

## DOCUMENT RÉPONSES

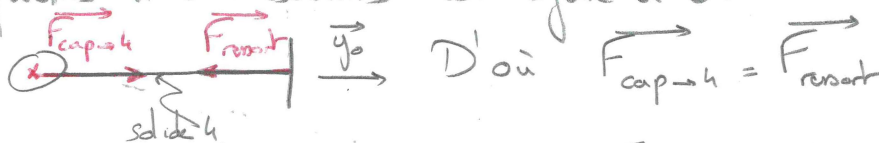
|                |        |
|----------------|--------|
| Nom :          | Note : |
| Prénom :       |        |
| Observations : |        |

CORRIGÉ

Q1.

Les pressions intra-diskales entre les vertèbres L3-L4 et L4-L5 ne diminuent plus au delà d'une force de traction exercée par l'actionneur linéaire de 40 N (N) alors qu'elles diminuent fortement pour une force inférieure. L'effet de l'actionneur linéaire est donc quasi nul au delà d'un effort de 40 N. D'où le choix du constructeur

Q2. Lorsque le solide (4) est à l'équilibre, la somme des forces auxquelles il est soumis est égale à 0.

D'où  $F_{cap \rightarrow 4} = F_{ressort}$ 

$$\Rightarrow F_{cap \rightarrow 4} = K_{res} (l_0 - l) = K_{res} y(t)$$

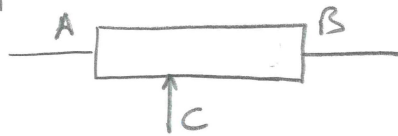
Q3.

La mesure de l'écrasement du ressort  $y(t)$  est donc une image de la force  $F_{cap \rightarrow 4}$ . Or  $F_{cap \rightarrow 4} = F_{4 \rightarrow cap}$  c'est à dire la force que va exercer la tige de l'actionneur linéaire.  $y(t)$  est donc une image de la force de traction  $f(t)$  exercée par l'actionneur linéaire :

$$y(t) = \frac{1}{K_{res}} f(t)$$

Q4.

Un potentiomètre linéaire est un type de résistance variable à 3 bornes



A et B fixes  $\Rightarrow R_{AB} = \text{constante}$

C mobile  $\Rightarrow R_{AC}$  variable

$R_{AC}$  dépend donc de la position de la borne C reliée au composant dont on souhaite acquérir la position.

L'image de cette position est alors la tension  $U_{AC}$  (variable) qui sera renvoyée à l'unité de commande, telle que :

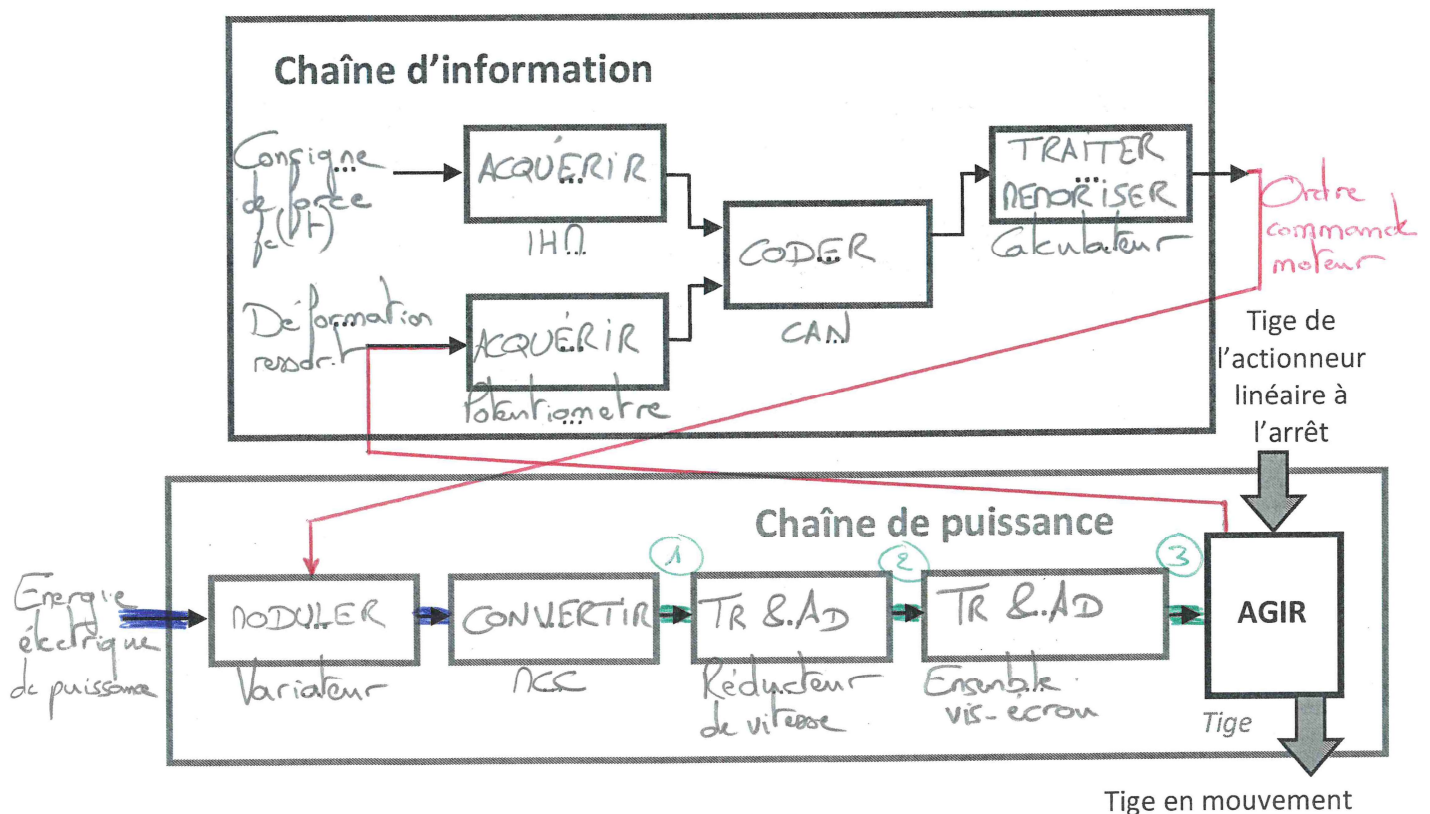
$$U_{AC} = \frac{R_{AC}}{R_{AB}} U_{AB} \quad (\text{pont diviseur de tension})$$

$\swarrow$  variable       $\nwarrow$  constante  
 $\nwarrow$  constante       $\swarrow$  constante

Q5.

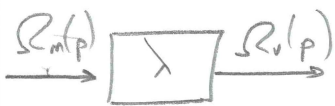
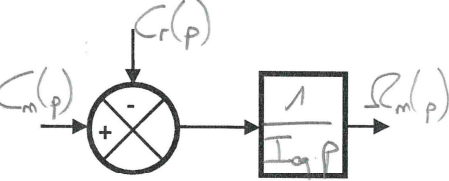
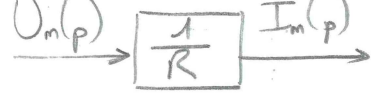
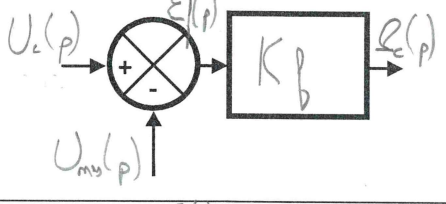
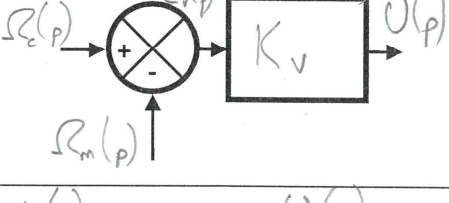
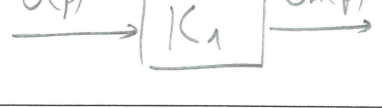
Diagramme de blocs machine

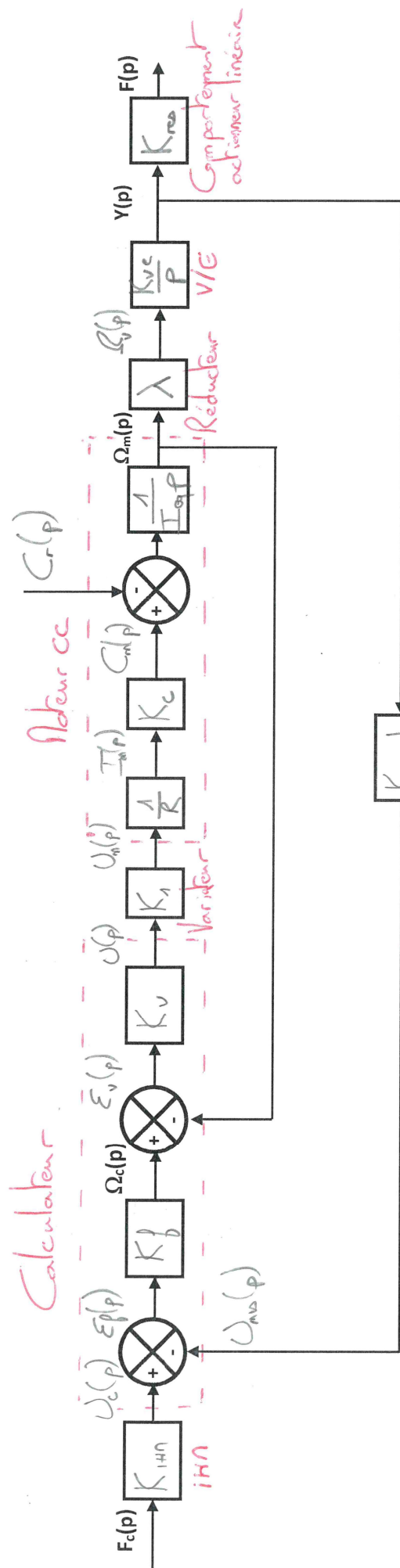
Q6.&amp;Q7.



① et ② : Puissance mécanique de rotation  
 ③ : Puissance mécanique de translation

## Q8 et Q9.

|                                                                                                         |                                                                                  |                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Réducteur de vitesse :<br>$\omega_v(t) = \lambda \cdot \omega_m(t)$                                     | $\Omega_v(p) = \lambda \cdot \Omega_m(p)$                                        |    |
| Ensemble vis /écrou :<br>$\frac{dy(t)}{dt} = K_{ve} \cdot \omega_v(t)$                                  | $pY(p) = K_{ve} \Omega_v(p)$                                                     |    |
| Equation de comportement de l'actionneur linéaire :<br>$f(t) = K_{res} \cdot y(t)$                      | $F(p) = K_{res} Y(p)$                                                            |    |
| L'équation mécanique du moteur :<br>$I_{eq} \cdot \frac{d\omega_m(t)}{dt} = C_m(t) - C_r(t)$            | $I_{eq} \cdot p \Omega_m(p) = C_m(p) - C_r(p)$                                   |    |
| L'équation électrique de l'induit :<br>$u_m(t) = R \cdot i_m(t)$                                        | $U_m(p) = R I_m(p)$                                                              |    |
| Couple moteur dans la bobine :<br>$C_m(t) = K_c \cdot i_m(t)$                                           | $C_m(p) = K_c I_m(p)$                                                            |   |
| Potentiomètre linéaire :<br>$u_{mes}(t) = K_{capt} \cdot y(t)$                                          | $U_{mes}(p) = K_{capt} Y(p)$                                                     |  |
| IHM :<br>$u_c(t) = K_{IHM} \cdot f_c(t)$                                                                | $U_c(p) = K_{IHM} F_c(p)$                                                        |  |
| Calculateur :<br>$\varepsilon_f(t) = u_c(t) - u_{mes}(t)$<br>$\omega_c(t) = K_f \cdot \varepsilon_f(t)$ | $\varepsilon_f(p) = U_c(p) - U_{mes}(p)$<br>$\Omega_c(p) = K_f \varepsilon_f(p)$ |  |
| Calculateur :<br>$\varepsilon_v(t) = \omega_c(t) - \omega_m(t)$<br>$u(t) = K_v \cdot \varepsilon_v(t)$  | $\varepsilon_v(p) = \Omega_c(p) - \Omega_m(p)$<br>$U(p) = K_v \varepsilon_v(p)$  |  |
| Variateur :<br>$u_m(t) = K_1 \cdot u(t)$                                                                | $U_m(p) = K_1 U(p)$                                                              |  |



Q11.

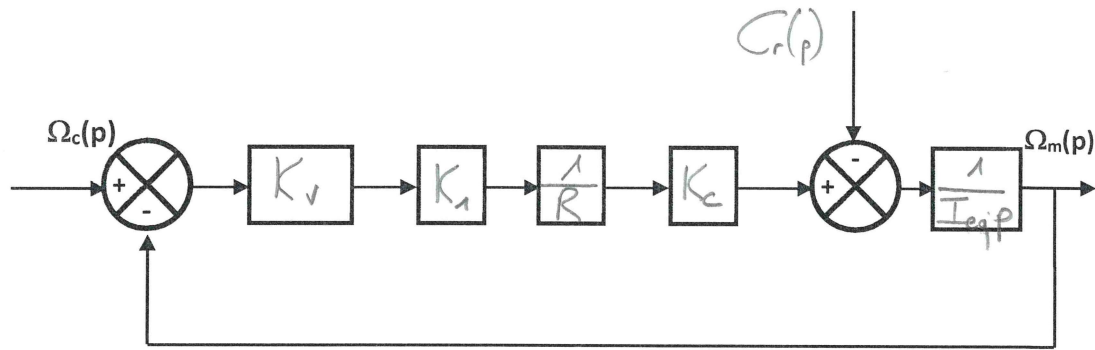
Afin que l'asservissement soit correct, il faut  $E_f(p) = 0$  quand  $F(p) = F_c(p)$

$$\begin{aligned} \text{Or } E_f(p) &= U_e(p) - U_{ms}(p) \\ &= K_{1Hn} F_c(p) - K_{capt} Y(p) = K_{1Hn} F_c(p) - K_{capt} \cdot \frac{1}{K_{rea}} F(p) \end{aligned}$$

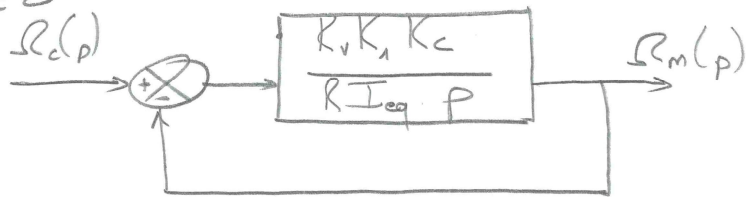
Il faut donc

$$K_{1Hn} = \frac{K_{capt}}{K_{rea}}$$

Q12.

Q13. & Q14. Expression de  $H_{m1}(p)$  :

On considère ici  $C_r(p) = 0$   
le schéma-blocs devient :



D'après le Théorème de Black :

$$H_{m1}(p) = \frac{\frac{K_v K_1 K_c}{R I_{eq} \cdot p}}{1 + \frac{K_v K_1 K_c}{R I_{eq} \cdot p}} = \frac{K_v K_1 K_c}{R I_{eq} \cdot p + K_v K_1 K_c}$$

Soit

$$H_{m1}(p) = \frac{1}{1 + \frac{R I_{eq}}{K_v K_1 K_c} p}$$

$$K_2 = 1$$

$$\tau_2 = \frac{R I_{eq}}{K_v K_1 K_c}$$

Unités :

Sans unité

Secondes

Q15.

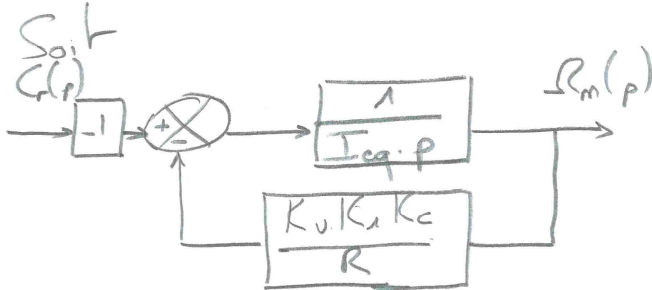
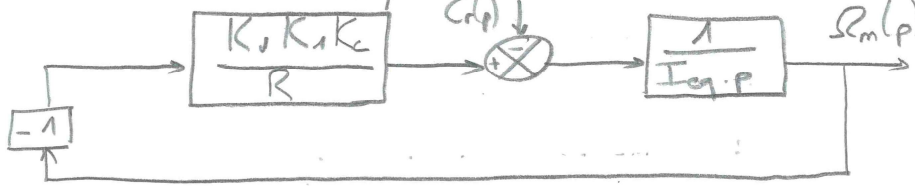
$$\lim_{t \rightarrow +\infty} \omega_m(t) \stackrel{\text{TVF}}{=} \lim_{p \rightarrow 0} p \cdot \Omega_m(p) = \lim_{p \rightarrow 0} p \cdot H_{m1}(p) \cdot \Omega_c(p) \rightarrow \frac{\omega_0}{p}$$

D'où

$$\lim_{t \rightarrow +\infty} \omega_m(t) = \lim_{p \rightarrow 0} \frac{1}{1 + \tau_2 p} \cdot \omega_0 = \boxed{\omega_0 = \omega_m(+\infty)}$$

CDC Id 11 OK



Q16 & Q17. Expression de  $H_{m2}(p)$  :On considère ici  $\Omega_c(p) = 0 \Rightarrow$  le schéma-blocs devient :

D'après le théorème de Black :  $H_{m2}(p) = - \frac{\frac{1}{I_{eq} \cdot p}}{1 + \frac{K_v K_1 K_c}{R I_{eq} \cdot p}}$

Soit

$$H_{m2}(p) = - \frac{R}{R I_{eq} \cdot p + K_v K_1 K_c}$$

Finalement :

$$H_{m2}(p) = - \frac{R}{K_v K_1 K_c} \cdot \frac{1}{1 + \frac{R I_{eq}}{K_v K_1 K_c} p}$$

$$K_3 = \underline{\underline{-R / K_v K_1 K_c}}$$

$$\tau_3 = \underline{\underline{\frac{R I_{eq}}{K_v K_1 K_c}}}$$

Unités :

rad.s<sup>-1</sup>.Nm<sup>-1</sup>Secondes

Q18.

D'après le théorème de superposition :

$$\Omega_m(p) = H_{m1}(p) \Omega_c(p) + H_{m2}(p) C_r(p)$$

Q19. L'effet d'un couple résistant d'amplitude  $C_{ro} (>0)$  est une diminution de la vitesse angulaire du moteur en RP notée  $\Delta\omega_m(+\infty)$

Avec :  $\Delta\omega_m(+\infty) = \lim_{p \rightarrow 0} p H_{me}(p) \cdot C_r(p) \rightarrow \frac{C_{ro}}{p}$

Soit

$$\Delta\omega_m(+\infty) = \lim_{p \rightarrow 0} \frac{K_3}{1 + T_3 p} C_{ro} = K_3 C_{ro}$$

Finalement

$$\Delta\omega_m(+\infty) = - \frac{R}{K_v K_1 K_c} C_{ro} \Rightarrow \text{CDC Id 1.2 } \underline{\underline{KO}}$$

Q20.

$$U(p) = \frac{K_v}{p} E_v(p)$$

Par analogie avec ce qui précède :  $K_v \leftrightarrow \frac{K_v}{p}$

On a alors

$$\Delta\omega_m(+\infty) = \lim_{p \rightarrow 0} - \frac{R}{\frac{K_v}{p} K_1 K_c} = \underline{\underline{0}}$$

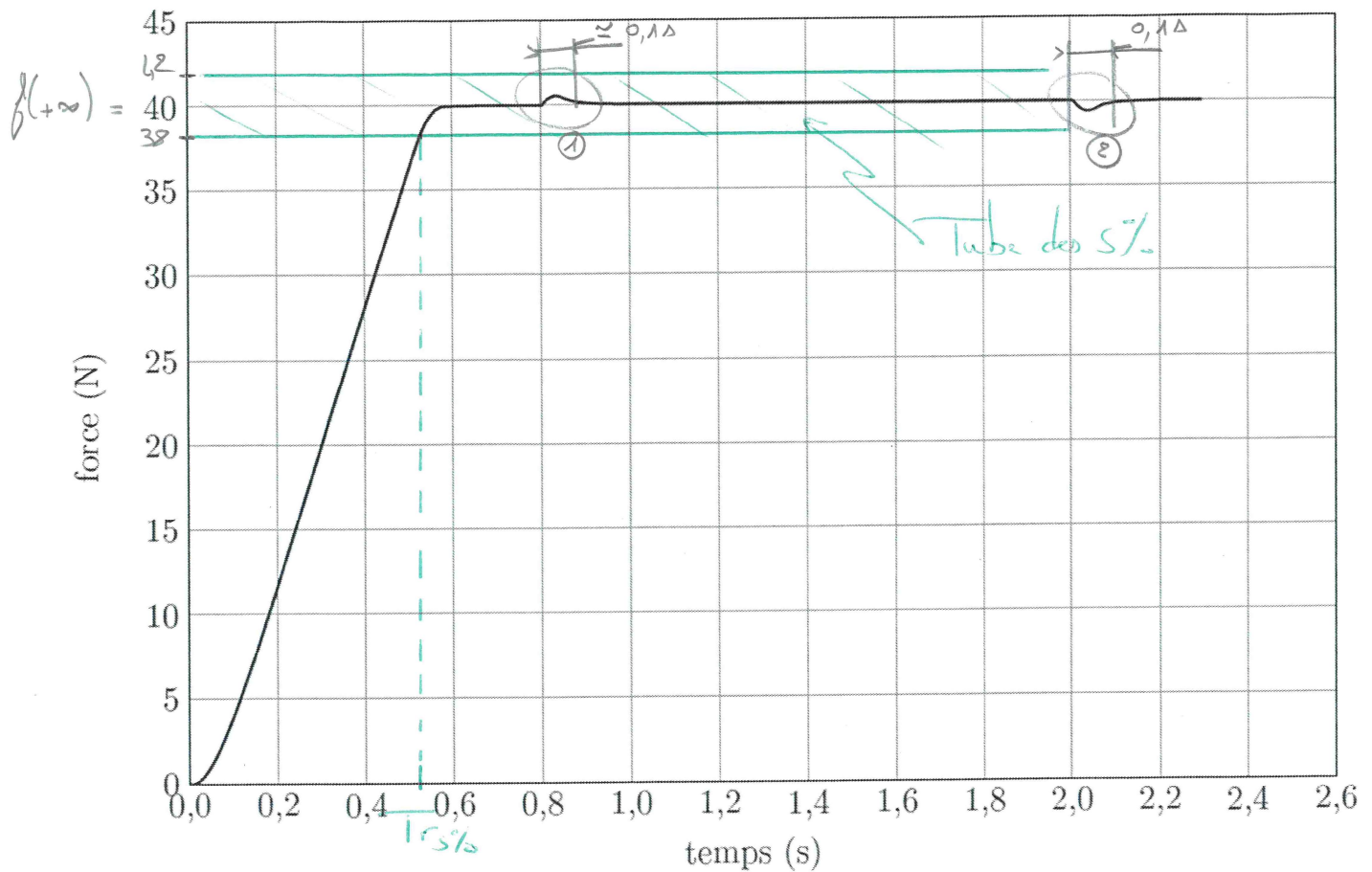
$$\Rightarrow \text{CDC Id 1.2 } \underline{\underline{OK}}$$

Q21.

D'après Q14,  $K_2$  est indépendant de  $K_v$

Donc la modification du correcteur proportionnel par un correcteur intégral n'affecte pas le respect de l'exigence Id.1.1

Q22.



Id 2.1 : on lit  $f(+\infty) = 40 \text{ N} = f_c(+\infty) \Rightarrow \underline{\underline{\varepsilon_s = 0}} \Rightarrow \boxed{\text{CDC Id 2.1 OK}}$

Id 2.2 : ① et ② on constate qu'un couple résistant ( $< 0$  en ① et  $> 0$  en ②) engendre une variation de l'effort de traction de l'actionneur dont l'effet s'annule très rapidement ( $\approx 0,1\Delta$ )  $\Rightarrow \boxed{\text{CDC Id 2.2 OK}}$

Id 2.3 :  $\begin{cases} 0,95 \times f(+\infty) = 38 \text{ N} \\ 1,05 \times f(+\infty) = 42 \text{ N} \end{cases} \Rightarrow \text{Tube des 5\%}$

On lit alors  $\underline{\underline{T_{r5\%} \approx 0,5\Delta}} < 1\Delta \Rightarrow \boxed{\text{CDC Id 2.3 OK}}$

Id 2.4 : la réponse indicielle ne présente pas de dépassements  $\Rightarrow \boxed{\text{CDC Id 2.4 OK}}$



