

**Objectifs du TD et connaissances associées :**

- Recherche de plusieurs états cinématiques.
- Recherche d'actions mécaniques pour un état d'équilibre statique.
- Vérification de la motorisation.
- Recherche de l'inertie équivalente de la charge ramenée sur arbre du moteur .
- Recherche des caractéristiques de démarrage direct ( montée et descente ).
- Etude du freinage (montée et descente ).

**Objectifs et compétences attendues ( B.O ) :**

Code	Intitulé du programme	Durée
	<b>Mécanique U41</b> ( statique , cinématique , Dynamique ) <b>AFSM U 42</b> ( liaison encastrement, dessin technique )	

**Prérequis :**

- Liaison encastrement démontable
- Cinématique du solide en mouvements de translation et de rotation
- Liaisons élémentaires et P F S
- Indice de transmission
- Puissance , rendement
- Inertie équivalente pour rotation et translation
- P F D pour la rotation et la translation des solides

**Conditions de réalisation :**

Travail individuel

**Conditions matérielles :**

Table classique

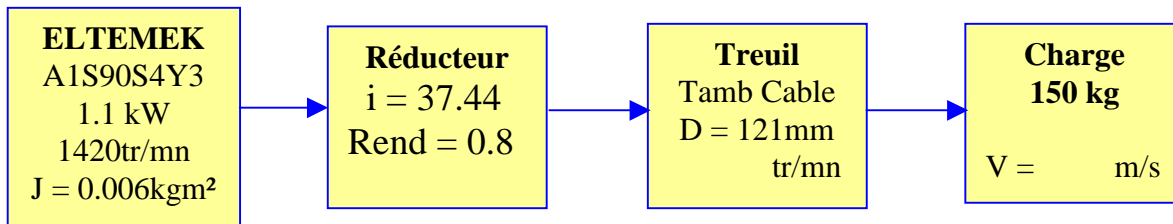
**Documents fournis :**

Énoncé sur feuilles 1/3,2/3,3/3

**Travail demandé :****1- Etude cinématique ( translation de la charge avec axe z vertical ascendant )**

*1-1 A partir de la chaîne énergétique ci dessous, calculer :*

- La vitesse maxi de rotation du tambour en tr/mn et en rd/s
- La vitesse linéaire maxi de la charge en m/mn et en m/s

**Chaîne énergétique**

*1-2 Le démarrage et le freinage en **montée** s'effectuent respectivement en **75** et **45 ms**. Le démarrage et le freinage en **descente** s'effectuent respectivement en **55** et **60 ms**. Les phases ( permanente et arrêt entre les deux mouvements ) seront de **500ms***

*-Tracer les courbes **N** moteur = f ( t ) , **V** charge m/s = g ( t ) , **a** charge m/s<sup>2</sup> = h ( t )*

**2- Etude statique**

A partir de l'équilibre statique de la poulie peseuse, déterminer la tension T du câble en fonction de la force F encaissée par la cellule de charge .

**3- Etude dynamique en phase permanente ( vérification de la motorisation )**

- Déterminer la puissance utile de la motorisation.
- Calculer le coefficient de charge du moteur :  $k = P_u / P_N$  .
- Conséquence pour le rendement électromagnétique du moteur A1S90S4Y3 ?

**4- Etude dynamique en démarrage direct ( montée et descente )****4-1 Montée de la charge**

A partir de la chaîne énergétique , calculer :

- Le moment résistant équivalent de la charge ramené sur l'arbre du moteur.
- Le moment d'inertie équivalent de la charge ramené sur l'arbre du moteur.
- Le temps de démarrage du moteur afin d'acquérir sa vitesse maxi .

**Comparer les résultats obtenus avec l'étude cinématique.**

### 4-2 Descente de la charge

A partir de la chaîne énergétique , calculer :

- Le moment moteur équivalent de la charge ramené sur l'arbre du moteur.
- Le temps de démarrage du moteur afin d'acquérir sa vitesse maxi .

**Comparer le résultat obtenu avec l'étude cinématique.**

5- Etude dynamique en phase de freinage direct ( frein à disque :  $M_f = ? \text{ N.m } )$

### 5-1 Montée de la charge

Calculer :

- Le moment résistant équivalent de la charge ramené sur l'arbre du moteur.
- Le moment de freinage du frein en prenant **45 ms** comme temps de freinage .

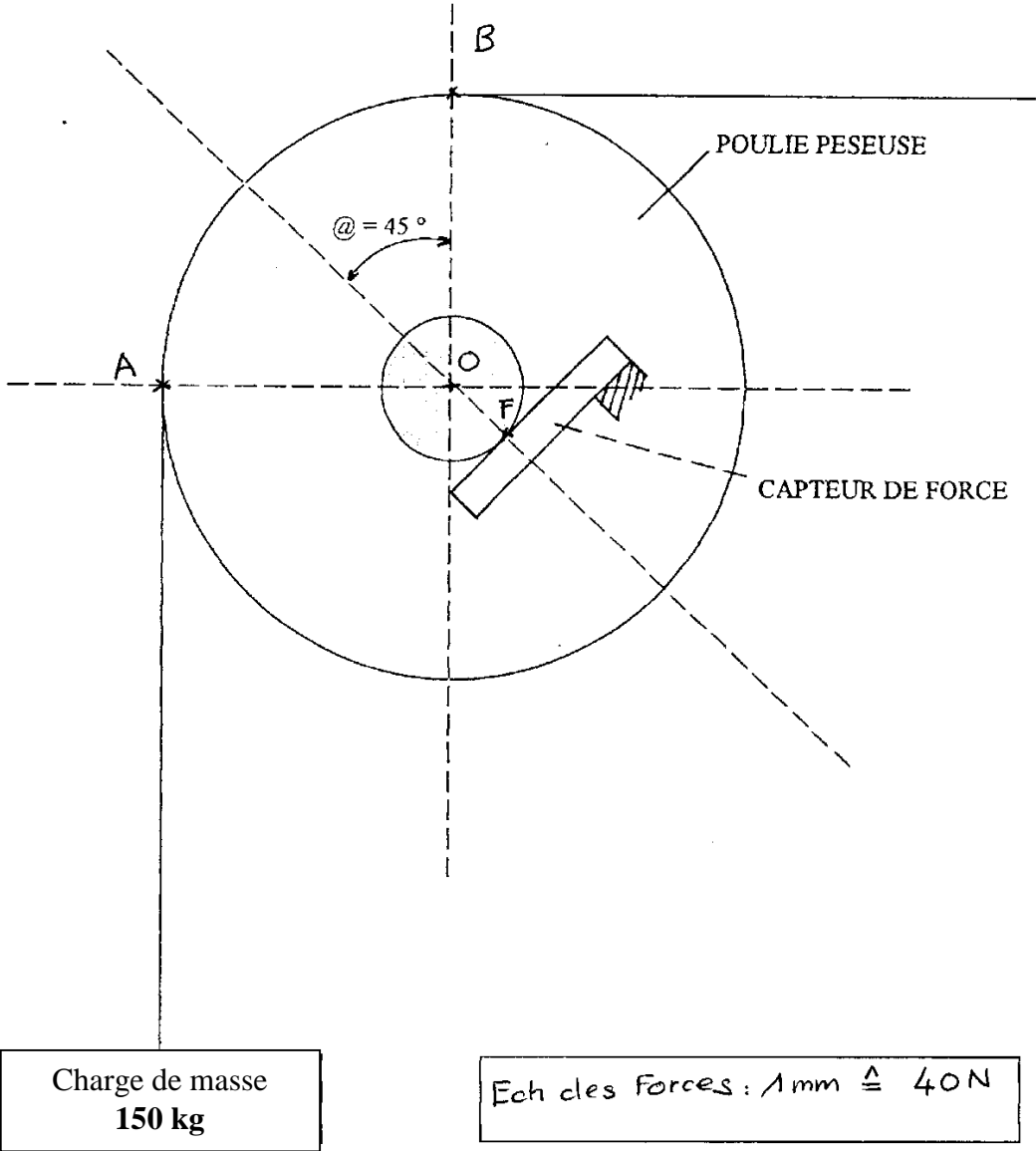
### 5-2 Descente de la charge

Calculer :

- Le moment moteur équivalent de la charge ramené sur l'arbre du moteur.
- Le temps de freinage en descente . **Comparer le résultat obtenu avec l'étude cinématique.**

Feuille réponse pour la question 2

FIGURE P.



## Travail demandé : **CORRIGE**

### 1- Etude cinématique ( translation de la charge avec axe z vertical ascendant )

I-1 A partir de la chaîne énergétique ci dessous et de la doc tech, calculer :

-La vitesse maxi de rotation du tambour en tr/mn et en rd/s

$$N_{\text{tamb}} = N_{\text{mot}} / i$$

$$N_{\text{tamb}} = 1420 \text{ tr/mn} / 37.44$$

$$N_{\text{tamb}} = \mathbf{37.93 \text{ tr/mn}}$$

$$\omega_{\text{tamb}} = \pi * N_{\text{tamb}} / 30$$

$$\omega_{\text{tamb}} = \pi * 37.93 / 30$$

$$\omega_{\text{tamb}} = \mathbf{3.97 \text{ rd/s}}$$

-La vitesse linéaire maxi de la charge en m/mn et en m/s

$$V_{\text{maxi charge}} = \pi * D * N \rightarrow \text{pratique pour les m/mn}$$

$$V_{\text{maxi charge}} = \pi * 0.121 \text{m} * 37.93 \text{tr/mn}$$

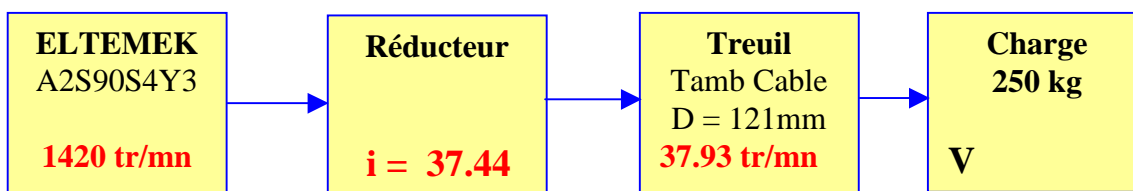
$$V_{\text{maxi charge}} = \mathbf{14.42 \text{m/mn}}$$

$$V_{\text{maxi charge}} = \omega * R \rightarrow \text{pratique pour les m/s}$$

$$V_{\text{maxi charge}} = 3.97 \text{rd/s} * 0.0605 \text{m}$$

$$V_{\text{maxi charge}} = \mathbf{0.24 \text{m/s}}$$

#### Chaîne cinématique



!!!! Remarque : le rendement n'intervient pas dans les calculs de cinématique

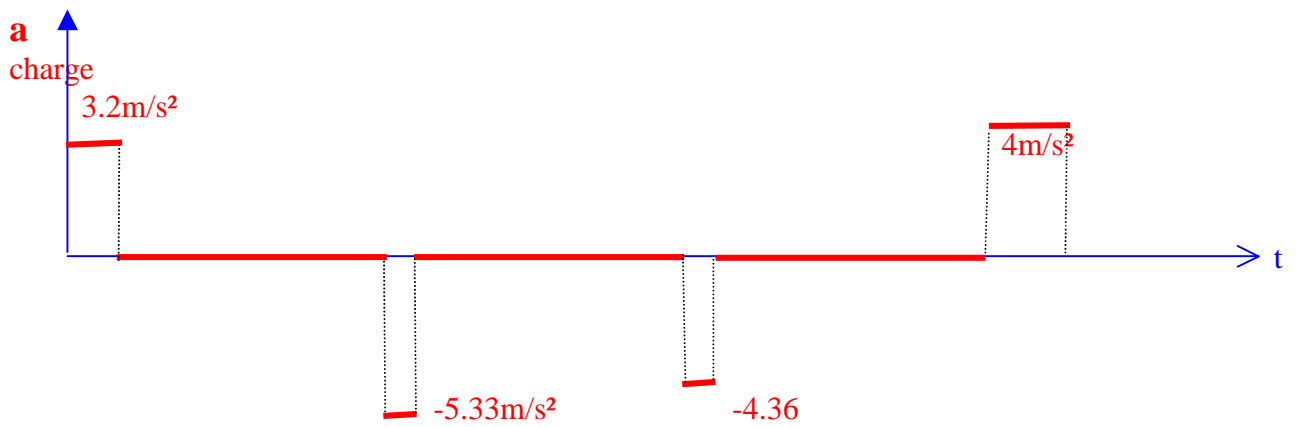
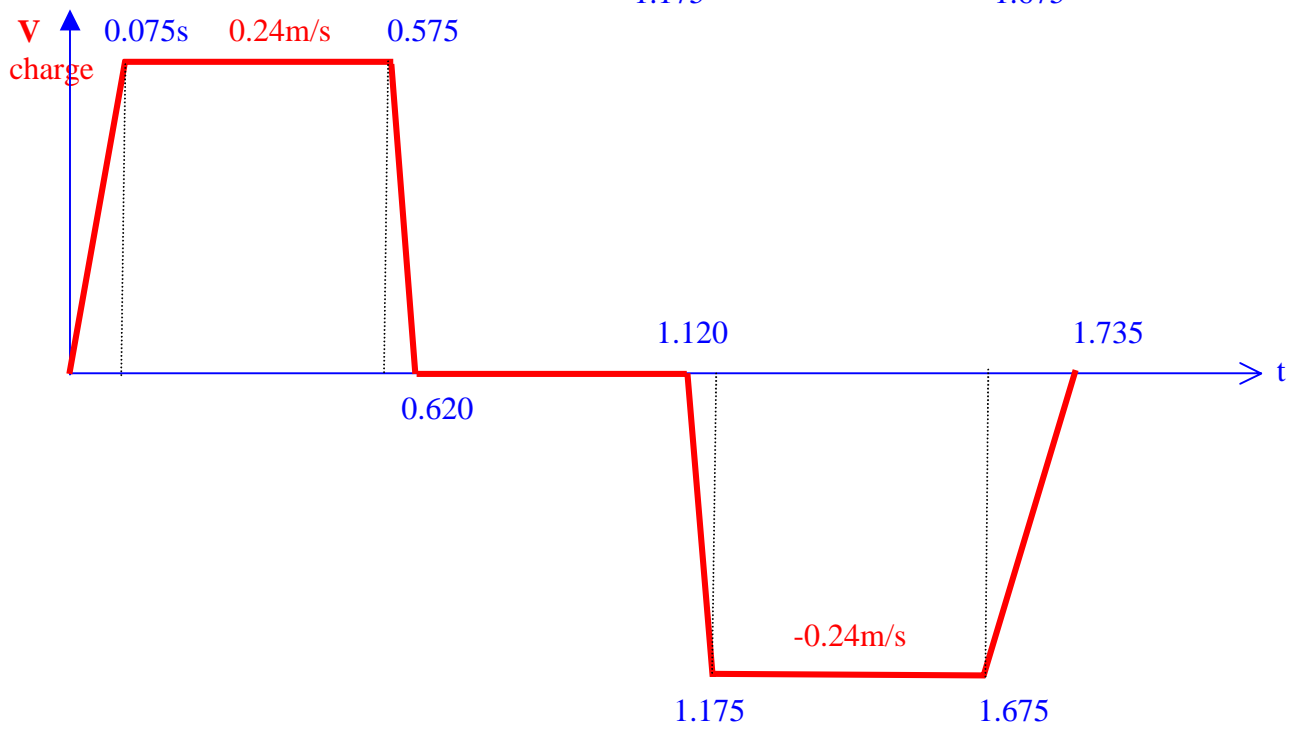
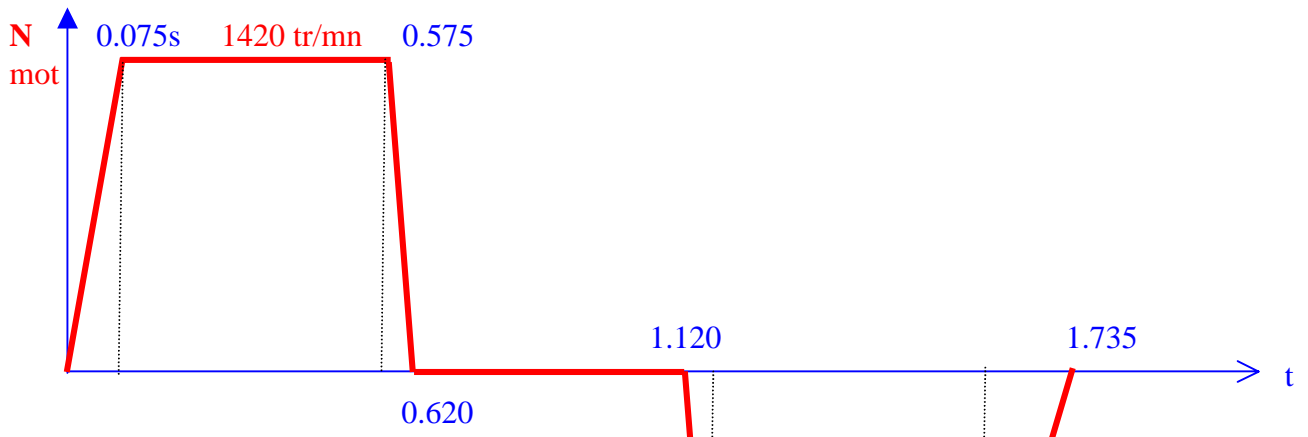
**Exemple du vélo** : pour un tour du pédalier, vous parcourez la même distance chaîne rouillée ( mauvais rendement ) que chaîne bien lubrifiée ( bon rendement ).

Par contre, l'effort sur les pédales ou le **moment utile** ( **N.m** ) que vous devez développer est plus important dans le premier cas que dans le deuxième si l'on veut atteindre la même vitesse dans un même temps: on est ici en dynamique ou en énergétique

Le rendement intervient uniquement pour le calcul des actions mécaniques ( moment, force )

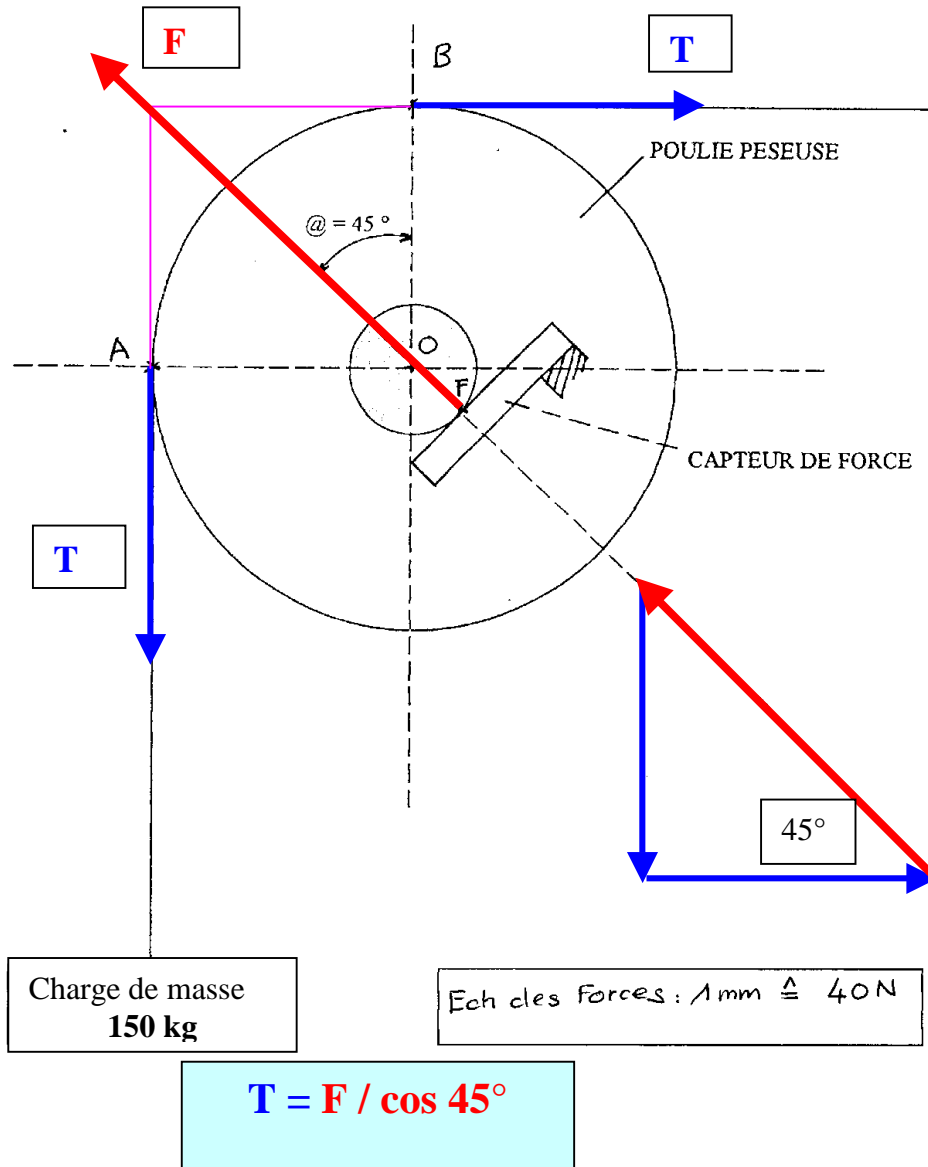
I-2 Le démarrage et le freinage en **montée** s'effectuent respectivement en **75** et **45 ms**. Le démarrage et le freinage en **descente** s'effectuent respectivement en **55** et **60 ms**. Les phases ( permanente et arrêt entre les deux mouvements ) seront de **500ms**

-Tracer les courbes **N** moteur = f ( t ) , **V** charge m/s = g ( t ) , **a** charge m/s<sup>2</sup> = h ( t )



## 2- Etude statique

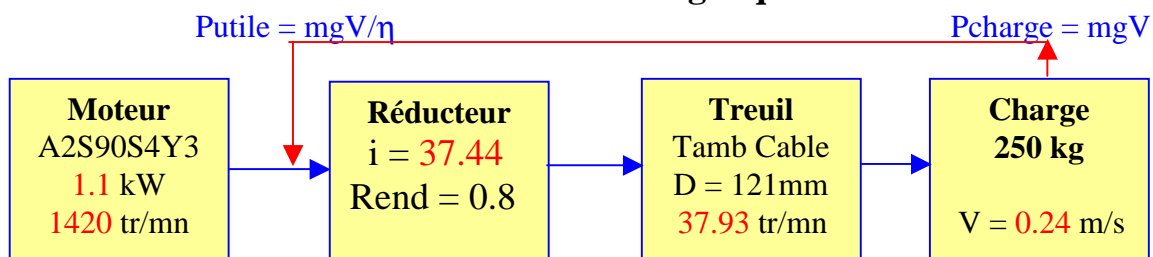
A partir de l'équilibre statique de la poulie peseuse, déterminer la tension  $T$  du câble en fonction de la force  $F$  encaissée par la cellule de charge.



## 3- Etude dynamique en phase permanente ( vérification de la motorisation )

-Déterminer la puissance utile de la motorisation.

### Chaîne énergétique



$$P_{\text{utile}} = P_{\text{charge}} / \eta$$

$$P_{\text{utile}} = mgV / \eta$$

$$P_{\text{utile}} = 150\text{kg} * 9.81\text{m/s}^2 * 0.24\text{m/s} / 0.8$$

$$P_{\text{utile}} = 441.45\text{W}$$

-Calculer le facteur de charge du moteur :  $k = P_u / P_N$

$$K = P_u / P_N$$

$$K = 441.45 / 1100$$

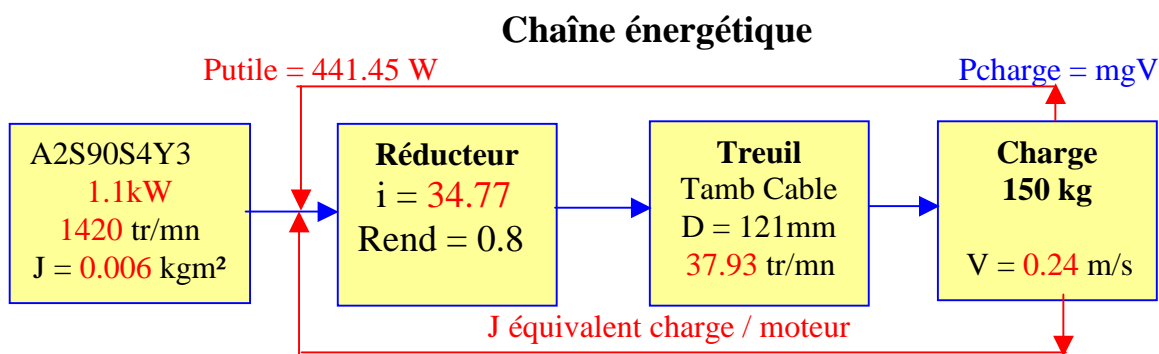
$$K = 0.4 \text{ ou } 40 \%$$

-Conséquence pour le rendement électromagnétique du moteur 4A100LA4K ?

**mauvais rendement car on travaille à 40 % de la charge nominale**

Le rendement des moteurs asynchrones est maxi pour la charge nominale.

#### 4- Etude dynamique en démarrage direct ( vérification des rampes )



##### 4-1 Montée de la charge ( la charge est résistante )

A partir de la chaîne énergétique , calculer :

-Le moment résistant équivalent de la charge ramené sur l'arbre du moteur.

$$M_{\text{charge / moteur}} = P_u / \omega_{\text{moteur}}$$

$$\omega_{\text{moteur}} = \pi * 1420 / 30 = 148.7\text{rd/s}$$

$$M_{\text{charge / moteur}} = 441.45 \text{ W} / 148.7 \text{ rd/s}$$

$$M_{\text{charge / moteur}} = 2.97 \text{ Nm}$$

-Le moment d'inertie équivalent de la charge ramené sur l'arbre du moteur.

$$J_{\text{charge / mot}} = m ( V / \omega_{\text{moteur}} )^2$$

$$J_{\text{charge / mot}} = 150 ( 0.24 / 148.7 )^2$$

$$J_{\text{charge / mot}} = 0.00039 \text{ kg.m}^2$$

-Le temps de démarrage du moteur afin d'acquérir sa vitesse maxi

$$J_{\text{total / mot}} = J_{\text{mot}} + J_{\text{charge / mot}}$$

$$J_{\text{total / mot}} = 0.00600 + 0.00039$$

$$J_{\text{total / mot}} = 0.00639 \text{ kg.m}^2 \quad \rightarrow \quad J_{\text{charge / mot}} = 6.5 \% J_{\text{mot}}$$

$$t_d = ( J_{\text{total / mot}} ) * \omega_{\text{moteur}} / ( M_d - M_{\text{charge / mot}} )$$

$$C_N = P_N / \omega_{\text{moteur}} = 1100 / 148.7$$

$$C_N = 7.4 \text{ Nm}$$

$$M_d = 2.1 C_N = 15.54 \text{ Nm}$$

$$t_d = 0.00639 * 148.7 / ( 15.54 - 2.97 )$$

$$t_d = 0.075 \text{ s}$$

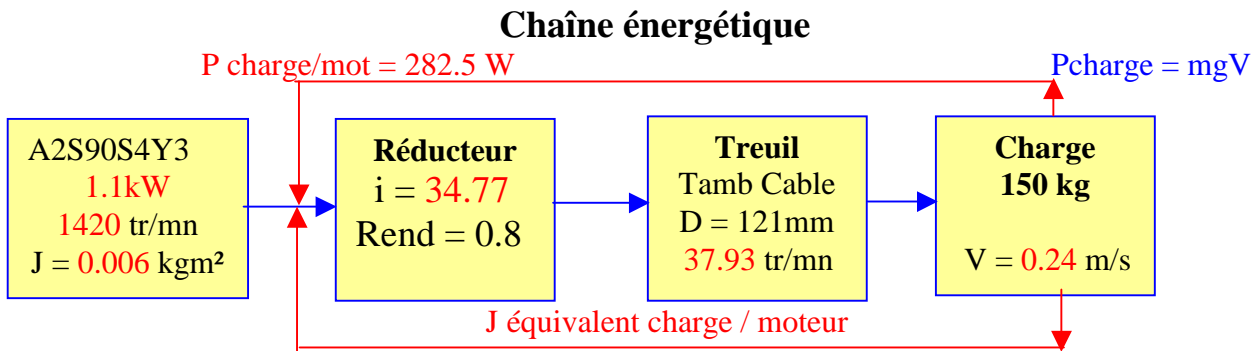
. Le comparer par rapport au relevé sur le système ( voir 1-2 )

$$t_d \text{ relevé} = 0.075 \text{ s OK}$$

le temps de démarrage calculé est correct .

#### 4-2 Descente de la charge ( la charge est entraînante )

A partir de la chaîne énergétique , calculer :



-Le moment moteur équivalent de la charge ramené sur l'arbre du moteur.

La puissance de cette charge entraînante disponible sur l'arbre du moteur est :

$$P \text{ charge / mot} = mgV\eta = 150 * 9.81 * 0.24 * 0.8$$

$$P \text{ charge / mot} = 282.5 \text{ W}$$

$$M \text{ charge /moteur} = ( P \text{ charge / mot} ) / \omega \text{ mot}$$

$$M \text{ charge /moteur} = 282.5 / 148.7$$

$$M \text{ charge /moteur} = 1.90 \text{ Nm}$$

-Le temps de freinage du moteur .

$$t_d = ( J \text{ total} * \omega \text{ mot} ) / ( M_d + M \text{ charge / mot} )$$

$$t_d = ( 0.00639 * 148.7 ) / ( 15.54 + 1.90 )$$

$$t_d = 0.054 \text{ s} \rightarrow t_d \text{ relevé} = 0.055 \text{ s Erreur 2 \% OK}$$

#### 5- Etude dynamique en phase de freinage direct ( frein à disque : Mf = ? N.m )

##### 5-1 Montée de la charge ( la charge est résistante )

Calculer :

-Le moment résistant équivalent de la charge ramené sur l'arbre du moteur.

$$P \text{ charge / mot} = mgV\eta = 150 * 9.81 * 0.24 * 0.8$$

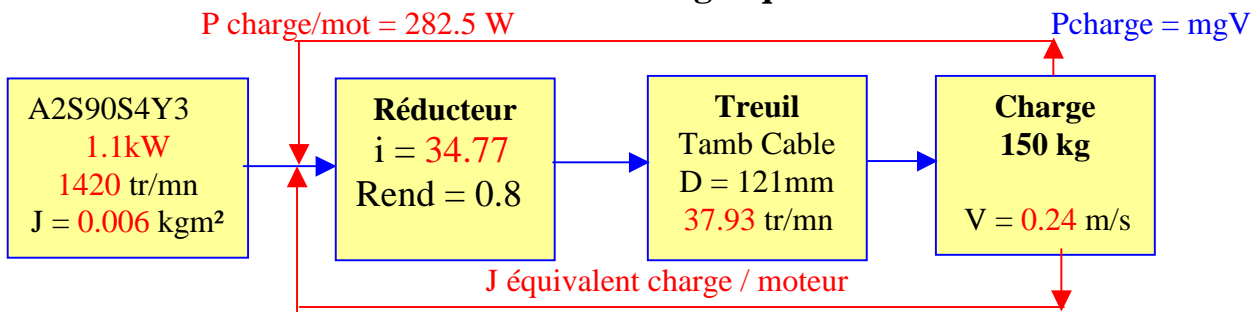
$$P \text{ charge / mot} = 282.5 \text{ W}$$

$$M \text{ charge /moteur} = ( P \text{ charge / mot} ) / \omega \text{ mot}$$

$$M \text{ charge /moteur} = 282.5 / 148.7$$

$$M \text{ charge /moteur} = 1.90 \text{ Nm}$$

### Chaîne énergétique



-Le moment de freinage du frein en prenant **45 ms** comme temps de freinage .

$$t_f = ( J_{\text{total}} * \omega_{\text{mot}} ) / ( M_f + M_{\text{charge / mot}} )$$

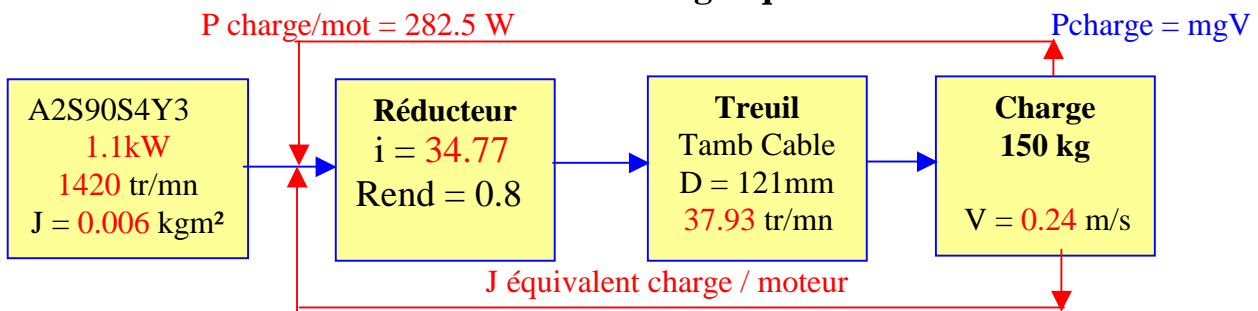
$$0.045 \text{ s} = ( 0.00639 * 148.7 ) / ( M_f + 1.90 )$$

$$M_f = ( 0.00639 * 148.7 / 0.045 ) - 1.90$$

$$M_f = 19.23 \text{ N.m}$$

5-2 Descente de la charge ( la charge est entraînante )

### Chaîne énergétique



Calculer :

-Le moment moteur équivalent de la charge ramené sur l'arbre du moteur.

La puissance de cette charge entraînante disponible sur l'arbre du moteur est :

$$P_{\text{charge / mot}} = mgV\eta = 150 * 9.81 * 0.24 * 0.8$$

$$P_{\text{charge / mot}} = 282.5 \text{ W}$$

$$M_{\text{charge / moteur}} = ( P_{\text{charge / mot}} ) / \omega_{\text{mot}}$$

$$M_{\text{charge / moteur}} = 282.5 / 148.7$$

$$M_{\text{charge / moteur}} = 1.90 \text{ Nm}$$

-Le temps de freinage du moteur

$$t_f = ( J_{\text{total}} * \omega_{\text{mot}} ) / ( M_f - M_{\text{charge / mot}} )$$

$$t_f = ( 0.00639 * 148.7 ) / ( 19.23 - 1.9 )$$

$$t_f = 0.055 \text{ s} \rightarrow t_d \text{ relevé} = 0.060 \text{ s} \quad \text{Erreur 9 \% OK}$$

NB : la tension **T** est maxi au freinage en descente  $T = m(4 + 9.81) = 2072 \text{ N}$