

CORRIGE

Ces éléments de correction n'ont qu'une valeur indicative. Ils ne peuvent en aucun cas engager la responsabilité des autorités académiques, chaque jury est souverain.

U41 – Instrumentation et régulation**CORRIGÉ****Proposition de barème****Instrumentation : /8**

1. **Mesure de température dans l'atelier : 2**
2. **Mesure de l'humidité dans l'atelier : 1**
3. **Choix de la vanne de régulation TV1 : 5**

Régulation : /12

4. **Étude de la boucle simple de température dans l'atelier : 8**
5. **Régulation à partage d'échelle : 4**

INSTRUMENTATION (8 POINTS)

1. Mesure de la température dans l'atelier :

1.1 Pt100 : Sonde de température résistive en platine.

La résistance de la sonde varie avec la température.

Elle est de 100Ω à 0°C et $138,5\Omega$ à 100°C .

1.2 Voir document réponse n°1.

1.3 La distance entre le capteur et le transmetteur n'est pas grande OU/ET la précision de mesure recherchée ne nécessite pas un montage 3 fils. (Mesure $0-50^\circ\text{C}$, précision de régulation max $0,5^\circ\text{C}$).

2. Mesure de l'humidité dans l'atelier :

2.1 La permittivité relative ϵ_r de la sonde est modifiée par l'humidité de l'air.

2.2 Sensibilité du capteur :

$$S = 10\text{V}/100\% = 0,1\text{V}/\% \text{ d'humidité}$$

3. Choix de la vanne de régulation TV1 :

3.1 La pression exercée par le fluide pousse le clapet vers le haut et augmente la section d'ouverture de la vanne

3.2 Voir document réponse n°1.

3.3 Egal pourcentage : Des accroissements égaux du signal de commande vanne provoquent des accroissements égaux de débit relatif.

Pour le même ΔY_r , on a : $\Delta Q_1/Q_1 = \Delta Q_2/Q_2$

3.4 Voir document réponse n°2.

3.5 Voir document réponse n°2.

3.6 CV d'une vanne : Débit d'eau à 4°C en gallon US par minute traversant la vanne sous une ΔP de 1 PSI.

3.7 $\Delta P_s = P_1 - P_v = 6 - 2 = 4 \text{ bar}$

$$\Delta P = 3 \text{ bar}$$

$$C_f^2 \cdot \Delta P_s = 0,9^2 \cdot 4 = 3,24 \text{ bar}$$

Donc $\Delta P < C_f^2 \cdot \Delta P_s$ L'écoulement est non critique.

3.8 $CV = 1,16 \cdot 20 \cdot \sqrt{\left(\frac{1}{3}\right)}$

$$CV = 13,4$$

RÉGULATION (12 POINTS)

4. Étude de la boucle simple de température dans l'atelier :

4.1 $K = 6\%/20\% = 0,3$

$$t_1 = 72,5\text{s}$$

$$t_2 = 100\text{s}$$

$$\tau = 5,5(t_2 - t_1) = 5,5(100 - 72,5) = 151,2$$

$$T = 2,8 \cdot t_1 - 1,8 \cdot t_2 = 2,8 \times 72,5 - 1,8 \times 100 = 23\text{s}$$

4.2 Le régulateur est à structure PI série ou mixte.

4.3 D'après la courbe d'identification, quand Y_r augmente, M augmente donc le procédé est direct donc le régulateur doit être inverse.

$$4.4 T(p) = \frac{M(p)}{\varepsilon(p)} = \frac{1 \cdot (1 + 150 \cdot p)}{150 \cdot p} \cdot \frac{0,3 \cdot e^{-23p}}{1 + 150 \cdot p} = \frac{0,3 \cdot e^{-23p}}{150 \cdot p}$$

CAE4IR

$$4.5 \quad \|\underline{T}(j\omega)\| = \left\| \frac{0,3 \cdot e^{-23j\omega}}{150 \cdot j\omega} \right\| = \frac{0,3}{150 \cdot \omega}$$

$$4.6 \quad \text{Arg}(\underline{T}(j\omega)) = \text{Arg}\left(\frac{0,3 \cdot e^{-23j\omega}}{150 \cdot j\omega}\right) = \text{Arg}(0,3) + \text{Arg}(e^{-23j\omega}) - \text{Arg}(150j\omega)$$

$$\text{Arg}(\underline{T}(j\omega)) = 0 - 23\omega - \pi/2$$

$$\text{Arg}(\underline{T}(j\omega)) = -23\omega - \pi/2$$

4.7

- Pulsation à $-\pi$:

$$\text{Arg}(\underline{T}(j\omega_\pi)) = -23\omega_\pi - \frac{\pi}{2} = -\pi$$

$$\omega_\pi = \frac{\pi}{46} = 0,0683 \text{ rad/s}$$

- Marge de gain G_m = module à ω_π .

$$G_m = \left| \frac{1}{\underline{T}(j\omega_\pi)} \right| \text{dB} = -20 \cdot \log\left(\frac{0,3}{150\omega_\pi}\right)$$

$$G_m = \left| \frac{1}{\underline{T}(j\omega_\pi)} \right| \text{dB} = -20 \cdot \log\left(\frac{0,3}{150 \cdot 0,0683}\right)$$

$$G_m = +30,7 \text{ dB}$$

4.8 La courbe 2 s'est translaturée vers le haut par rapport à la courbe 1 : l'amplification A du régulateur a été augmentée.

4.9 La courbe 3 s'est déplacée vers la gauche par rapport à la courbe 2 : le T_i du régulateur a été diminué.

$$4.10 \quad G_{m3} = (16,5 \times 10)/14 = 11,8 \text{ dB}$$

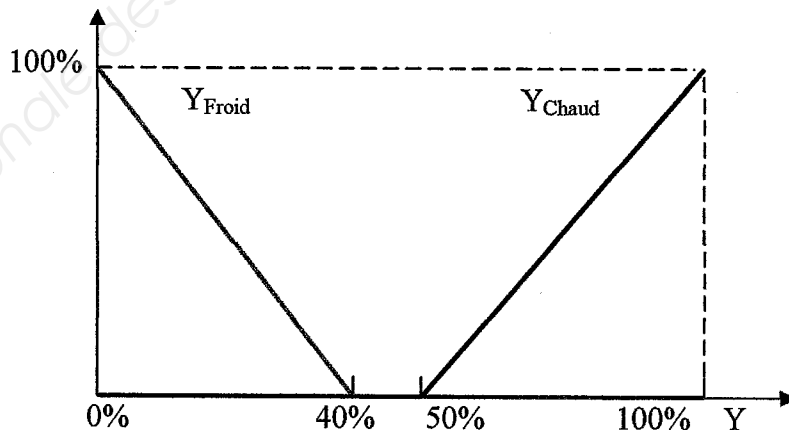
$$\varphi_{m3} = (26 \times 45)/25 = 46,8^\circ$$

5. Régulation à partage d'échelle :

5.1 La régulation à partage d'échelle possède deux actionneurs, ici à actions antagonistes.

Elle permet d'accélérer le refroidissement et augmente la plage de réglage de la mesure. En boucle simple, le refroidissement est imposé par l'inertie du procédé.

5.2



Ce diagramme possède une zone morte. Elle permet un fonctionnement plus économique de la climatisation.

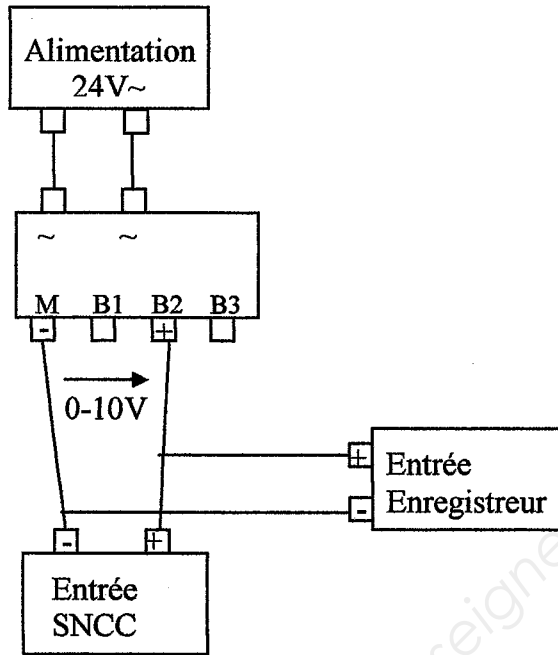
5.3 Voir document réponse n°4.

5.4 Le régulateur TIC 02 est à sens d'action INVERSE.

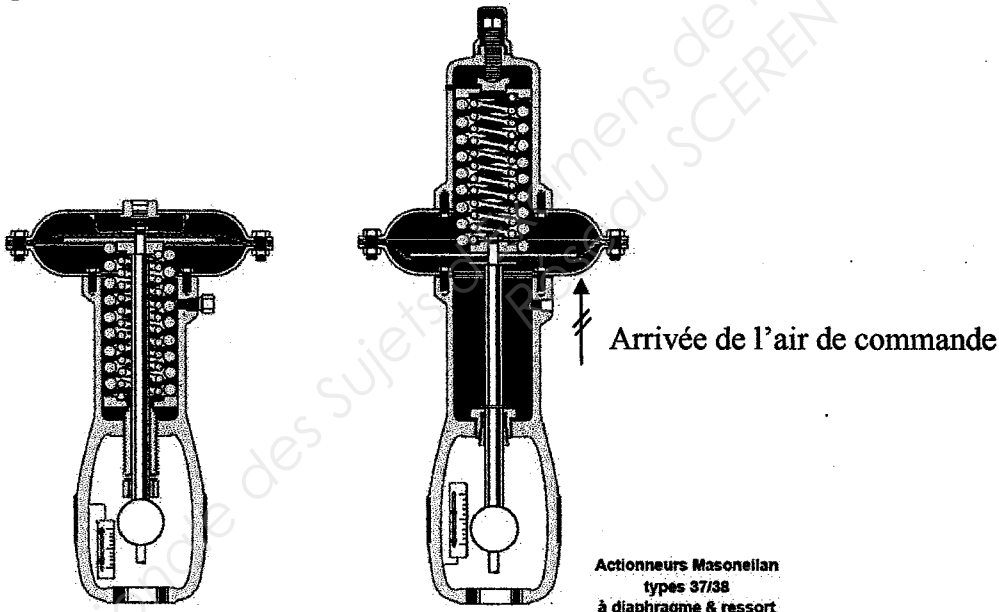
5.5 Régulation cascade sur grandeur intermédiaire : TIC 01 régulateur maître, TIC 02 régulateur esclave.

Document réponse n° 1

Question 1.3 : Câblage du transmetteur (Indiquer les polarités avec précision)



Question 3.2 : Choix du servomoteur



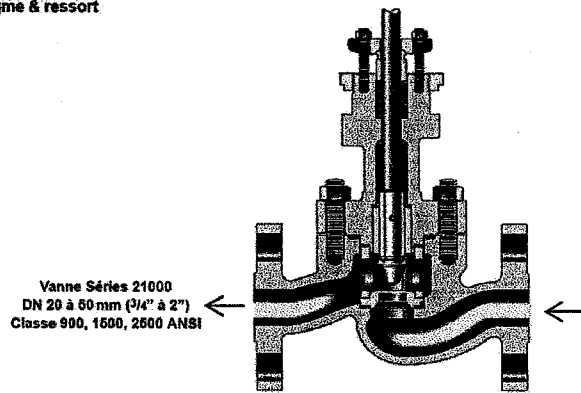
Type 37
Actionneur à tige sortant par augmentation de pression

Type 38
Actionneur à tige rentrant par augmentation de pression

Actionneurs Masonellian types 37/38 à diaphragme & ressort



Cocher la case correspondant à votre choix



Corps de vanne

Document réponse n° 2

Question 3.4 : Codification

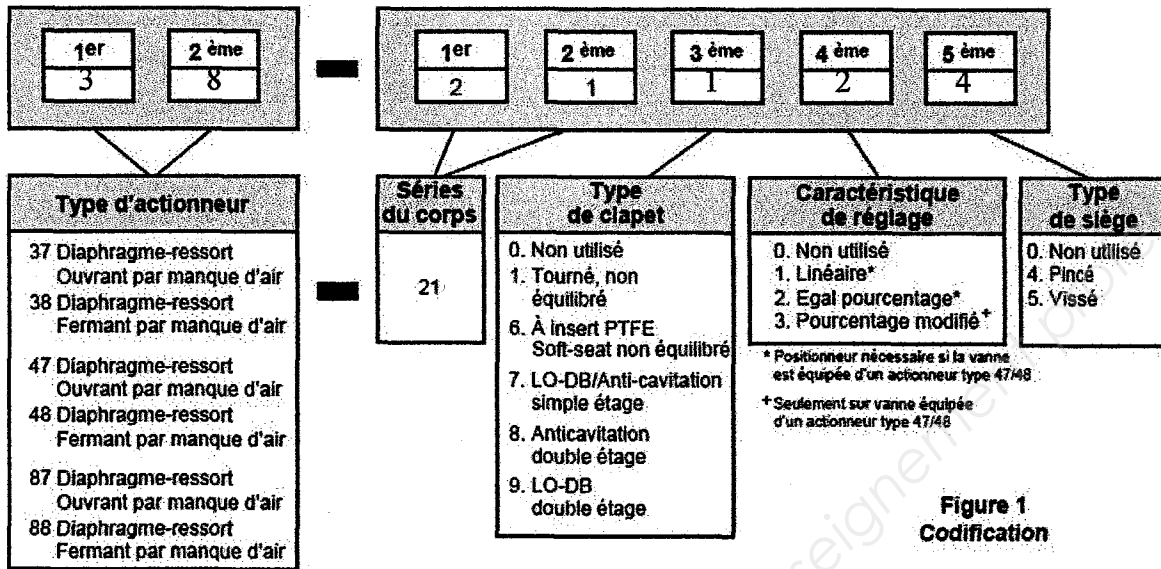


Figure 1
Codification

Question 3.5 : Caractéristique du positionneur

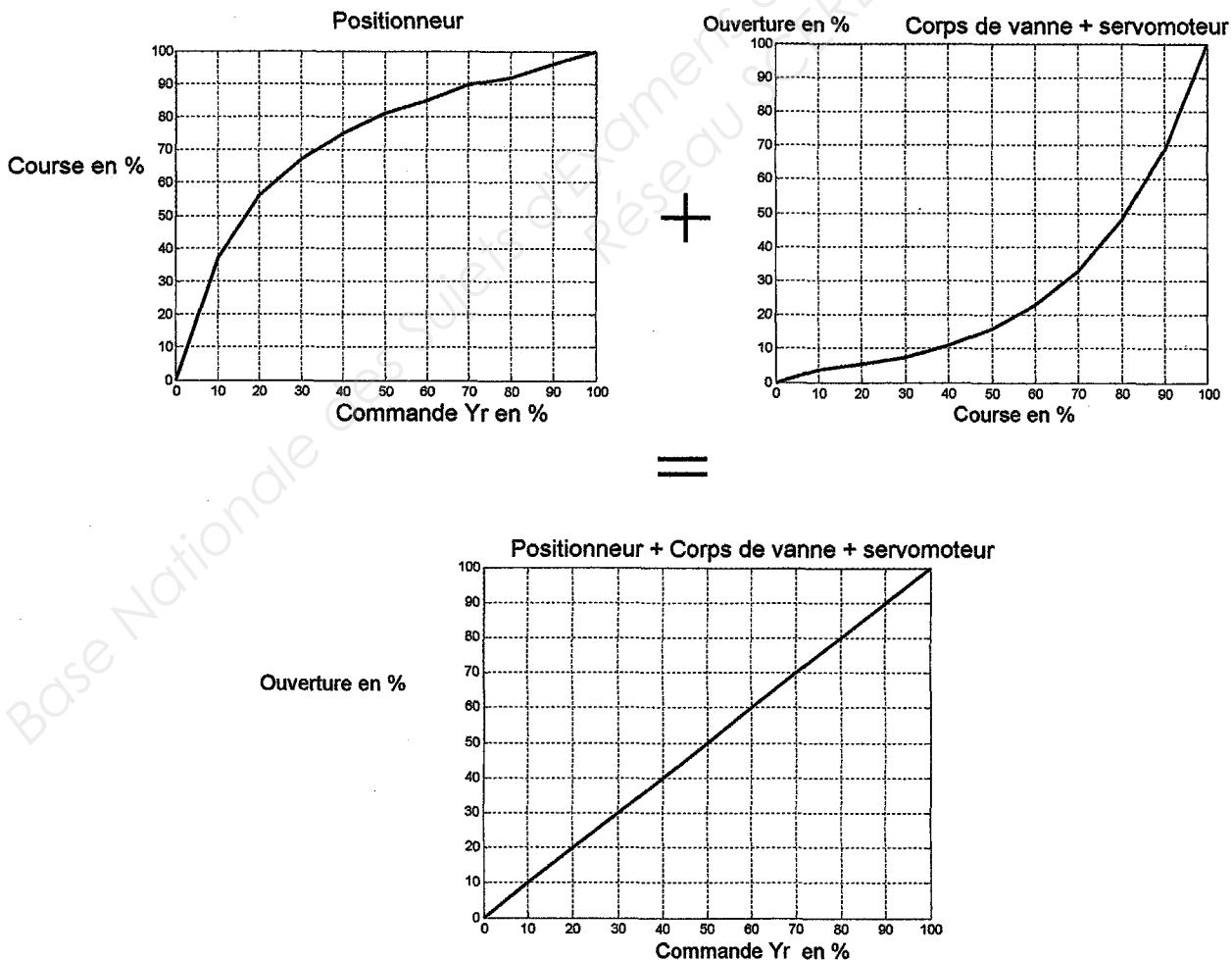
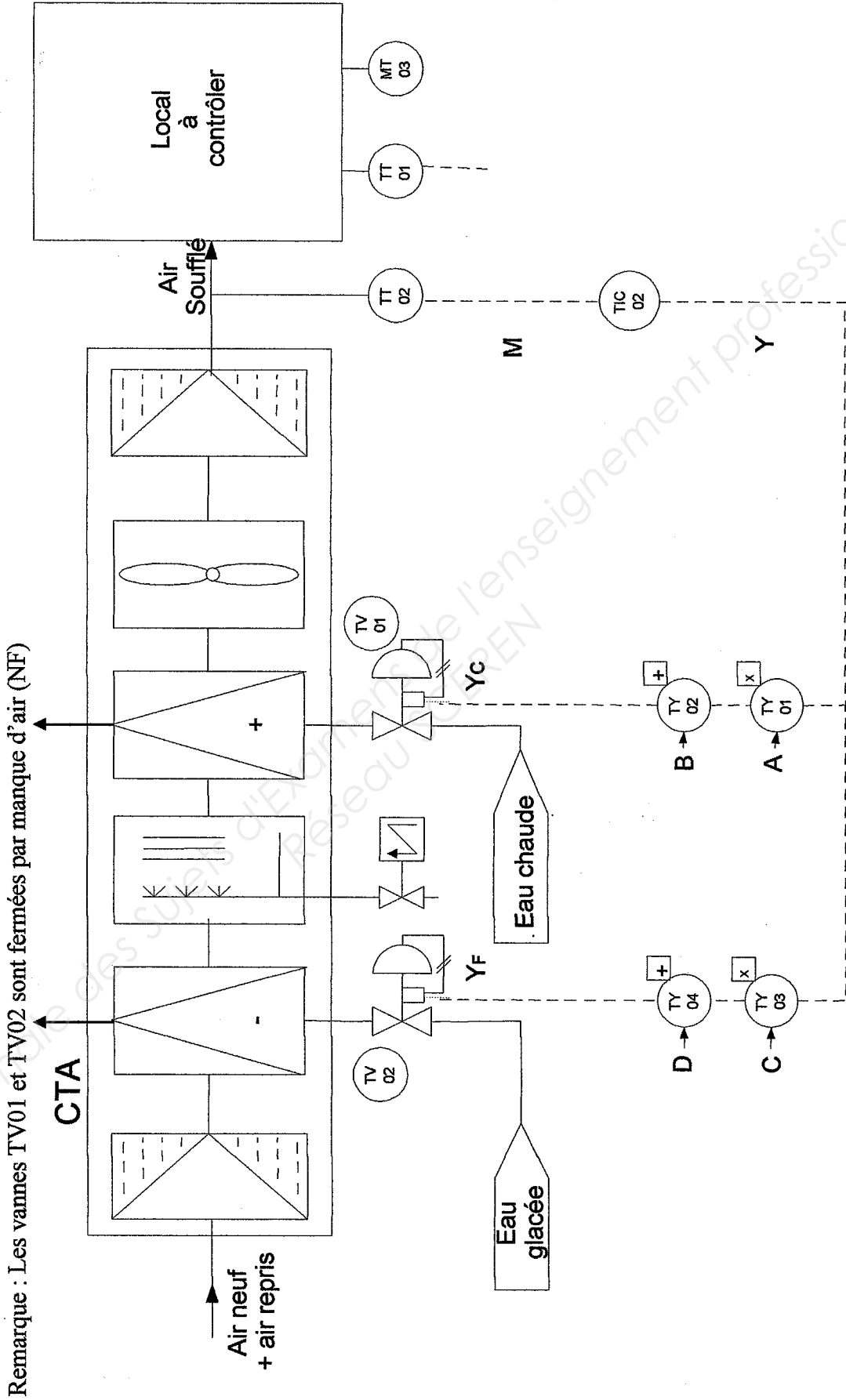


Schéma TI de l'installation



Remarque : Les vannes TV01 et TV02 sont fermées par manque d'air (NF)