

I Débit Vapeur

1) Correction du débit.

Débit volume $Q_v = k \sqrt{\frac{\Delta P}{\rho}}$ Débit masse $Q_m = \rho Q_v = k \sqrt{\rho \Delta P}$

Loi des gaz parfait $PV = nRT$

$\rho = \frac{m}{V}$ et $m = M \cdot n$
 $\left\{ \begin{array}{l} M = \text{Masse molaire} \\ n = \text{nombre de moles} \end{array} \right.$
 Soit $\rho = \frac{M}{R} \frac{P}{T}$

Soit $Q_m = k' \sqrt{\frac{P \Delta P}{T}}$ avec $k' = k \sqrt{\frac{M}{R}}$

2) Schéma (Voir annexe 1)

II Mesure de niveau

1) Etalonnage

$HP_0 = (6,3 \cdot 996 + 0,2 \cdot 782 + 1 \cdot 24) \cdot 9,81 + P = (63325,5 + P) Pa$

$BP_0 = (7,5 \cdot 996) \cdot 9,81 + P = 73280,7 + P Pa$

$\Delta P_0 = HP_0 - BP_0 = -9955,2 Pa$

$HP_{100} = (6,3 \cdot 996 + 0,7 \cdot 782 + 0,5 \cdot 24) \cdot 9,81 + P = (67043,5 + P) Pa$

$BP_{100} = BP_0 = (73280 + P) Pa$

$\Delta P_{100} = HP_{100} - BP_{100} = -6237,2 Pa$

$EM = \Delta P_{100} - \Delta P_0 = \underline{3718 Pa}$

Décalage du zéro = $\underline{-9955,2 Pa}$

2) Montage du Transmetteur

Vanne 1 et 3 respectivement vanne isolement HP et BP

Vanne 4 et 5 respectivement vanne purge HP et BP

Vanne 2 réglage du zéro.

HP au gauche car a une \nearrow du niveau soit correspondre une augmentation du signal de sortie du Transmetteur.

3) Principe

Action de la force pressante sur un corps élastique obtient la déformation est mesurée par méthode résistive, capacitive ou inductive

III Circuit de Combustible

217

- Régulation cascade : régulateur maître pression P_{co1}
- Régulation de rapport air/fuel par $FV4$ de coefficient K
- $FV5$ air ONA : Procédé inverse donc $FC5$ direct
- $FV4$ fuel FIA : Procédé direct donc $FC4$ inverse
- P_{co1} une augmentation signal de sortie provoque une augmentation de la grandeur réglée soit un procédé direct donc P_{co1} en inverse

IV Régulation

A) Débit eau alimentaire

1) x_4 est la AP de la vanne Ramont (Sortie de pompe) -
PauvP (Ballon)

2) Voir annexe 1 : identification en boucle ouverte

$$H_1(p) = \frac{1,4 e^{-0,5p}}{1+5,5p}$$

3) Structure du correcteur

en BO $w_1(p) \rightarrow \left[\frac{G_1(p)}{T_1(p)} \right] \rightarrow x_1(p) \quad T_1(p) = \frac{x_1(p)}{w_1(p)} = C_1(p) H_1(p)$

en BF $F(p) = \frac{T_1(p)}{1+T_1(p)} = \frac{1}{1+zp} \quad \text{Soit } T_1(p) = \frac{1}{zp}$

donc $C_1(p) = \frac{T_1(p)}{H_1(p)} = \frac{1}{zp} \frac{1+zp}{k_1 e^{-\tau_1 p}} = \frac{z_1}{z k_1} \frac{1+zp}{zp} e^{\tau_1 p}$

$G(p) = A \underbrace{\frac{1+\tau_1 p}{\tau_1 p}}_{\text{Regul PI}} e^{\tau_1 p}$ Avec τ_1 temps de retard impossible à réaliser

4) Structure approchée

$$e^{T_1 p} \approx 1 + T_1 p \Rightarrow G(p) = \frac{Z_1}{Z_{k1}} \frac{1 + Z_1 p}{Z_1 p} (1 + T_1 p)$$

identifié à un PID série pour G_{pucl}

$$A = \frac{Z_1}{Z_{k1}} ; T_i = Z_1 ; T_d = T_1$$

le gain du régulateur dépend de la constante de temps voulue en BF mais en pratique il y a une valeur limite de stabilité d'autre part l'action dérivée risque d'être négative sur une mesure pouvant subir de brusques variations.

Le rapport $T_d = 0,12$ ne préconise pas d'action dérivée

5) Gain limite

$$T(p) = G(p) H_1(p) = \frac{A(1 + T_1 p) k_1 e^{-T_1 p}}{T_1 p (1 + Z_1 p)}$$

$$T_1 = Z_1 \Rightarrow T(p) = \frac{A k_1 e^{-T_1 p}}{Z_1 p} \Rightarrow T(j\omega) = \frac{A k_1 e^{-j\omega T_1}}{j\omega Z_1}$$

$$\text{Module } |T| = \frac{A k_1}{\omega Z_1} \quad \text{Argument} = -\frac{\pi}{2} - \omega T_1$$

Une marge de gain de 6 dB impose

$$-\pi = -\frac{\pi}{2} - \omega T_1 \quad \text{soit } \omega = \frac{\pi}{2T_1}$$

$$\text{Il faut } |T| = \frac{1}{2} \quad \text{donc } \frac{1}{2} = \frac{A k_1}{\omega Z_1} \Rightarrow A = \frac{\pi Z_1}{4 k_1 T_1}$$

$$\text{AN. voir 4.2 } Z_1 = 5,5 ; k_1 = 1,4 ; T_1 = 0,5$$

$$A = 6,1$$

$$6) \text{ Précision } x_1(p) = H_4(p) \cdot x_4(p) + G(p) H_1(p) E(p) \text{ et } E(p) = w_1(p) - x_1(p)$$

$$\text{donc } E(p) = \frac{w_1(p) - H_4(p) x_4(p)}{1 + G(p) H_1(p)}$$

$$A \text{ consigne fixée } \lim_{p \rightarrow 0} \frac{E(p)}{x_4(p)} = \frac{-H_4(p)}{1 + G(p) H_1(p)} \quad \text{et avec un échelon } x_4(p) = \frac{y}{p}$$

$$\lim_{t \rightarrow \infty} E(t) = \lim_{p \rightarrow 0} p E(p) = \lim_{p \rightarrow 0} p \frac{-k_4}{1 + Z_1 p} \cdot \frac{1}{1 + T_1 p} \cdot \frac{y}{p} = 0$$

$$\text{Avec } T(p) = G(p) \cdot H_1(p) = \frac{A(1 + T_1 p) k_1 e^{-T_1 p}}{T_1 p (1 + Z_1 p)} = \infty$$

la précision est parfaite en régulation car $H_4(p)$ n'est pas intégratrice

B) Régulation de niveau

417

1) Régulation cascade

Le régulateur esclave F_{c1} permet de prendre en compte la pression différentielle x_4 avant que celle-ci n'intervienne sur le niveau.

2) Structure du correcteur C_2

$$\text{en BO } T_2(p) = C_2(p) F_1(p) H_2(p) \quad \text{en RF } F_2(p) = \frac{T_2(p)}{1 + T_2(p)}$$

$$\text{Soit } T_2(p) = \frac{F_2(p)}{1 - F_2(p)} = \frac{1}{1 - 1 + z_2 p} = \frac{1}{z_2 p}$$

Soit le correcteur $C_2(p)$

$$C_2(p) = \frac{T_2(p)}{F_1(p) \cdot H_2(p)} = \frac{(1 + z_2 p) p}{z_2 p \cdot k_2} = \frac{1 + z_2 p}{z_2 k_2}$$

Identifié à un PD série avec $A = \frac{1}{z_2 k_2}$ et $T_d = z_2$

IV Régulation de tendance

1) Schéma TI : voir annexe 4

2) Schéma fractionnel P : voir annexe 5

3) Correcteur.

$$w_1(p) = [w_2(p) - x_2(p)] C_2(p) + C_3(p) \cdot x_3(p)$$

$$\text{Avec } x_2(p) = w_1(p) \cdot F_1(p) H_2(p) + H_5(p) \cdot H_6(p) x_3(p)$$

$$\text{Avec } w_2(p) = \emptyset \Rightarrow w_1(p) = -x_2(p) C_2(p) + C_3(p) x_3(p)$$

$$\frac{w_1(p)}{x_3(p)} = \frac{-H_5(p) H_6(p) C_2(p) + C_3(p)}{1 + F_1(p) H_2(p) C_2(p)}$$

$$\text{Il faut que } C_3(p) = H_5(p) \cdot H_6(p) \cdot C_2(p)$$

$$C_3(p) = \frac{k_5}{p} \cdot \frac{z_6 p}{1 + z_7 p} \cdot \underbrace{\frac{A (1 + T_1 p)}{T_1 p}}_{\text{PID série}} \cdot \frac{1 + T_d p}{1 + T_d p}$$

$$+ \text{filtre du 1}^{\text{er}} \text{ ordre } \frac{k_5 z_6}{1 + z_7 p}$$

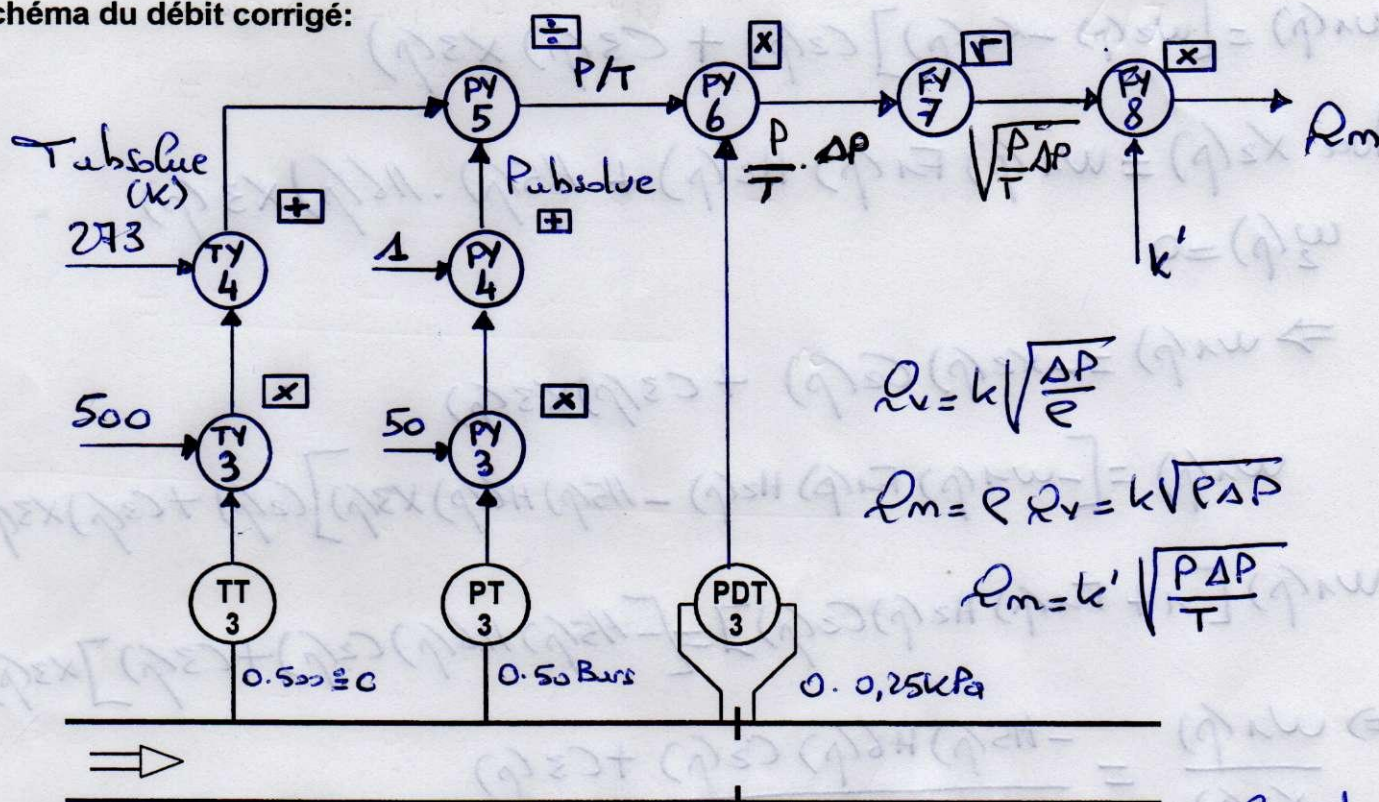
$$\rho = \frac{m}{V} \quad \text{et} \quad m = M n \quad (n = \text{nombre de moles})$$

$$\text{gaz parfait} \quad n = \frac{PV}{RT} \quad \rho = \frac{M P}{R T} \quad k' = k \sqrt{\frac{M}{R}}$$

5/7

ANNEXE 1 (à rendre avec la copie)

Schéma du débit corrigé:



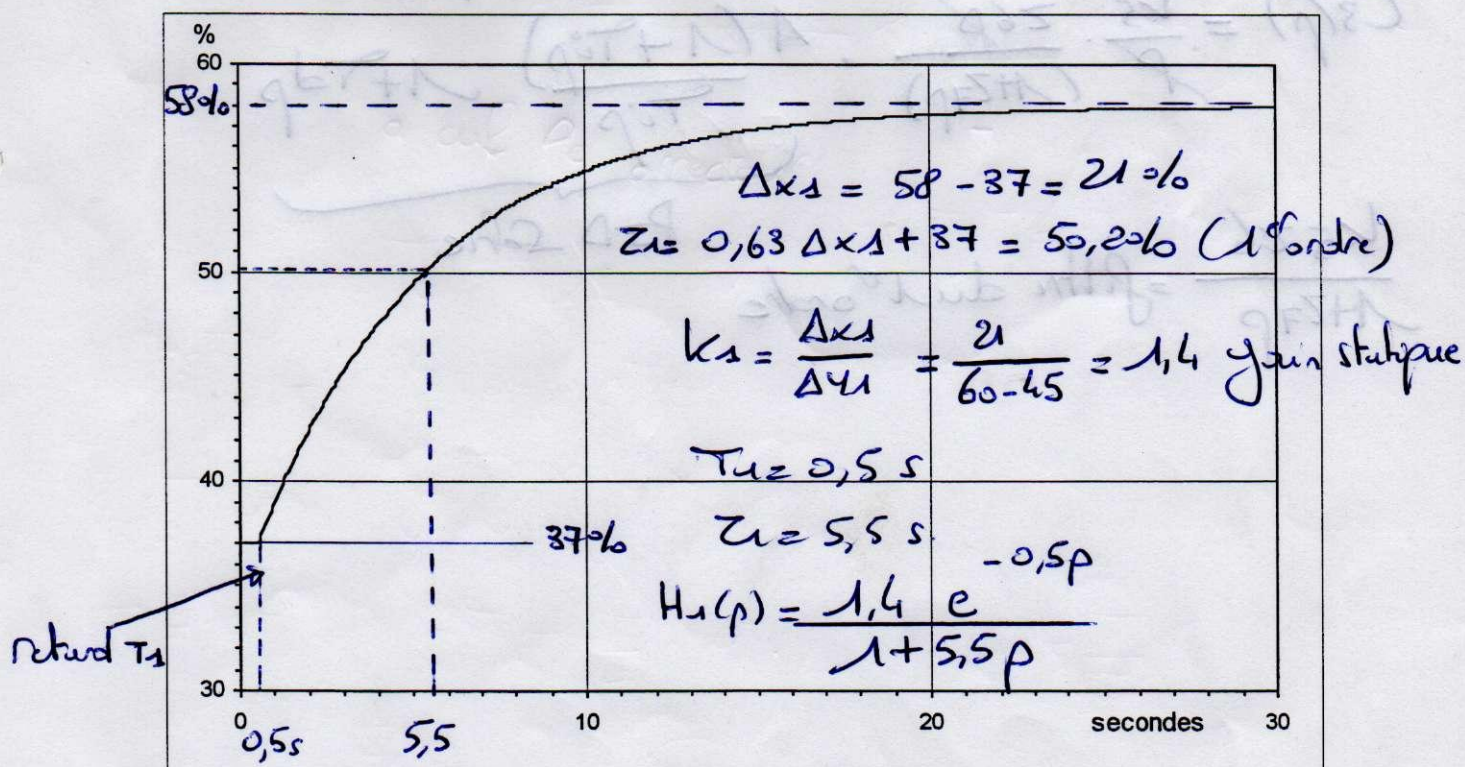
les signaux issus de TT3 et de PT3 doivent être décalés pour les valeurs absolues

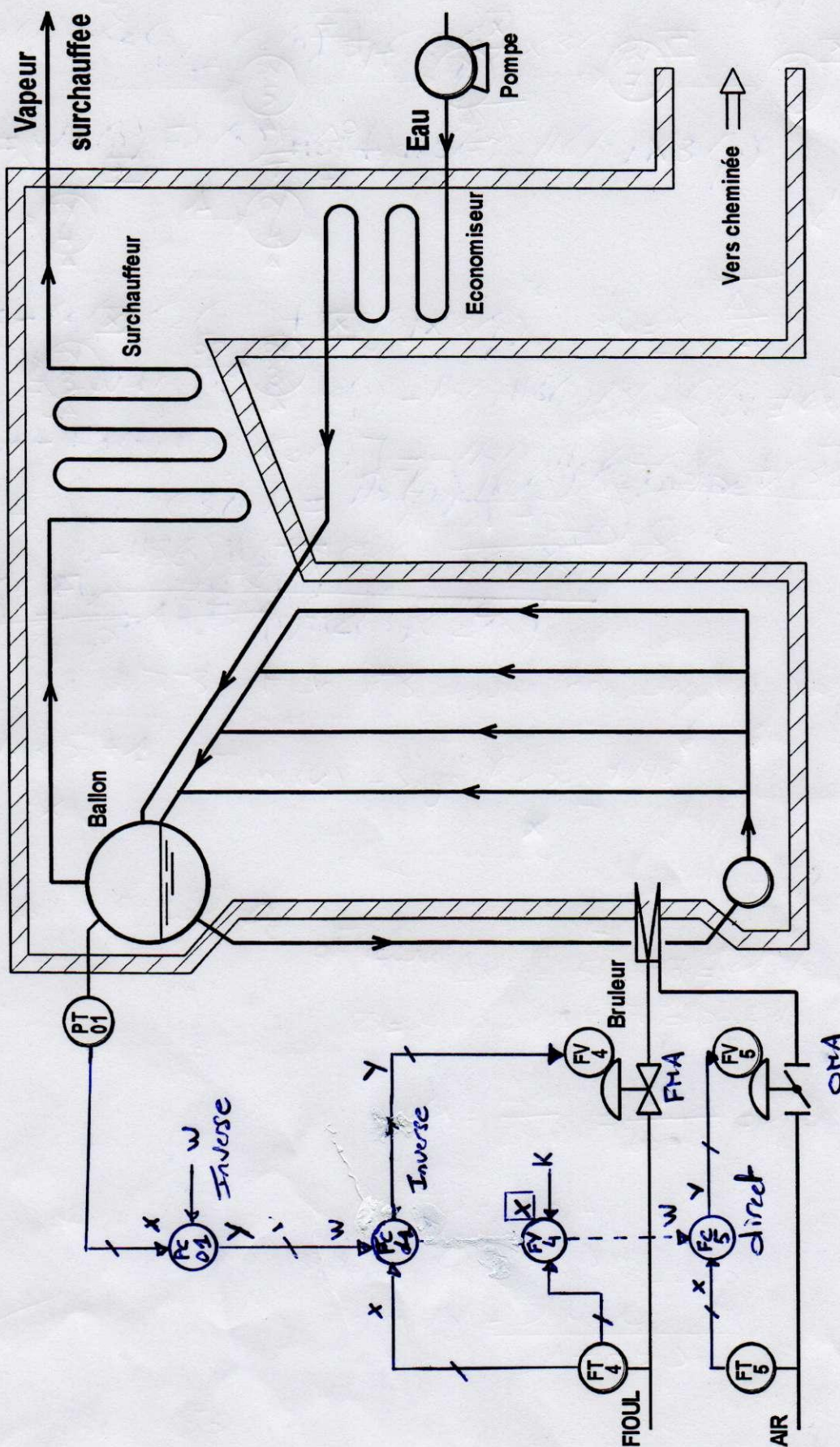
ANNEXE 2 (à rendre avec la copie)

$$P_{abs}(B) = \text{signal} \times 50 + 1$$

$$T_{abs}(K) = \text{signal} \times 500 + 273$$

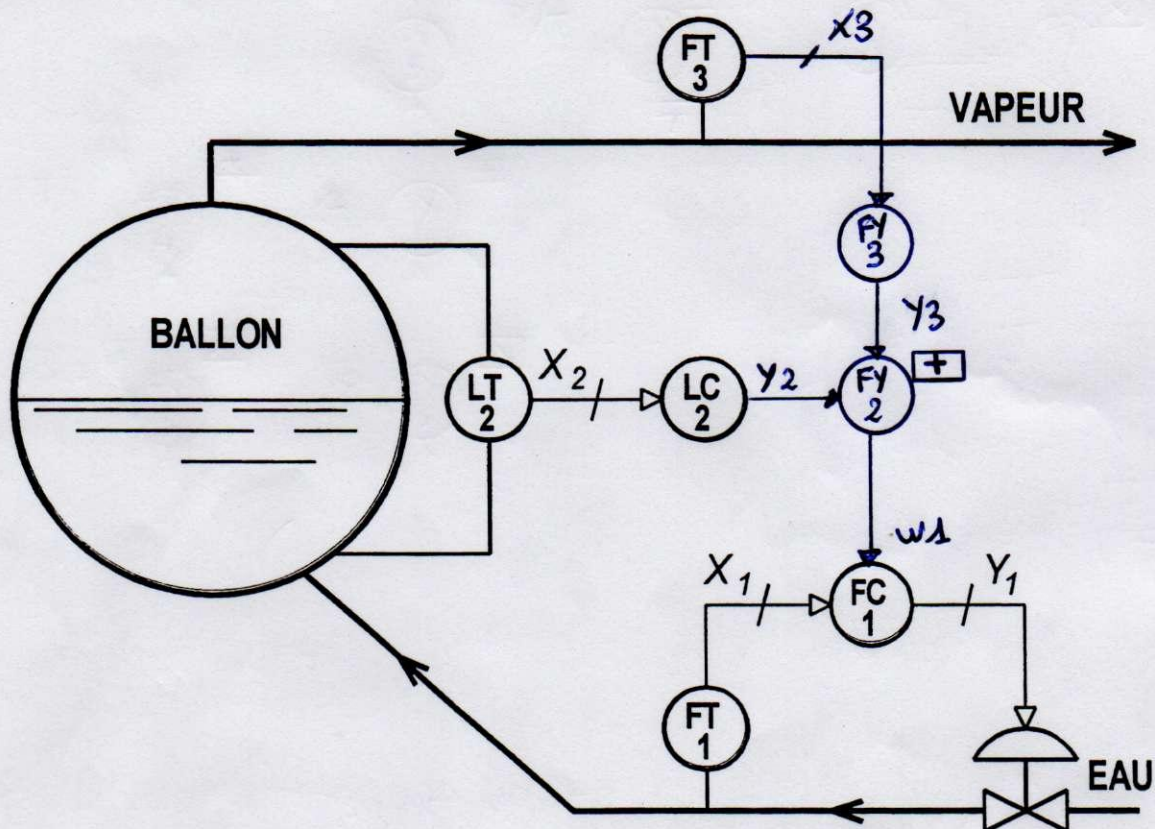
Identification en chaîne ouverte:





ANNEXE 4 (à rendre avec la copie)

Schéma TI



ANNEXE 5 (à rendre avec la copie)

Schéma fonctionnel

