

HOCHART Alexandre

HESSE Marjolie

TP5: Asservissement de niveau d'eau1. Analyse du système en boucle ouverte

Si l'on installe le système en boucle ouverte en régime permanent, alors le débit d'entrée est égal au débit de sortie. Nous pouvons remarquer qu'il y a une infinité de positions d'équilibre.

Si nous ouvrons la vanne, nous pouvons compenser la diminution du niveau d'eau en réglant le débit d'entrée supérieur ou égal au débit de sortie.

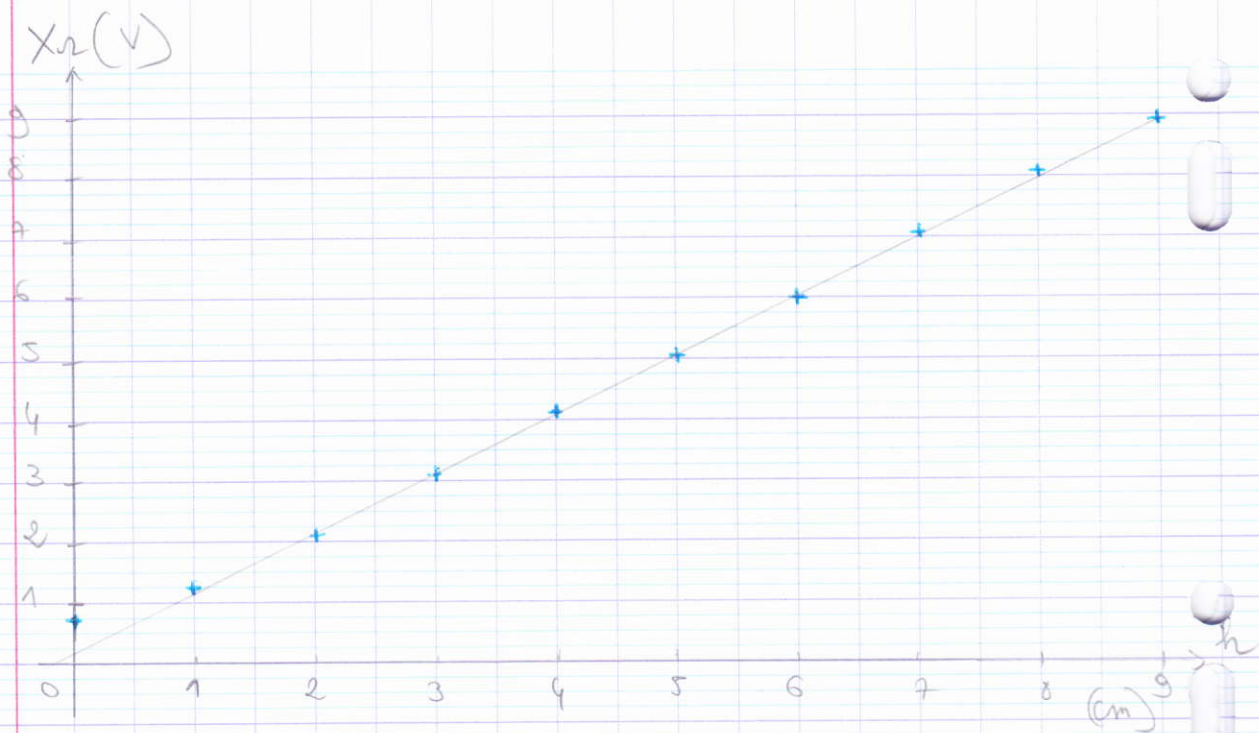
Si le débit d'entrée est plus petit que le débit de sortie, le niveau d'eau diminue et inversement.

2. Étalonnage de la sonde

Nous remplissons la cuve à des hauteurs d'eau différentes et nous notons la tension correspondante. Nous obtenons:

H. d'eau (mm)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Tension (V)	0,8	1,28	2,16	3,12	4,16	5,4	6	7,12	8,08	8,96

Nous obtenons la courbe $x_2 = f(h)$ qui a une allure linéaire:



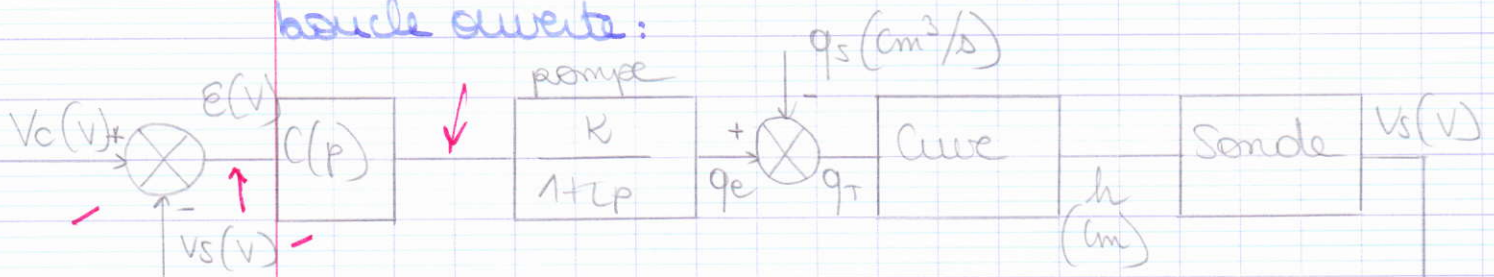
Avec cette courbe, nous pouvons donc associer une tension à un niveau d'eau (linéarité). Le gain de la sonde correspond à la pente de cette droite.

Nous avons donc:

$$G = \frac{8,96 - 1,28}{9 - 1} = \underline{0,96 \text{ V/cm}}$$

3. Étude du système régulé en boucle fermée

1) Dessinons le schéma bloc du système en boucle ouverte:



2) On ne branche que le connecteur proportionnel. Nous traçons la réponse indicielle pour 3 valeurs de Kp. (cf Annexe 1-3)

Il existe une erreur statique telle que:

- $K_p = 2$: $\epsilon_0 = \underline{23\%}$
- $K_p = 4$: $\epsilon_0 = \underline{8,6\%}$
- $K_p = 10$: $\epsilon_0 = \underline{1,5\%}$

Nous pouvons remarquer que plus le gain augmente, moins il y a d'erreur. Mais dans la théorie, cette erreur doit être nulle. En effet:

$$GBF = \frac{\frac{R \times K_p \cdot 0,96 \cdot q_T}{S_p(1+T_p)}}{1 + \frac{K \cdot K_p \cdot 0,96 \cdot q_T}{S_p(1+T_p)}} = \frac{K \cdot K_p \cdot 0,96 \cdot q_T}{S_p(1+T_p) + K \cdot K_p \cdot 0,96 q_T}$$

D'où d'après le théorème de la valeur finale:

$$\begin{aligned} \lim_{p \rightarrow 0} p \epsilon(p) &= \lim_{p \rightarrow 0} p(Ve - GBFVe) \\ &= \lim_{p \rightarrow 0} pVe(1 - GBF) \\ &= \lim_{p \rightarrow 0} S(1 - GBF) \\ &= S(1 - 1) \\ &= \underline{0} \end{aligned}$$

Nous avons donc une erreur en pratique. Ceci s'explique par le fait qu'il y a un seuil de déclenchement. Plus le gain est grand, moins l'erreur est importante. En effet, il existe une tension de \downarrow de gain

déclenchement de la pompe. Si le gain est faible, cela correspondra à une erreur de hauteur élevée. $V_{seuil} = \alpha h_{erreur}$ (α dépend de K_p)

3) Nous déterminons le seuil d'arrêt.

$$V_{seuil} = K_p \times E_0 = 2 \times 1,2 = \underline{2,4 \text{ V}}$$

En pratique, on peut également le retrouver avec $K_p = 1$, on mesure l'erreur (différence entre les deux tensions) : 1,8 V.

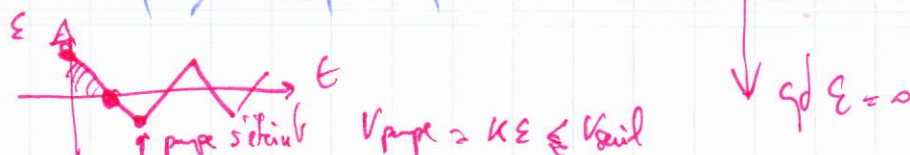
Mais ceci ne correspond pas au seuil de déclenchement. Pour cela, pour $K=1$, on se met en Boucle Ouverte et on regarde à quelle tension démarre la pompe. Et on obtient $V_s = 2,4 \text{ V}$

$$V_{seuil} = K_p E = K_p (V_c - V_s) = K_p (V_c - G_{ponde} \times h)$$

Donc cette tension peut être assimilée à une hauteur d'eau.

4) Nous avons mis un connecteur PI et nous obtenons les courbes 4-7.

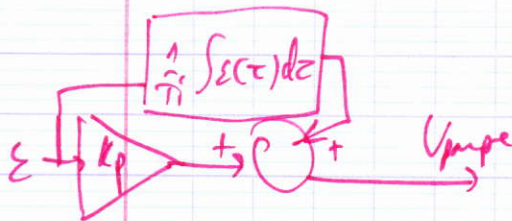
Nous pouvons observer des oscillations. Ceci est dû au fait que l'intégrateur veut une erreur nulle. Sauf que la sortie de l'intégrateur n'est pas nulle, il faut lui laisser un certain temps. Mais durant ce temps, la pompe continue de marcher,



la cuve se remplit. Ensuite la tension de sortie de l'intégrateur passe en dessous de V_{seuil} , arrêt de la pompe. Donc la cuve se vide (~~ouverture~~ ^{ouverts} vanne). Donc l'erreur va augmenter jusqu'à ce que la tension en sortie de l'intégrateur repasse à V_{seuil} . A ce moment, la cuve se remet à fonctionner et ainsi de suite.

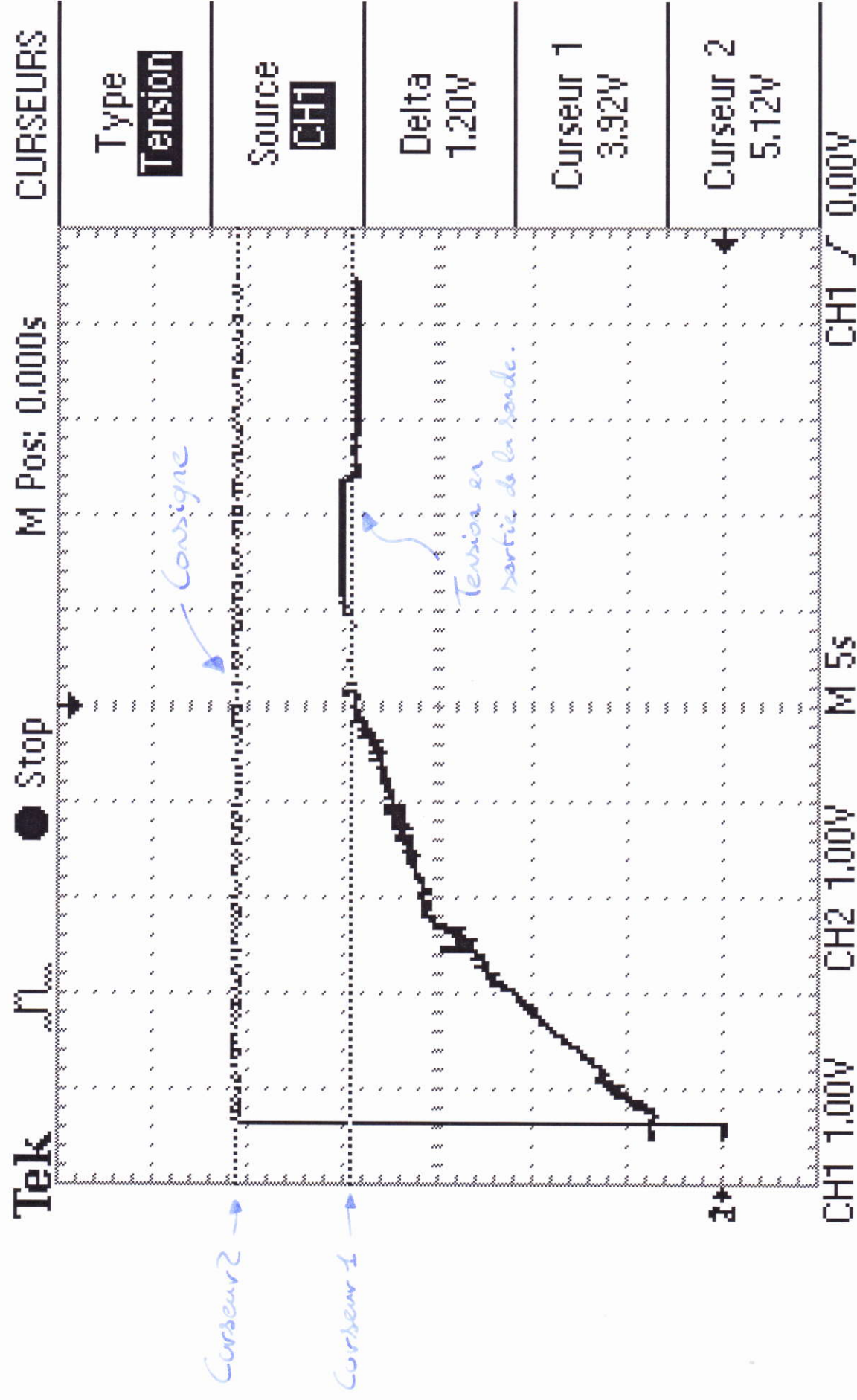
Si l'on modifie le gain, l'amplitude des oscillations diminue lorsque le gain \uparrow . Par contre si on modifie T_i , on observe que les oscillations s'atténuent. Plus le gain est petit, plus l'amplitude des oscillations est petite. Ainsi pour un meilleur fonctionnement, il est mieux K_p et T_i grands.

5) Si l'on met un correcteur PID,

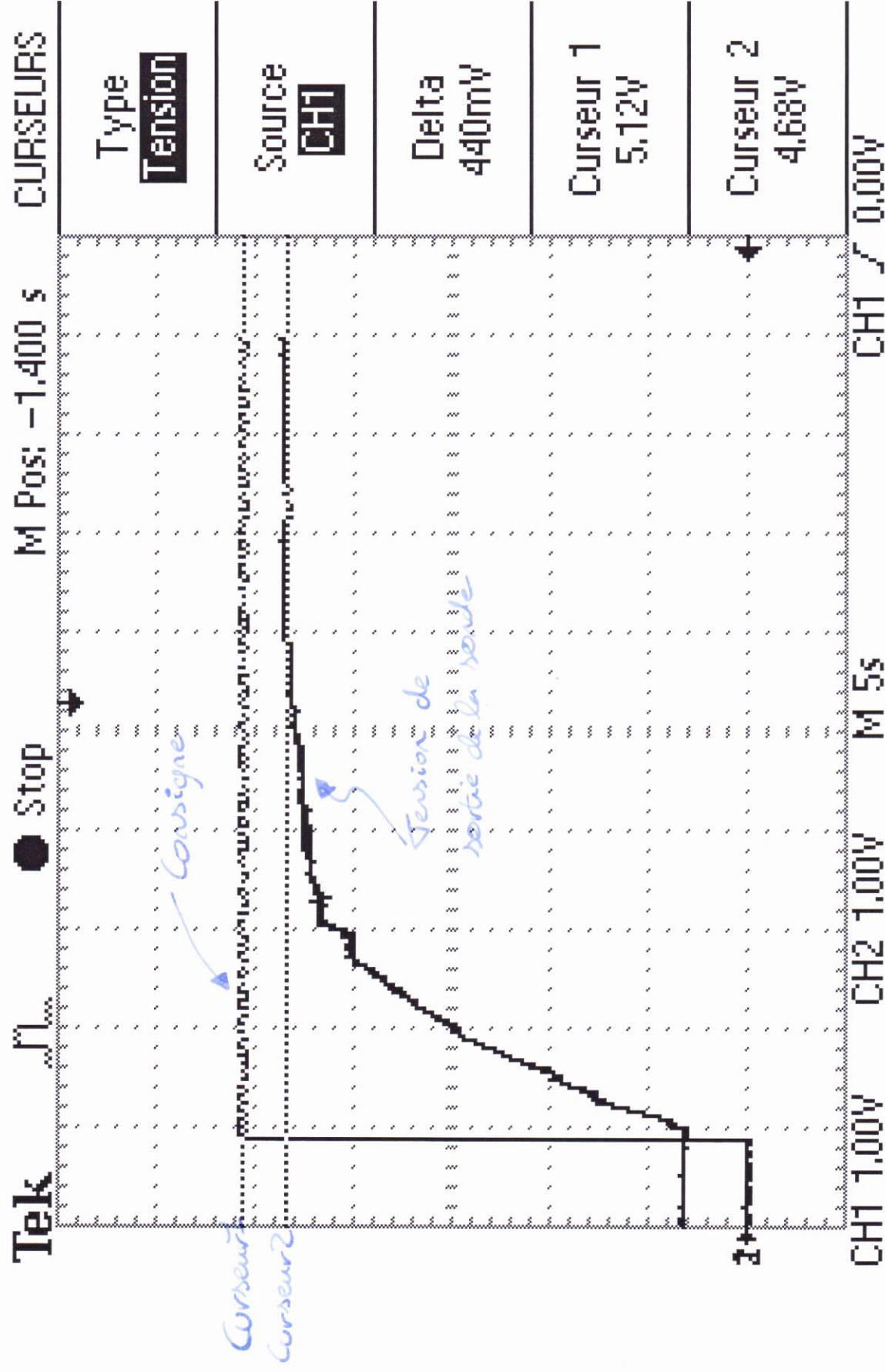


ou inverse

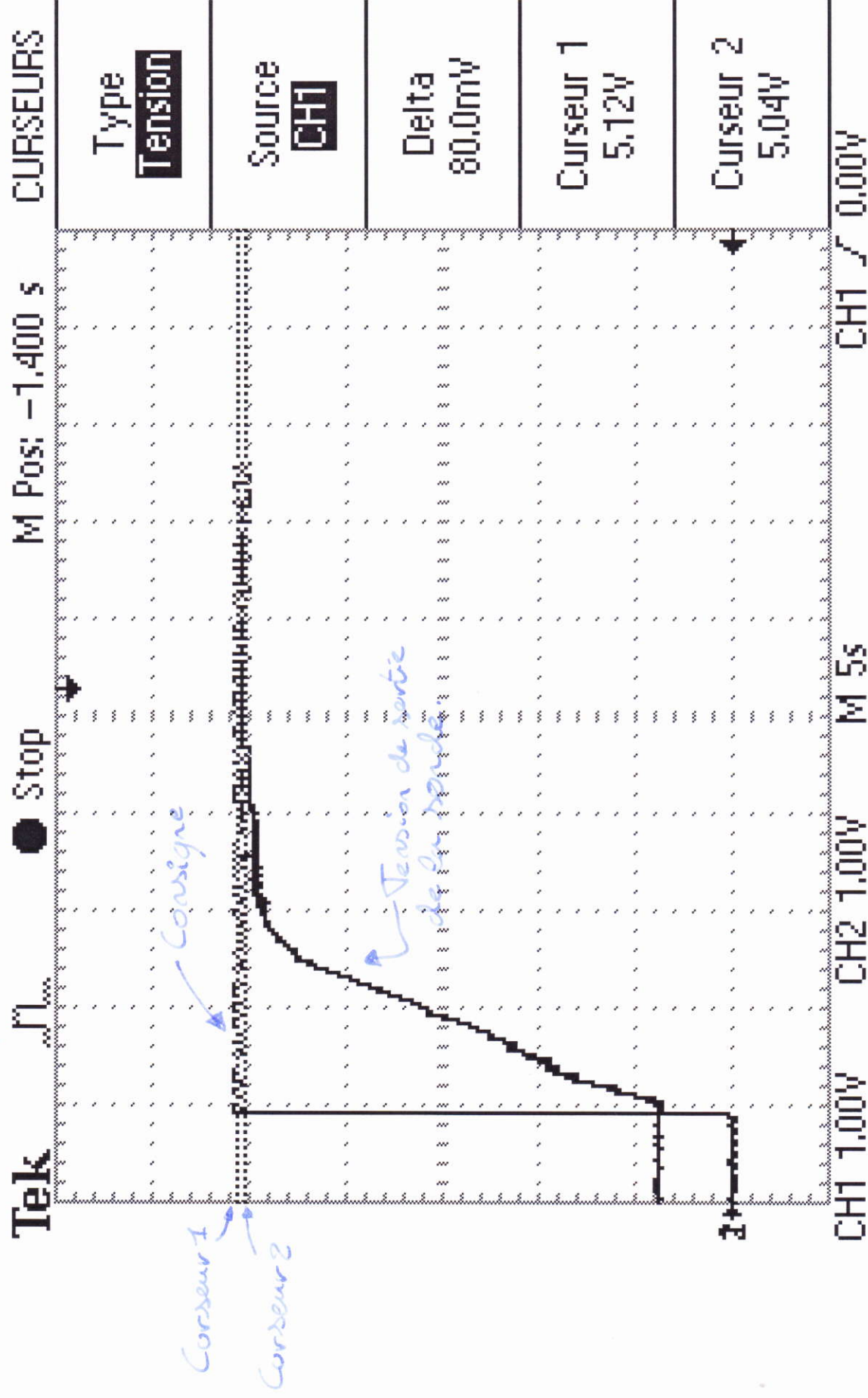
Réponse indicelle pour $C(p) = Kp = 2$.



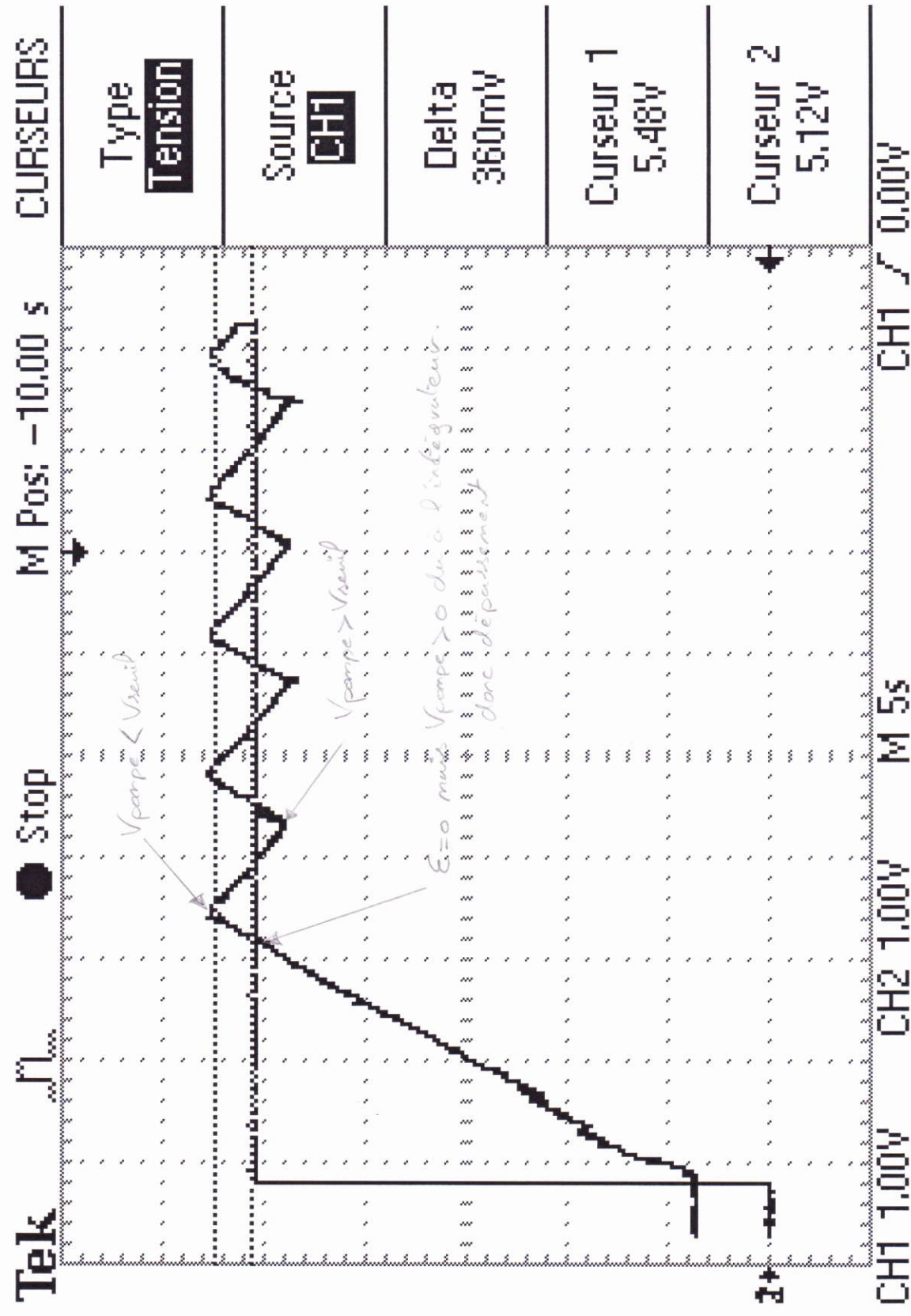
Réponse indicielle pour $C(p) = K_p = 4$.



Réponse indicielle pour $C_p = K_p = 10$.



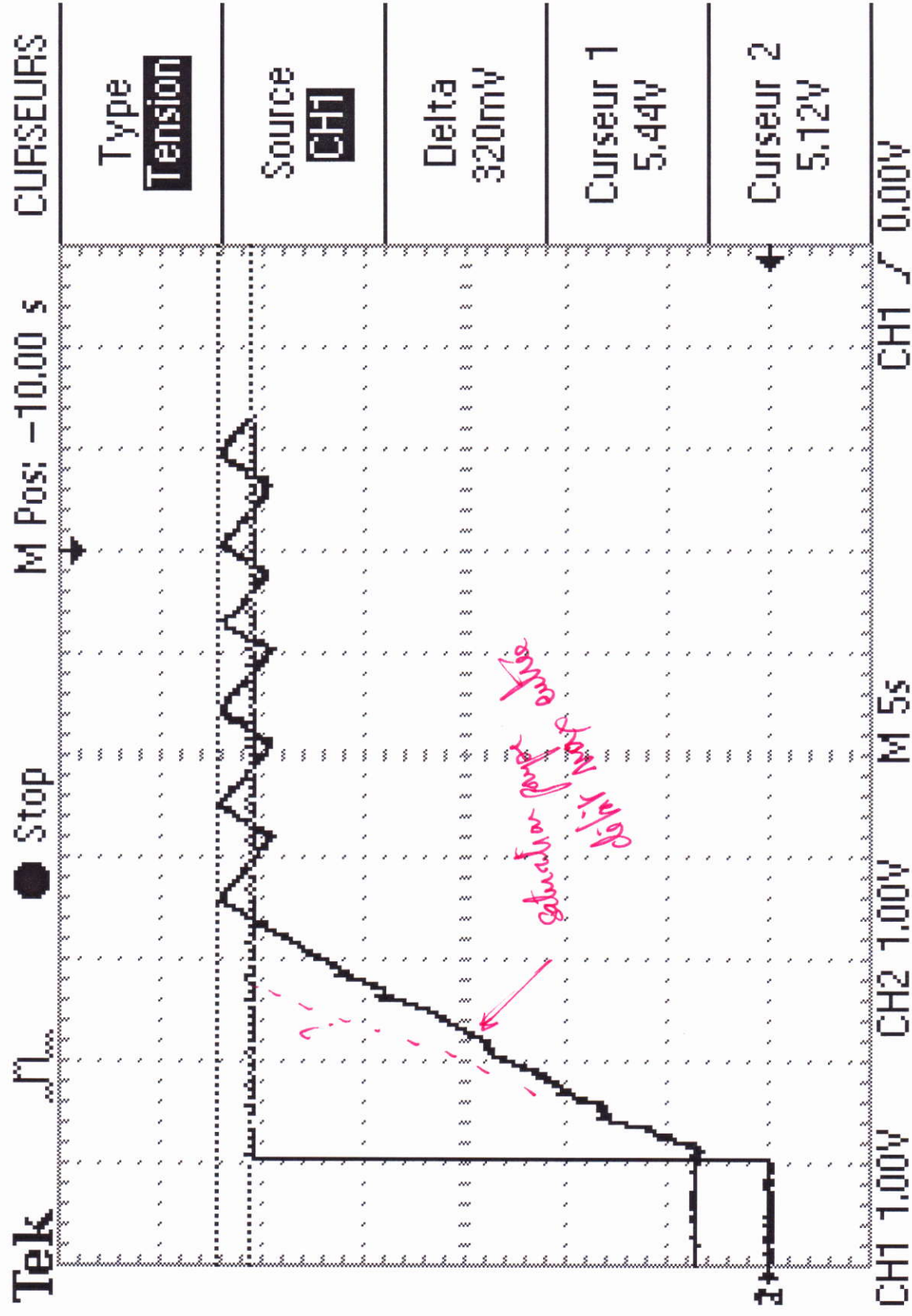
Réponse indicielle avec PI - $K_p=4$, $T_i=90ms$



Utiliser les boutons VERTICAL POSITION pour contrôler les curseurs

Réponse indicielle avec PI - $K_p = 10$, $T_i = 90\text{ms}$

5



⑥

Réponse indicielle PI - $K_p=70$, $T_i=400\text{ ms}$

⑦

