

Brevet de Technicien Supérieur

CONTRÔLE INDUSTRIEL ET RÉGULATION AUTOMATIQUE

U52 – Analyse d’une installation d’instrumentation, contrôle et régulation

Session 2024

Durée : 3 heures

Coefficient : 5

Matériel autorisé :

L’usage de la calculatrice avec mode examen actif est autorisé.

L’usage de la calculatrice sans mémoire, « type collègue » est autorisé.

Aucun document autorisé.

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu’il est complet.

Le sujet se compose de 22 pages, numérotées de 1/22 à 22/22.

Les documents réponse pages 17 à 22 sont à rendre avec la copie.

S’il apparaît au candidat qu’une donnée est manquante ou erronée, il pourra formuler toutes les hypothèses qu’il jugera nécessaires pour résoudre les questions posées. Il justifiera, alors, clairement et précisément ces hypothèses.

BTS CONTRÔLE INDUSTRIEL ET RÉGULATION AUTOMATIQUE		Session 2024
Analyse d’une installation d’instrumentation, contrôle et régulation	Code : 24CA52AII	Page 1/22

Valorisation des déchets organiques

Deux milliards de tonnes de déchets sont générés chaque année dans le monde et vont croître de plus de 70% au cours des 30 prochaines années. (Données 2018 - www.visiondumonde.fr)

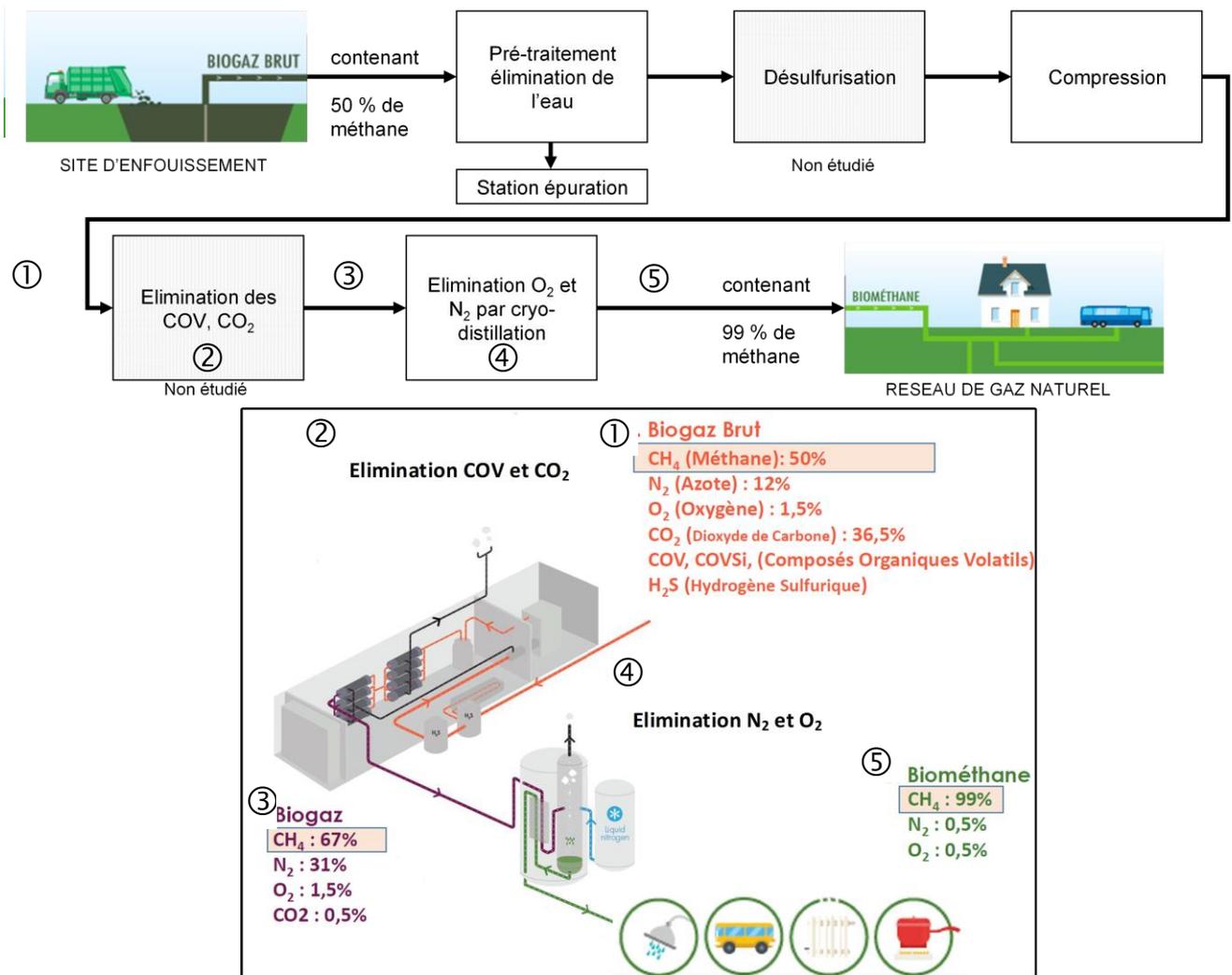
La **dégradation des matières organiques** sur les sites d'enfouissement des déchets **produit un biogaz** principalement constitué de **méthane**. Très difficile à exploiter, le biogaz des sites d'enfouissement est émis dans l'atmosphère et **contribue au réchauffement climatique** du fait de l'**effet de serre** induit par le méthane (CH₄) et le dioxyde de carbone (CO₂). On cherche à **valoriser** le biogaz en extrayant le méthane qu'il contient

Le bio méthane, substitut renouvelable du gaz naturel fossile

Le bio méthane est un gaz principalement constitué de méthane (CH₄) obtenu par **épuration du biogaz** produit par la fermentation des matières organiques.

Ce gaz est un **pilier de la transition énergétique**. Il est stocké grâce aux infrastructures gazières existantes. Il se substitue directement aux énergies fossiles sur les applications de transport et de chauffage, qui représentent 80 % de la consommation finale d'énergie.

Le process d'extraction de biométhane



Ce sujet comporte quatre parties pouvant être traitées de façon indépendante.

Partie A : Régulation TOR sur le niveau de condensats

Partie B : Régulation de la température de refroidissement du biogaz

Partie C : Régulation de la pression d'admission du compresseur

Partie D : Régulation du débit de l'étage de compression

BTS CONTRÔLE INDUSTRIEL ET RÉGULATION AUTOMATIQUE		Session 2024
Analyse d'une installation d'instrumentation, contrôle et régulation	Code : 24CA52AII	Page 3/22

Le sujet traite de problématiques concernant les étages de **prétraitement** et de **compression** figurant sur le **schéma TI global en ANNEXE 5**. Toutes les électrovannes sans commande spécifiée servent à l'isolement des différents étages et sont considérées comme ouvertes par défaut.

Prétraitement du biogaz



Au tout début du process, le biogaz subit un prétraitement. Il s'agit :

- de filtrer le biogaz,
- de le sécher,
- et de le sur-presser de quelques millibars pour éviter les entrées d'air dans les tuyauteries.

On étudie la partie séchage préliminaire.

Séchage préliminaire du biogaz (Voir ANNEXES 1 & 2)

Le séchage préliminaire est réalisé en refroidissant le biogaz à l'aide de l'échangeur E-01. La vapeur d'eau que contient le biogaz se condense (densité =1) et s'accumule dans le réservoir F-02.

Il faut à la fois, assurer l'évacuation des condensats, et garantir l'absence de gaz dans le circuit d'évacuation des condensats. Une régulation tout ou rien de niveau de condensats dans le réservoir suffit pour que le niveau ne soit ni trop élevé ni trop bas.

Les différents instruments utilisés doivent pouvoir fonctionner en zone ATEX.

Partie A - Régulation TOR sur le niveau de condensats

Étude des détecteurs de niveau

Les deux capteurs de niveau LSH02 et LSL02 sont des capteurs à lames vibrantes. Une documentation sur ce type de capteur est fournie en ANNEXE 3 (ce ne sera pas forcément le modèle de capteur réellement utilisé).

Q1 – Expliquer brièvement le principe de fonctionnement de ce type de capteurs TOR.

Q2 - Sur le **document réponse 1**, compléter le schéma de câblage des deux détecteurs avec le module d'entrées TOR de l'automate. (voir ANNEXES 2 & 3)

Q3 - Le capteur « Liquiphant FTL31 » proposé convient-il à notre application, notre installation ? Justifier.

BTS CONTRÔLE INDUSTRIEL ET RÉGULATION AUTOMATIQUE		Session 2024
Analyse d'une installation d'instrumentation, contrôle et régulation	Code : 24CA52AII	Page 4/22

Commande de la vanne TOR XV02

Cette régulation est mise en place dans un automate. Le fonctionnement normal est le suivant :

- si le niveau de condensats passe au-dessus du capteur LSH02 durant plus de 10 secondes, la vanne TOR XV02 s'ouvre afin d'évacuer les condensats ;
- lorsque le niveau de condensats passe sous le capteur LSL02, la vanne TOR XV02 se referme.

Q4 - Sur le **document réponse 2**, proposer un logigramme de commande de la vanne TOR XV02.

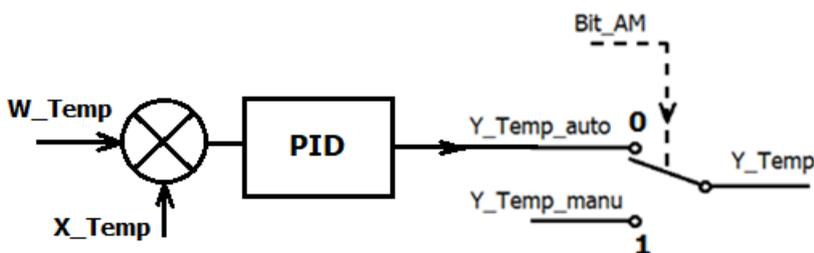
Alarme de défaut capteur

Il est prévu, une alarme de sécurité sur les capteurs de niveau de condensats. S'il y a incohérence entre les deux informations fournies par le capteur LSH02 et le capteur LSL02, on active une alarme défaut capteur Al_Def_Capt.

Q5 - Sur le **document réponse 3**, proposer un schéma à contacts (Schéma « ladder ») à programmer dans l'automate, afin de gérer l'alarme de défaut capteur Al_Def_Capteur.

Partie B : Régulation de la température de refroidissement du biogaz

Séquence de démarrage (Voir ANNEXES 1 & 2)



On souhaite automatiser le démarrage de la boucle de régulation comme suit :

- Au départ, le régulateur de température est en mode manuel et sa commande manuelle à la valeur 0 %.

- Si l'interrupteur de marche « ma » est fermé, lorsque l'opérateur appuie sur le bouton poussoir « démarrage », le régulateur reste en mode manuel et sa commande manuelle est forcée à la valeur 30 %. Ainsi, en faisant circuler l'eau glacée dans l'échangeur, le biogaz refroidit et la vapeur d'eau qu'il contient se condense.

- Lorsque la mesure de température « X_Temp » baisse à +7°C, on s'approche du point de fonctionnement, le régulateur est mis en mode automatique et la consigne « W_Temp » est forcée à la valeur +5°C. La boucle est maintenant démarrée et la mesure de température devrait atteindre la consigne de température.

BTS CONTRÔLE INDUSTRIEL ET RÉGULATION AUTOMATIQUE	Session 2024
Analyse d'une installation d'instrumentation, contrôle et régulation	Code : 24CA52AII
	Page 5/22

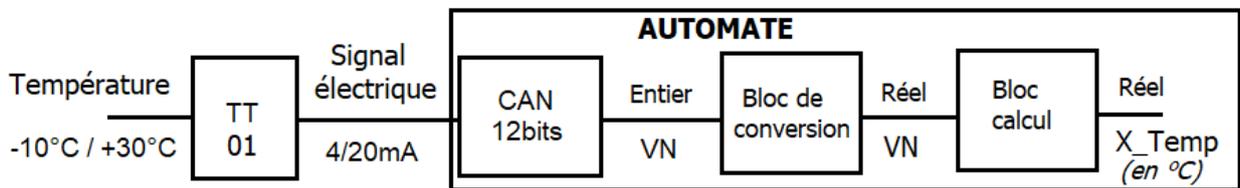
- Par un appui sur le bouton poussoir « arrêt » ou si l'interrupteur de marche est ouvert, on arrête la boucle de régulation en passant le régulateur de température en mode manuel et en forçant sa commande manuelle à la valeur 0 %.

Q6 - Sur le **document réponse 4**, compléter le chronogramme décrivant le démarrage de la boucle de régulation de température.

Q7 - En respectant la séquence de démarrage, établir le grafcet de démarrage de la boucle de régulation sur le **document réponse 5**.

Mesure de température du biogaz refroidi

Le transmetteur de température TT01 dispose d'une sortie 4-20 mA pour une étendue de mesure $-10^{\circ}\text{C}/+30^{\circ}\text{C}$. C'est un transmetteur 2 fils.
Il est connecté sur une entrée analogique 4-20 mA de l'automate. Cette entrée dispose d'un CAN 12 bits qui fournit une valeur numérique « VN ».



Q8 - Sur le **document réponse 6**, compléter le tableau.

Q9 – Dans l'automate, afin d'obtenir la mesure de température en $^{\circ}\text{C}$ dans la variable « X_Temp », il est nécessaire d'utiliser un bloc de calcul. Déterminer l'équation de « X_Temp » en fonction de « VN » (en réel), qui permettra de réaliser la mise à l'échelle de l'information de température en $^{\circ}\text{C}$.

Il incombe au candidat de passer le temps nécessaire à l'élaboration de la réponse à la question suivante. La qualité de rédaction, la structuration de l'argumentation et la rigueur des calculs seront valorisés ainsi que les prises d'initiative même si elles n'aboutissent pas. Il convient donc que celles-ci apparaissent sur la copie.

Q10 – Le système constitué par la sonde de température et le transmetteur de température, lorsqu'il est étalonné, a une précision de 0,5 % de l'étendue de mesure réglée. Peut-on négliger l'erreur de quantification due à la résolution du CAN de l'entrée analogique de l'automate ? Justifier.

Fonctionnement de la vanne de régulation de température

La vanne de régulation de température TV01 a la particularité d'être une vanne 3 voies.

Q11 - En vous aidant des ANNEXES 1 et 4, donner le raisonnement détaillé qui permet d'expliquer comment évolue la température mesurée par TT01 lorsque la commande de la vanne 3 voies augmente.

BTS CONTRÔLE INDUSTRIEL ET RÉGULATION AUTOMATIQUE		Session 2024
Analyse d'une installation d'instrumentation, contrôle et régulation	Code : 24CA52AII	Page 6/22

Partie C : Régulation de la pression d'admission du compresseur

Stratégie en boucle simple (Voir ANNEXE 5)

L'étage de compression, à l'aide du compresseur volumétrique C-04, impose le débit global de l'installation et comprime ainsi le biogaz entre les 10 et 14 bars nécessaires pour permettre le bon fonctionnement des étapes suivantes de purification. *Le taux de compression de C-04 et son efficacité énergétique dépendent de la stabilité de sa pression d'admission P_a , que l'on souhaite maintenir à 100 mbars et mesurée par PT04.*

La pression d'admission P_a est générée en amont par le surpresseur centrifuge C-03 (piloté à vitesse variable par le variateur de fréquence VFD03) et dépend de la pression P_r . Lorsque la fréquence augmente, la vitesse et la pression P_r augmentent. Pour adapter la production le débit Q_a d'extraction de biogaz fluctue. Cela entraîne des variations de pertes de charges dans l'étage de désulfuration et donc de P_a . Pour stabiliser P_a on met en place une boucle simple de régulation de pression commandée par PIC03.

La fonction de transfert de l'ensemble variateur-surpresseur-étage de désulfuration a été modélisée par $H(p)$.

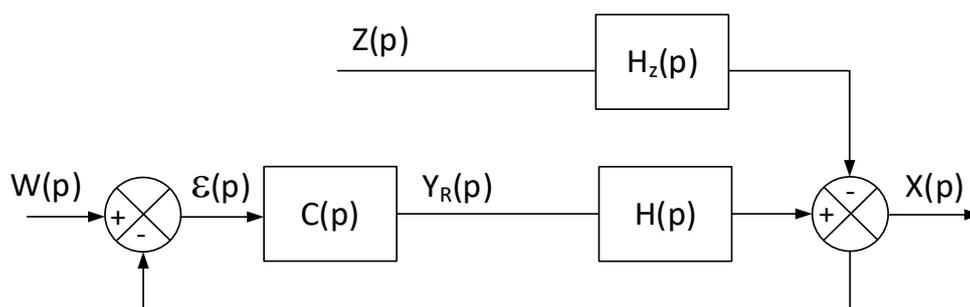
$$H(p) = \frac{0,4 e^{-2,4 p}}{1+12 p}$$

Le régulateur PIC03 fonctionne en régulateur PI de structure mixte : $C(p) = \frac{A(1+T_i \cdot p)}{T_i \cdot p}$

Q12 – Quelles sont les grandeurs réglante, réglée et perturbatrice.

Q13 - Quel doit être le sens d'action de ce régulateur ? Justifier.

Le schéma fonctionnel de la boucle de pression est le suivant, $Z(p)$ faisant référence à la grandeur perturbatrice énoncée précédemment :



On souhaite calculer la marge de gain de cette boucle afin de régler le gain proportionnel A . Dans un premier temps, on règle $A = 1$ et $T_i = 12$ s.

Q14 – Expliquer la raison du choix de la valeur de $T_i = 12$ s.

Q15 - Déterminer $T(p) = \frac{X(p)}{\varepsilon(p)}$, la fonction de transfert en chaîne ouverte du système.

BTS CONTRÔLE INDUSTRIEL ET RÉGULATION AUTOMATIQUE		Session 2024
Analyse d'une installation d'instrumentation, contrôle et régulation	Code : 24CA52AII	Page 7/22

Q16 – Etablir les expressions du module et l'argument de $\underline{I}(j\omega)$ en fonction de ω .

Q17 - Vérifier que la pulsation ω_{π} telle que $\arg(\underline{I}(j\omega_{\pi})) = -180^\circ$ vaut :

$$\omega_{\pi} \approx 0,655 \text{ rad.s}^{-1}$$

Q18 – Montrer que la marge de gain G_m du système vaut 25,9dB lorsque $A=1$.

À l'aide d'un logiciel dédié on a tracé le diagramme de Black de $\underline{I}(j\omega)$ sur le **document réponse 7** pour deux différents réglages du correcteur $C(p)$. L'un en correction proportionnelle pure P, l'autre en correction PI. Dans les deux cas les tracés sont obtenus pour $A = 1$, et représenté par les courbes C1 et C2 du **document réponse 7**.

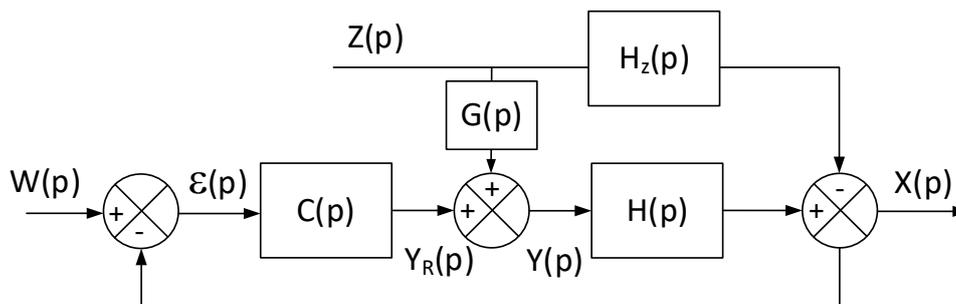
Q19 – A quelle correction correspond chacune des deux courbes ? Justifier. Retrouver graphiquement en complétant le **document réponse 7** par la construction adéquate, la marge de gain G_m obtenue à la question Q18.

Q20 – Déterminer le gain A' du correcteur PI qui permet de régler le système avec une nouvelle marge de gain $G'_m = 6,75 \text{ dB}$.

Stratégie en boucle complexe (Voir ANNEXE 6)

Les performances obtenues avec les réglages déterminés précédemment ont été relevées sur le chronogramme (B_1) de l'ANNEXE 6. L'un des tracés montre une insuffisance des performances de rejet de la perturbation suite à un accroissement brutal et important de la charge de traitement du biogaz. La déviation de la pression P_a excède alors l'écart maximal fixé par le cahier des charges et cette déviation n'est pas à *valeur moyenne nulle*, propriété recherchée pour une efficacité énergétique optimale du compresseur C-04.

Pour solutionner les deux problèmes précédents, on met en place la structure suivante :



Q21 – Comment s'appelle cette structure complexe et quel est son principe de fonctionnement ?

Q22 – Par un raisonnement qualitatif simple basé sur l'observation du chronogramme (B_1) justifier les signes des contributions de la perturbation en sorties de $G(p)$ et $H_z(p)$.

La correction mise en place par la chaîne supplémentaire est de type *statique*. On a donc $G(p) = G_0 = \text{constante}$ que l'on cherche à déterminer judicieusement.

BTS CONTRÔLE INDUSTRIEL ET RÉGULATION AUTOMATIQUE		Session 2024
Analyse d'une installation d'instrumentation, contrôle et régulation	Code : 24CA52AII	Page 8/22

Q23 – Compléter, en tenant compte de l'information précédente, le schéma TI du **document réponse 8** avec cette nouvelle stratégie de régulation.

Q24 – Déterminer la relation $T_z(p) = \frac{X(p)}{Z(p)}$, fonction de transfert en perturbation du système (la consigne étant considérée constante) , en fonction de $H(p)$, $G(p)$ et $H_z(p)$.

Q25 – En déduire l'expression de $G(p)=G_0$ permettant d'annuler, en moyenne, l'effet de la perturbation, si on remplace $H(p)$ et $H_z(p)$ par leurs gains statiques respectifs H_0 et H_{z0} .

Q26 – Le chronogramme (B_2) sur l'ANNEXE 6 permet-il de conclure que l'objectif est atteint ? Justifier.

Partie D : Régulation du débit de l'étage de compression

Stratégie en boucle complexe

On se référera spécifiquement aux **documents réponse 9 et 10** pour cette partie.

L'étage de compression, à l'aide du compresseur volumétrique C-04, impose le débit global de l'installation. Un compresseur volumétrique se pilote en vitesse par le variateur de fréquence VFD04. Lorsque la fréquence augmente, la vitesse ainsi que le débit de refoulement augmentent.

On met en place une régulation du débit de sortie Q_b de l'étage, mesuré par FT04, sur le SNCC FIC04.

Pour éviter les pertes énergétiques et les phénomènes d'usure induits par des cycles d'arrêts-redémarrages de C-04, la gestion des très bas débits est assurée par une vanne de recycle FV04. On s'intéresse à l'harmonisation des deux logiques.

La commande interne Y de FIC04 aboutit à 2 sorties standards : Y_{C04} à destination du compresseur C-04 et Y_{V04} à destination de la vanne FV04.

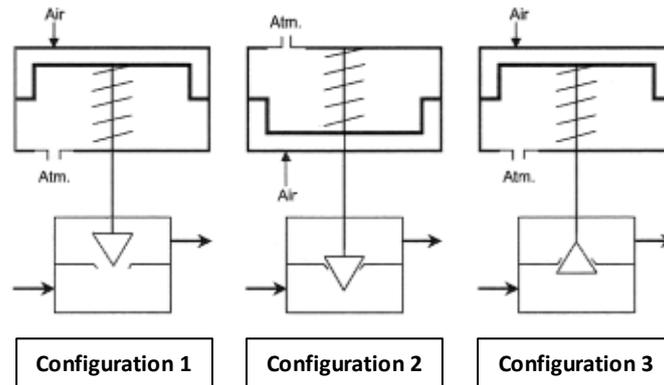
Q27 – Nommer ce type de régulation et réaliser le schéma TI de celle-ci sur le **document réponse 9**.

Q28 – Sachant qu'en cas de panne d'air il faut limiter le débit Q_b pour éviter toute surpression accidentelle en sortie, expliquer clairement si FV04 doit être de type FMA ou OMA.

BTS CONTRÔLE INDUSTRIEL ET RÉGULATION AUTOMATIQUE		Session 2024
Analyse d'une installation d'instrumentation, contrôle et régulation	Code : 24CA52AII	Page 9/22

Choix des caractéristiques de la vanne

Trois configurations concernant l'ensemble « corps de vanne-servomoteur » sont proposées sur la figure ci-dessous pour satisfaire le cahier des charges de FV04.



Cahier des charges :

- Positionneur électropneumatique (non représenté) réglé de manière à ce que la *pression diminue* lorsque le *signal de commande de type 4-20 mA augmente*.
- Lorsque le signal de commande augmente, le débit traversant la vanne augmente.

Q29 – Donner, en justifiant votre réponse, la configuration satisfaisant le cahier des charges. En déduire s'il s'agit d'une vanne NF (Normalement Fermée) ou NO (Normale Ouverte).

La commande $Y_{C04}(Y)$ est fournie sur le **document réponse 10**. L'équation de commande $Y_{V04}(Y)$ de la vanne est donnée par :

$$Y_{V04} = -2Y + 100$$

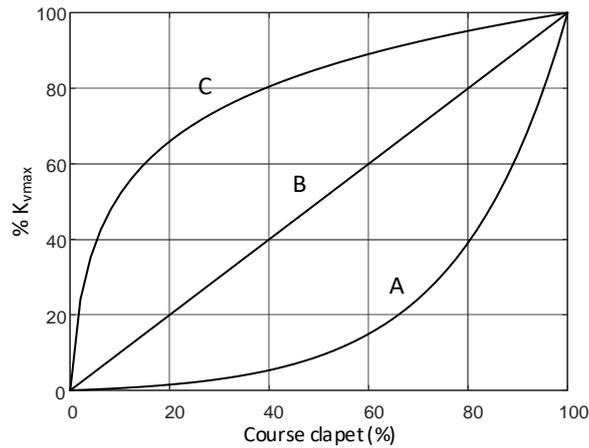
Il incombe au candidat de passer le temps nécessaire à l'élaboration de la réponse à la question suivante. La qualité de rédaction, la structuration de l'argumentation et la rigueur des calculs seront valorisés ainsi que les prises d'initiative même si elles n'aboutissent pas. Il convient donc que celles-ci apparaissent sur la copie.

Q30 – Compléter le **document réponse 10** avec le tracé de $Y_{V04}(Y)$. Quelle est la particularité de ce diagramme ? Quel en est l'intérêt ?

Q31 – Compte tenu du diagramme complet du **document réponse 10**, déterminer par un raisonnement clair le sens d'action du régulateur FIC04.

BTS CONTRÔLE INDUSTRIEL ET RÉGULATION AUTOMATIQUE		Session 2024
Analyse d'une installation d'instrumentation, contrôle et régulation	Code : 24CA52AII	Page 10/22

La vanne retenue a un profil intrinsèque « égal pourcentage ». On a représenté trois profils différents ci-dessous :

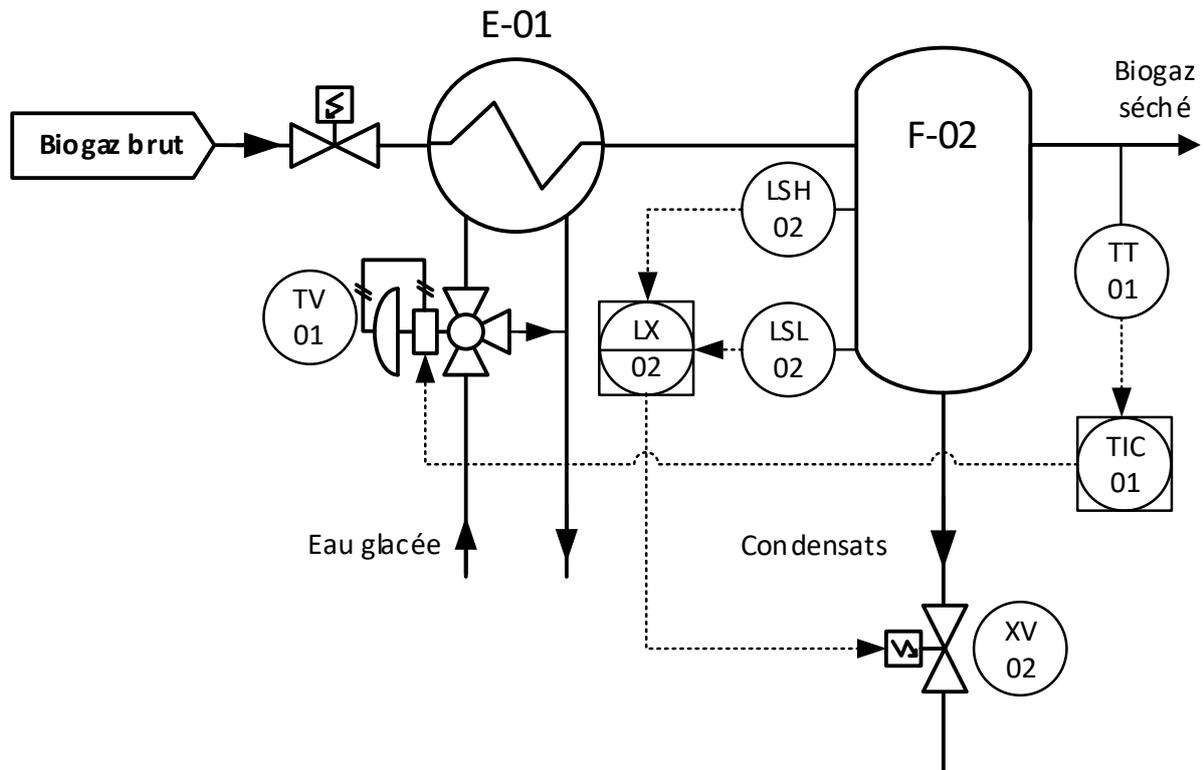


Q32 – Expliquer précisément la signification de l'expression « égal pourcentage » et préciser la lettre correspondant au profil sur le précédent diagramme.

La vanne une fois installée, a une faible autorité (fort taux de pertes de charges) sur le circuit de recycle.

Q33 – Quelles sont les conséquences sur la caractéristique ? Le choix d'une vanne « égal pourcentage » s'avère-t-il judicieux pour une régulation de débit dans les conditions énoncées ? Justifier.

ANNEXE 1 : Schéma T.I. du séchage préliminaire du biogaz :



ANNEXE 2 : Table des variables API

Nom	Type	Commentaires
LSL02	Bool	Capteur de niveau bas à « 0 » si le niveau est en dessous
LSH02	Bool	Capteur de niveau haut à « 0 » si le niveau est au-dessus
XV2	Bool	Vanne TOR (NF) de vidange des condensats
Al_Def_Capt	Bool	Alarme de défaut capteur
ma	Bool	Interrupteur de mise en marche
arrêt	Bool	Bouton poussoir d'arrêt
démarrage	Bool	Bouton poussoir de démarrage
Bit_AM	Bool	Bit mode automatique (0) ou mode manuel (1)
W_Temp	Real	Consigne de température en °C
X_Temp	Real	Mesure de température en °C
Y_Temp_auto	Real	Commande en mode automatique en %
Y_Temp_manu	Real	Commande en mode manuel en %
Y_Temp	Real	Commande en % (réellement envoyée)

ANNEXE 3 : Extrait du document constructeur
Liquiphant FTL31 (Endress+Hauser)

Domaine d'application :

Le Liquiphant FTL31 est le détecteur de niveau à lames vibrantes pour les liquides. Il peut être installé sur cuves ou conduites. Il peut être utilisé comme protection anti-débordement ou pour la protection des pompes. Il fonctionnera idéalement en lieu et place de détecteurs à technologie capacitive, conductive, optique ou à flotteurs, qui ont chacun leurs limites en termes de caractéristiques du produit.

Grâce à la technologie à lames vibrantes (Fréquence de résonance 1100Hz), la commutation est toujours fiable, quelles que soient les caractéristiques du produit (conductivité, diélectrique, de bulles d'air, de dépôt...).

Le Liquiphant FTL31 peut être utilisé pour des températures de process jusqu'à 150 °C (302 °F).

Attention : n'est pas adapté aux zones explosibles. (Il existe un autre modèle le FTL70 qui fonctionne en zone ATEX.)

Entrée :

Grandeur mesurée Masse volumique (densité)

Gamme de mesure > 0,7 g/cm³

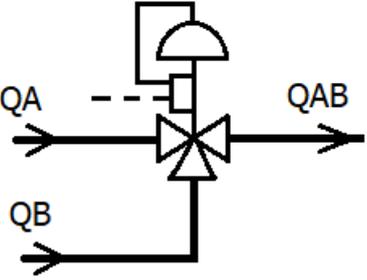
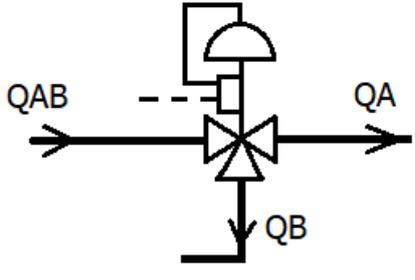
Sortie : Sortie tout ou rien Comportement de commutation : ON/OFF



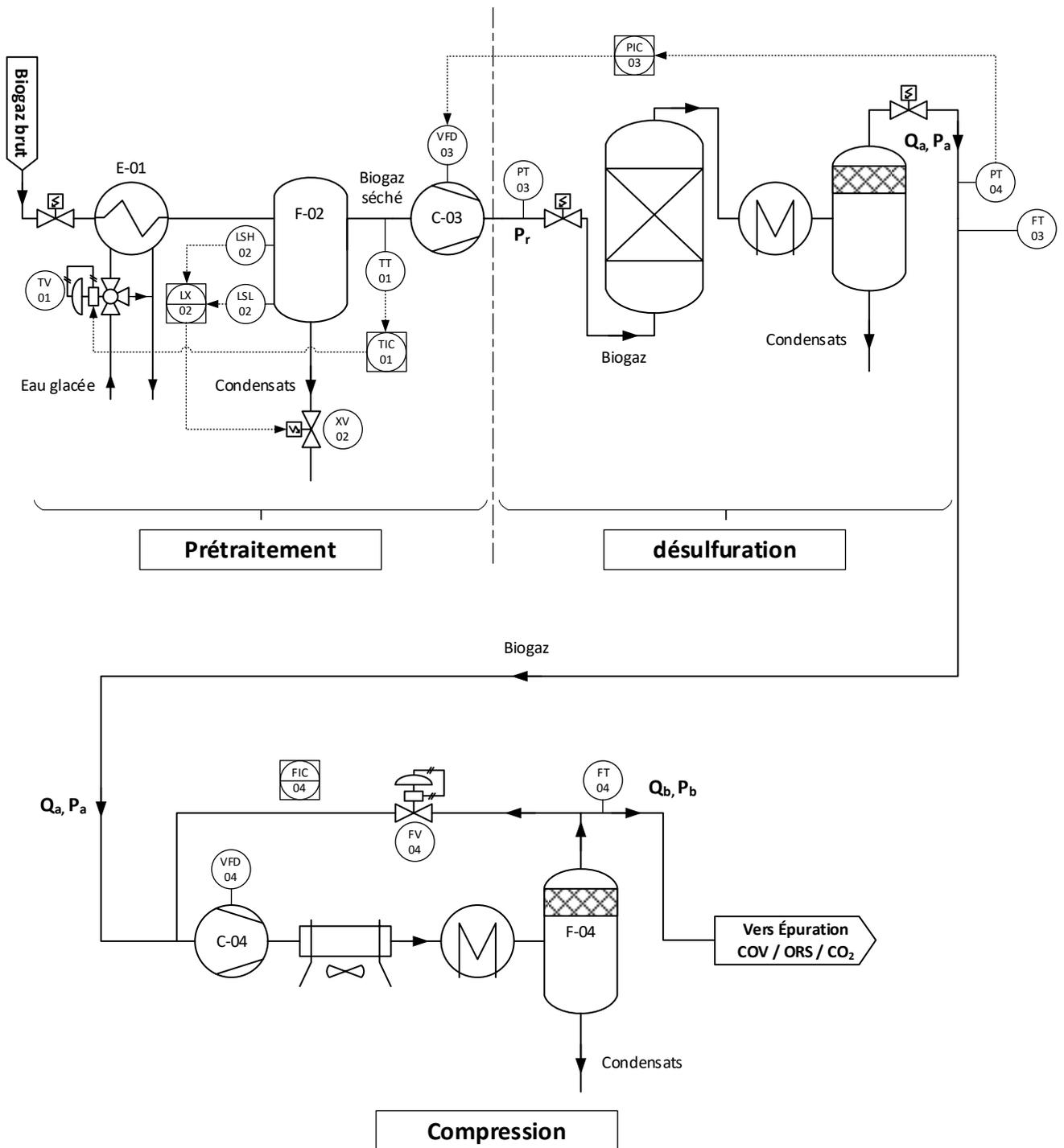
Sécurité maximum		
Occupation des bornes	Sortie MAX	LED jaune (ye) 2
Symboles LED jaune (ye) allumée LED jaune (ye) éteinte	Tension d'alimentation: (L+ / L-) 24V DC	

Sécurité minimum		
Occupation des bornes	Sortie MIN	LED jaune (ye) 1

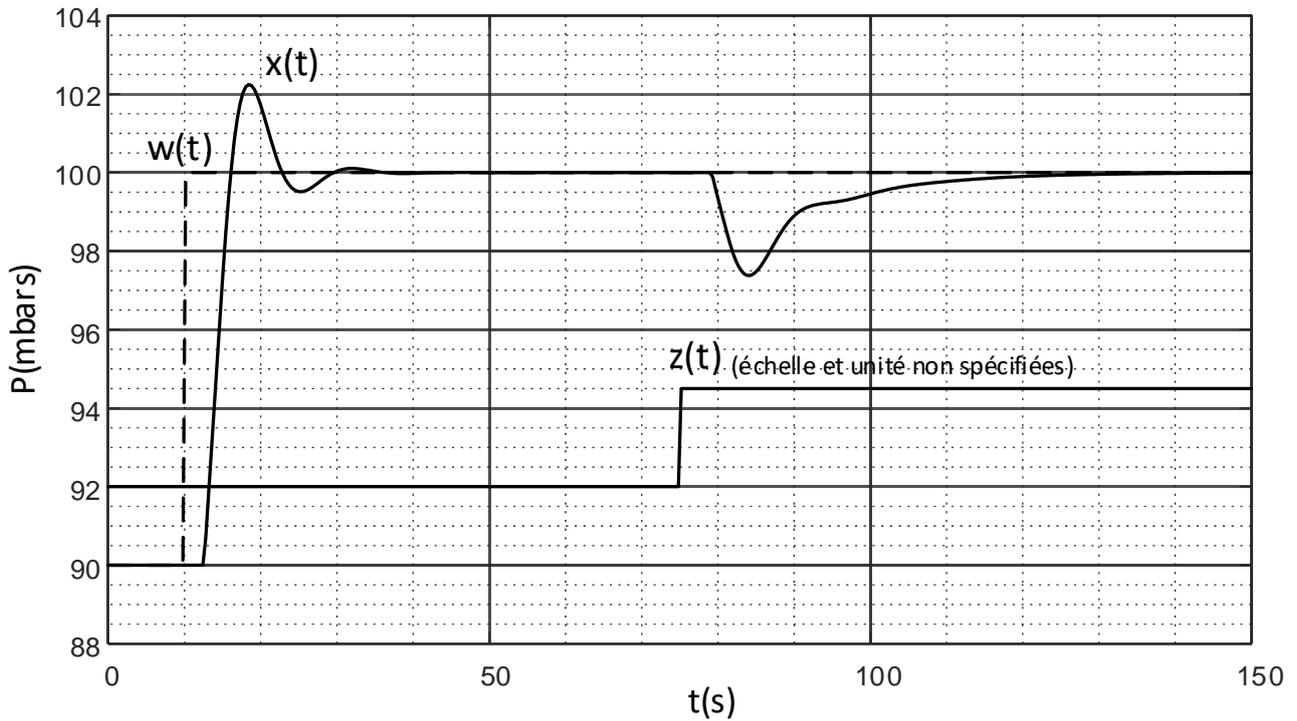
ANNEXE 4 : **Utilisation d'une vanne 3 voies**

Une vanne 3 voies peut être utilisée de deux manières différentes	
En montage en mélange	En montage en décharge
 <p>QA et QB peuvent correspondre aux débits de deux liquides différents entrant qui se trouvent mélangés en sortie de la vanne. La commande de la vanne permet donc d'agir sur la proportion entre les deux liquides mélangés. On a toujours $QAB = QA + QB$. Si dans le positionneur, le paramètre 7 est configuré en sens direct, lorsque la commande augmente QA augmente.</p>	 <p>Le débit entrant QAB se partage entre deux débits de sorties QA et QB. La commande de la vanne permet donc d'agir sur les deux débits QA et QB. On a toujours $QAB = QA + QB$. Si dans le positionneur, le paramètre 7 est configuré en sens direct, Lorsque la commande augmente QA augmente et QB diminue.</p>

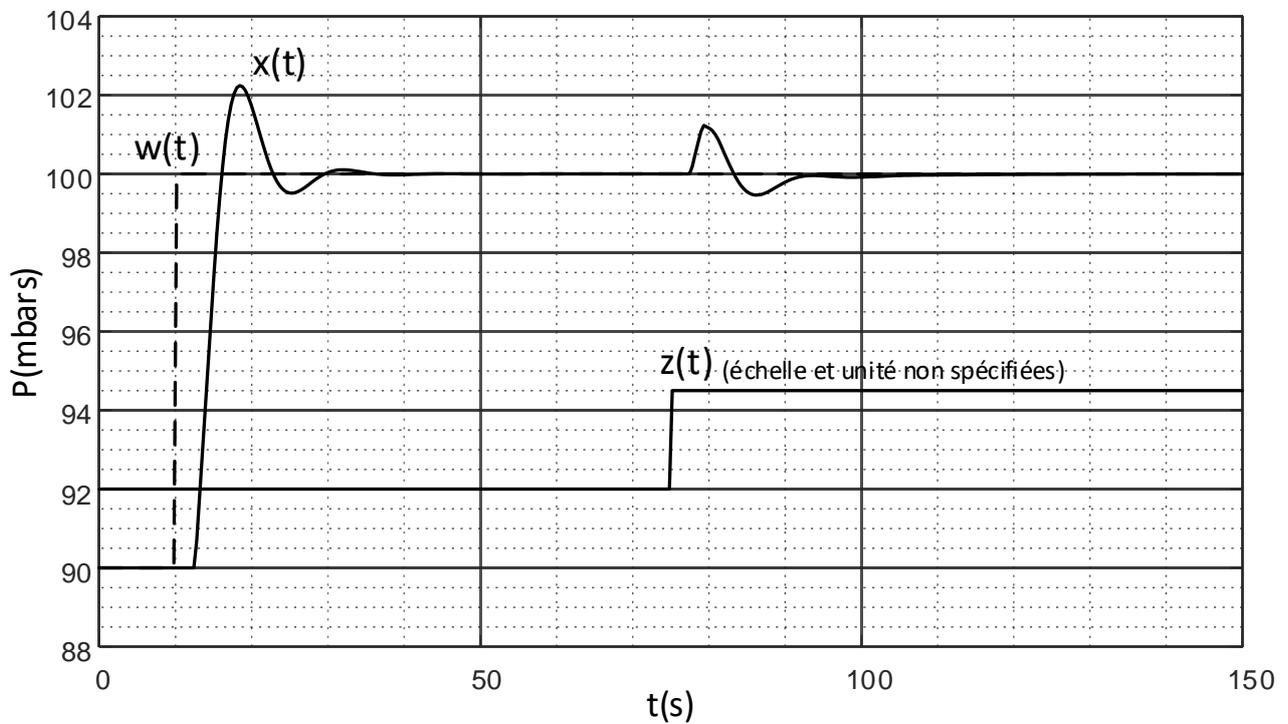
ANNEXE 5 : Schéma TI global



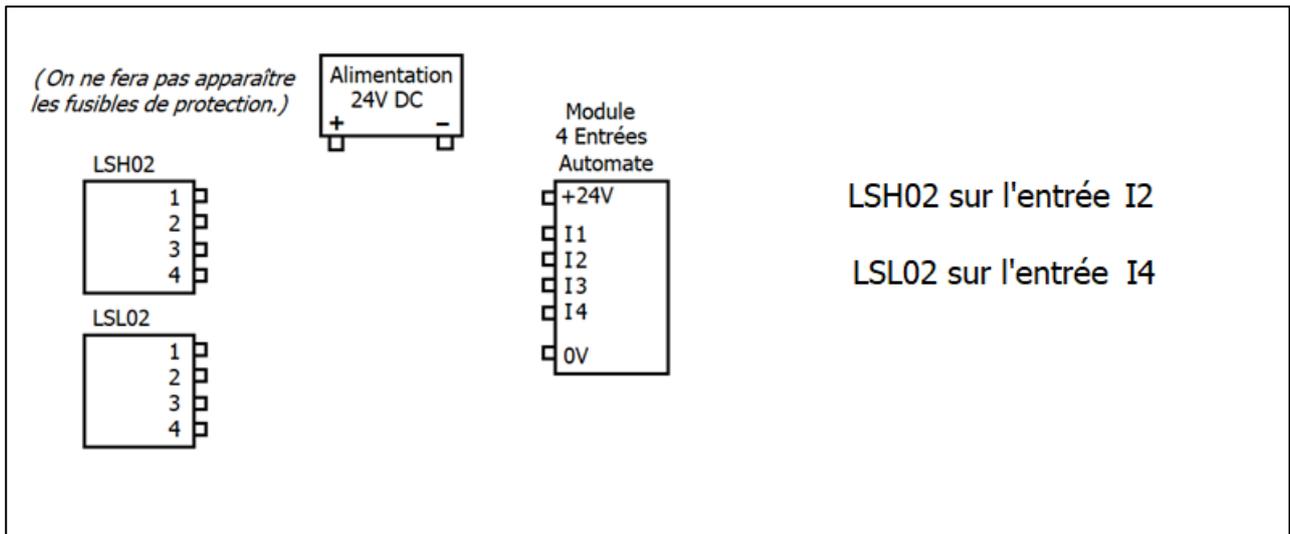
Chronogramme (B₁) : Boucle simple



Chronogramme (B₂) : Boucle complexe

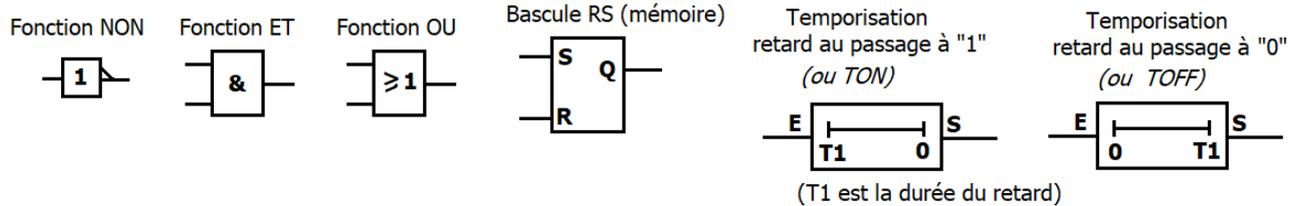


Document réponse 1 : **Réponse à la question Q2** (à rendre avec la copie)



Document réponse 2 : **Réponse à la question Q4** (à rendre avec la copie)

Schématisation des fonctions logiques :



Logigramme proposé :

Document réponse 3 : **Réponse à la question Q5** (à rendre avec la copie)

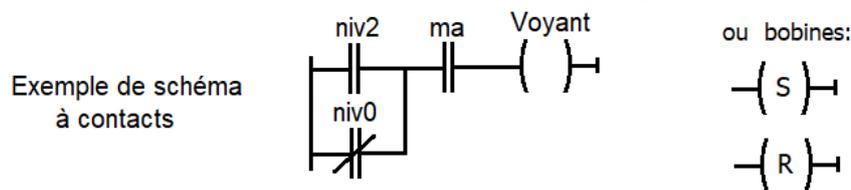


Schéma à contacts proposé :

Modèle CCYC : ©DNE

NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

PRENOM :
(en majuscules)

N° candidat :

N° d'inscription :



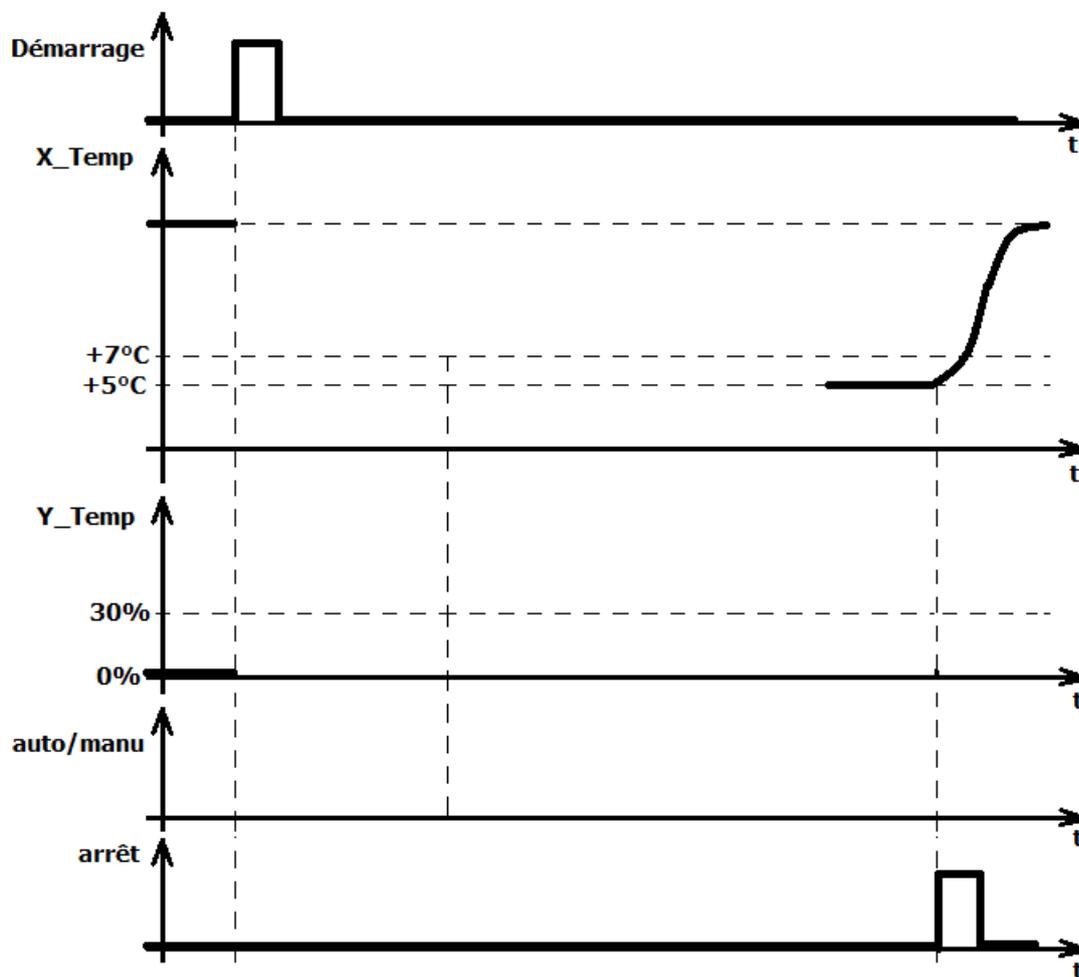
Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)

Document réponse 4 : **Réponse à la question Q6** (à rendre avec la copie)

(Afin de simplifier le chronogramme, l'état de l'interrupteur de marche n'est pas pris en compte.)



BTS CONTRÔLE INDUSTRIEL ET RÉGULATION AUTOMATIQUE		Session 2024
Analyse d'une installation d'instrumentation, contrôle et régulation	Code : 24CA52AII	Page 18/22

Modèle CCYC : ©DNE

NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

PRENOM :
(en majuscules)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

N° candidat :

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

N° d'inscription :

--	--	--	--



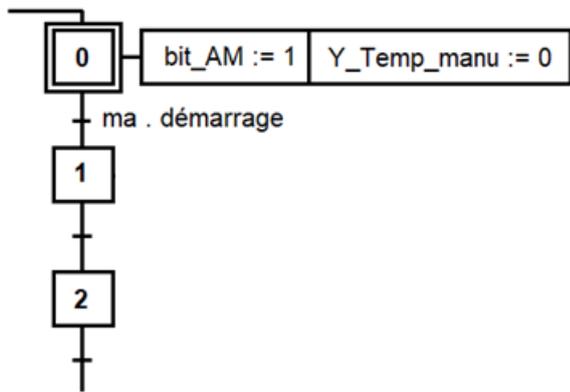
Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)

Né(e) le :

		/			/						
--	--	---	--	--	---	--	--	--	--	--	--

Document réponse 5 : **Réponse à la question Q7** (à rendre avec la copie)



Document réponse 6 : **Réponse à la question Q8** (à rendre avec la copie)

Température (en °C)	-10°C	0°C	+30°C
Intensité (en mA)			
VN (en binaire)	0000 0000 0000		1111 1111 1111
VN (en entier)			
X_Temp (en °C)			

Modèle CCYC : ©DNE

NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

PRENOM :
(en majuscules)

N° candidat :

N° d'inscription :



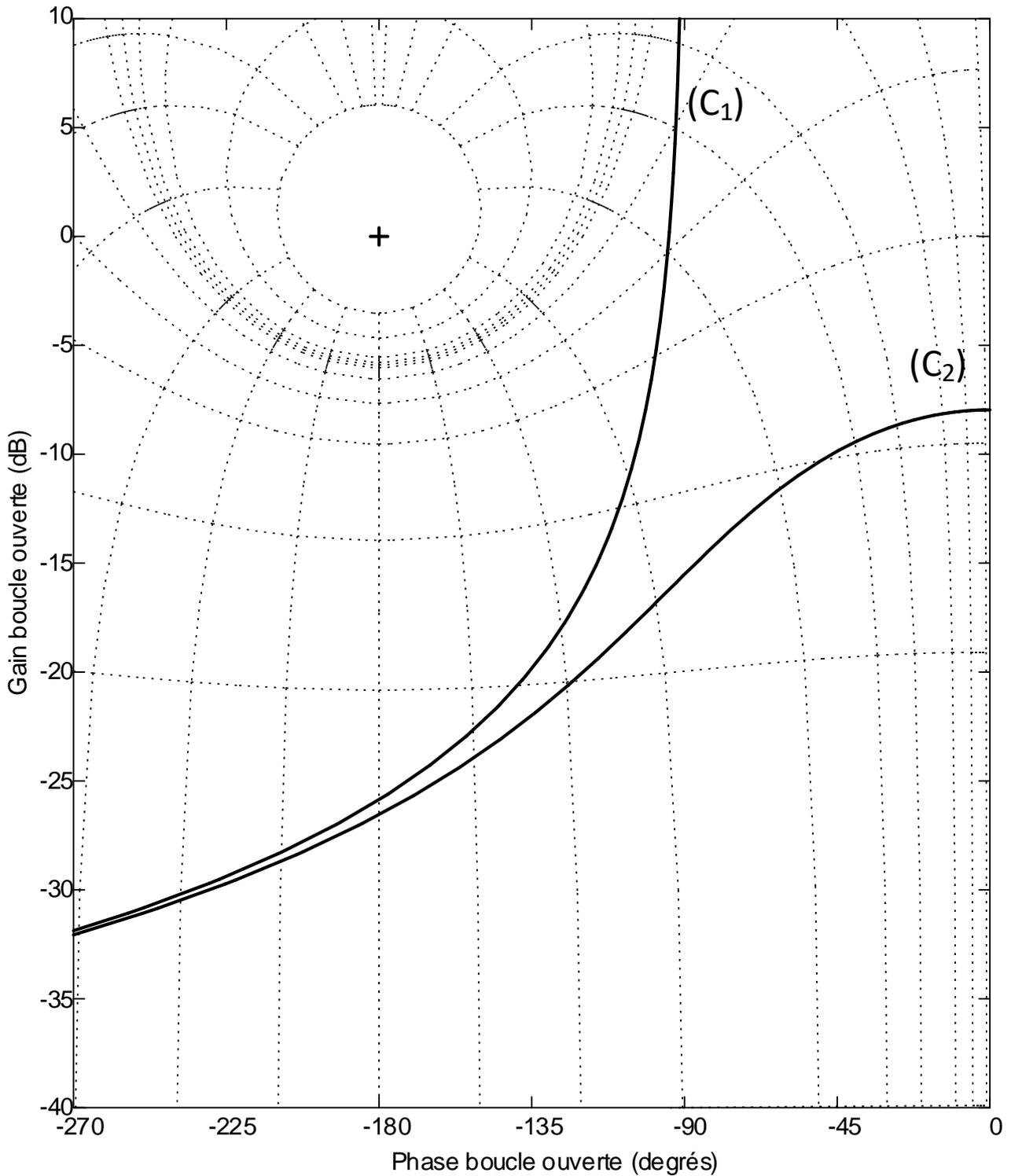
Liberté - Égalité - Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le :

/ /

(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)

Diagramme de Black



Modèle CCYC : ©DNE

NOM DE FAMILLE (naissance) :

(en majuscules)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

PRENOM :

(en majuscules)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

N° candidat :

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

N° d'inscription :

--	--	--

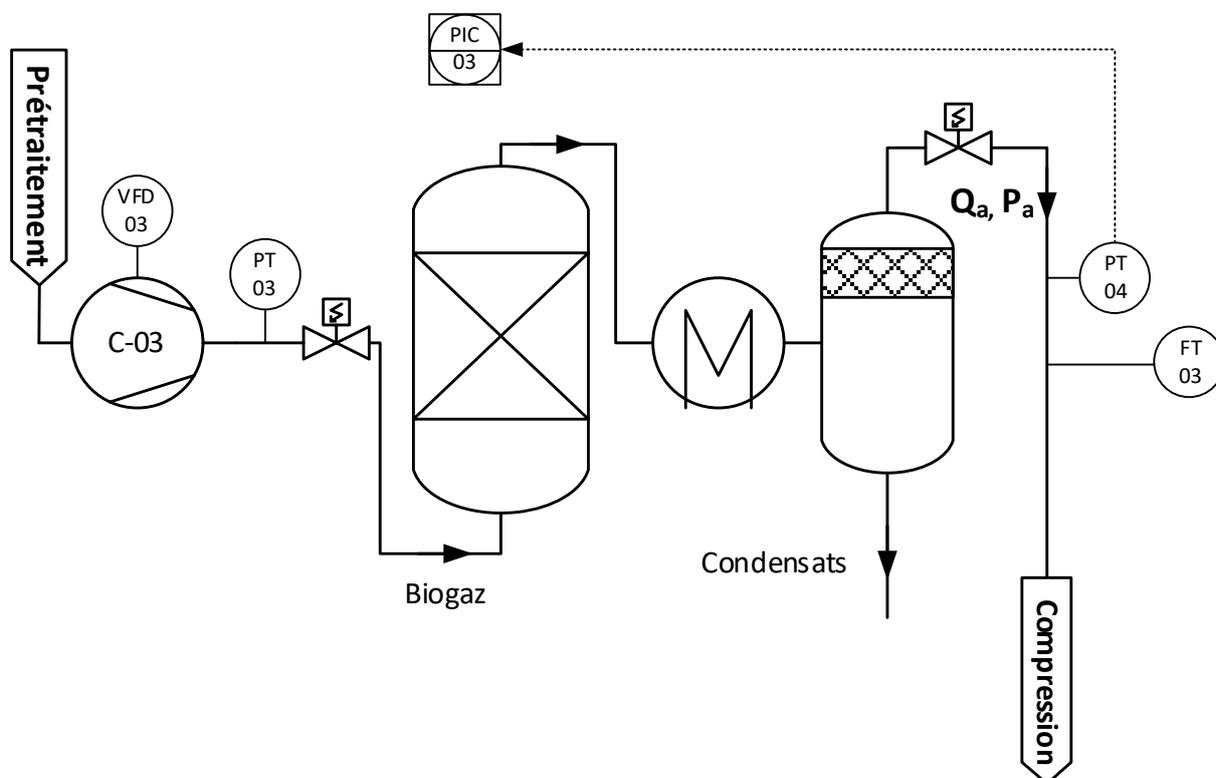


(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)

Né(e) le :

		/			/				
--	--	---	--	--	---	--	--	--	--

Document réponse 8 : Réponse à la question Q23 (à rendre avec la copie)
 Schéma TI de régulation de pression (structure complexe)



BTS CONTRÔLE INDUSTRIEL ET RÉGULATION AUTOMATIQUE	Session 2024
Analyse d'une installation d'instrumentation, contrôle et régulation	Code : 24CA52AII Page 21/22

NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

PRENOM :
(en majuscules)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

N° candidat :

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

N° d'inscription :

--	--	--



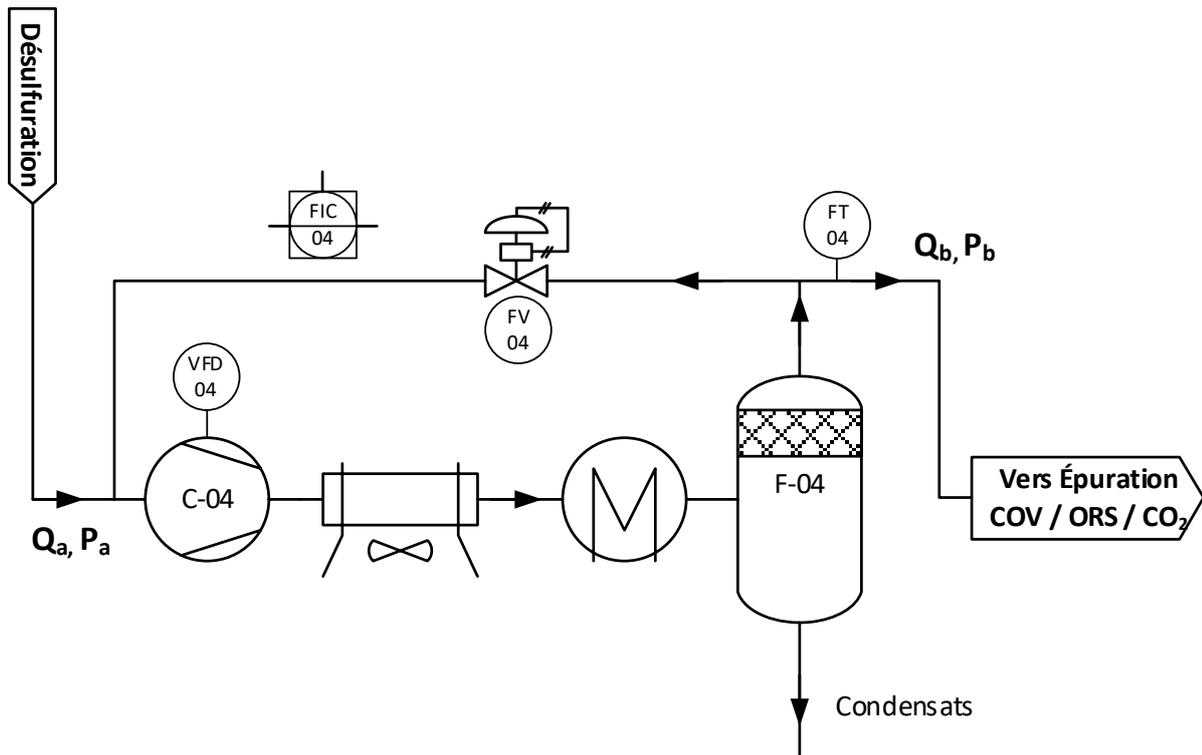
Liberté · Égalité · Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)

Né(e) le :

		/			/				
--	--	---	--	--	---	--	--	--	--

Document réponse 9 : Réponse à la question Q27 (à rendre avec la copie)
Schéma TI de la régulation de débit (Structure complexe)



Document réponse 10 : Réponse à la question Q30 (à rendre avec la copie)
Diagramme de commandes de la régulation de débit (Structure complexe)

