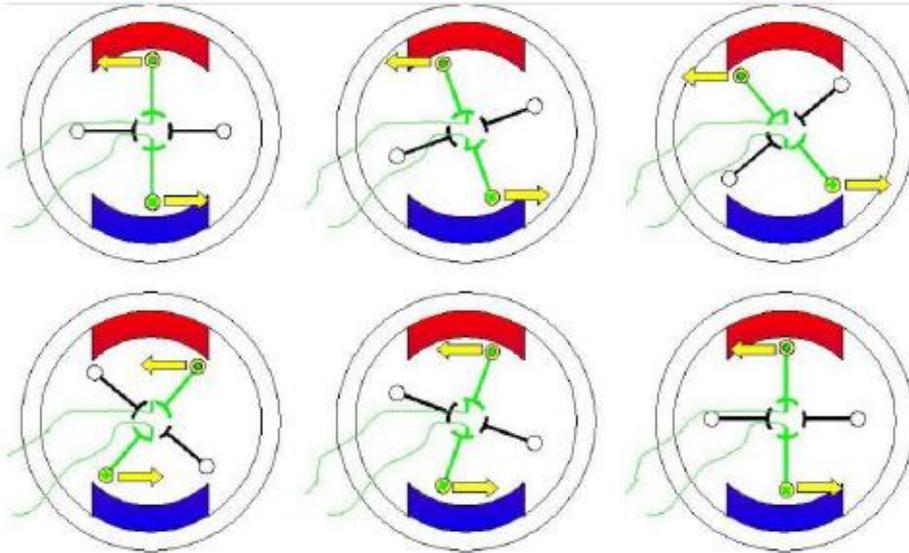
L'avantage principal de ce type de capteur est la simplicité d'utilisation. Leur inconvénient est d'être en contact direct avec le produit. Ils servent ici pour indiquer la fin de course du mors de tension.

### 3.5. Le moteur à courant continu

#### 3.5.1. Principe de fonctionnement

Le moteur électrique à courant continu est constitué d'aimants et de fils enroulés. Il se base sur la force de Laplace : tout conducteur parcouru par un courant et plongé dans un champ magnétique subit une force, la force de Laplace, proportionnelle à l'intensité du courant et du champ magnétique.

Un système particulier permet de faire varier le passage du courant dans les fils, afin de générer une force de Laplace motrice pour le mouvement de rotation (présenté figure suivante).



#### 3.5.2. Mise en équation

Pour traduire le comportement dynamique du moteur à courant continu il faut écrire 4 équations : deux d'entre elles sont des lois fondamentales de la physique (loi des mailles et PFD), les deux autres étant issues des lois sur l'électromagnétisme.

On définit les grandeurs propres au fonctionnement du moteur :

- $i(t)$  : intensité (en Ampère) dans le moteur
- $u_m(t)$  : tension (en Volt) aux bornes du moteur
- $C_m(t)$  : couple (en Nm) délivré par le moteur
- $C_r(t)$  : couple résistant (en Nm) provenant en partie de la tension de la corde
- $\omega_m(t)$  : vitesse de rotation (en rad/s) du moteur
- $e(t)$  : force contre électromotrice (en Volt) du moteur
- $L$  : inductance de l'induit ( $L = 1\text{mH}$ )
- $R$  : résistance électrique du moteur ( $R = 0.8 \Omega$ )
- $J$  : inertie équivalente (en  $\text{kg}\cdot\text{m}^2$ ) à l'ensemble mobile ( $J = 7,1 \cdot 10^{-5} \text{kg}\cdot\text{m}^2$ )
- $K_e$  : constante de couple et de force électromotrice ( $K_e = 0.032 \text{Vs/rad} = 0.032 \text{Nm/A}$ )

Les valeurs proposées sont données à **titre indicatif**. Leur validation expérimentale si elle est possible doit être faite.

Equation électrique : 
$$u_m(t) = e(t) + Ri(t) + L \frac{di(t)}{dt}$$

Equation mécanique (PFD) : 
$$J \frac{d\omega_m}{dt}(t) = C_m(t) - C_r(t) = C_m(t) - \mu \cdot \omega_m(t) - Cf - \dots$$

Equations de couplage : 
$$e(t) = K_e \cdot \omega_m(t) \quad \text{et} \quad C_m(t) = K_e \cdot i(t)$$

Un couple est une action mécanique qui a tendance à s'opposer à la mise en rotation d'un solide.

Un couple résistant ( $C_r(t)$ ) va donc avoir tendance à freiner un solide en rotation. On modélise souvent le couple résistant dû aux frottements en le décomposant en couple de frottement sec ( $C_f$ ) et en couple de frottement visqueux ( $\mu \cdot \omega_m(t)$ ).

L'inertie (équivalente) traduit la difficulté d'accélérer un solide en rotation. Sa masse ainsi que ses dimensions radiales influent sur le moment d'inertie  $J$ .

Ces équations permettent d'obtenir les fonctions de transfert du système perturbé :

$$\Omega_m(p) = H_u(p) \cdot U_m(p) + H_r(p) \cdot C_r(p)$$

### 3.5.3. Documents constructeur

## ENVIRONNEMENT TECHNIQUE ET SCIENTIFIQUE

TECHNICAL FEATURES (pages 8 to 10)

### 1. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Les **motoréducteurs** à courant continu employés en essuyage comportent deux sous-ensembles :

- la partie électromagnétique, qui constitue l'origine de la puissance (électrique) : le **moteur** 1
- la partie mécanique, qui permet l'adaptation de la première au besoin (couple, vitesse) : le **réducteur** 2

#### LE MOTEUR ELECTROMAGNETIQUE :

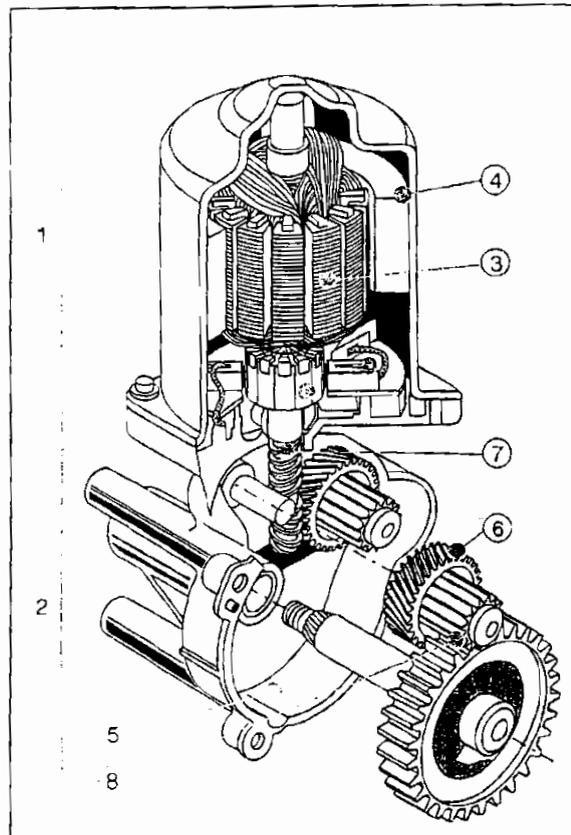
La circulation d'un courant dans les spires (bobines du rotor ou induit 3) génère un flux magnétique (électro-aimant), qui transforme l'énergie électrique en énergie mécanique par effets vis-à-vis du champ magnétique permanent (carcasse + ferrites ou inducteur 4).

Le sens de rotation du moteur est fixé par la polarité du branchement de l'alimentation électrique. L'inversion du branchement provoque donc une inversion du sens de rotation.

#### LE REDUCTEUR MECANIQUE :

Il permet d'adapter la vitesse et le couple au besoin du système qu'il entraîne.

Le réducteur, situé à l'intérieur du socle 5, est composé d'un premier train par roue ou pignons 6 et vis sans fin 7, et dans certains cas, d'un multiplicateur d'angle (moteurs 4GA et 4BGA), ou second étage (8) (moteurs MFD).



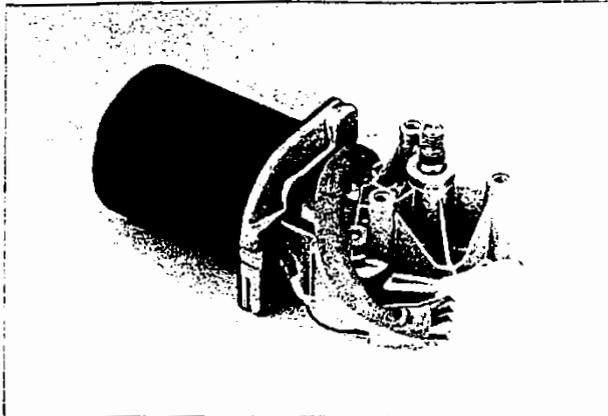
### 2. CARACTERISTIQUES DU MOTOREDUCTEUR

NOTATIONS, PARAMETRES UTILISES, UNITES :

$U_N$	Tension nominale (12 ou 24)	Volt (V)
$I_0$ $I_{MAX}$	Courant à vide (sans charge sur réducteur) Courant à vide maximal (couple bloqué)	Ampère (A)
$C_5$ $C_{MAX}$	Couple utile à $N = 5$ Tr/min Couple utile maximal (bloqué)	Newton-Mètre (Nm)
$N_0$	Vitesse à vide (sans charge sur réducteur)	Tours Minute (Tr/min) $= 2\pi/60$ Radian/Seconde (Rad/s)
$P_{UN}$ $P_{UMAX}$	Puissance utile (mécanique restituée) nominale Puissance utile maximale	Watt (W)
$P_{UN}$ $P_{UMAX}$	Puissance absorbée (électrique) nominale Puissance absorbée maximale	Watt (W)
$\eta_R$ $\eta$	Rendement réducteur Rendement global (motoréducteur)	

# MOTOREDUCTEUR DOUBLE ETAGE, A SORTIE ROTATIVE

## DOUBLE BALANCED GEARBOX ROTATIVE D.C. MOTORS



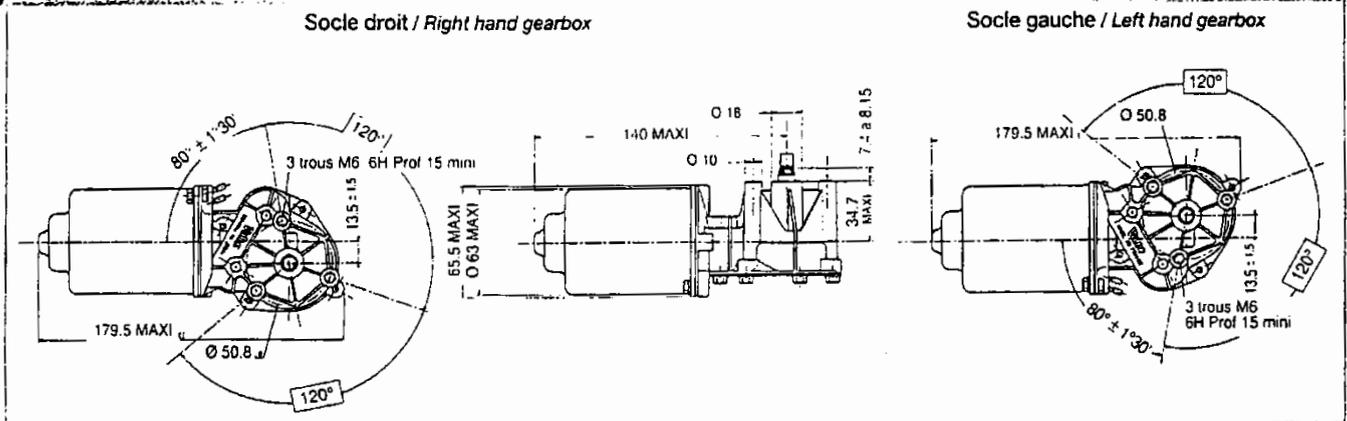
### MFD 250

#### CARACTERISTIQUES GENERALES / GENERAL DATA

- Tension d'utilisation / Nominal voltage: 12 V
- Condition Thermique d'utilisation / Working temperature: -30°C à +80°C
- Masse / Weight: 1.195 Kg
- Vitesse / Wiping speed: Bivitesse / Two speed
- Sens de rotation / Output: SH ou SIH\* / CW or ACW\*
- Diamètre de l'arbre de sortie / Exit spindle diameter: 10 mm

\* SH = Sens Horaire, SIH = Sens Anti Horaire / CW = Clockwise, ACW = Anticlockwise

#### ENCOMBREMENT / OVERALL DIMENSIONS



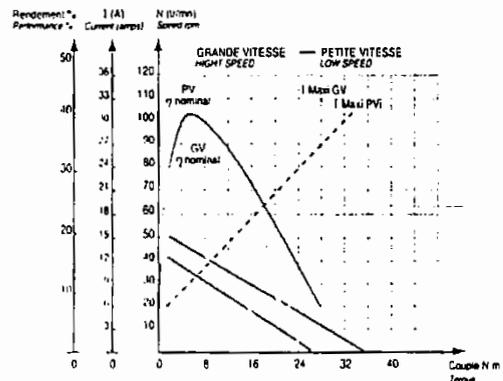
#### PERFORMANCES / PERFORMANCES

	PV / LS	GV / HS
• Vitesse à vide / Speed (no load)	50 tr/mn rpm	78 tr/mn rpm
• Courant à vide / Current (no load)	2 A	2,5 A
• Couple à 5 tr/mn / Torque at 5 rpm	28 Nm	25 Nm
• Courant maxi. cons. / Max. current	25 A	30 A
• Puissance abs. maxi. / Max. cons. power	340 W	400 W
• Niveau de bruit / Noise level	55 dBA	60 dBA

(Mesuré à 10 cm en chambre sourde / Measured at 10 cm in an anechoic chamber)

#### COURBES DE VITESSE ET D'INTENSITE / OUTPUT SPINDLE CHARACTERISTICS (SPEED AND CURRENT)

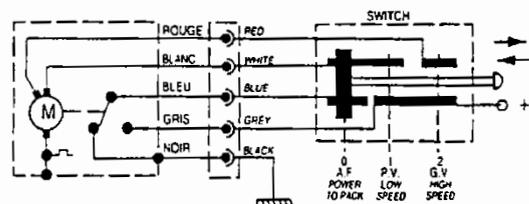
Tension d'essai : 13.5 ± 0.1 V à T = 23 ± 5 C° / Test voltage : 13.5 ± 0.1 V at T = 23 ± 5 C°



#### OPTIONS / OPTIONS

- Protection thermique / Thermal protection
- Protection d'étanchéité / Water ingress protection
- Antiparasitage / RFI suppression
- Monovitesse / Single speed
- Tension 24 V / Voltage 24 V

#### SCHEMA DE BRANCHEMENT / WIRING DIAGRAM



### 3.6. Carte électronique

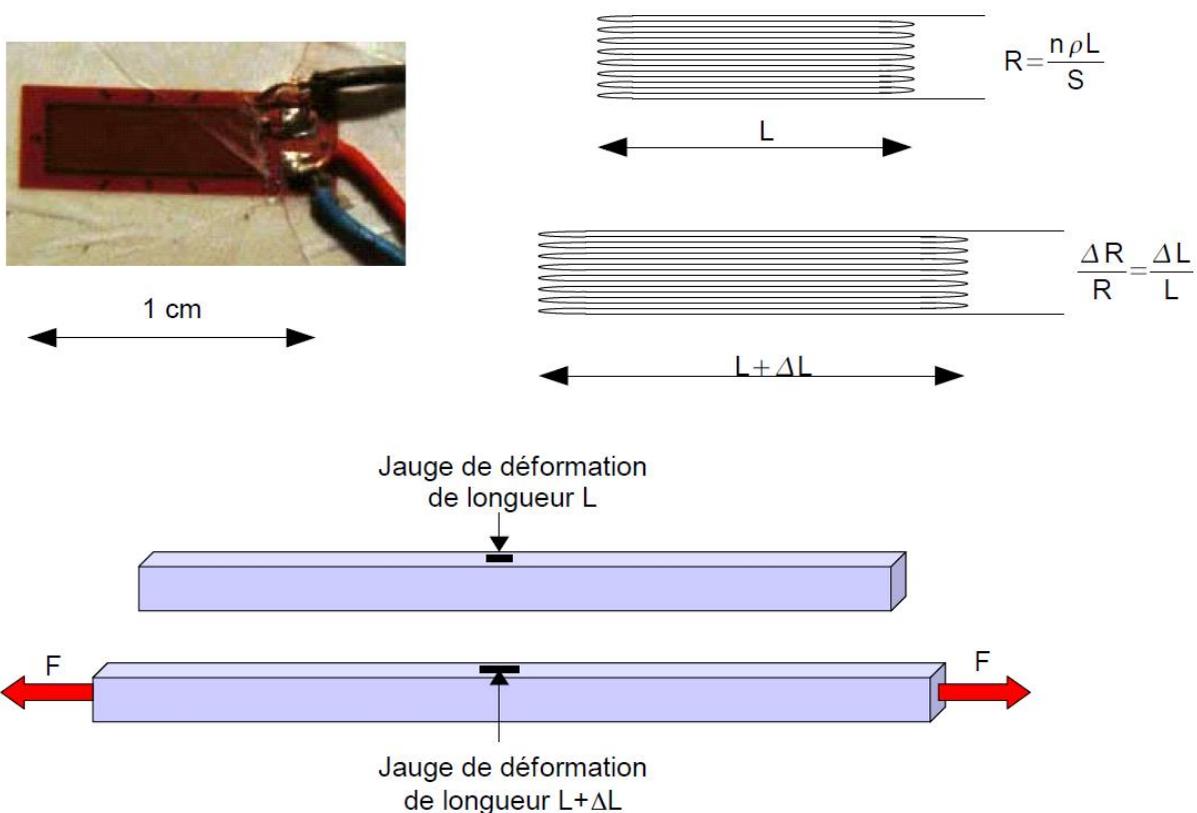
La carte électronique est constituée de plusieurs composants :

- le convertisseur dont la fonction de transfert est un gain pur qui permet de convertir la consigne de tension  $T_c$  entrée par l'utilisateur en une tension de consigne  $U_c$
- un comparateur qui réalise une soustraction
- un correcteur/variateur dont on modélisera la fonction de transfert par un gain pur qui permet d'alimenter le moteur à l'aide d'une tension  $U_m$ . **Attention !** Non-linéarité possible : saturation en sortie du correcteur pour ne pas dépasser la tension max d'alimentation du moteur.

## 4. Instrumentation : Jauge de déformation

La cordeuse est équipée d'un capteur de tension de la corde qui permet de visualiser la tension au point d'ancrage de la corde. Ce capteur n'agit pas dans l'asservissement du système, il est simplement un moyen de mesure à but éducatif.

Le principe utilisé est celui de la jauge de déformation : Un fil en serpentin est collé sur la surface d'une pièce pour laquelle on désire connaître les efforts qu'elle subit. Lorsqu'un effort est appliqué, le fil se déforme, subit une variation de longueur. Sa résistance varie en conséquence. La variation de sa résistance est proportionnelle à sa variation de longueur. Connaissant la loi de comportement du matériau, qui relie les déformations aux efforts, on a accès aux efforts.



## 5. Manipulations

### 5.1 Essai de tension de la corde

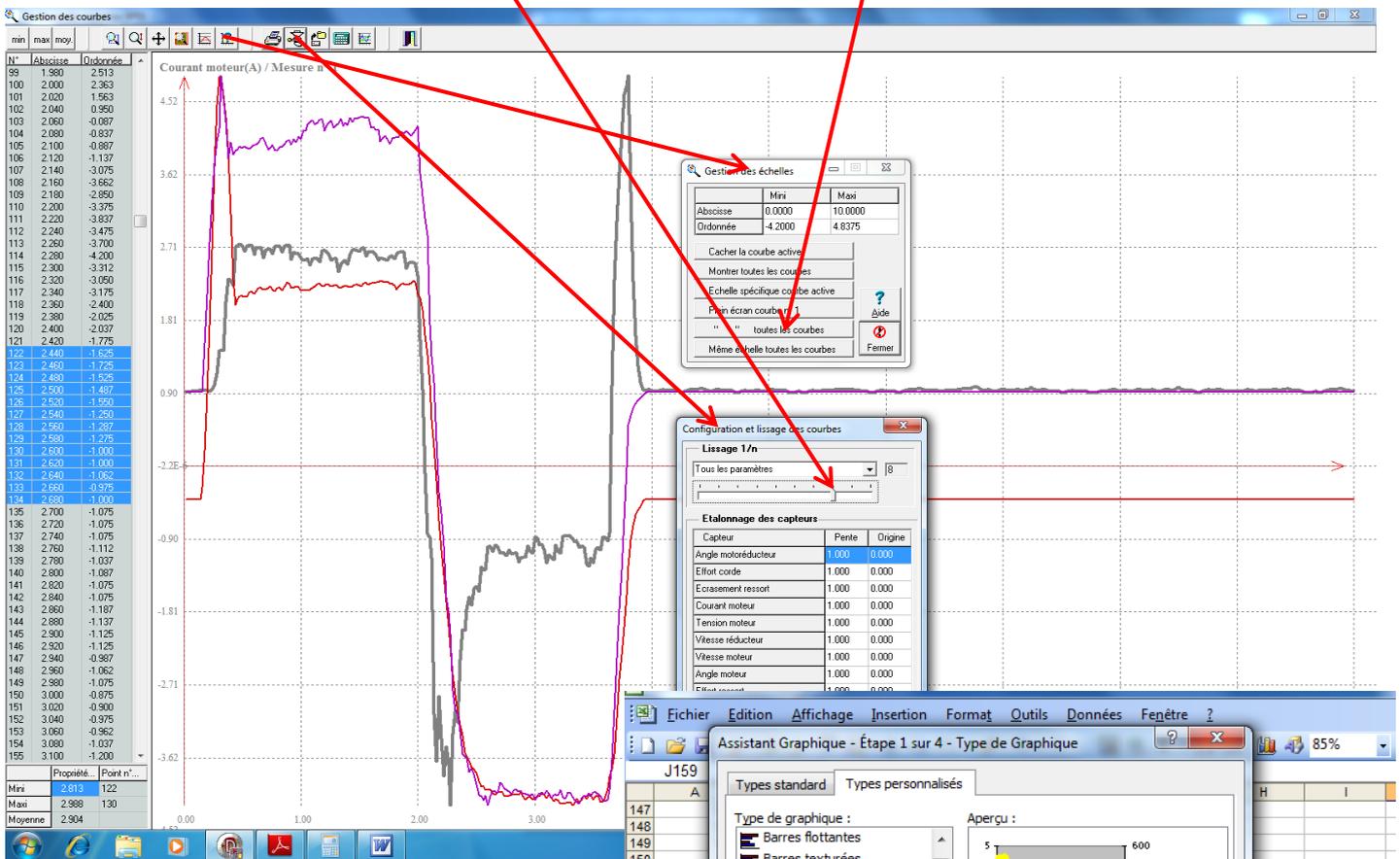
- Allumer la cordeuse et le boîtier d'acquisition, puis ouvrir le logiciel d'acquisition SP55
- Faire passer la corde dans l'œillet adéquat
- Bloquer la corde dans le mors de serrage
- Afficher une tension sur le pupitre de contrôle (10kgf par exemple)
- Etablir la communication micro-station en validant successivement Effectuer une mesure, initialiser. Un message à l'écran indique que la mesure est prête à démarrer

- Appuyer sur le bouton départ du tableau de bord du boîtier d'alimentation. Ceci a pour effet de lancer le chronomètre contrôlant la durée de mesure (10s)
- Appuyer sur le bouton poussoir
- Observer la corde se tendre et la bloquer à l'aide d'une pince une fois la tension réalisée
- Relâcher la tension du mors de serrage
- La partie de la corde serrée par la pince reste sous tension
- Les résultats de mesure sont importés directement par le logiciel.

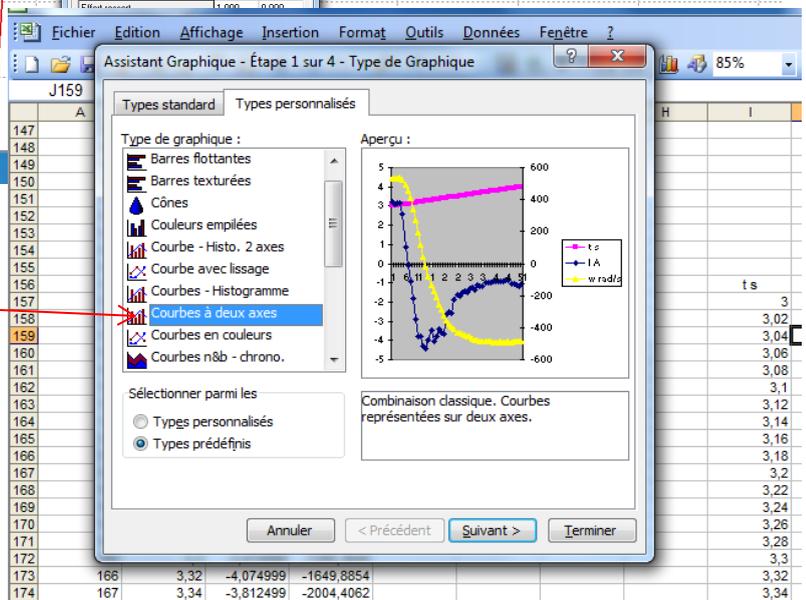
### 5.2. Affichage des résultats

- Revenir à la page d'accueil du logiciel
- Sélectionner le bouton courbe de résultats
- Choisir le bouton abscisse, puis désigner l'icône voulue
- Choisir le bouton ordonnée, puis désigner l'icône voulue
- Sélectionner le numéro de la mesure
- Sélectionner l'option tracer

Vous serez sans doute amenés à lisser les courbes et afficher plusieurs courbes avec leurs échelles spécifiques



Si vous utilisez excel : Affichage de graphique



## Pour visualiser des mesures sur Scilab

- Réaliser le schéma ci-dessous sur scilab.
- Lire le fichier de mesures sous excel par exemple et le transformer en fichier .csv (attention à la mise en forme).

Mise en forme du fichier de mesures .csv

4	0.03	34.7
5	0.04	35.2
6	0.05	35.4
7	0.06	35.9
8	0.07	36.3
9	0.08	36.7
10	0.09	37.0
11	0.1	37.5
12	0.11	37.8
13	0.12	38.2
14	0.13	38.7

The diagram shows a Scilab simulation environment. A 'Read csv' block is connected to a 'Time 3 s' block and a plot area. A red circle highlights the Excel spreadsheet data in the background. Below the main image are two dialog boxes for configuring the 'Read csv' block.

**Demande de plusieurs valeurs Scilab**

Définir READ\_CSV les paramètres du bloc

Get data from csv file

Path of csv file, eg: E:\my path\file.txt: E:\prepa\Sii\TP il...

delimiter ( , or ; or t (tabulation)): ;

Number of column (the first one must be discrete time): 4

Number of initial lignes ignored: 0

OK Cancel

**Demande de plusieurs valeurs Scilab**

Définir CLOCK\_c les paramètres du bloc

Générateur de pulsations d'horloge

Ne commencez pas si le temps d'initialisation est négatif

Période: 0.001

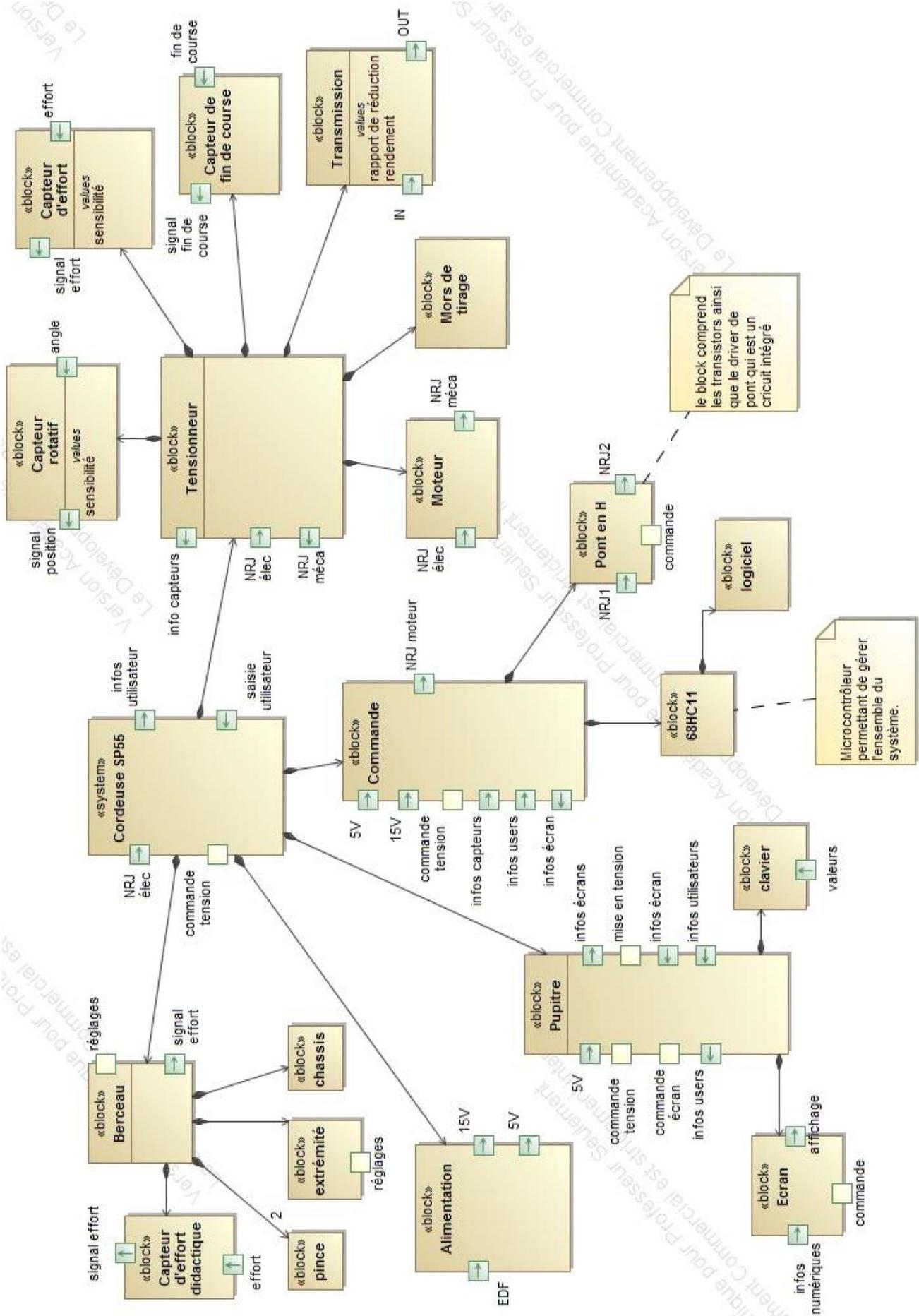
Temps d'initialisation: 0

OK Cancel

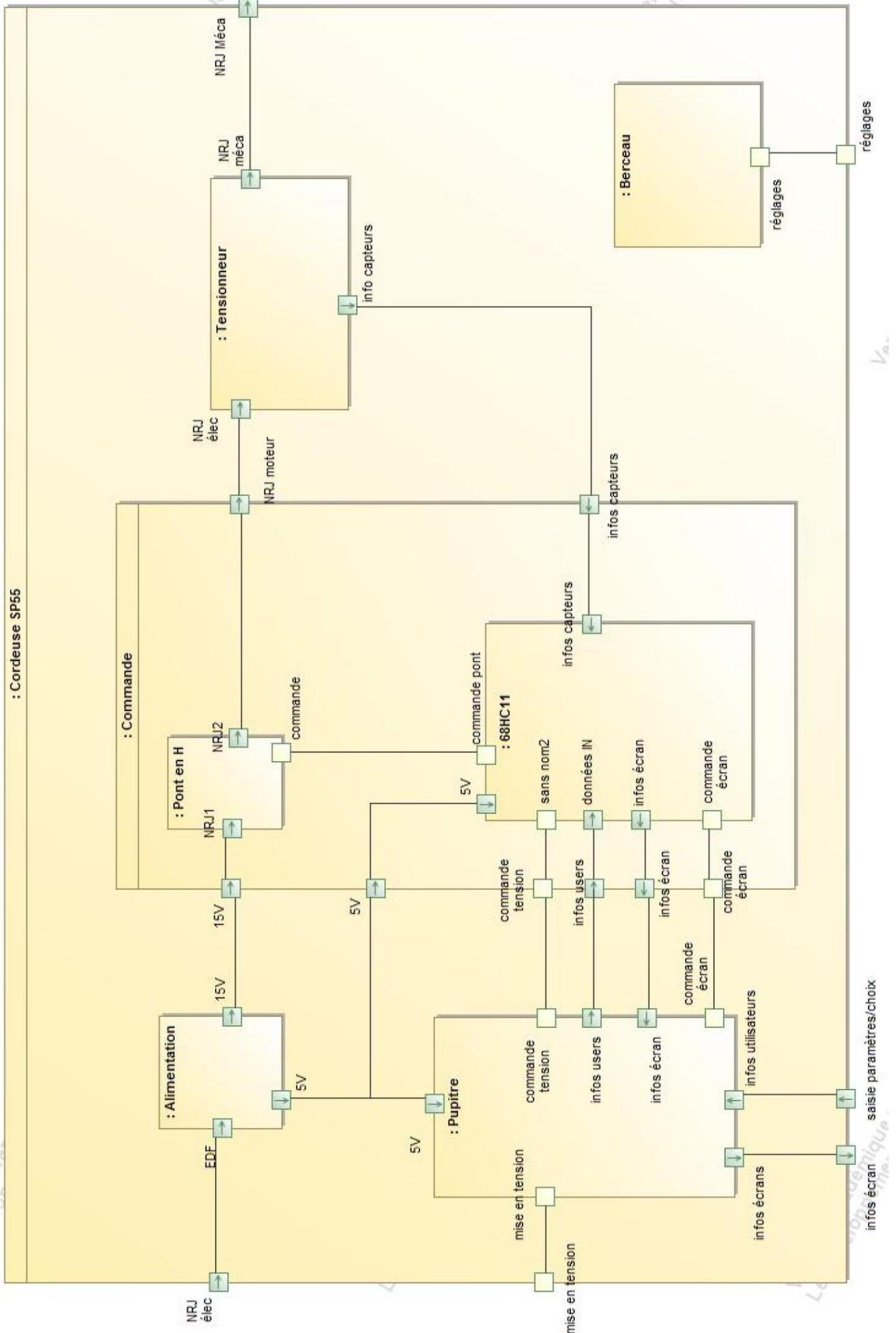
ANNEXE

ANNEXES

Le diagramme de définition de bloc :



**Le diagramme de bloc interne :**



## Poulies/courroies et chaînes

Les systèmes poulie-courroie sont utilisés pour transmettre un mouvement de rotation sur des distances importantes (qui nécessiteraient plusieurs trains d'engrenage par exemple). Ils sont utilisés dans de nombreux domaines, comme l'automobile, la bureautique (commande de scanner), la robotique, les vélos (transmission par chaîne)... Ils possèdent un fonctionnement identique à un système à chaîne.

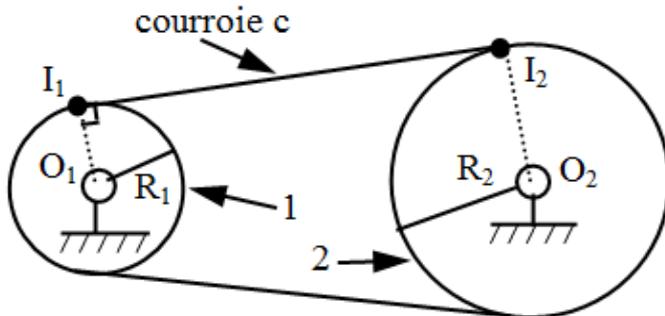
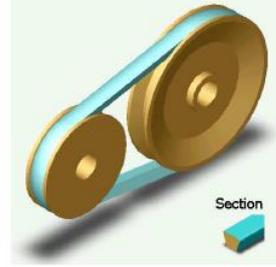
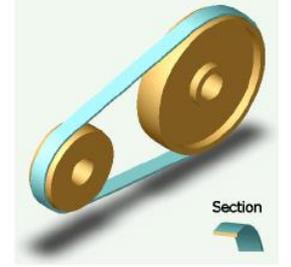


Schéma cinématique système poulie courroie

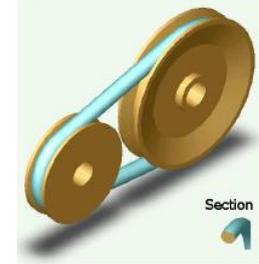
Courroie à section trapézoïdale



Courroie à section rectangulaire



Courroie à section circulaire



Courroie et poulies crantées



Du fait de l'inextensibilité de la courroie, les vitesses de tous ses points ont la même norme. Si la courroie ne glisse pas sur les poulies, alors on en déduit que le rapport de réduction :

$$\lambda = \frac{\omega_{2/bâti}}{\omega_{1/bâti}} = \frac{R_1}{R_2}$$

Cette relation n'est valable que s'il y a non glissement entre la courroie et les poulies ce qui nécessite un coefficient de frottement non nul et un système permettant de tendre constamment la courroie.

Pour augmenter le couple transmissible par un tel système, on utilise des courroies à section trapézoïdale (la surface de contact augmente ce qui améliore l'adhérence) ou des courroies crantées qui suppriment le glissement (courroie de distribution dans les moteurs 4 temps...) ou encore des chaînes (moto, bicyclette...)



Chaîne reliant les deux arbres à cames d'un moteur de voiture

© MOTORRAG.COM - DR

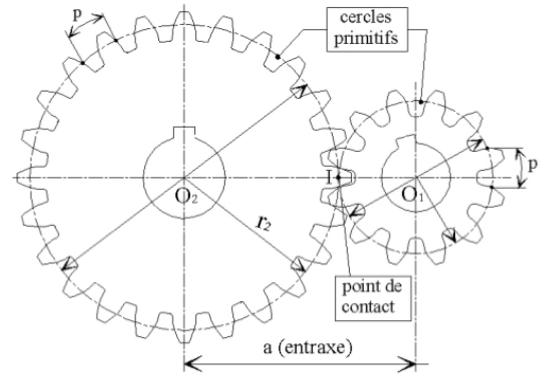


Transmission par courroie crantée d'une moto

# Engrenages

## 1. Vocabulaire :

- **denture** : partie dentée des roues
- **pignon** : lorsque l'on considère un engrenage composé de deux roues, le pignon est la plus petite des deux, l'autre s'appelle la roue
- **profil de denture** : il s'agit de la forme des dents, on parle de denture droite, de denture hélicoïdale...
- **rapport de réduction** : rapport entre la vitesse de rotation de la roue de sortie et du pignon d'entrée.



## 2. Rapport de réduction :

Le rapport de réduction, ou rapport entre les vitesses des deux roues en contact, dépend uniquement du nombre de dents de chaque roue. On définit :

- **d le diamètre primitif** : si on l'on représente un engrenage par deux roues lisses, qui ont le même rapport de réduction que l'engrenage à roue dentées, le diamètre primitif est le diamètre de la roue lisse (d roue), ou du pignon (d pignon).
- **z le nombre de dents** : on note par convention z le nombre de dents d'un roue (exemple : z = 13 dents)
- **m le module** : c'est le rapport entre le diamètre primitif et le nombre de dents ( $d = m \cdot z$ ). Celui-ci est normalisé et caractérise la « taille » des dents. Pour que deux roues engrènent, elles doivent donc avoir le même module.

Lorsque la roue 1 engrène avec la roue 2, les cercles primitifs des roues roulent l'un sur l'autre sans glisser au point I (pas de patinage, analogie avec deux roues de friction roulant l'une sur l'autre sans glisser).

$$\vec{V}(M_2 \in 2/1) = \vec{M}_2 O_2 \wedge \vec{\Omega}_{2/1} = R_2 \cdot \omega_2 y_2$$

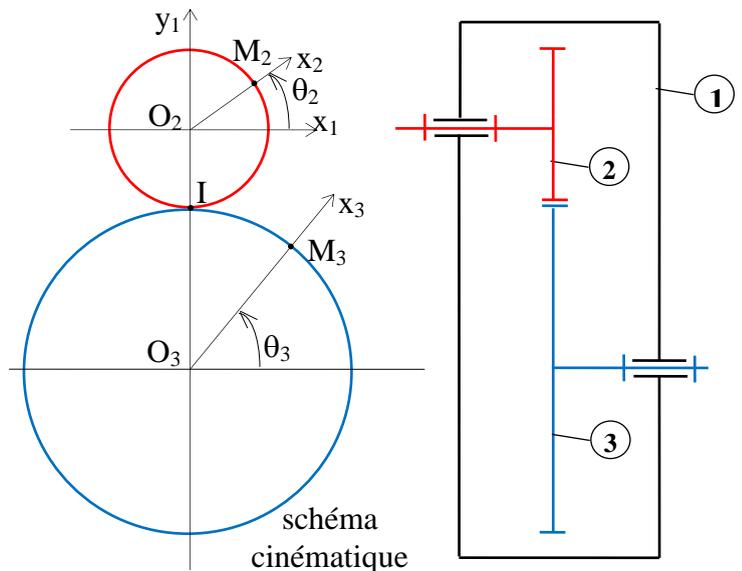
$$\vec{V}(M_3 \in 3/1) = \vec{M}_3 O_3 \wedge \vec{\Omega}_{3/1} = R_3 \cdot \omega_3 y_3$$

La condition de roulement sans glissement en I donne :

$$\vec{V}(I \in 2/3) = \vec{0}$$

D'où le **rapport de réduction** :

$$\frac{\omega_3}{\omega_2} = \frac{\theta_3}{\theta_2} = -\frac{R_2}{R_3} = -\frac{Z_2}{Z_3}$$



Cas particuliers :



Roue et vis sans fin

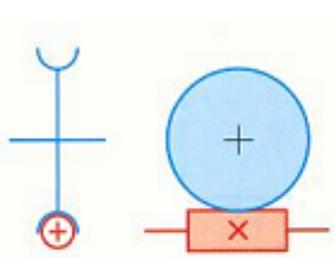
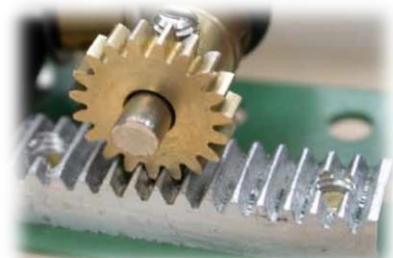


schéma cinématique

$$\text{rapport} = \frac{\omega_{roue}}{\omega_{vis}} = \frac{Z_{vis}}{Z_{roue}}$$

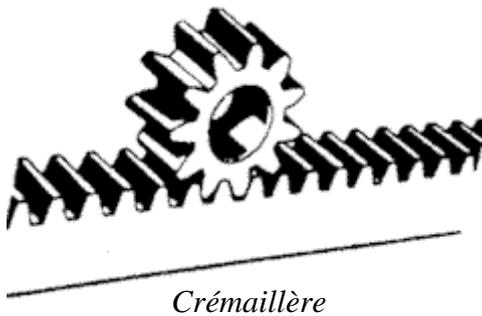


Pignon crémaillère

$$\text{rapport} = \frac{v_{crémaillère}}{\omega_{pignon}} = \frac{d}{2} = m \cdot \frac{z}{2}$$

### 3. Différents types d'engrenages :

- Engrenages à denture droite : le plus simple et le plus économique. Une seule dent est en prise, l'effort moteur passe donc brutalement d'une dent à l'autre ce qui génère un fonctionnement bruyant (exemple : marche arrière des voitures).



Crémaillère

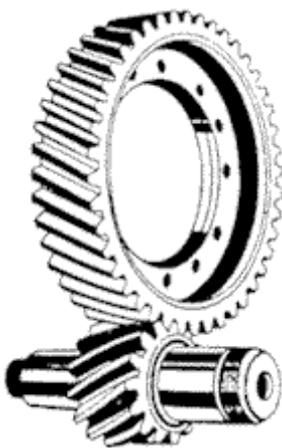


Engrenages à axe parallèle

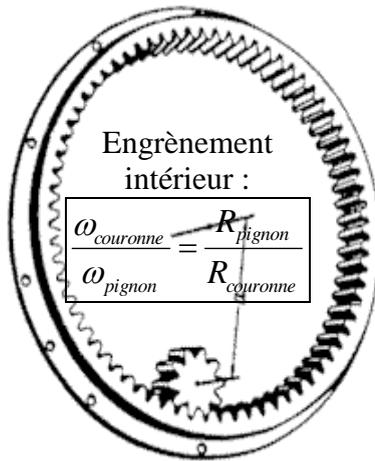


Engrenages coniques

- Engrenages à denture hélicoïdale : À taille égale, ils sont plus performants que les précédents pour transmettre puissance et couple. Du fait d'une meilleure progressivité et continuité de l'engrènement ils sont aussi plus silencieux.



Engrenages à axes



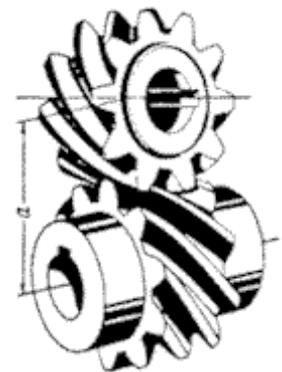
Engrenages à denture intérieure

Engrènement intérieur :

$$\frac{\omega_{\text{couronne}}}{\omega_{\text{pignon}}} = \frac{R_{\text{pignon}}}{R_{\text{couronne}}}$$



Engrenages



Roue et vis sans fin

### 4. Les trains d'engrenages simples

On appelle train d'engrenages simple une succession d'engrenages constitués de roues dont les axes de rotation sont fixes les uns par rapport aux autres.

Les roues d'entrée et de sortie étant identifiées, on exprime en général le

**rapport de transmission**  $\lambda = \frac{\omega_{\text{sortie / bâti}}}{\omega_{\text{entrée / bâti}}}$

Si  $\lambda < 1$ , le train est réducteur (rapport de réduction), si  $\lambda > 1$  le train est multiplicateur.



Train d'engrenages d'une montre

Pour calculer le rapport du train, on effectue le produit des rapports des engrenages qui constituent le train tout en identifiant clairement pour chaque engrenage l'entrée et la sortie :

Dans l'exemple ci-contre :  $\lambda = \frac{\omega_{\text{sortie / bâti}}}{\omega_{\text{entrée / bâti}}} = \frac{\omega_3 / \text{bâti}}{\omega_1 / \text{bâti}} = \frac{R_1}{R_2} \frac{R_2}{R_3} = \frac{Z_1 \cdot Z_2}{Z_2 \cdot Z_3}$

