

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE MOULOU D MAMMERI DE TIZI-OUZOU



FACULTE DU GENIE ELECTRIQUE ET D'INFORMATIQUE
DEPARTEMENT D'ELECTRONIQUE

Mémoire de Fin d'Etude Master Académique

Domaine : **Sciences et Technologies**
Filière : **Electronique**

Spécialité : **INSTRUMENTATION**

Présenté par
MESLI Hayet

Thème :

**Etudes et simulation d'une boucle de pression dans
le système de contrôle DCS au niveau d'unité
compression sud HASSI-MESSAOUD.**

Soutenu publiquement le 08/07/2018 devant :

Mr H.HAMICHE, Maitre de conférences, UMMTO, Président

M^{me} O. BOUZEBODJA, Maitre assistante, UMMTO, Encadreur

M^{me} F.OUSLIMANI, Maitre assistante, UMMTO, Examinatrice

Remerciements

Avant tout je remercie ALLAH.

Au terme de ce travail, Je tiens à remercier mes parents, ma famille et tous mes proches pour leur encouragement.

Je tiens à exprimer aussi ma profonde gratitude à mon encadreur pour son suivi et son énorme soutien tout au long de la période de ce travail.

Je tiens à remercier également Monsieur ADDIS Ahmed pour ses précieuses informations, et tout le personnel de COMPRESSION SUD qui m'ont aidée de près ou de loin à réaliser ce travail.

MESLI Hayet

Dédicaces

Je dédie ce travail à tous ceux qui me sont chers.

***A la mémoire de mon père que Dieu garde son âme dans son
vaste paradis.***

A ma chère mère qui m'a encouragée à aller de l'avant.

A mes frères et toute ma famille et mes proches.

***A tous ceux qui m'ont aidée de près ou de loin à réaliser ce
travail.***

Mesli Hayet .

Remerciements	
Dédicace	
Liste des figures	
Liste des tableaux	

Table de matières

Introduction générale.....	1
Chapitre I : Station de compression et son projet gaz de vente	
I .1. Introduction	2
I .2. Complexe industriel sud (CIS)	2
I .2.1. Présentation de CIS (complexe industriel sud)	2
I.2.2. Station de compression	4
I .2.2.1. Alimentation	5
I .2.2.2. Description de procédé	5
I .3. Projet gaz de vente.....	7
I .3.1. Alimentation en gaz sec de stations SC5/6 et SC7/8	9
I .3.2. Refoulement des 1ers groupes des stations SC5/6 et SC7/8 en gaz sec vers ligne d'expédition gaz vente (poste 8)	9
I .3.3. Les équipements.....	10
I .3.3.1. La préfabrication	10
I .3.3.2. Mise en place des instruments	10
I .3.3.3. Régulateur de pression CVS 4150 et 4160.....	11
I .3.3.4. Réducteur de pression CVS	13
I .3.3.5. Vanne de régulation CVS	14
I .3.3.6 - Positionneur pneumatique CVS	16
I .3.3.7 – Les capteurs et les transmetteurs de pression	17
I .4. Conclusion	18
Chapitre II : le régulateur PID sur le DCS	
II .1. Introduction.....	19
II .2. Régulation de pression	19
II .2.1. Régulateur PID	20
II .2.2. Simulation sur le HYSYS	22

II .3. La régulation pneumatique locale	24
II .4. Régulateur sur DCS.....	25
II .4.1. Aspect de matériel DCS YOKOGAWA.....	26
II .5. Principe de fonctionnement d'une boucle numérique	31
II 6. Conclusion.....	33

Chapitre III : Simulation sur Centum VP

III .1. YOKOGAWA Centum Vp.....	34
III .2. Réalisation d'une application	34
III .3. Observation	50
Conclusion générale	51

Références bibliographiques

Annexe

Liste des figures

Figure 1.1.Organigramme du CIS	2
Figure 1.2.Schéma d'alimentation de station de compression de CIS	5
Figure 1.3.Organigramme d'une station de compression	7
Figure 1.4.Plan de raccordement de gaz de vente	8
Figure 1.5.Les modifications finales sur le projet.....	10
Figure 1.6. Régulateur de pression CVS 4150.....	12
Figure 1.7. Réducteur de pression CVS	14
Figure 1.8. Vanne de régulation CVS	15
Figure 1.9. Vue en coupe d'une vanne de régulation pneumatique	15
Figure 1.10. Les éléments d'une vanne de régulation.....	16
Figure 1.11. Positionneur pneumatique CVS.....	16
Figure 1.12. Transmetteur de pression APLISENS	18
Figure 2.1. Représentation symbolique d'une boucle de régulation	19
Figure 2.2. Simulation du procédé de détente par HYSYS.....	22
Figure 2.3. Résultats de simulation en boucle ouverte.....	23
Figure 2.4. Armoire et carte de régulation de DCS.....	25
Figure 2.5. Station de contrôle LFCS.....	27
Figure 2.6. Architecture du CS 3000 YOKOGAWA.....	31
Figure 2.7. Schéma d'une boucle de régulation numérique de pression	31
Figure 2.8. schéma illustre le traitement de la mesure	32

Liste des tableaux

Tableau 1.1 : Composition de gaz complexe industriel sud	6
Tableau 1.2 : les différents instruments utilisés	10
Tableau.2.1 : calculassions les coefficients PID et son type	24
Tableau 2.2 : Les différents signaux d'entrée/sortie.....	27

Introduction Générale :

Les hydrocarbures restent la source d'énergie la plus utilisée pour le bon fonctionnement de l'économie mondiale et ils continueront à jouer ce rôle stratégique aussi longtemps que l'homme n'aura pas trouvé d'autres sources d'énergies, qui pourront remplir leurs rôles avec plus de rentabilité et d'efficacité.

Après une exploitation continue d'un champ pétrolier, la pression interne du gisement diminue. Cela engendre la diminution des pressions en têtes de puits et par conséquent la dégradation des paramètres de production. Pour remédier à ce problème et parfois même pour améliorer les conditions initiales de la production dans le cas des champs dont les gisements sont à faible pression interne, un apport de pression externe est nécessaire, on appelle cette opération « La réinjection de gaz » cette technique est adoptée par la SONATRACH.

La conduite d'un procédé dans le domaine pétrole & gaz implique la connaissance, la surveillance et la maîtrise de certains paramètres tels que la pression, la température, le débit, ...etc. Chaque procédé possède ses exigences propres, et chaque équipement a ses conditions de fonctionnement.

Le progrès technologique dans le monde de l'électronique et de l'informatique a permis une évolution considérable dans le domaine du contrôle des procédés industriels.

Cette évolution est traduite par un changement dans les techniques de contrôle : Passage des systèmes pneumatiques aux systèmes numériques, du contrôle centralisé au contrôle distribué qui est le DCS. [1]

C'est l'objet de notre projet, nous intéressons au passage de système pneumatique qui possède beaucoup d'inconvénients au système numérique pour cela on veut intégrer la boucle de régulation de pression de nouveau projet gaz de vente HASSI-MESSAOUD dans le système DCS.

Dans le premier chapitre, on présentera le complexe industriel sud CIS, les différentes modifications de la station de compression pour réaliser le projet gaz de vente et les instruments utilisés dans ce projet. Dans le chapitre suivant, on présentera le régulateur pneumatique et ses inconvénients après on passera à l'étude de la boucle numérique sur le DCS.

Dans le troisième chapitre, nous présentons les différentes étapes de la simulation sur le DCS CENTUM VP.

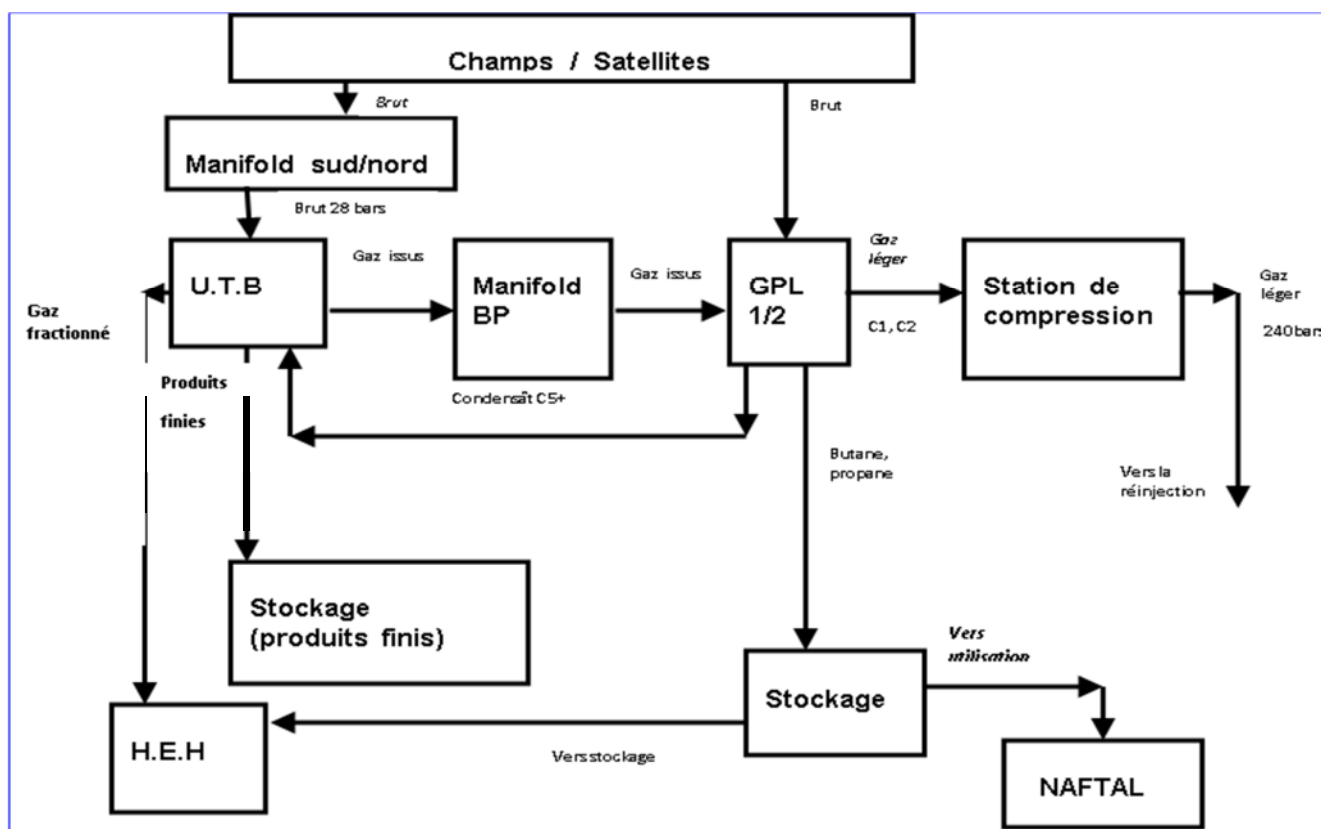
1- Introduction :

Dans le cadre des dispositions prises par SONATRACH, afin de prendre en charge la forte demande sur le gaz durant la période hivernale. La Direction Régionale HASSI-MESSAOUD et grâce aux efforts de personnel de l'entreprise nationales, a pu concrétiser et pour la première fois un projet de gaz de vente dans un temps record (70 jours seulement), avec zéro incident et accident, en récupérant d'importantes quantités de gaz destinées à la vente au niveau du champ de Hassi Messaoud, sachant que ce dernier a une vocation pétrolière.

2-Complexe industriel sud CIS :

2.1-Présentation de CIS (Complexe Industriel Sud) :

Le complexe industriel sud (CIS) situé au sud du champ de HASSI MESSAOUD, reçoit la production totale en huile de la zone sud. Cette production provient essentiellement des unités satellites d'une part et directement en LDHP, en LDBP et en



LDMP d'autre part. [2]

Fig.1.1 : Organigramme du complexe industriel sud

Le CIS est composé de :

- Poste 220 : Reçoit l'électricité à 220Kvolt et réduit la tension jusqu'à 30Kvolt, cette unité s'occupe aussi de la distribution du courant vers toutes les autres structures du CIS
- GPL1 : Cette unité a été mise en service en 1973 pour extraire le GPL contenu dans le gaz, elle traite actuellement 5,7.10⁶ Sm³/j de gaz sélectionné à partir du manifold 28 bars. Le procédé de traitement de l'unité GPL1 est basé sur la compression et le refroidissement du gaz, La liquéfaction est obtenue à basse température par un turbo-expandeur combiné à une boucle de propane. Les produits finis : mélange C3/C4, C3 commercial, C4 commercial et C5+ sont obtenus après fractionnement du liquide récupéré dans 3 colonnes de distillation : Le dé-éthaniseur, Le dé-butaniseur, Le dé-propaniseur
- GPL2 : cette unité a été mise en service en 1997 pour extraire le GPL contenu dans le gaz elle traite actuellement 25,31.10⁶Sm³/j de Gaz associé provenant du manifold 28bar, l'unité GPL2 se compose de trois trains identique. Le procédé de l'unité GPL2 est basé également sur la compression et le refroidissement, la liquéfaction s'obtient aussi à basse température mais seulement par turbo-expandeur. Les produits finis (C3/C4, C3 commercial, C4 commercial et C5+) sont obtenus après fractionnement du liquide récupéré dans trois colonnes de distillations semblables à celles de la station GPL1.
- Unité de Traitement : cette unité s'occupe du traitement de brut et est composée de plusieurs sous-unités :
 - ✚ La séparation : répartie en 4 étages :
 - LDHP (ligne directe haute pression) à 28bars
 - LDBP (ligne directe basse pression) à 11bars.
 - LDMP (ligne directe moyenne pression) à 5bars.
 - Et 4eme étage à 0.15 bars.
 - ✚ Le dessalage : Dans le but de réduire sa salinité à 30 mg/l, le brut subit un traitement dans trois dessaleurs électrostatique. Le 1^{er} traite 10000 m³/j, les deux autres traitent 13000 m³/j chacun. Une partie de l'huile dessalée servira de charge pour l'unité de stabilisation, l'autre partie est dirigée vers le 2^{ème} étage de séparation.
 - ✚ Stabilisation : L'unité a pour fonction la stabilisation de 6000m³/j de brut dessalé afin de réduire sa TVR au stockage, elle permet également de produire un gaz relativement lourd (destiné pour alimenter les unités GPL) et un condensat riche en

GPL (destiné pour l'unité de fractionnement des condensats) ayant pour effet l'augmentation de la récupération des SC3, SC4 et des C5 +

- Unités satellites : Ces unités ont pour but le prétraitement de la production en huile des puits de basse pression de tête situés à leur proximité.

Ces unités sont constituées d'un étage de séparation fonctionnant à 10bar et d'une station boosting pour la compression du gaz produit localement. Ces unités satellites sont au nombre de six : S1A, W1A, W2A, W1C, E1C et E2A.

- Les stations de compression : Sont au nombre de 11 stations de compression. (Voir description par la suite)
- Unité de raffinage : Le CIS dispose de deux unités de raffinage de brut :
 - RHM1 : Mise en service en 1964, Elle traite 167000 T/an de brut stabilisé et dessalé pour l'essence, le lampant et le gasoil.
 - RHM2 : Mise en service en 1979, La RHM2 est alimentée en brut à partir de l'unité traitement sud, elle traite annuellement 1070000 tonnes pour assurer l'approvisionnement du Sud-Est algérien en carburants (essence, kérosène et Gasoil...)

2.2 – Station de compression :

La station de compression est composée de deux groupes turbocompresseurs disposés en parallèle, un premier groupe de basse pression BP comportant un compresseur centrifuges à deux étages et un multiplicateur constituant le premier et le deuxième étage de compression entraîné par une turbine à gaz. Le deuxième groupe est de haute pression HP comportant lui deux compresseur centrifuge a seul étage pour la moyenne pression et d'un compresseur centrifuge a un étage pour la haute pression entraînés à une turbine à gaz.

On désigne par la compression, les installations qui permettent de comprimer le gaz à haute pression afin de le réinjecter dans les puits.

En effet, pour maintenir la pression des puits, la SONATRACH dispose deux techniques :

- Réinjecter le gaz à haute pression.
- Réinjecter l'eau à haute pression.

Il existe onze (11) stations de compressions opérationnelles au centre sud (SC2...SC12) et sont constituées principalement de groupes turbocompresseurs contrôlés par un système électronique (MARK IV, MARK V).

Chaque station réinjecte 5,5 millions Nm³/j, elle est composée de deux groupes turbocompresseurs bi arbres à deux étages et refoulent un gaz comprimé de 28 à 420 bars. C'est un mélange de gaz local et d'appoint du gaz commercial GR1.

1.2.1 – Alimentation :

Le gaz d'alimentation provient du manifold BP à la pression de 28 bars et à la température ambiante, qui regroupe les lignes d'arrivées suivants :

- Lignes gaz local : Champs satellites
- GPL1/2
- Ligne compression nord CINA (complexe industriel NAILI Abdelhalim).
- Ligne direct haute pression LDHP (traitement de brut).

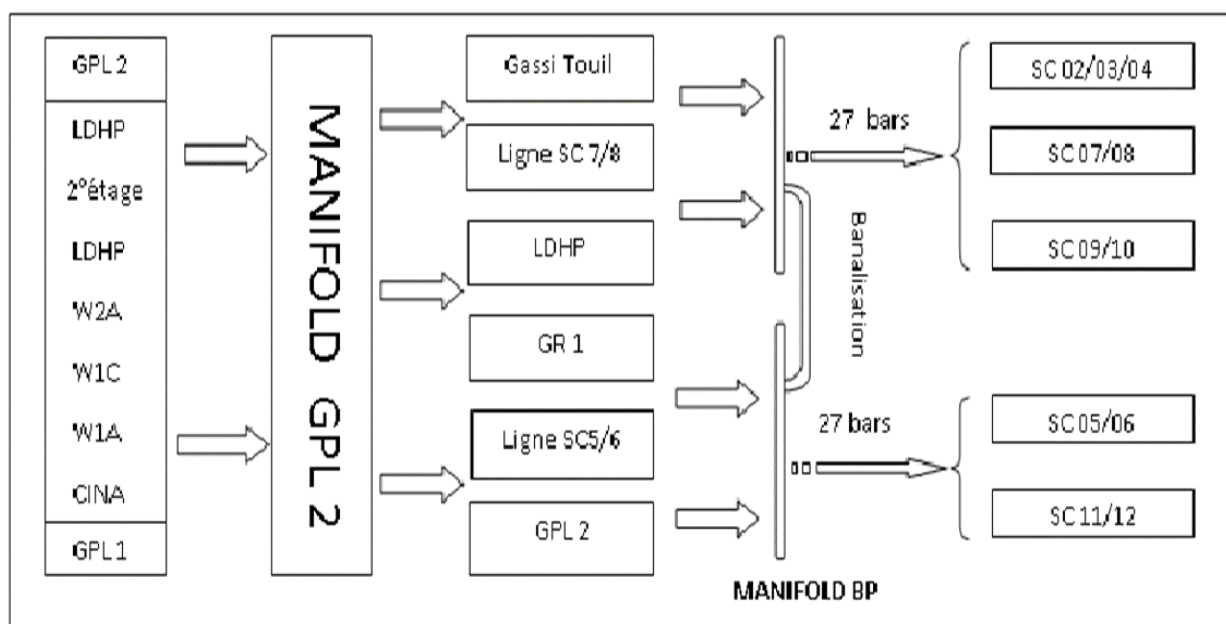


Fig.1.2: Schéma d'alimentation des stations de compression du CIS

2.2.2– Description de procédé :

Chaque station est conçue pour compresser environ 5.5 Nm³/jour de gaz, d'une pression de 29bars à 425 bars.

Le gaz à compresser, provient du gaz de Hassi-Messaoud, et soutirage du gaz du collecteur GR1, dont les compositions sont :

Composition (% mol)	Appellation chimique	Gaz de Hassi-Messaoud. m ³
C ₁	Méthane	68.42
C ₂	Ethane	24.55
C ₃	Propane	1.62
iC ₄	i-Butane	0.96
nC ₄	n-Butane	0.07
iC ₅	i-Pentane	0.07
nC ₅	n-Pentane	-
C ₆ ⁺	Hexane	-
N ₂	Azote	2.39
CO ₂	Gaz carbonique	2.66

Tableau.1.1 : Composition de gaz complexe industriel sud

Le processus de la station de compression se compose des sections suivantes :

- section de séparation préliminaire (S.P).
- section de compression basse pression (C.B.P).
- section de compression haute pression (C.H.P)
- section fuel gaz.
- système de torche.
- collecteur condensât.
- circuit d'huile de graissage.
- circuit d'huile d'étanchéité.
- système anti-incendie

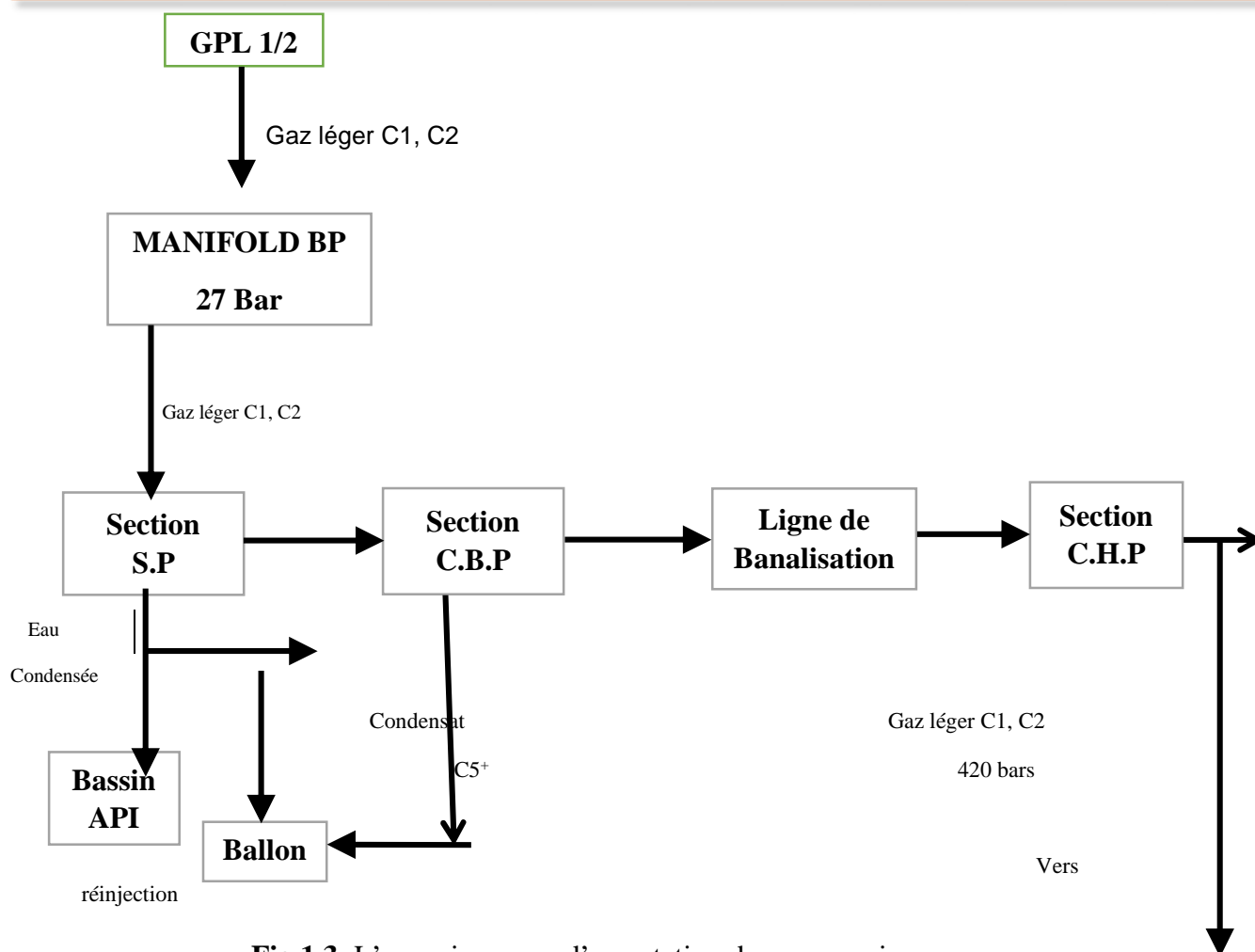


Fig.1.3: L'organigramme d'une station de compression

3- Projet Gaz de vente :

La nouvelle stratégie de Sonatrach consiste à la récupération des gaz pouvant servir pour la vente, la Division Production de l'activité E-P a initié, à travers la Direction Régionale Hassi-Messaoud, un projet à moindre coût, à réaliser par les moyens propres de la région et qui permettra d'injecter au besoin dans le réseau de gaz de vente une quantité des gaz associés traités issus des installations de GPL.

Hassi Messaoud produit une quantité de gaz associés d'environ 60 MMSm³/J dont 53 MMSm³/J sont traités au niveau des unités GPL au CIS et ZCINA.

La quantité maximale prévue pour la vente au besoin est de 20 MMSm³/J à partir du CIS.

Ce projet consiste à disposer d'une quantité de gaz traité afin de l'expédier en cas de besoin vers le réseau du gaz de vente (GR1) à une pression de 60 Bars.

Pour cela un nouveau circuit d'expédition de gaz est réaliser, et qui consiste à:

- Réaliser des modifications sur le circuit existant au niveau du manifold GPL2, stations de compression SC 5/6/7/8 et poste 08 TRC.
- Réalisation d'un poste de détente de gaz.
- Pose d'une nouvelle ligne d'expédition de gaz vers GR1.

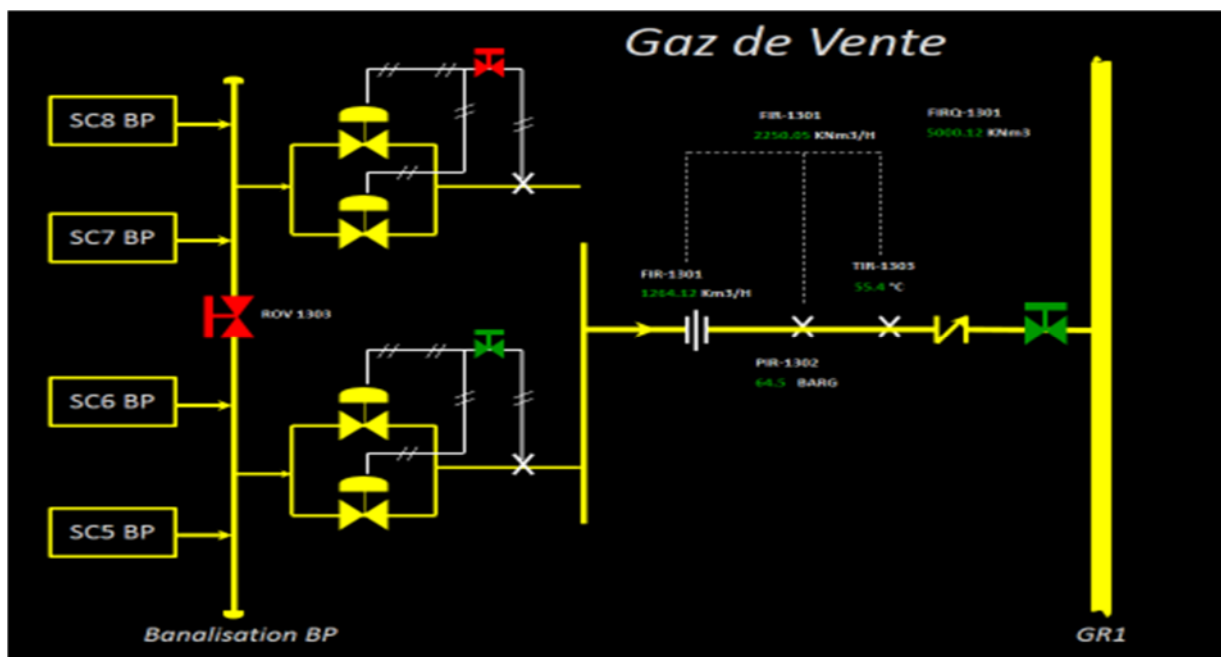


Fig.1.4 : plan de raccordement de gaz de vente

Pour cela il faut:

- ✓ Dédier quatre (04) stations de réinjection de capacité 5 MMSm³/J chacune pour injecter dans le réseau du gaz de vente.
- ✓ Ces quatre stations seront alimentées directement à partir du gaz résiduel GPL2 qui est un gaz traité (Poids moléculaire entre 20 et 21).
- ✓ Le refoulement du 1er groupe des stations (110 Bars) sera directement disposé vers le réseau de gaz de vente, après une détente à 70 Bars (les groupes HP de ces quatre stations seront maintenus à l'arrêt).

3.1 - Alimentation en gaz sec des stations SC5/6 et SC7/8 :

Identification équipements : (en mode vente) à partir de la ligne 40'' gaz retour GPL2

40'' - G11802- C18 vers aspiration des SC5/6 et SC7/8

- Aspiration départ manifold 28 bars vers nouveau manifold BP COMP fermée
- Entrée et sortie manifold Compression vers SC5/6 et SC7/8 fermée
- Vannes en provenance du manifold GR1 fermées
- By-pass ligne entrée sortie SC5/6 ouvert
- By-pass ligne entrée sortie SC7/8 ouvert

Paramètres : Pression 28 bars, T° 60°C, gaz sec. [3]

3.2-Refoulement des 1^{ers} groupes des stations SC5/6 et SC7/8 en gaz sec vers ligne d'expédition gaz vente (poste 8) :

- Vannes de garde des vannes ROV entrée 2^{ème} groupe des SC5/6/7/8 (HP) fermées
- Les deux vannes de garde de la vanne ROV 1108 de la ligne de banalisation des 4 groupes ouvertes
- Nouvelle vannes de garde des vannes automatique (PCV) ouvertes
- Nouvelle vanne d'expédition « manifold GR1 » ouverte
- Vanne manuelle XV 1-1111 au niveau poste 8 ouverte.

Paramètres : Pression de refoulement 90 bars des Stations, expédition vers GR1 63 bars

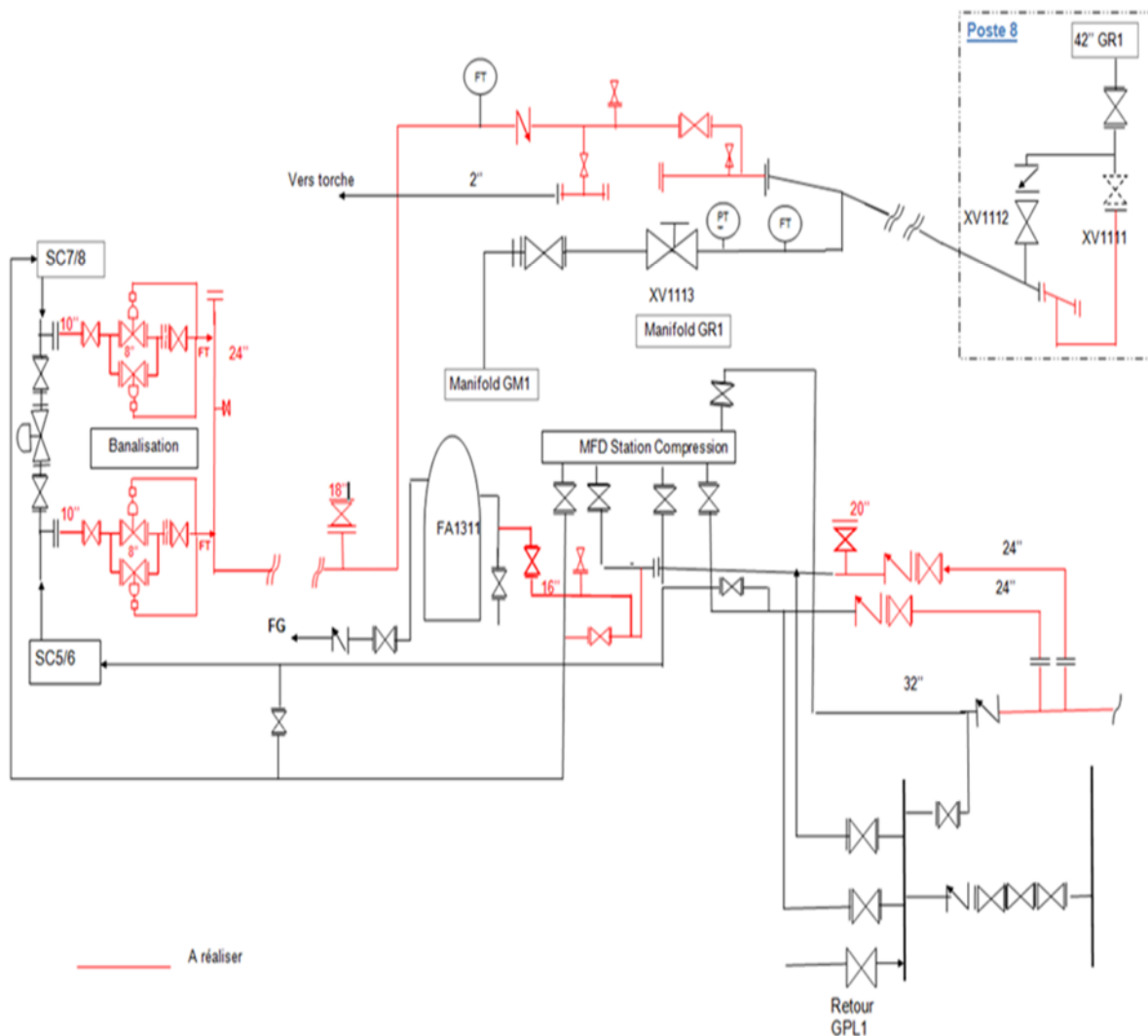


Fig.1.5 : Les modifications finales sur le projet

3.3– Les équipements :

3.3.1 – La préfabrication :

- 12 mètre linéaire de pipe 40" en pièces de raccordement,
- 450 mètre linéaire de pipe 24" en double-joints,
- 60 mètre linéaire de pipe 16" en pièces de raccordement,
- 40 mètre linéaire de pipe 10" Haute pression en pièces de raccordement,
- Sablage et peinture de 562 mètre linéaire de pipes tout diamètres confondus.

3.3.2 – Mise en place des instruments :

- ✓ Confection d'un orifice pour débitmètre
- ✓ Tirage de 300 mètres de câble de transmission du débit de gaz expédié vers salle de contrôle

- ✓ Tirage de 500 mètre de câble de commande des vannes automatiques vers salle de contrôle
- ✓ Réalisation de 02 lignes (400 mètre) d'air instrument pour les vannes automatiques.

<i>Description</i>	<i>Quantité</i>
<i>Vannes automatiques accessoires</i>	<i>4</i>
<i>Orifices</i>	<i>2</i>
<i>Transmetteur de pression (0 -100 bar)</i>	<i>1</i>
<i>Transmetteur de débit (1 bar)</i>	<i>1</i>
<i>Transmetteur de température (0 - 100°C)</i>	<i>1</i>
<i>Sonde de Température thermocouple type J</i>	<i>1</i>
<i>Manomètre (0 - 100 bar)</i>	<i>5</i>
<i>Manomètre (0 - 160 bar)</i>	<i>2</i>
<i>Câble (24*1.5 mm2)</i>	
<i>Tube galvanisé 1"</i>	<i>200m</i>
<i>Tube inox 3/8"</i>	<i>36m</i>
<i>vannes d'isolement 1"</i>	<i>6</i>
<i>Boite à jonction</i>	<i>4</i>
<i>Electrovanne ASCO (125 VDC)</i>	<i>4</i>
<i>Raccorderiez inox 3/8"</i>	<i>20</i>
<i>Manchon 1"</i>	<i>40</i>
<i>coude 1"</i>	<i>40</i>
<i>TE 1"</i>	<i>40</i>

Tableau.1.2: les différents instruments utilisés

3.3.3 – Régulateur de pression CVS 4150 and 4160 :

Les contrôleurs CVS 4150 et 4160 sont conçus pour fournir des années de service fiable et précis.

Les régulateurs peuvent être installés sur des installations équipées de brûleurs à gaz automatiques, mixtes et combinés et sur des installations de distribution industrielle.

Le régulateur pneumatique 43AP c'est un régulateur continu, il détecte la différence entre la mesure et la consigne, et donne un signal pneumatique à la sortie.

La mesure, la consigne et le signal de sortie est affiché par le régulateur. [4]

- Contrôleurs

Inspectez les contrôleurs pour les dommages d'expédition et les débris étrangers lors du déballage.

- Soupape

Assurez-vous que le pipeline est exempt de scories de soudage, de copeaux et autres débris en soufflant la ligne avant l'installation.

Il est recommandé d'installer une crépine en amont de la vanne pour protéger la vanne des débris étrangers présents dans la conduite. CVS recommande l'installation d'une dérivation d'entretien standard à trois vannes. Cela permet d'isoler la vanne de régulation sans arrêter le système de canalisation.

La vanne doit être positionnée sur la ligne de sorte que l'indicateur de direction du débit corresponde à la direction de l'écoulement de la canalisation.

Si le corps est bridé, les boulons doivent être serrés uniformément pour réduire le risque d'endommager le corps de la vanne et la bride.

Un composé de lubrification de fil de bonne qualité doit être utilisé sur toutes les connexions mâles si le corps a des connexions vissées.

- Connecteurs de ligne de contrôle

Les connexions doivent être effectuées dans une zone de la canalisation dépourvue de coudes et de coudes. Les raccords de tuyauterie doivent être faits avec un tuyau ou un tuyau de 1/4 "ou 3/8".

Tapez le pipeline le plus près possible du corps de la vanne en tenant compte de ces facteurs militants.

1. La zone de robinet doit être une zone exempte de vitesses anormales.
2. La distance idéale du corps doit être de 10 fois le diamètre du pipeline.



Fig.1.6 : Régulateur de pression CVS 4150

3.3.4 - Réducteur de pression CVS :

Le régulateur de filtre CVS Control 67CFR est un Régulateur d'alimentation réducteur de pression généralement utilisé pour les commandes pneumatiques et électropneumatiques, ainsi que d'autres équipements d'instrumentation.

Le CVS 67CFR fournit de l'air ou du gaz propre et constant fournir aux appareils nécessitant des pressions réduites pour contrôle.

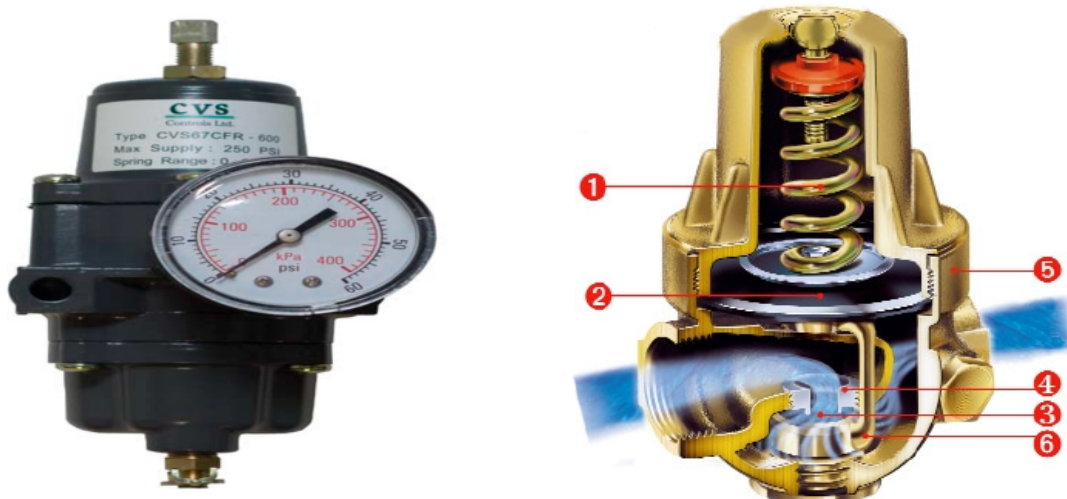


Fig.1.7 : Réducteur de pression CVS

Le réducteur de pression est un appareil totalement autonome. Un ressort inoxydable (1) à grandes spires et haute sensibilité : il garantit un réglage précis. Le contrôle de la pression s'effectue dans une plage de 1,5 à 5,5 bars.

- Une membrane (2) et un clapet (3) haute température : résistant à des températures élevées (jusqu'à 80°C).
- Un siège en acier inox (4) : une exclusivité qui protège de l'usure et de l'agressivité de l'eau. Une garantie de longévité.
- Un corps monobloc en laiton non-dézincifiable (5) (DZR) : d'une grande robustesse.
- Un ensemble étrier/clapet (6) : pièce mobile monobloc en laiton non-dézincifiable (DZR), l'étrier comporte un clapet (3) largement dimensionné autorisant des performances supérieures aux exigences de la norme. [5]

3.3.5 - Vanne de Régulation CVS :

La vanne de régulation est utilisée comme organe de réglage dans différentes boucles de régulation.

Les vannes de régulation ont pour fonction de réguler une pression, une température et un débit. Elles sont utilisées dans une boucle de régulation qui prévoit en général un capteur, un régulateur et une vanne de régulation munie ou non un positionneur.



Fig.1.8 : Vanne de régulation CVS

Une vanne de régulation est un actionneur qui associe un corps de vanne avec une motorisation électrique, voire pneumatique dans des applications industrielles. La vanne de régulation est souvent modulante et plus rarement TOR, Tout ou Rien.

Son ouverture et le débit dans ses voies varient en fonction d'une loi de régulation. Il existe des vannes 2 voies et des vannes 3 voies en fonction du système hydraulique de l'installation.

Un clapet de forme parabolique se déplace linéairement par rapport au siège de passage de gaz et peut faire varier ainsi la section de passage. Le déplacement du clapet est réalisé par une tige mobile commandé par le déplacement d'un servomoteur électrique. [6]

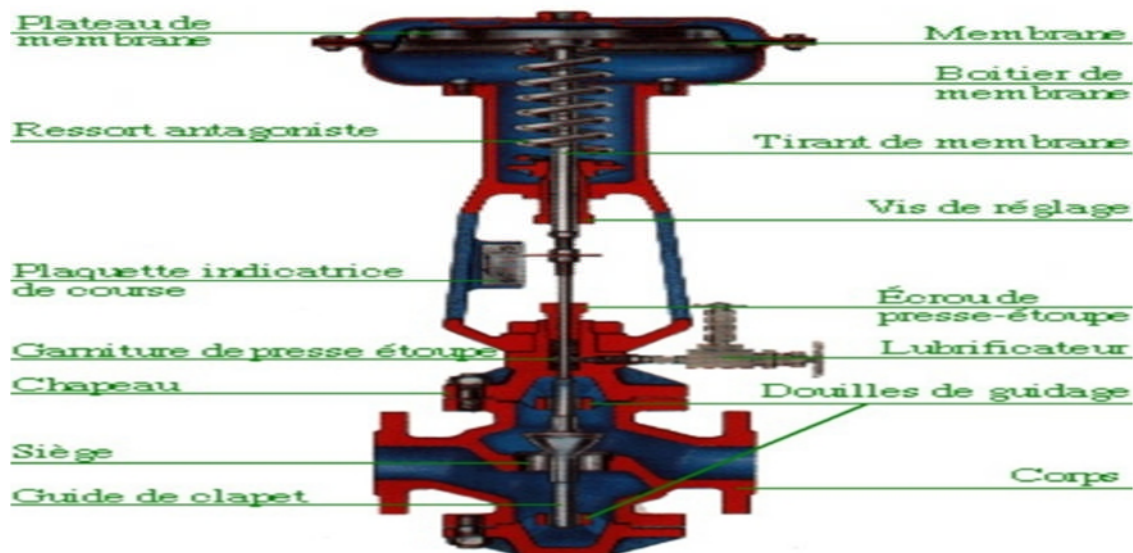


Fig.1.9 : Vue en coupe d'une vanne de régulation pneumatique

La vanne est constituée de trois éléments principaux :

- le servomoteur : c'est l'élément qui assure la conversion du signal de commande en mouvement de la vanne ;
- le corps de vanne : c'est l'élément qui assure le réglage du débit.
- Le positionneur qui permet l'ouverture de la vanne en coordination avec le signal de contrôle. [7]

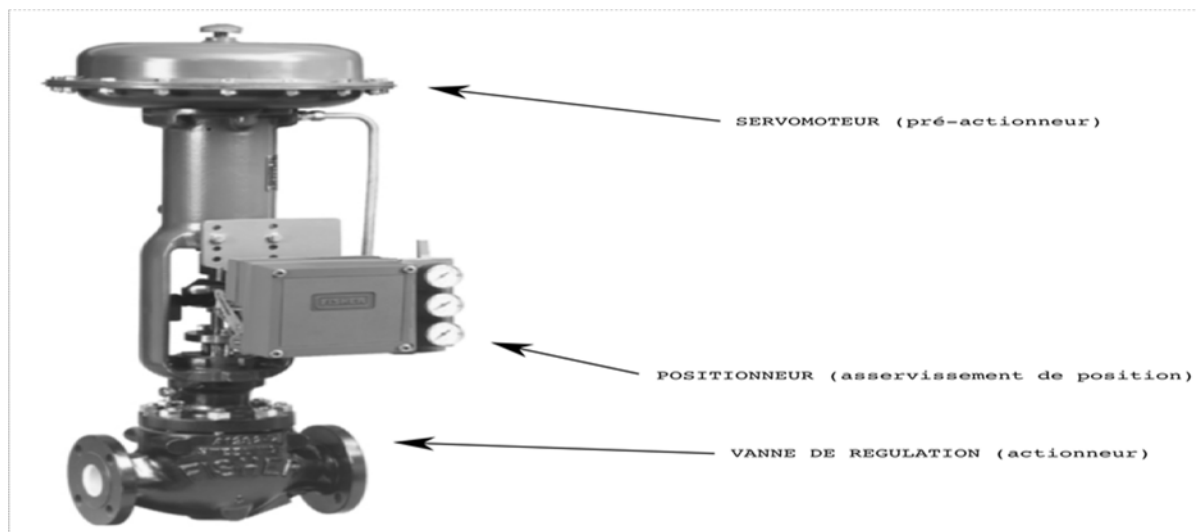


Fig.1.10 : Les éléments d'une vanne de régulation

3.3.6 - Positionneur pneumatique CVS :

Le positionneur pneumatique CVS 1200 est disponible dans les configurations linéaire et rotative.



Fig.1.11 : Positionneur pneumatique CVS

Le positionneur sert à linéariser la relation entre la position la tige et le signal du contrôleur.

La course de la soupape est contrôlée avec précision par un signal pneumatique de pression d'entrée d'air de 3-15 psi ou 6-30 psi.

Le positionneur pneumatique sert à la commande de servomoteurs pneumatiques à partir de régulateurs pneumatique à sortie continue de 0.2 bar à 1 bar (3 à 15 psi) ou à gammes partielle.

Il est utilisé pour éliminer les erreurs de positionnement.

3.3.7 – Les capteurs et les transmetteurs de pression :

a- Les capteurs :

Un capteur est un dispositif qui produit, à partir d'une grandeur physique, une grandeur électrique utilisable à des fins de mesure ou de commande. Cette grandeur électrique (tension ou courant) doit être une représentation aussi exacte que possible du mesurande considéré.

b- Transmetteur de pression :

Un transmetteur de pression a pour fonction d'acquérir la pression et de transmettre cette information à un régulateur, un afficheur ou encore un enregistreur.

Le transmetteur convertit le signal électrique en un signal normalisé 4-20 mA.

On peut séparer trois types de transmetteur :

- Les transmetteurs **4 fils** (dits actifs) qui disposent d'une alimentation et qui fournissent le courant I. Leur schéma de câblage est identique à celui des régulateurs.
- Les transmetteurs **3 fils** sont des transmetteurs 4 fils, avec les entrées moins reliées.
- Les transmetteurs **2 fils** (dits passifs) qui ne disposent pas d'une alimentation et qui contrôlent le courant I fournie par une alimentation externe.

Récepteur	Transmetteur 2 fils	Entrée mesure du régulateur	Enregistreur	Organe de réglage
Générateur	Transmetteur 4 fils	Sortie commande du régulateur		Alimentation

- transmetteur de pression « APLISENS »;

Transmetteur de pression sont applicables à la mesure de la pression, sous pression et absolue pression de gaz, des vapeurs et liquides. [8]



Fig.1.12 : Transmetteur de pression APLISENS

4- Conclusions :

Pour contrôler un procédé, un travail d'analyse est indispensable pour recenser les grandeurs physiques à maîtriser, et celles ayant une influence sur le procédé.

La régulation regroupe l'ensemble des techniques utilisées visant à contrôler une grandeur physique.

Le Système de contrôle industriel est un terme général qui englobe plusieurs types de systèmes de contrôle utilisés dans la production industrielle, y compris contrôle et d'acquisition de données.

1- Introduction :

La majorité des processus industriels nécessitent de contrôler un certain nombre de paramètres : température, pression, niveau, débit, etc.... Il appartient à la chaîne de régulation (et plus généralement à la chaîne d'asservissement) de maintenir à des niveaux prédéterminés les paramètres qui régissent le fonctionnement du processus.

Les régulateurs PID répondent à plus du 90% des besoins industriels et le nombre de régulateurs installés dans une usine pétrolière, par exemple, se compte par milliers. Malheureusement, malgré l'expérience acquise au fil des ans, les valeurs choisies pour les paramètres P, I et D ne sont pas toujours satisfaisantes, ni adaptées au processus à régler.

Dans ce chapitre, nous allons focaliser au correcteur PID sur système DCS.

2- Régulation de pression :

La pression est une grandeur dérivée du système international. Elle est définie comme le quotient d'une force par une surface :

$$P = \frac{F \text{ [N]}}{S \text{ [m}^2\text{]}}$$

Ce quotient est indépendant de l'orientation de la surface. La pression s'exerce perpendiculairement à la surface considérée. La pression est l'un des paramètres les plus utilisés dans la régulation des processus.

L'objectif d'un instrumentiste est d'assurer le bon fonctionnement du système à régler en termes de stabilité, précision et rapidité. Pour cela nous avons introduit une boucle de régulation de pression afin de :

- Assurer la détente de pression de 90-110 à 63 bars
- Assurer la stabilité du réseau de transport de gaz.
- Protéger l'intégrité des pipes de transport.

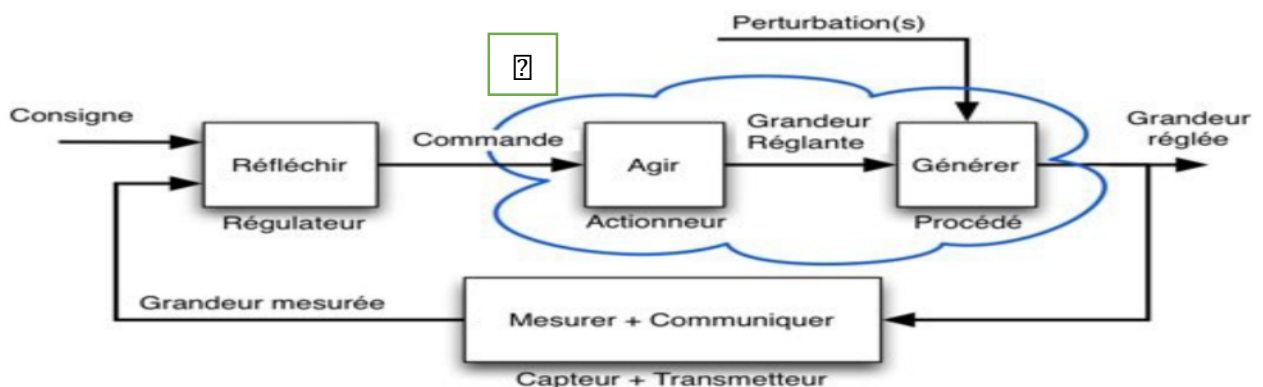


Fig.2.1 : Représentation symbolique d'une boucle de régulation

- **Grandeur réglée (PV : Process Value)** : c'est la grandeur que l'on désire maintenir constante où à laquelle on veut imposer une dépendance déterminée. Elle provient du transmetteur (grandeur à régler), elle est normalisée (4 -20 mA, 0,2 -1 bar).
- **Grandeur de consigne (SP : Set Point)**: c'est la grandeur fixée automatiquement ou manuellement par l'opérateur et à laquelle on veut maintenir la grandeur réglée *PV*.
- **Grandeur réglante (MV : Measured Value)**: c'est la grandeur qui agit sur l'organe de réglage afin de faire tendre vers zéro l'écart ($SP - PV$). C'est la sortie du régulateur.
- **Grandeurs perturbatrices** : ce sont des grandeurs qui ont une influence directe ou indirecte sur la grandeur réglée. Ces grandeurs sont généralement appelées : variation de charge.

✓ **Le sens d'un régulateur :**

Un procédé est direct, lorsque sa sortie varie dans le même sens que son entrée, dans le cas contraire, le procédé est dit inverse.

Le régulateur doit s'opposer au procédé, c'est-à-dire,

- Si le procédé est **direct** : il faut mettre le sens d'action du régulateur sur **inverse**
- Si le procédé est **inverse** : il faut mettre le sens d'action du régulateur sur **direct**.

Dans notre cas, l'ouverture de la vanne augmente la pression de la pipe, ce qui signifie que notre procédé est direct, donc, il faut mettre le sens d'action du régulateur sur inverse. [9]

2.1- Régulateur PID :

Le régulateur standard le plus utilisé dans l'industrie, est le régulateur PID (Proportionnel, Intégral, Dérivé), Compte tenu de sa simplicité, sa facilité d'implantation, sa performance et son faible cout.il est de ce fait utilisé sur la grande majorité des installations industrielles et il permet de régler à l'aide de ses trois paramètres, les performances d'un processus. Mais malheureusement le correcteur PID n'est pas considéré comme une commande robuste, puisque sa performance dépend du monde identifié.

➤ **Régulateur P** : Le rôle de l'action proportionnelle est d'accélérer la réponse de la mesure, ce qui a pour conséquence de réduire l'écart entre la mesure et la consigne.

L'étude de l'action proportionnelle sur un système naturellement stable en boucle fermée, montre que lors d'un changement de consigne, le régime permanent atteint un écart résiduel.

$$\varepsilon = \varepsilon_C / (1 + G_s.G_r) \quad [10]$$

G_r : gain du régulateur

ε_C : variation de consigne

G_s : gain du procédé.

ε : l'écart statique (consigne –mesurer)

L'action P est utilisée lorsqu'on désire régler un paramètre dont la précision n'est pas importante.

La sortie de régulateur P donné par : $U = K_p \varepsilon(t)$

K_p : appelé gain de l'action proportionnel.

➤ **Régulateur I** : L'action intégrale complète l'action proportionnelle et utilisée lorsqu'on désire avoir en régime permanent, une précision parfaite, en outre, elle permet d'annuler l'erreur statique et d'accélérer la réponse.

La sortie de régulateur I est donné par : $U = \frac{1}{T_i} \int_0^t (\tau) d\tau$

K_i : appelé gain de l'action intégral

T_i : appelé constante de temps d'intégration

➤ **Action D** : l'action dérivé accélère la réponse du système et améliore la stabilité de la boucle, Le rôle de l'action dérivée est de compenser les effets du temps mort (retard) du procédé. Elle a un effet stabilisateur mais une valeur excessive peut entraîner l'instabilité.

Son rôle est identique quelle que soit la nature du procédé. La sortie du dérivateur est proportionnelle à la vitesse de variation de l'écart.

Dans la pratique, l'action dérivée est appliquée aux variations de la grandeur à régler seule et non de l'écart mesure-consigne afin d'éviter les à-coups due à une variation subite de la consigne.

L'action D est utilisée dans l'industrie pour le réglage des variables lentes telles que la température, elle n'est pas recommandée pour le réglage d'une variable bruitée ou trop dynamique tel que la pression. En dérivant un bruit, son amplitude risque de devenir plus importante que celle du signal utile.

La sortie de régulateur D est donné par : $U = T_d \frac{d\varepsilon(t)}{dt}$

➤ **Régulateur PI** :

La sortie de régulateur PI est donné par : $U = K_p (\varepsilon(t) + \frac{1}{T_i} \int_0^t (\tau) d\tau)$

➤ **Régulateur PD :**

La sortie de régulateur PD est donné par : $U = K_p (\tau + T_d \frac{d\varepsilon(t)}{dt})$

➤ **Régulateur PID :**

La sortie de régulateur PID est donné par : $U = K_p (\tau + \frac{1}{T_i} \int_0^t \varepsilon(\tau) d\tau + T_d \frac{d\varepsilon(t)}{dt})$

2.2- Simulation sur le HYSYS :

La simulation des procédés industriels (et spécialement ceux du pétrole et du gaz) peut se réaliser par plusieurs simulateurs tels que : Aspen Plus, ChemCAD, HYSIM, HYSYS, Pro-II. Le simulateur HYSYS est l'un des plus performants logiciels de simulation. Le simulateur HYSYS peut être utilisé lors de la conception d'un procédé industriel afin d'établir des bilans de matière et d'énergie d'un procédé industriel et de dimensionner les équipements de ce procédé ou bien dans le suivi des procédés qui sont déjà installés afin de réajuster les paramètres de fonctionnement dans le cas de changement de compositions de l'alimentation ou des conditions de fonctionnement de certains équipements et de déterminer les performances des équipements. [11]

Nous avons fait une simulation numérique par HYSYS, afin de déterminer au préalable les paramètres PID du régulateur.

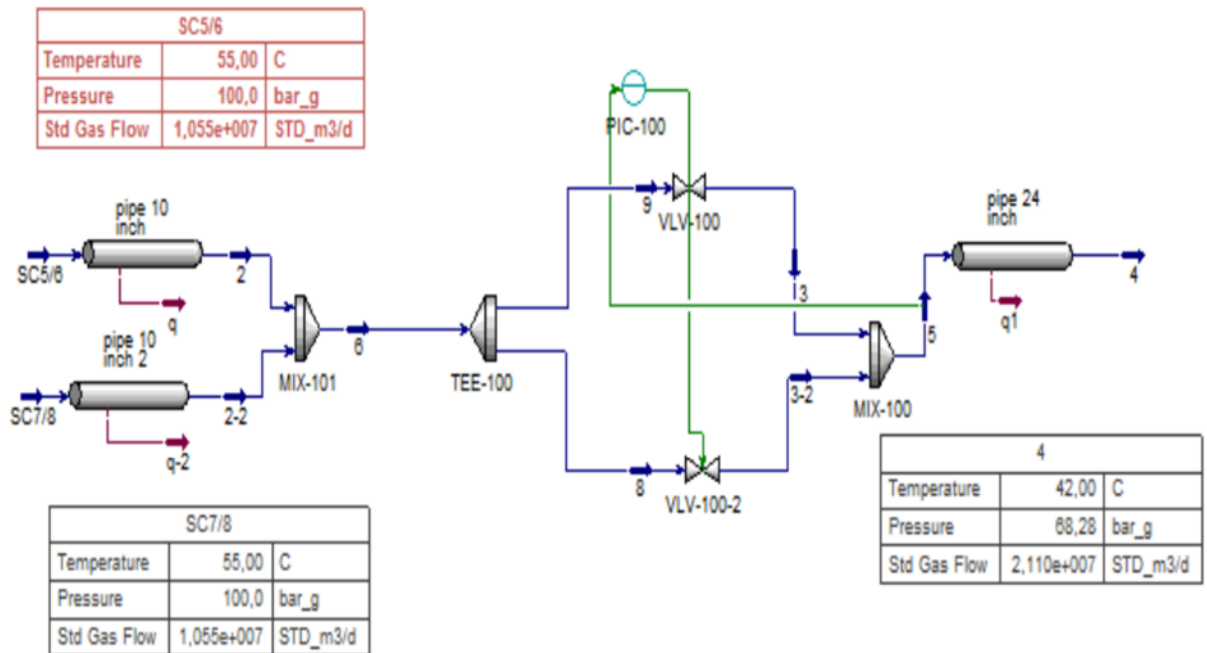


Fig.2.2 : Simulation du procédé de détente par HYSYS « n boucle ouverte

Nous avons envoyé un échelon de 5% d'ouverture (de 100% d'ouverture à 95%) à l'instant $t = 15s$. sur l'enregistreur, on a recueilli la courbe de réaction du système.

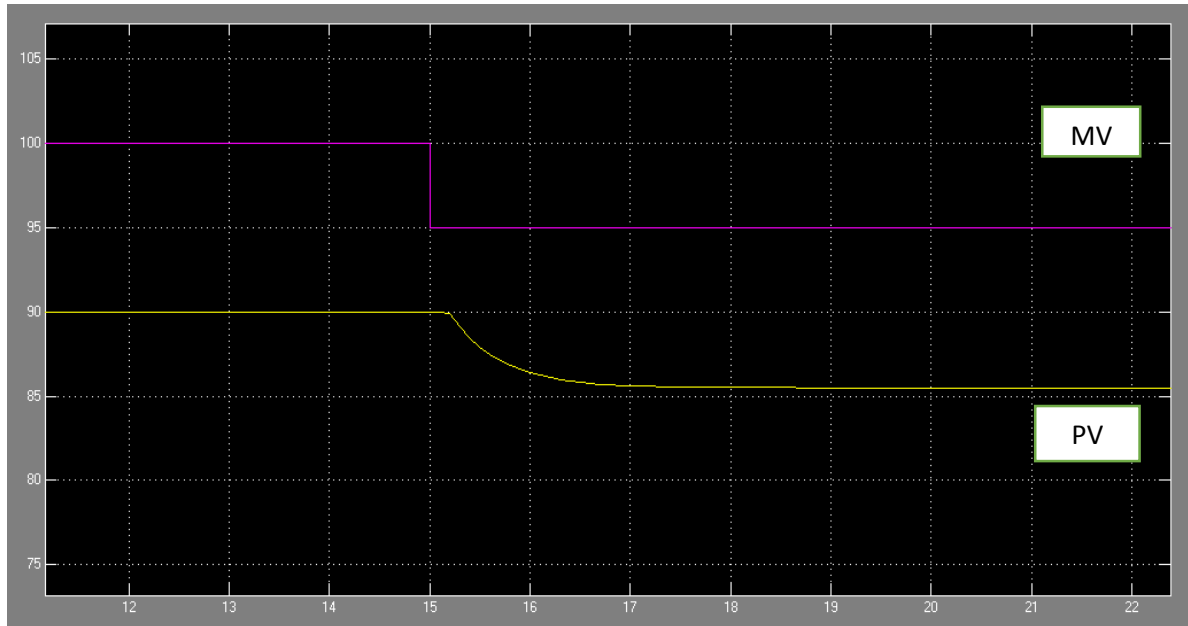


Fig.2.3 : résultats de simulation en boucle ouverte

C'est un système du 1^{er} ordre, avec un retard de $T = 0.2s$, la constante du temps τ est le temps correspond à 37% de la course finale, d'après la courbe : $\tau = 0.5s$, le gain statique est le rapport:

$$G_s = \frac{\Delta PV}{\Delta MV} = \frac{85.5 - 90}{95 - 100} = 0.9$$

Donc la fonction de transfert de système est :

$$G(P) = \frac{0.9 e^{-0.2}}{0.5P + 1}$$

✓ Réglage PID en fonction de la réglabilité :

Les coefficients du PID se calculent en fonction du coefficient de réglabilité. [12]

$$r = \frac{T}{\tau}$$

Où : τ la constante de temps du procédé et T son retard. La table ci-dessous (réglage de BROIDA) fournit les relations pour calculer les coefficients du régulateur et déterminer son type. On réservera pour les cas où le système possède un retard important que l'action dérivé peut compenser. Par contre dans les autres cas, un simple PI suffira.

r	Structure	$BP (\%)$	Ti	Td
0 à 0.2	P	$\frac{125G_s T}{\tau}$		
0.3 < r < 0.6	PI parallèle	$\frac{125G_s T}{\tau}$	$\frac{G_s T}{0.8}$	
	PI série	$\frac{125G_s T}{\tau}$	τ	
$r = 0.6$	PID série	$\frac{120G_s T}{\tau}$	τ	$0.42T$
	PID mixte	$\frac{120G_s T}{0.4T + \tau}$	$0.4T + \tau$	$\frac{\tau T}{2.5\tau + T}$
	PID parallèle	$\frac{120G_s T}{0.4T + \tau}$	$\frac{G_s T}{0.75}$	$\frac{0.35\tau}{G_s}$

Tableau.2.1 : calculations les coefficients du régulateur PID et son type

A notre cas $r = \frac{0.2}{0.5} = 0.4$, et d'après le tableau 5, la meilleure réponse est donnée par

un régulateur de type PI (parallèle ou série), notre régulateur est de type parallèle, donc : $BP(\%) = 45, Ti=0.225$.

Puis ce que la pression est trop bruité donc on évite l'action D et on choisit seulement PI.

3- La régulation pneumatique locale:

L'opérateur n'intervient pas directement sur l'organe de commande mais il donne un point de consigne au régulateur local sur site.

A partir du réseau Air-Instrument, l'alimentation en air d'un appareil pneumatique est assurée par un filtre détenteur dont le rôle est de maintenir une pression constante quelle que soit la consommation de l'appareil en question. [13]

- **Inconvénients** :

- lenteur de transmission.
- coût d'installation élevé.
- sensibilité à l'humidité et aux poussières.
- nombreuses pièces mécaniques en mouvement.
- difficulté d'effectuer sans conversion des calculs élaborés.

4– Régulateur sur DCS :

Le régulateur est localisé dans les armoires de contrôle commande situées la plupart du temps dans un local technique à part. L'affichage et l'interface opérateur sont réalisés sur un écran dont le graphisme diffère suivant les constructeurs.

Chaque régulateur se présente en général sous deux formes :

- ✓ Une vue résumé (analogique à la face avant d'un régulateur de tableau) permettant de visualiser les paramètres du régulateur sous forme de paragraphe et valeurs numériques; ainsi que les alarmes associés à ce régulateur et le mode de fonctionnement (AUTO, MAN,...), les valeurs des paramètres (consigne, signal de sortie,...).
- ✓ Une vue de détail permettant de configurer le régulateur :
 - Les butées et types d'alarmes
 - Les actions P, I, D ou retard
 - Les valeurs d'échelle
 - Les blocages d'alarmes, blocage de consigne, de changement de mode et autres.

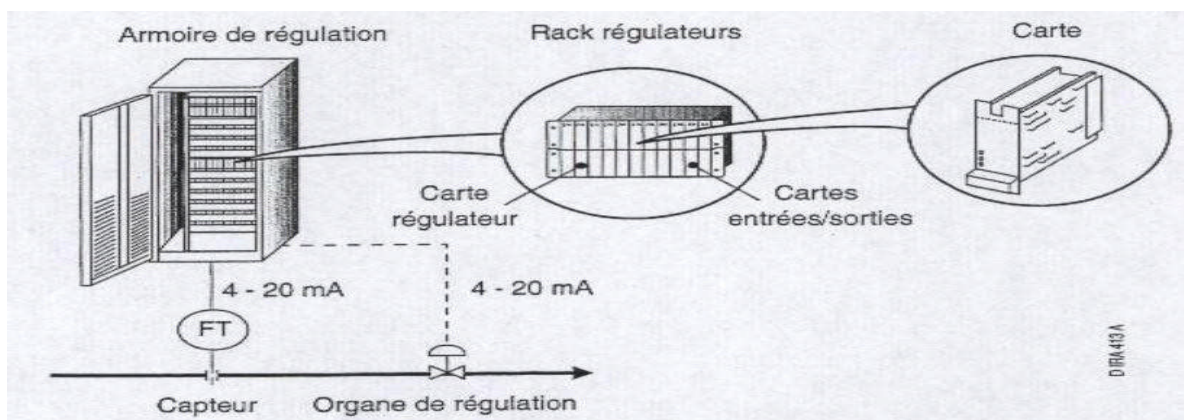


Fig.2.4 : Armoire et carte de régulation de DCS

En Anglais c'est un Distributed control system un système numérique de contrôle-commande de procédé avec intelligence répartie dans les différents modules. C'est un système de supervision et de régulation de procédé informatisé conçu avec la plus récente technologie.

C'est un matériel qui utilise la technologie des microprocesseurs pour répartir l'intelligence parmi ses modules opérationnels, ce n'est pas un seul ordinateur qui contrôle tout.

C'est un système qui opère en " Temps Réel " et qui donne une haute vitesse de réponse aux signaux de régulation et aux commandes initiées par les opérateurs. Il permet de :
Contrôler et superviser le procédé avec intelligence répartie entre les différents modules.
Opérer les données en temps réel.

Généralement, un contrôleur fera partie intégrante de DCS. On prend le contrôleur PID et Yokogawa DCS pour répondre à cette question. En dehors de ce qu'est un contrôleur PID, je vais discuter du fonctionnement du contrôleur PI dans DCS.

Le transmetteur convertit l'entrée de processus en un signal de courant 4-20 mA. Ce signal est donné en entrée ou en variable de process (PV) au régulateur (PID). La valeur désirée est donnée en tant que point de consigne ou variable de réglage (SV) au régulateur. La fonction d'un contrôleur est de faire correspondre le PV avec le SV et de rendre l'écart nul. Pour ce faire, le contrôleur vérifie l'écart de manière continue ($e = PV - SV$) et essaie de rendre l'écart nul. Le contrôleur génère la sortie ou la variable manipulée (MV) en fonction de l'écart. Le MV généré est également en termes de signal de courant 4-20 mA.

4.1- Aspect de matériel DCS YOKOGAWA

✓ **EWS** : Engineering Work Station :

Principalement utilisée comme un poste pour tester, modifier et charger la configuration. Aussi il peut être utilisé comme une station opérateur.

✓ **HIS** : Human Interface Station :

Principalement utilisée comme poste de conduite de l'opérateur. Cette station peut également supporter les fonctions ingénieur de configuration et de maintenance. Grâce aux interfaces DDE ou OLE intégrées dans son système d'exploitation, elle peut également transférer toutes sortes d'informations ou de données via le bus Ethernet à un ordinateur de supervision ou à une autre station de conduite HIS.

✓ **FCS** : Field Control Station :

La Station de contrôle FCS réalise les fonctions de contrôle (régulation et calcul séquentiel). Elle gère les entrées et les sorties procédés et peut être reliée à plusieurs automates tel que automate de sécurité (PLC-ProSafe). [14]

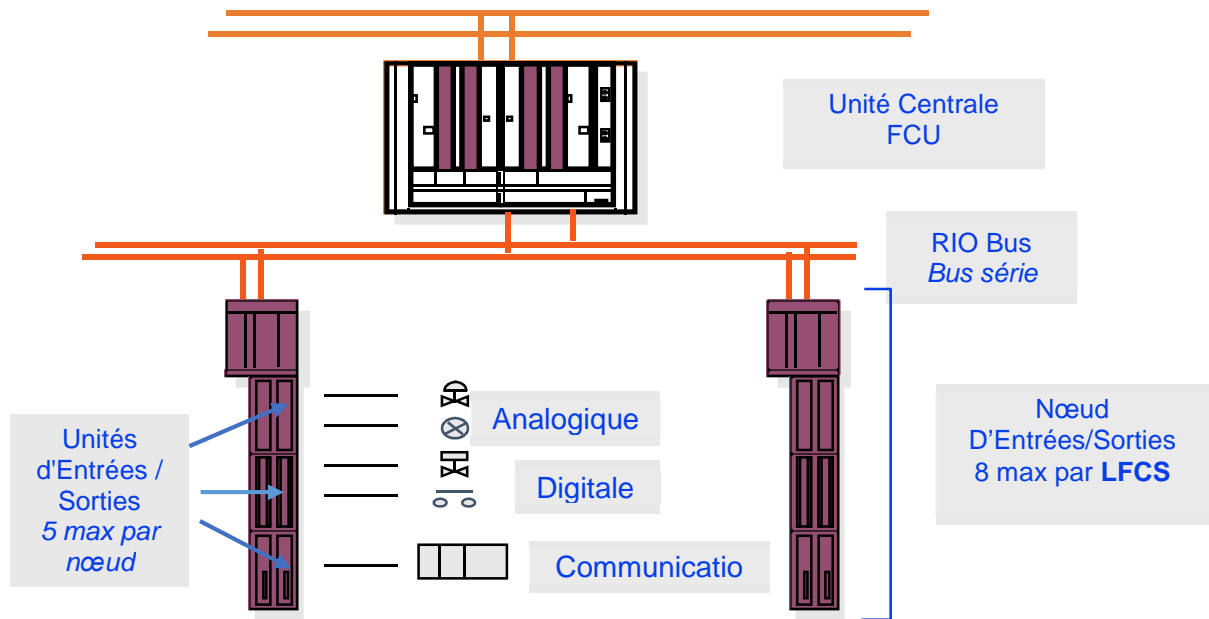
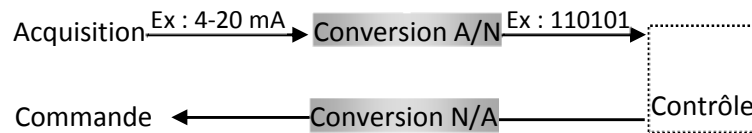


Fig.2.5 : Station de contrôle LFCS

➤ **Les interfaces E/S (Nœuds) :**

Cette interface est composée essentiellement des cartes d’entrées/sorties dont le rôle est l’adaptation des signaux échangés entre le procédé et le système c'est-à-dire que ces cartes transforment les signaux industriels d’entrée à une forme numérique adaptée au système et transforment les signaux numériques de sortie à une forme industrielle adaptée au procédé.



Les signaux d’entrées/sorties du procédé sont des signaux industriels appartiennent à deux catégories standard distinctes : logique et analogique. Ces signaux ont plusieurs types, les plus connues dans le domaine pétrolier sont données par le tableau suivant :

Signaux d’entrée	Analogique	Courant 0-20mA ou 4-20mA	Transmetteur
		Tension mV	Thermocouple
		Résistance Ω	Thermo résistance
	Logique	Tout ou Rien	Contact (switch)
		Impulsions	Générateur d’impulsion
Signaux de sortie	Analogique	Courant 4-20mA	Vanne régulatrice
	Logique	Tout ou Rien	Vanne TOR, pompe,...

Fig.2.2 : Les différents signaux d’entrée/ sortie

L'interface E/S donne la possibilité de mettre des cartes E/S en redondance, c'est utile pour des signaux critiques. Certaines cartes E/S peut avoir l'avantage de la mise en repli de sécurité de l'équipement commandé en cas de perte de communication avec le contrôleur.

Une carte E/S du DCS YOKOGAWA supporte un seul signal, et un ensemble des cartes sont regroupées dans un module d'E/S.

➤ **Le réseau E/S (RIO Bus) :**

Il permet au processeur de contrôle de communiquer avec les cartes d'E/S. ce réseau est un bus qui a comme support physique un câble coaxial ou fibre optique selon la distance entre le processeur de contrôle et les cartes E/S.

Les signaux d'entrées (mesures) après être numérisés au niveau des cartes d'entrée sont envoyés au processeur de traitement via le réseau E/S. le processeur traite ces données et les envoie via le même réseau aux cartes de sortie pour être adaptés comme action à l'organe concerné.

Ce bus d'entrée/sortie est caractérisé par:

- La vitesse d'information.
- La longueur maximale.
- Le nombre maximal des cartes E/S supportées.
- Le support physique qui peut être coaxial ou fibre optique.
- Le port de connexion: exemple de RS-485 ou Ethernet.
- Le protocole de transfert de messages

Pour la sécurité des informations transmises par ce bus d'E/S, ce dernier est généralement redondant.

➤ **Le processeur de contrôle (FCU Field control unit) :**

Le traitement en temps réel des données échangées avec le procédé se fait par un (des) processeur(s) de contrôle puissant(s), rapide(s), fiable(s) et redondant(s). Son rôle est de réaliser l'acquisition des entrées (I/O, commande opérateur), de les traiter (automatisme, régulation) et de positionner les sorties.

Les fonctions principales d'un processeur de contrôle sont:

- Communication avec les cartes E/S dont il a en charge via le bus E/S.

- Exécution des algorithmes de traitement continu: les fonctions de régulation comme PI, PID, et les fonctions de calcul comme les blocs de l'addition, multiplication, ...etc.
- Exécution des algorithmes de traitement d'automatisme et les fonctions combinatoires comme les blocs AND, OR, ...etc.
- Production des alarmes: si un paramètre dépasse le seuil opérationnel, le processeur envoie une alarme à la station opérateur.
- Communication avec les autres stations via le réseau système (réseau de contrôle).

Les programmes exécutés par un processeur de contrôle font appel à des algorithmes standards généralement fournis avec ce processeur appelés blocs. Un bloc est une entité logicielle qui réalise périodiquement une fonction généralement multiple (PID, test alarme, ...etc.) prédéfinie par son algorithme.

➤ **Le réseau système (réseau de contrôle Vnet) :**

C'est un bus de contrôle temps réel, permet aux stations de communiquer entre-elles. Les stations de contrôle (processeurs), les stations d'opérateur, les stations d'application et les imprimantes sont connectées à ce bus sans architecture de type clients/serveurs.

Les alarmes produites au niveau des processeurs de contrôle et toutes sortes d'information de visualisation et d'historique sont transmises aux stations de travail via ce réseau. Et inversement, les nouvelles consignes et manipulations d'opérateur, les modifications et les développements d'ingénieur aux niveaux des stations concernées sont envoyés aux processeurs de contrôle via toujours le même réseau.

Ce bus est caractérisé par:

- La vitesse d'information qui peut atteindre jusqu'à 100Mhz ou plus. 10Mbit/s pour le Vnet de YOKOGAWA),
La longueur maximale, ex: 50m pour le Vnet à mono segment, 20Km pour le même réseau à double segment.
- Le nombre maximal des stations reliées, ex: 64 abonnés sur CENTUM3000 de YOKOGAWA.
- Le support physique qui peut être coaxial ou fibre optique,
- La distance de transmission qui peut atteindre des kilomètres en utilisant la fibre optique.

- La technique d'accès: exemple Token Ring (Jeton), ...
- La redondance active: c'est l'utilisation alternée des deux bus et si l'un des deux perd la communication, l'autre peut occuper la tâche.

➤ **L'interface de communication Homme/Machine (HIS Human Interface Station) :**

L'interface homme/machine permet à l'utilisateur de faire:

- La visualisation et la conduite du procédé ;
- La maintenance et le développement du système ;
- La sauvegarde des données historiques ;
- L'impression des données.

La fonction de visualisation et de conduite est réalisée par un ordinateur appelé la station de conduite et de visualisation. Cette station est une unité centrale assure à la fois l'interface physique et l'interface logicielle entre le système et les éléments physique (écran, clavier alphanumérique, souris ou boule et annonceur à touches).

Généralement, le poste de conduite ne permet d'accéder qu'aux fonctions de conduite (synoptiques, vues d'alarmes, vues de courbes temps réel et historique, vues de détail de certains blocs et parfois aux vues de management du système) et non aux outils d'analyse, de configuration et de mise au points. Ce sont les environnements du poste prédéfinis par l'utilisateur qui autorisent ou pas les accès aux différentes ressources.

La sauvegarde d'historique se fait, généralement, par une station puissante (station d'application) ou au niveau de chaque station qui le partage entre eux via le réseau système. Cet historique est aussi sauvegardé sur des CD-ROM et bandes magnétiques. Les données d'historique sont en, générale, les paramètres procédé, les alarmes produites, les messages reçus, les bilans calculés, ...etc.

Les tâches réalisées par la station de conduite:

- Appel des synoptiques interactives pour suivre les équipements du procédé et la variation des paramètres en dynamique.
- Appel des faces avant des instruments: ce permet à l'utilisateur de modifier le mode de régulation Auto et Manu, de donner des consigne, des actions directes, ...etc.
- Appel de données historiques, voir les courbes de variation des paramètres. [15]

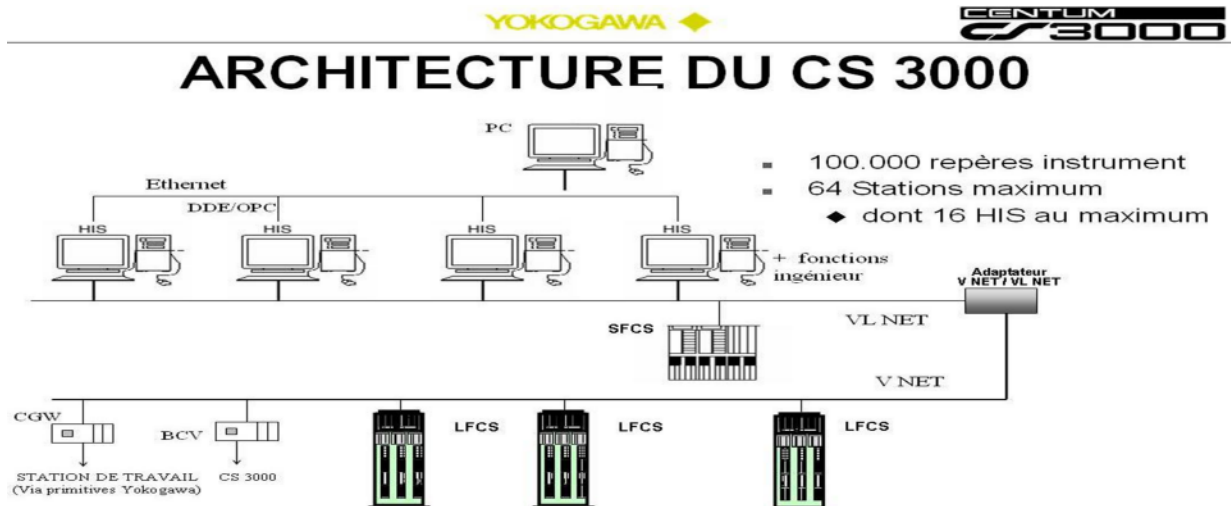


Fig.2.6 : Architecture du CS 3000 YOKOGAWA

5-Principe de fonctionnement d'une boucle numérique:

Actuellement la plupart des transmetteurs, (à l'exception, partiellement, de ceux dits "intelligents") et la majorité des organes de réglages fonctionnent avec des signaux analogiques. Seuls quelques systèmes d'acquisition de données sur des capacités de stockage (niveaux, températures, densité, etc.) fonctionnent entièrement en numérique. Les boucles numériques concernent donc essentiellement le fonctionnement interne des régulateurs numériques autonomes et les signaux émis à l'intérieur d'un Système Numérique de Contrôle Commande (DCS).

Des interfaces ou convertisseurs analogique/numérique A/N sont alors nécessaires entre les différents éléments de la boucle.

Le schéma ci-dessous illustre notre boucle de régulation numérique désirée :

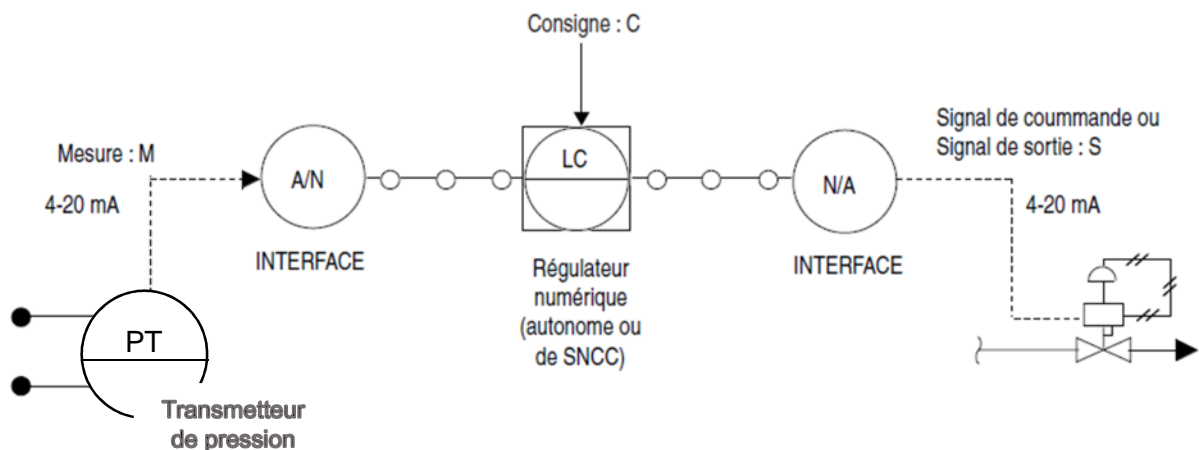


Fig.2.7: Schéma d'une boucle de régulation numérique de pression

Les signaux d'entrée analogiques (ou mesures) sont scrutés à intervalles de temps réguliers T_s pour donner une suite de valeurs discontinues dites discrètes.

Chaque valeur discrète est transformée suivant un code déterminé en un signal numérique dans un convertisseur analogique/numérique.

Cette information numérique se présente sous l'aspect d'une succession d'états électriques qui traduisent des états binaires appelés bits. L'ensemble de l'information constitue un mot.

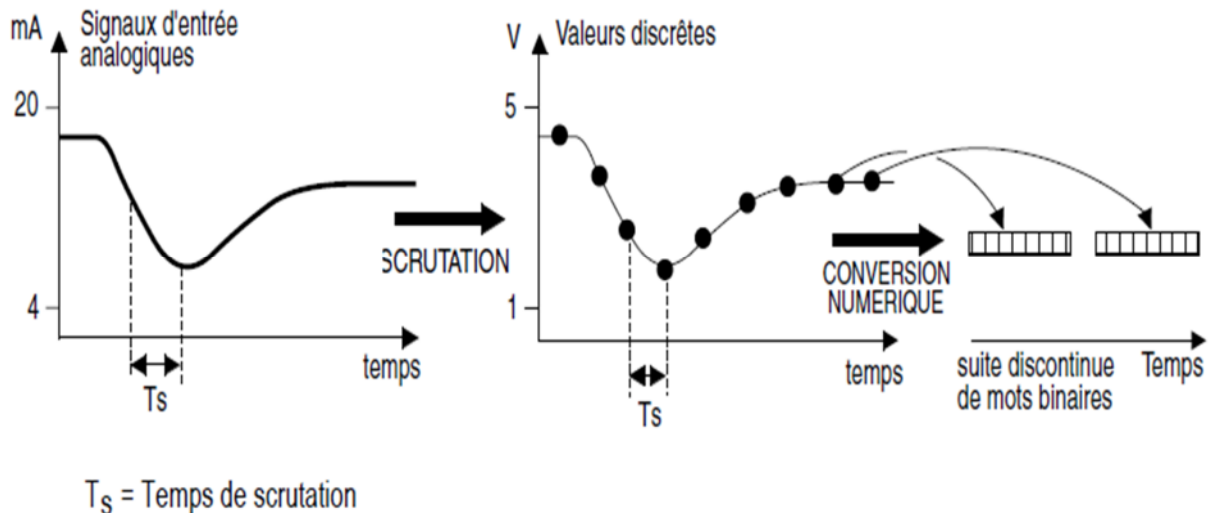


Fig.2.8 : schéma illustre le traitement de la mesure

Dans le cas d'un régulateur numérique, la mesure, traduite en mots binaires grâce à des codes, sert au calcul périodique du signal de sortie (fonction de l'écart=Mesure-Consigne et du réglage des actions PID). Celui-ci est une suite de valeurs discrètes.

Après transformation dans un convertisseur numérique/analogique et traitement dans une mémoire analogique, qui bloque la valeur entre deux réactualisations, il en résulte un signal de sortie analogique en escalier.

Le temps de réactualisation T_R peut être égal ou supérieur au temps de scrutation T_s suivant le comportement de la boucle dans le procédé.

Plus les temps de scrutation et de réactualisation sont courts (en général de l'ordre de 1 à quelques dixièmes de secondes), plus le signal de sortie en escalier du régulateur numérique est assimilable au signal de sortie du régulateur analogique.

Les systèmes numériques actuels utilisent toujours des signaux analogiques. Ceci nécessite l'échantillonnage de ces signaux à intervalle de temps régulier afin d'obtenir une suite de valeurs discrètes.

Chaque valeur discrète va pouvoir ainsi être convertie en une valeur numérique suivant un code bien défini. Ce code se présente sous la forme d'une succession d'états binaire (0 ou 1). Cet état binaire est défini comme étant l'élément de base de l'information numérique, le bit.

6-Conclusion :

Les systèmes de contrôle distribués DCS sont nombreux et divers, et la tâche d'avoir un document regroupant les caractéristiques de ces systèmes n'est pas aisé. Ce document qu'est basé sur la connaissance de trois ou quatre systèmes essaye de donner leur principe de base, leur architecture générale, leurs caractéristiques communes et leurs avantages par rapport les anciens systèmes.

Le système DCS a été choisie surtout pour un besoin d'améliorer les opérations des usines et des complexes afin de : Uniformiser la qualité et la quantité du produit fini ; Augmenter la productivité des opérations ; Resserrer la supervision du procédé et établir une meilleure régulation ; Augmenter la fiabilité du matériel de supervision avec des unités de réserve (redondance) pour la régulation du procédé ; Obtenir rapidement et avec plus de précision les données de rendement des opérations ; Etablir de meilleures méthodes de gestions.

1. YOKOGAWA Centum vp :

Yokogawa développe et fabrique des systèmes de gestion de procédés avancés, ainsi que de l'instrumentation de mesure, contrôle et régulation.

Plus de 18.500 collaborateurs, 19 fabriques et 92 implantations dans 59 pays font de Yokogawa une société internationale.

Les clients de Yokogawa sont des entreprises dominantes dans l'industrie de procédés, actives dans l'extraction de pétrole et de gaz, dans la génération d'énergie, la (pétro) chimie, l'industrie pharmaceutique et l'industrie alimentaire.

Le quartier général européen est situé à Amersfoort, Pays-Bas. [16]

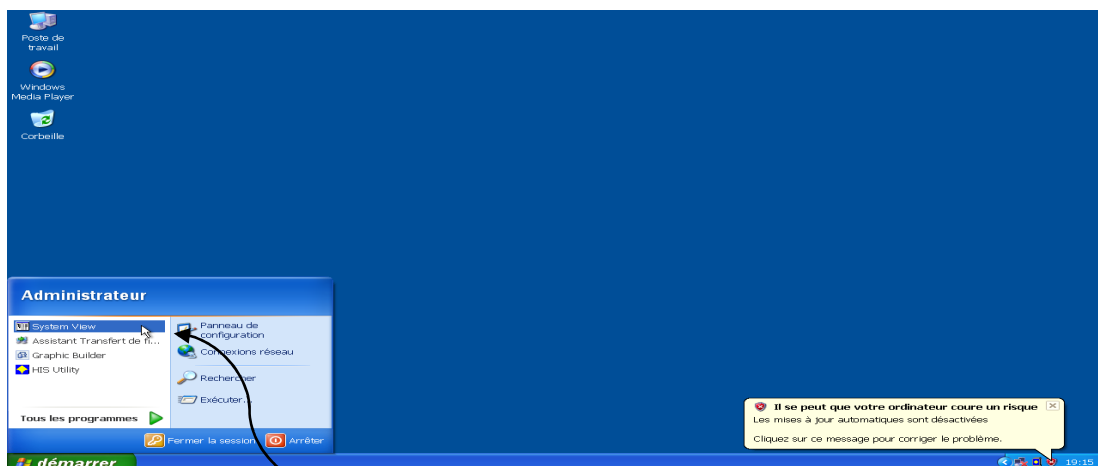
2. Réalisation d'une application :

Réaliser une application consiste à générer toutes les données nécessaires au fonctionnement d'un système.

- Ces données sont générées par des logiciels appelés configureurs et sont sauvegardées dans des fichiers.
- L'ensemble de ces fichiers constitue un PROJET
- les projets se trouvent sous le répertoire : C:\CSx000\eng\BKProject
- Un projet est donc propre à un système
- L'accès aux configureurs se fait par l'activation de la fonction System View.

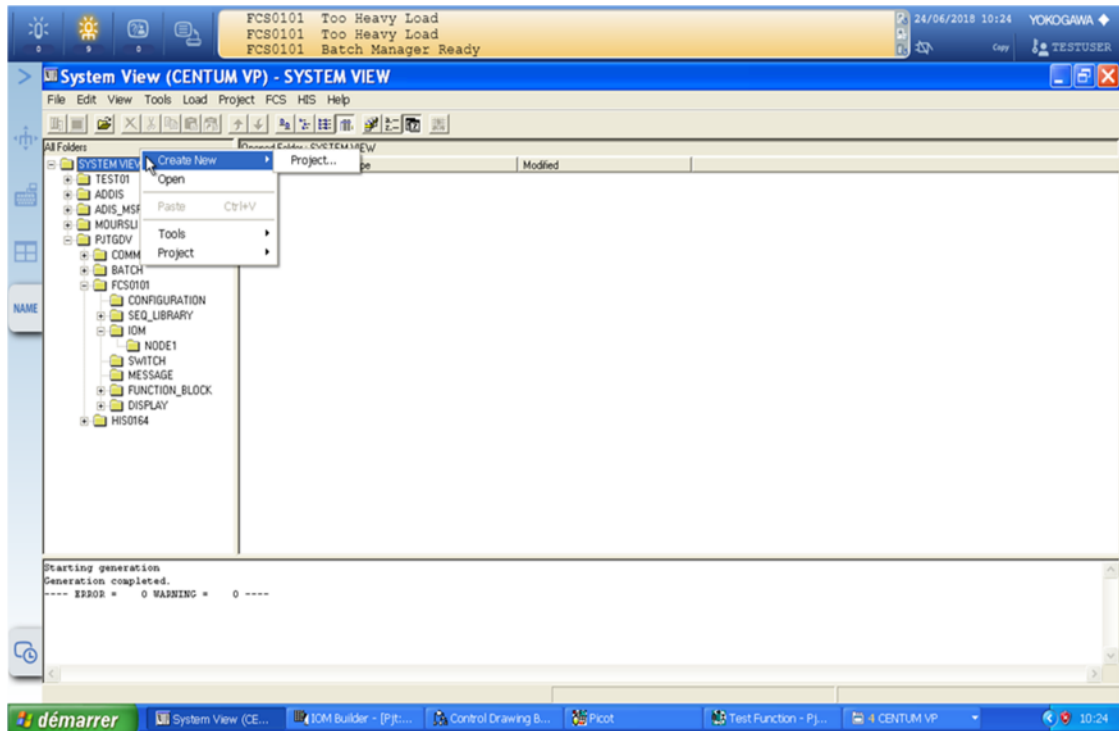
Remarque :

Ne jamais manipuler les fichiers d'un projet par l'explorateur Windows nt.



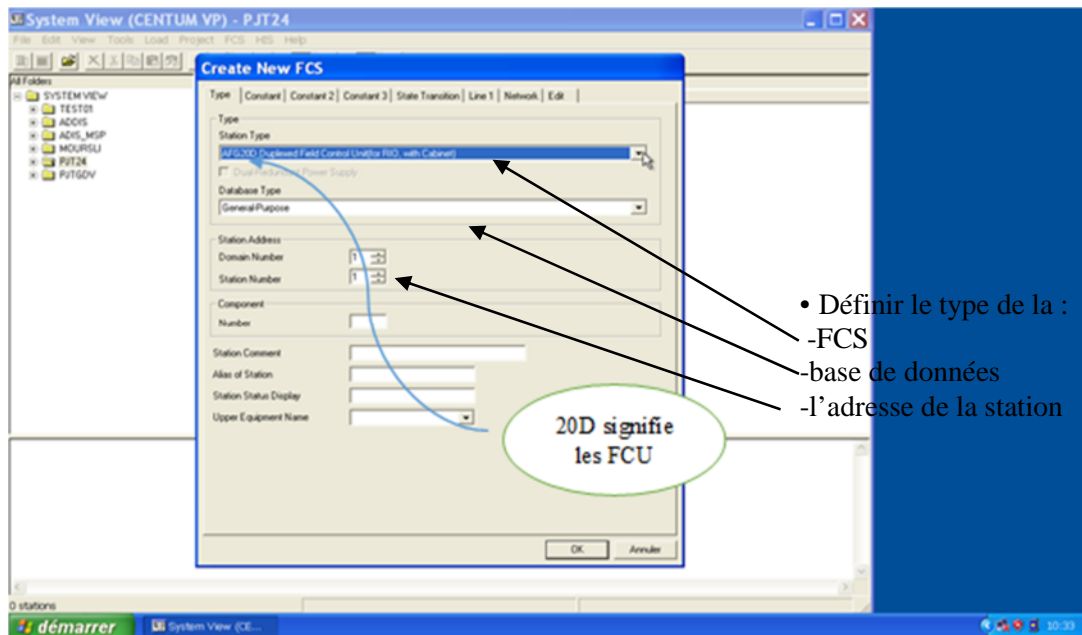
Appel depuis le menu
démarrer

La fonction SYSTEM VIEW permet de :
Créer ; copier ; supprimer un projet ou une partie



a) CREATION D'UNE FCS :

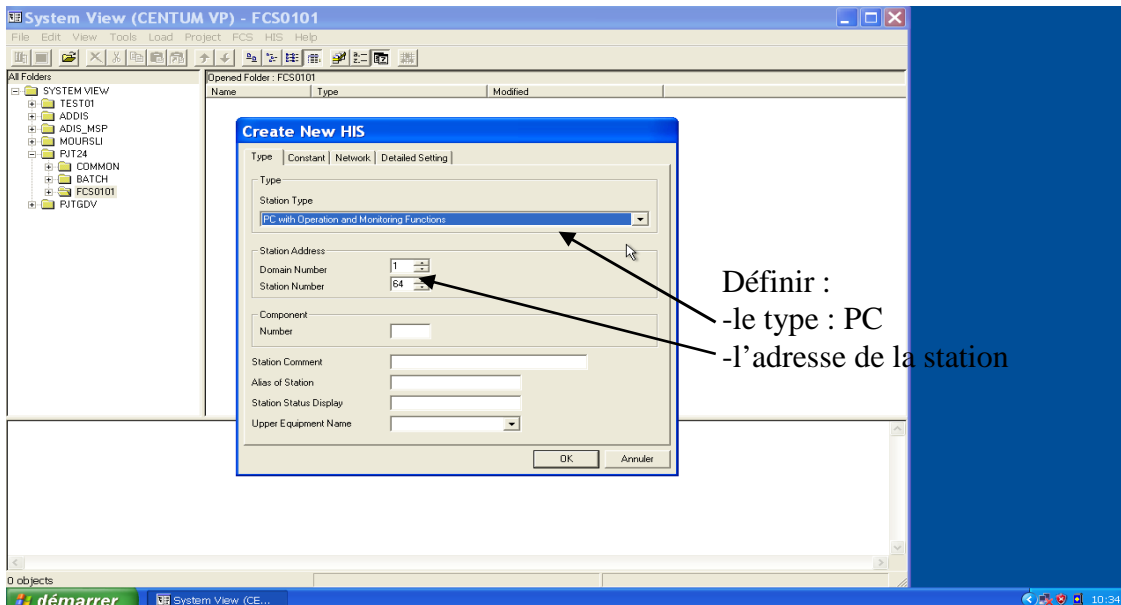
En phase de création de projet, la fenêtre de création d'une station de contrôle apparaît automatiquement dès que le projet est créé.



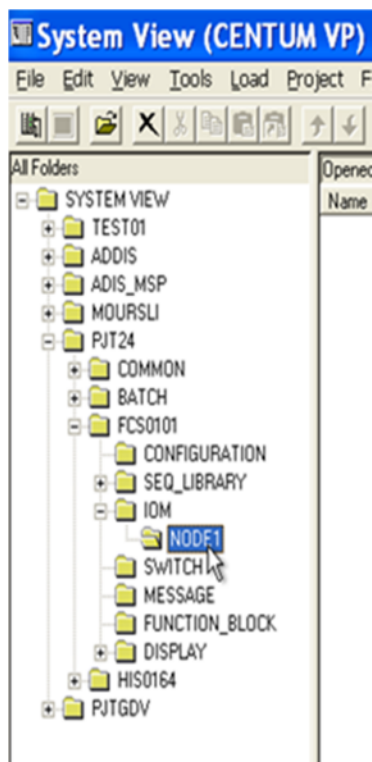
- Vérifier les caractéristiques par défaut données dans les autres onglets
- Puis faire OK

b) CREATION D'UNE HIS :

En phase de création de projet, la fenêtre de création d'une station opérateur apparaît automatiquement dès que la station de contrôle est créée.



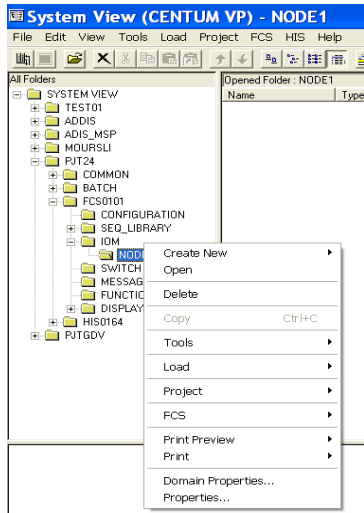
c) CONFIGURATEURS DE LA FCS :



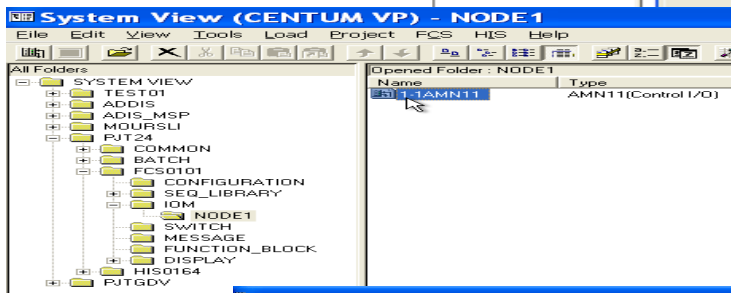
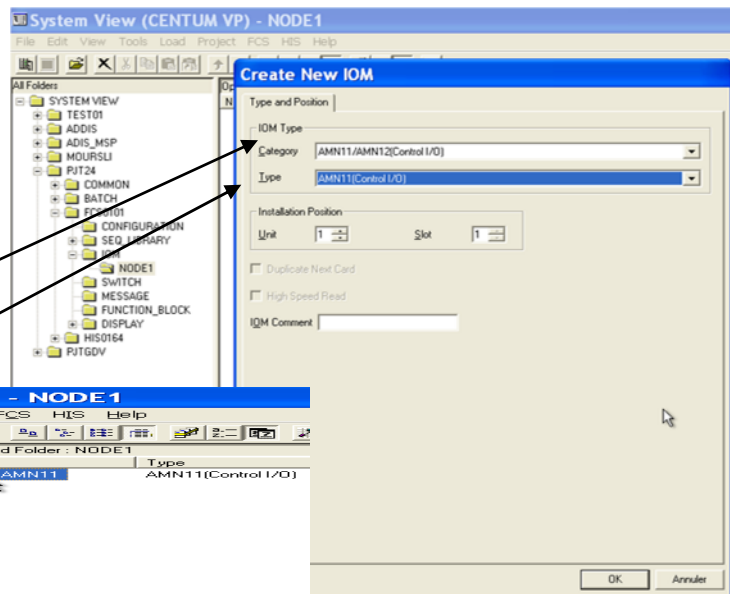
- CONFIGURATION : paramètres de fonctionnement de la FCS
- IOM : définition des entrées / sorties du procédé
- SWITCH : définition des bits internes et de communication
- MESSAGE : définition des annonceurs, événements, guides opérateur et des sorties imprimante
- FUNCTION_BLOCK : schémas de contrôle
- DISPLAY : vues dynamiques des schémas de contrôle et des schémas logiques

d) LA FCS : IOM

- Sélectionner le répertoire IOM (ou le nœud en CS3000) dérouler le menu par le bouton droit de la souris, choisir l'option Create new puis IOM



- Fenêtre de création
 - type de boîtier
 - type de carte



Module

E/S

AMN11 :

IOM Builder - [Pjt:PJT24 Stn:FCS0101 Train:1 Node:1 File:1-1AMN11.edf]

Signal	Terminal	Signal	Low Limit	High Limit	Unit	Set Details
1:AAM11 (Current Input	%2011101		4	20	mA	No
2:AAM11 (Voltage Input	%2011102		0	0		
3:AAM10 (Current Input	%2011103		0	0		
4:AAM10 (Voltage Input	%2011104		0	0		
5:AAM21 (mV Input)	%2011105		0	0		
6:AAM21 (Thermocouple	%2011106		0	0		
7:AAM21 (RTD Input)	%2011107		0	0		
8:AAM21 (Potentiometer	%2011108		0	0		
9:APM11 (Pulse Input)	%2011109		0	0		
10:AAM51 (Current Outp	%2011110		0	0		
11:AAM51 (Voltage Outp	%2011111		0	0		
12:AAM50 (Current Outp						
13:AAM11B (Current Inp						
14:AAM11B (Voltage Inp						

➤ Caractéristiques des cartes analogiques E/S:

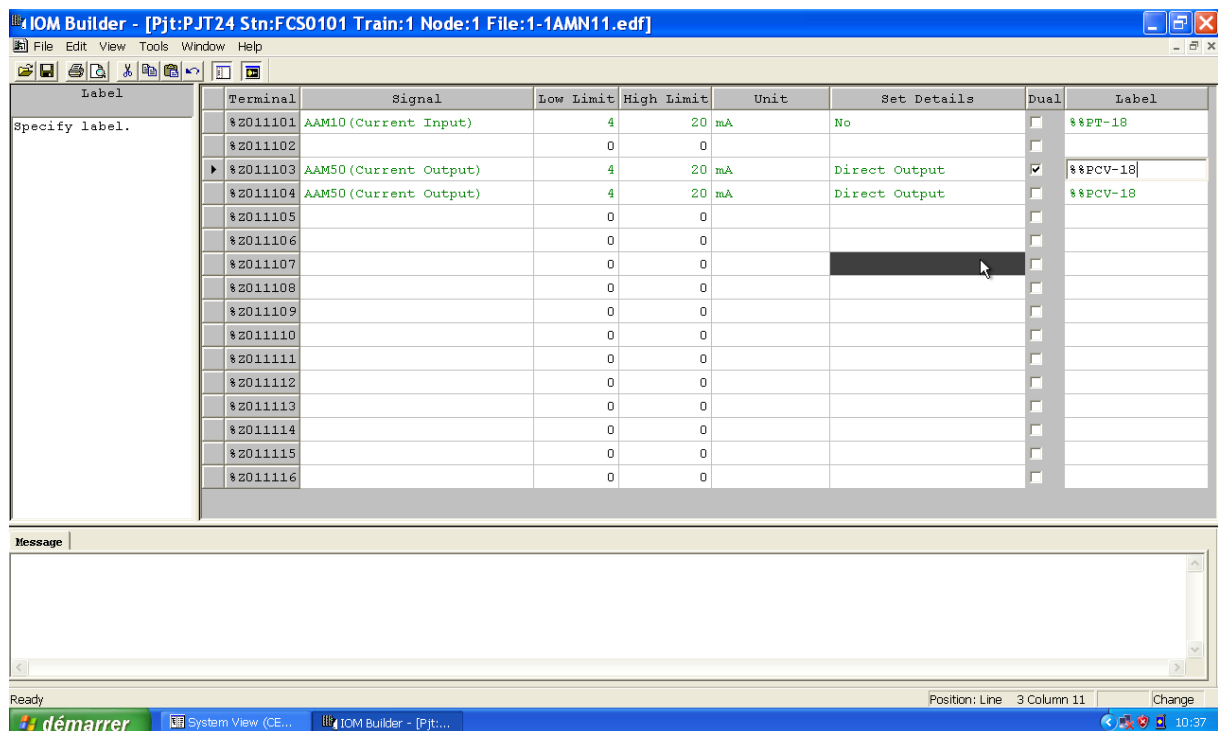
- AAM10: entrée courant 4-20mA ou tension 1-5V
- AAM11: entrée courant ou tension paramétrables entre 0 et 20mA ou 0 et 5V
- AAM11B: idem AAM11 + communication avec capteurs « intelligents »
- AAM21: entrée en mV, TC, ou PT100
- APM11: entrée fréquence

- AAM50: sortie analogique 4-20 mA
 - AAM51: sortie analogique 4-20 mA ou 0-10V
- RJC: module de compensation de soudure froide pour AAM21 et AAM21J. [17]

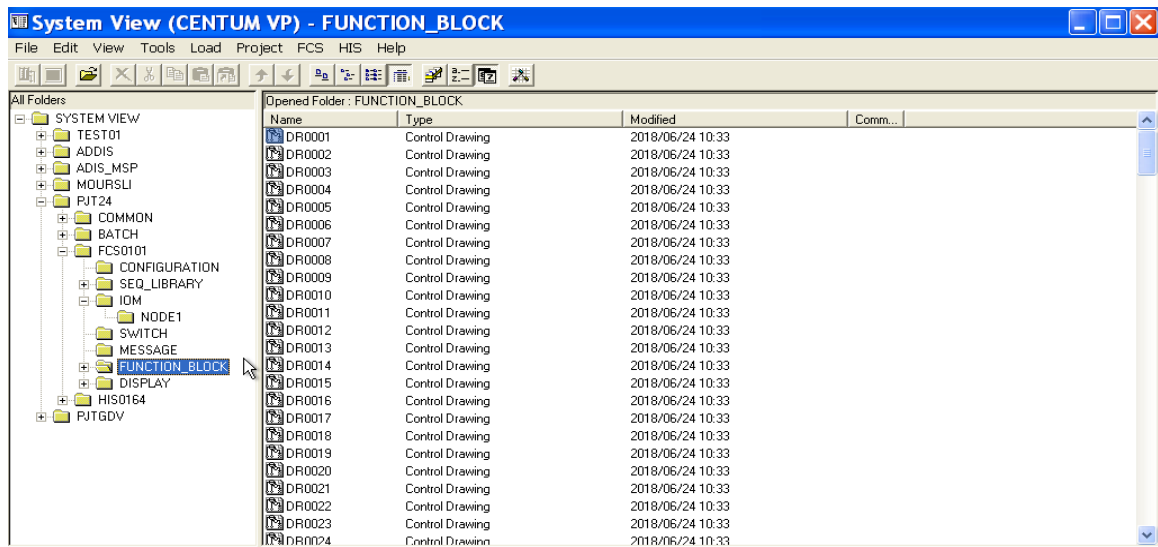
Principe de raccordement :

Models	Cable Connection Terminals	I/O Types		
AAM10 AAM11	A B C	2-wire transmitter input + 2-wire transmitter input - (*1)	Current input + Current input - (*2)	Voltage input + Voltage input -
AAM11B	A B C	BRAIN transmitter input + BRAIN transmitter input - (*1)	Current input + Current input - (*2)	Voltage input + Voltage input -
AAM21 AAM21J	A B C	mV/Thermocouple input + mV/Thermocouple input -	RTD input A RTD input B RTD input B (*3)	Potentiometer input, 100% Potentiometer input, variable Potentiometer input, 0% (*3)
APM11	A B C	2-wire (voltage, contact) + 2-wire (voltage, contact) -	2-wire power supply (power) 2-wire power supply (signal)	3-wire power supply power supply 3-wire power supply + 3-wire power supply -
AAM50	A B C	Current output + Current output -	---	---
AAM51	A B C	Current output + Current output -	Voltage output + Voltage output -	---

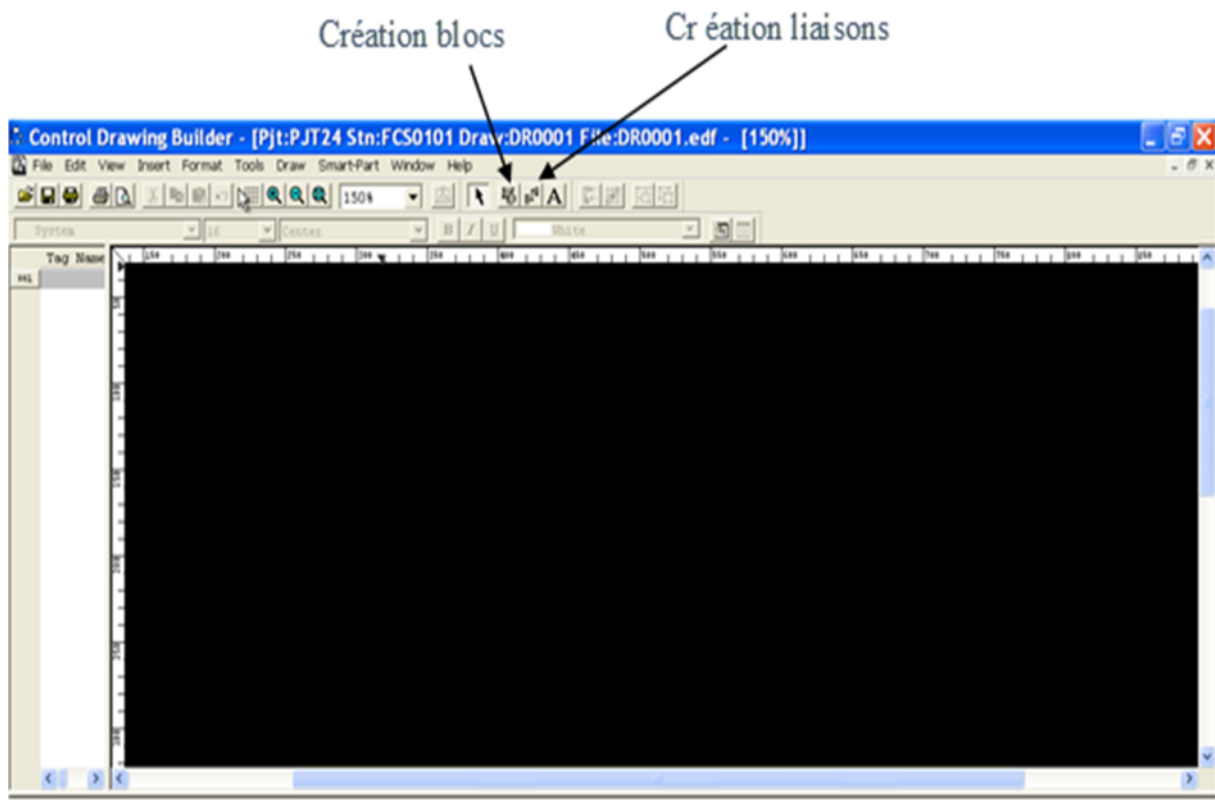
Notre système est constitué d'un transmetteur de pression nommé **PT-18** en considérant comme entrée de la boucle, et la sortie c'est une vanne régulatrice **PCV-18**.



e) Function block :

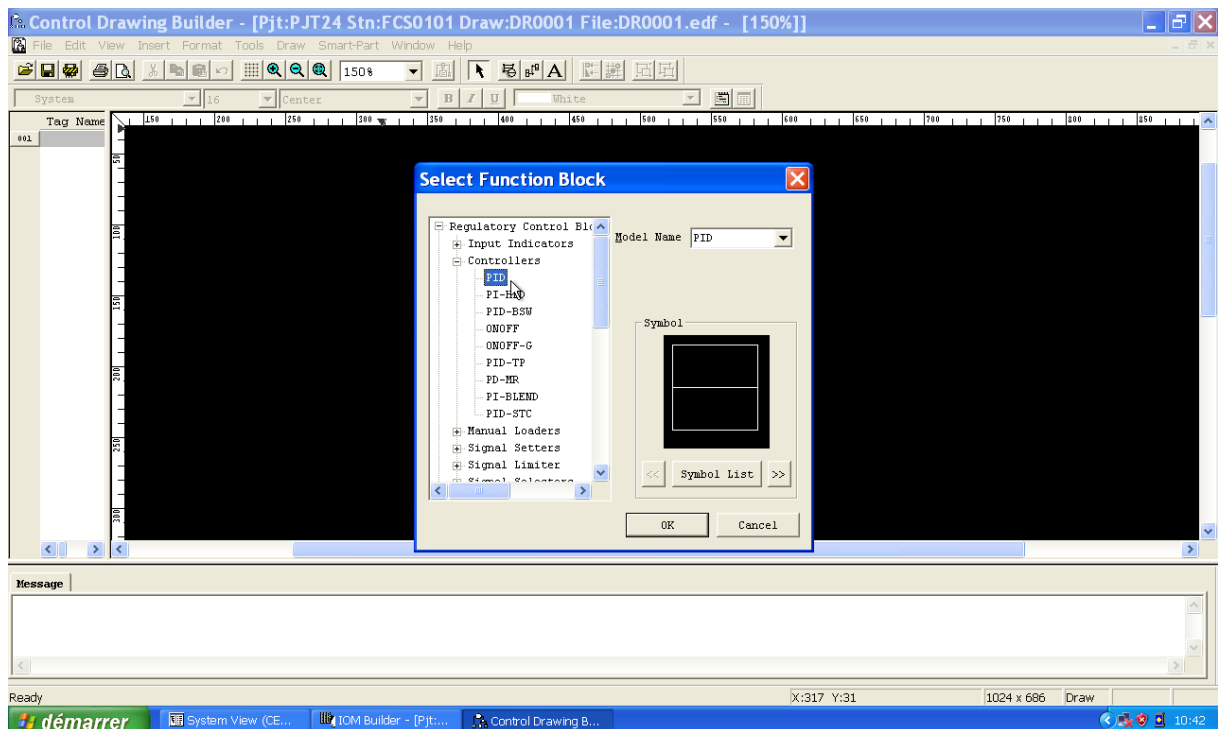


Les blocs fonctions créés en configuration sont identifiés par leur nom : le repère instrument ou tagnamme. Ce nom doit-être unique dans tout le système.

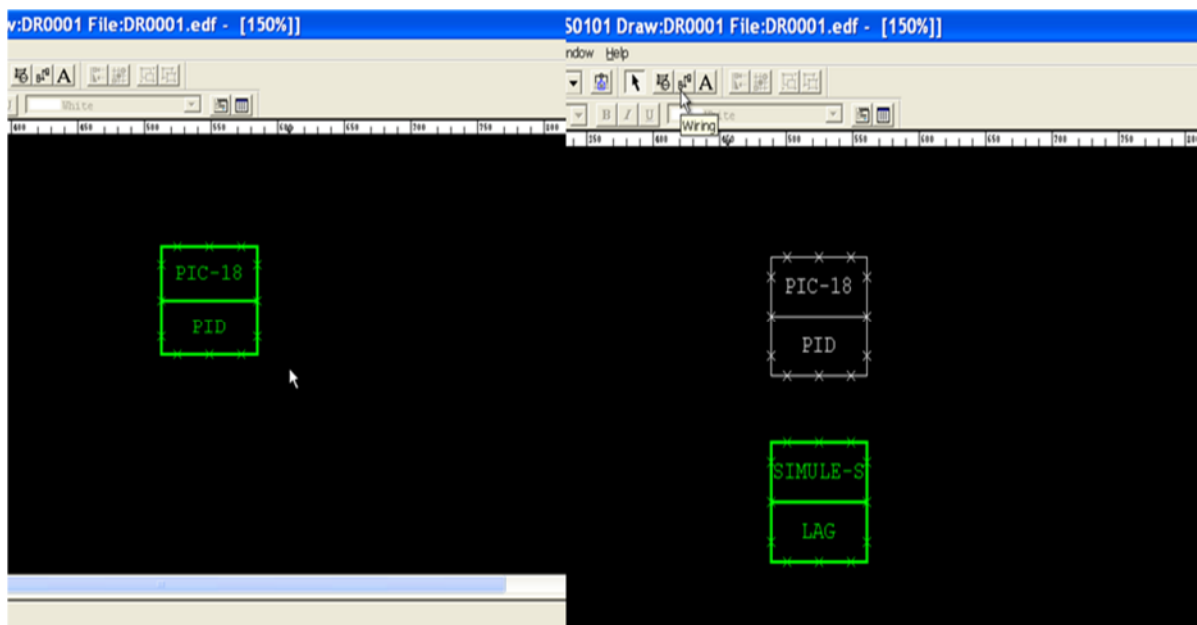


Pour créer un schéma de contrôle il suffit de cliquer sur création bloc et pour la liaison on clique sur wiring.

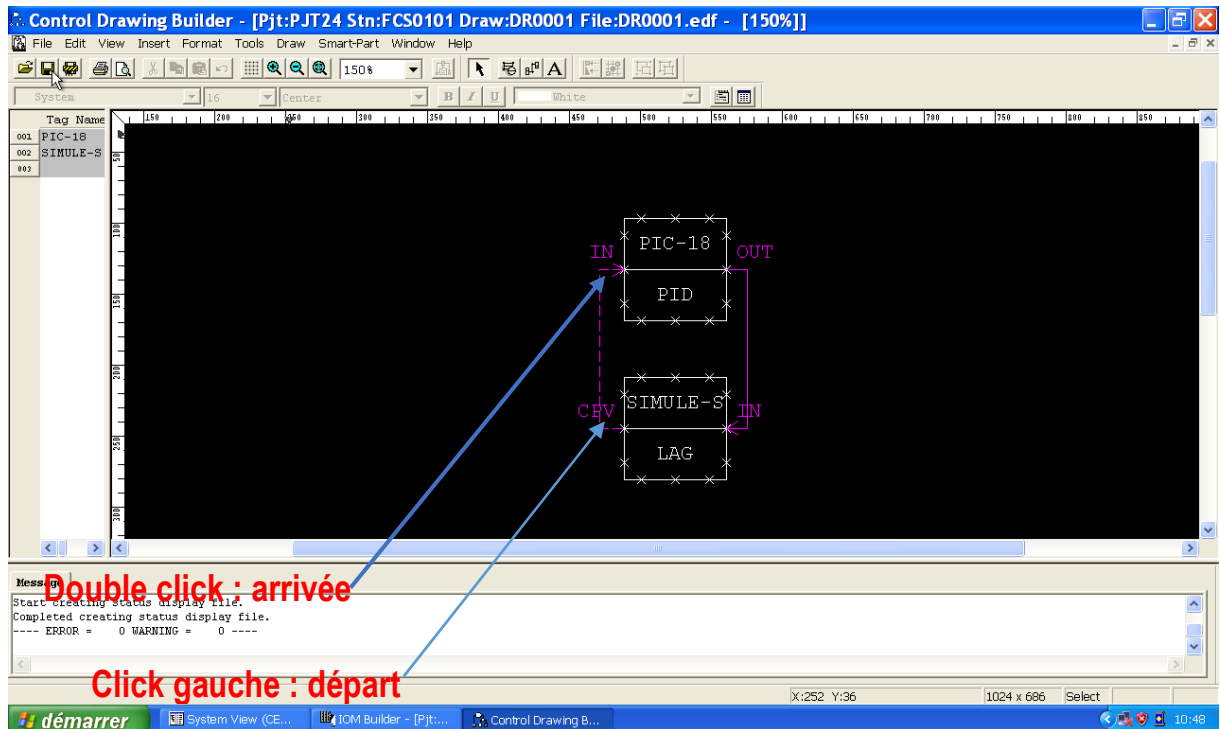
Dans la fonction bloc on trouve toutes les fonctions qu'on a besoin dans notre projet :



- ✓ **PIC-18** : c'est notre régulateur PID
- ✓ **SIMULE-S** : LAG simulation des courbes E/S

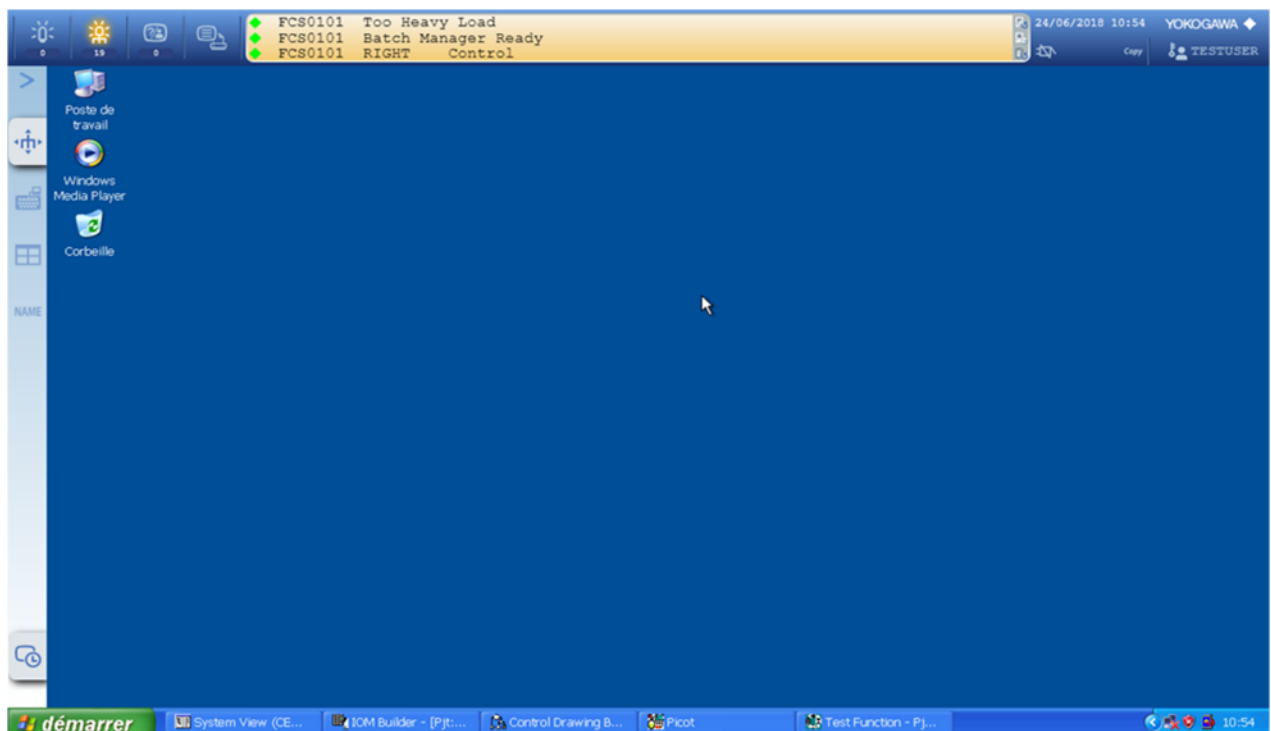


CPV : joue le rôle du système

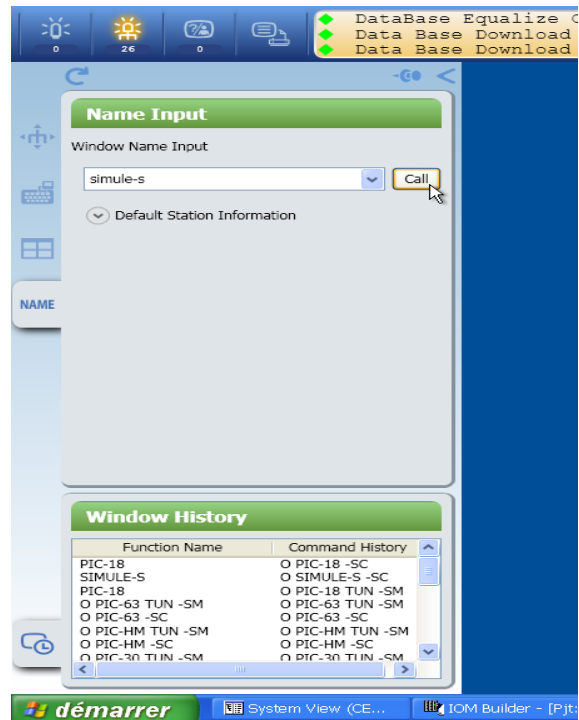
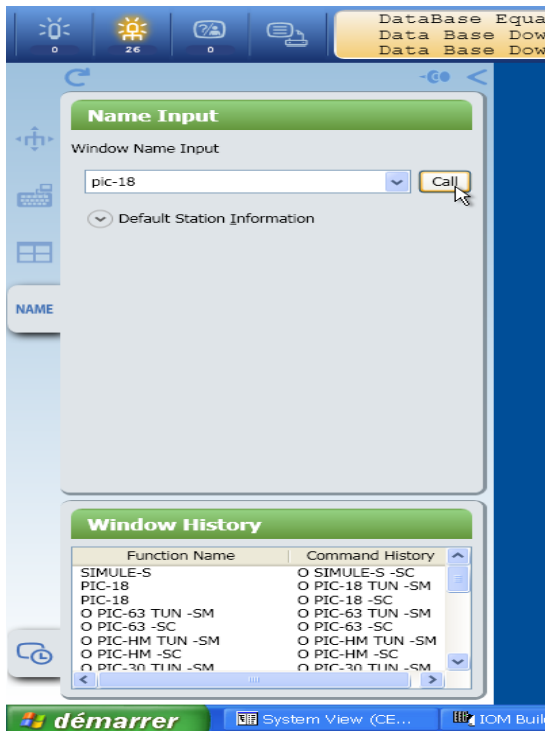


On revient à la page système View et on teste notre fonction FCS

Si y a pas d'erreur la page ci-dessous afficher

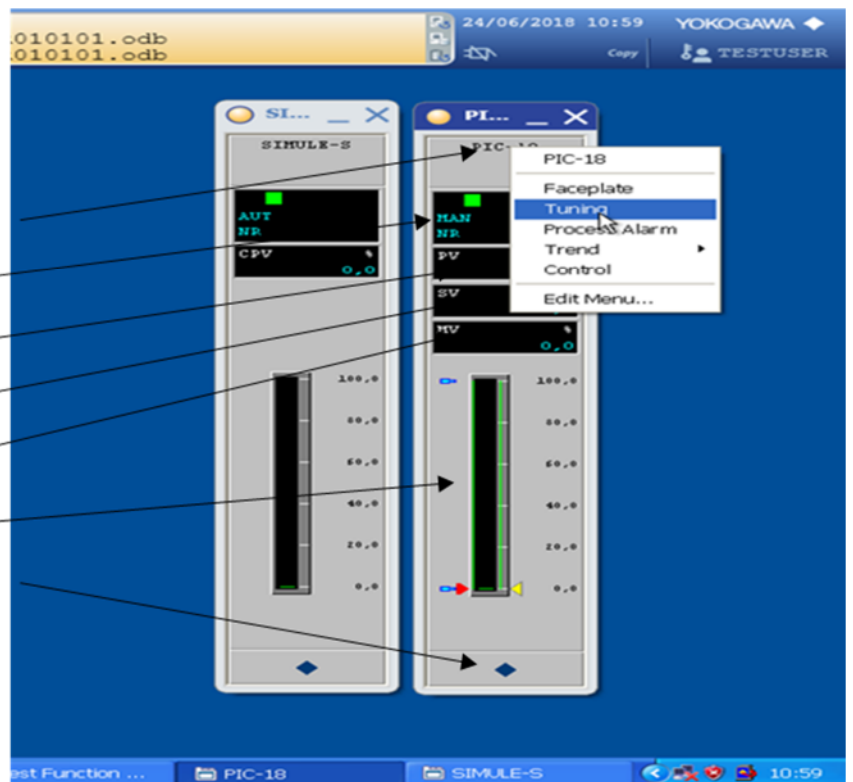


On fait appel à notre régulateur PIC-18 et LAG SIMULE-S



➤ LA VUE DE REGLAGE :

- Repère instrument.
- Etat
- Mesure
- Consigne.
- Sortie
- Barreau mesure
- Appel boîte de saisie



On clique sur tuning pour avoir les courbes de notre système

- A partir de la fonction d transfert on va changer les paramètres $G_s = 0.9$; $T = 0.5s$
- I représente la constante de temps (sur la courbe CPV)

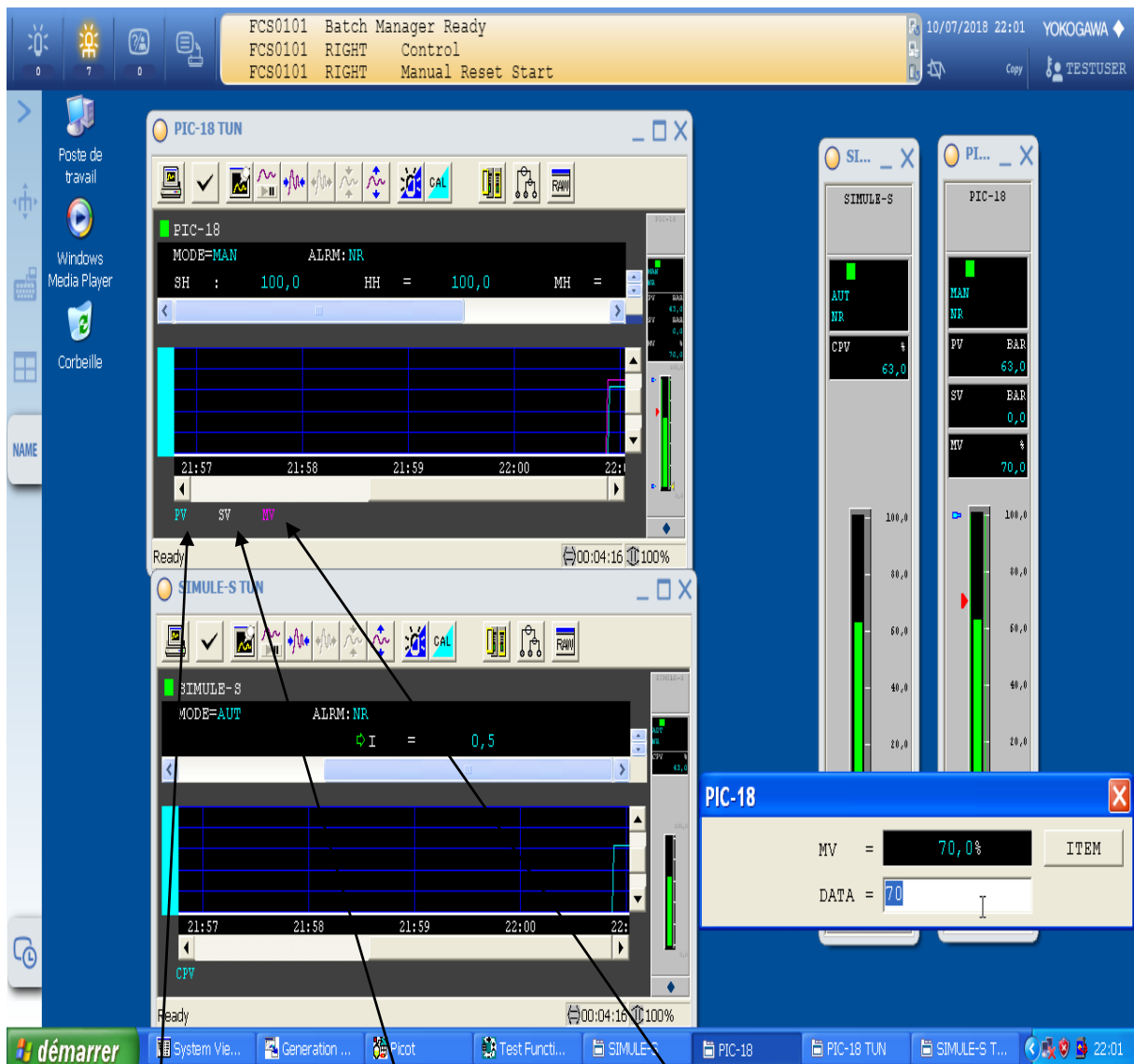
The image displays three overlapping windows from the Centum VP simulation software:

- PIC-18 TUN:** Shows the main control interface for the PIC-18 process. It is in MAN mode with a setpoint (SH) of 100,0 and a target (MH) of 100,0. The CPV plot shows a step response.
- SIMULE-S TUN:** Shows the tuning interface for the SIMULE-S process. It is in AUT mode with a gain of 0,8999999. A dialog box is open to adjust parameters: GAIN = 0,8999999 and DATA = 0,9.
- SIMULE-S:** Shows the real-time simulation of the SIMULE-S process. It is in AUT mode with a target (I) of 0,5. A dialog box is open to adjust parameters: I = 0,5s and DATA = 0,5.

Annotations:

- A green circle around the text "La réaction de système" has an arrow pointing to the CPV plot in the SIMULE-S window.
- A green arrow labeled "Le gain" points from the text to the GAIN field in the SIMULE-S dialog box.
- A green arrow labeled "La constante de temps" points from the text to the I field in the SIMULE-S dialog box.

- On ouvre la vanne à 70% en mode manuelle



La mesure (PV) la consigne (SV) la commande (MV)

- On constate sur la barre de mesure la 70% d'ouverture de la vanne
- On change l'état de système au mode auto

Le mode auto permet de changer la consigne : la consigne =65

The screenshot displays the Centum VP control interface. At the top, a status bar shows system messages: FCS0101 Batch Manager Ready, FCS0101 RIGHT Control, and FCS0101 RIGHT Manual Reset Start. The date and time are 10/07/2018 22:01, and the user is TESTUSER.

Two main process control windows are visible:

- PIC-18 TUN:** Shows MODE=AUT, ALRM:NR, and setpoint values: SH = 100,0, HH = 100,0, MH = . The PV (Process Variable) is 55,1. A graph shows the process response over time.
- SIMULE-S TUN:** Shows MODE=AUT, ALRM:NR, and a setpoint value: I = 0,5. The PV is 55,1. A graph shows the process response over time.

On the right, two vertical panels provide a summary of process data:

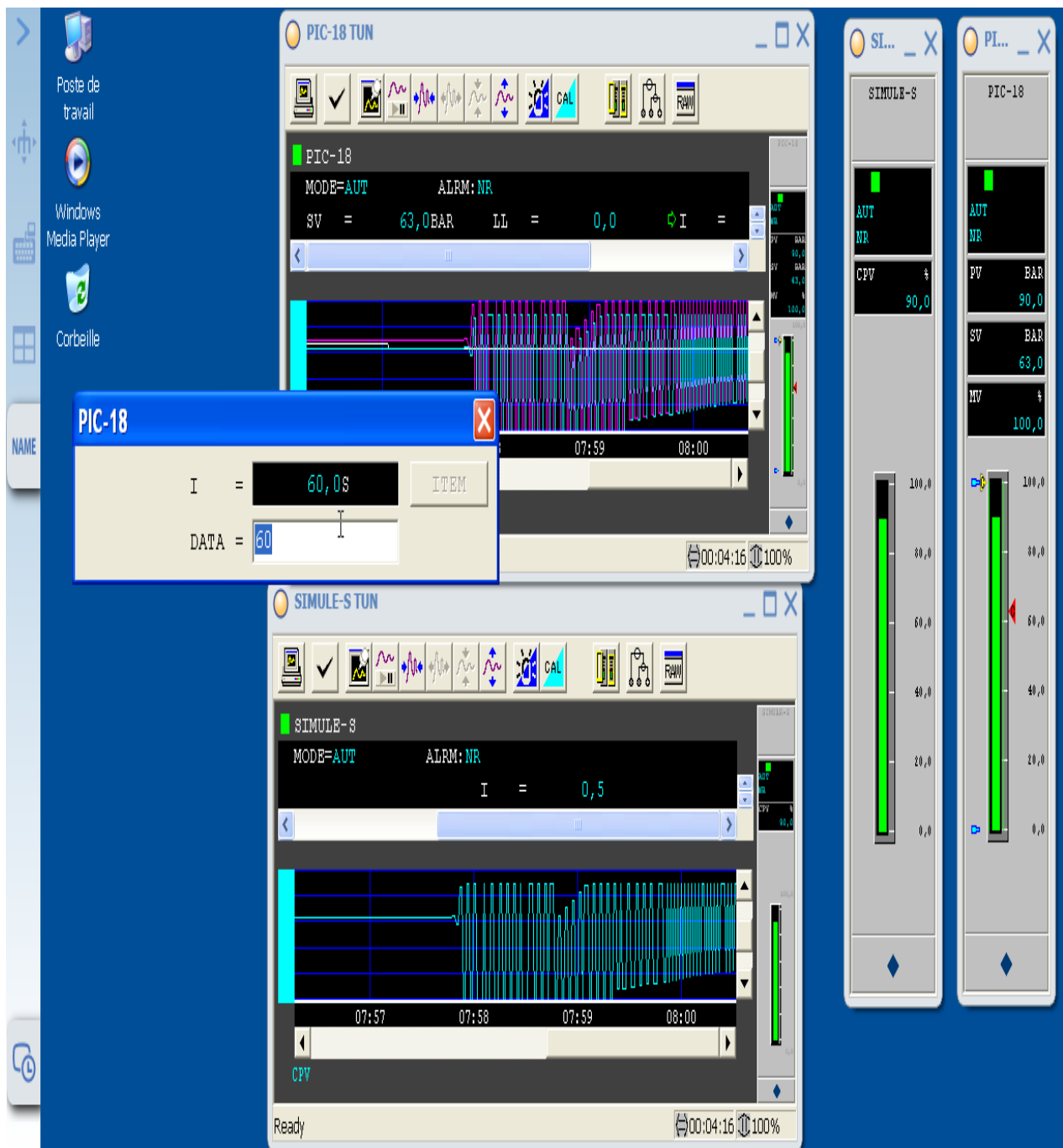
- SIMULE-S:** PV BAR 55,1, CPV 55,1.
- PIC-18:** AUT NR, PV BAR 55,1, SV BAR 65,0, MV 61,2.

A dialog box titled "PIC-18" is open, allowing for parameter modification:

- SV = 65,0BAR (ITEM)
- DATA = 65

The Windows taskbar at the bottom shows the Start button and several open applications: System Vie..., Generation..., Picot, Test Functi..., SIMULE-S, PIC-18, PIC-18 TUN, and SIMULE-S T... The system clock shows 22:01.

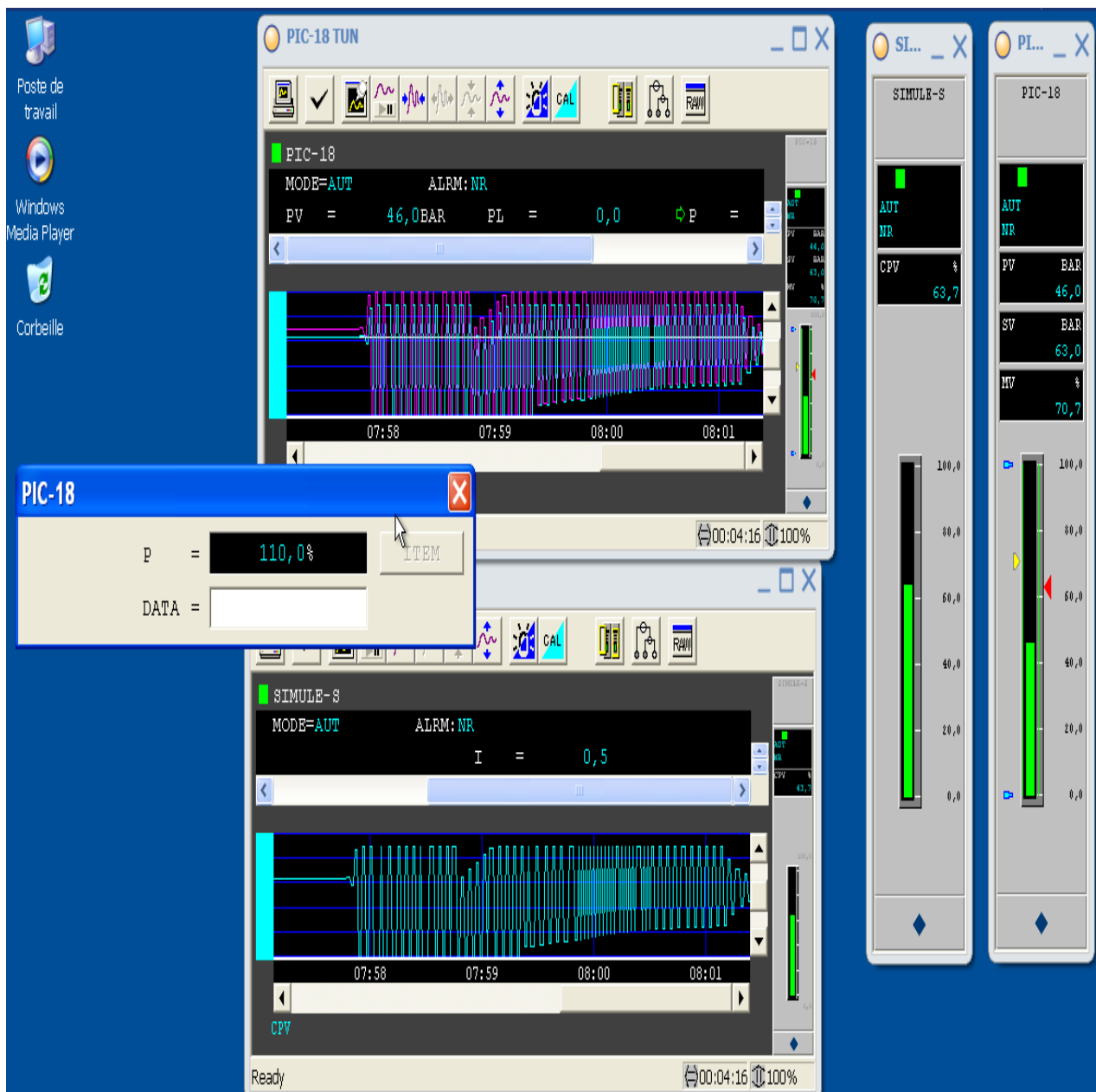
On augmente cette fois si l'action I= 60 s mais on laisse le P à sa valeur.



❖ **Observation :**

On observe que le système devient plus rapide l'action I plus la réponse accélère et plus la stabilité se dégrade

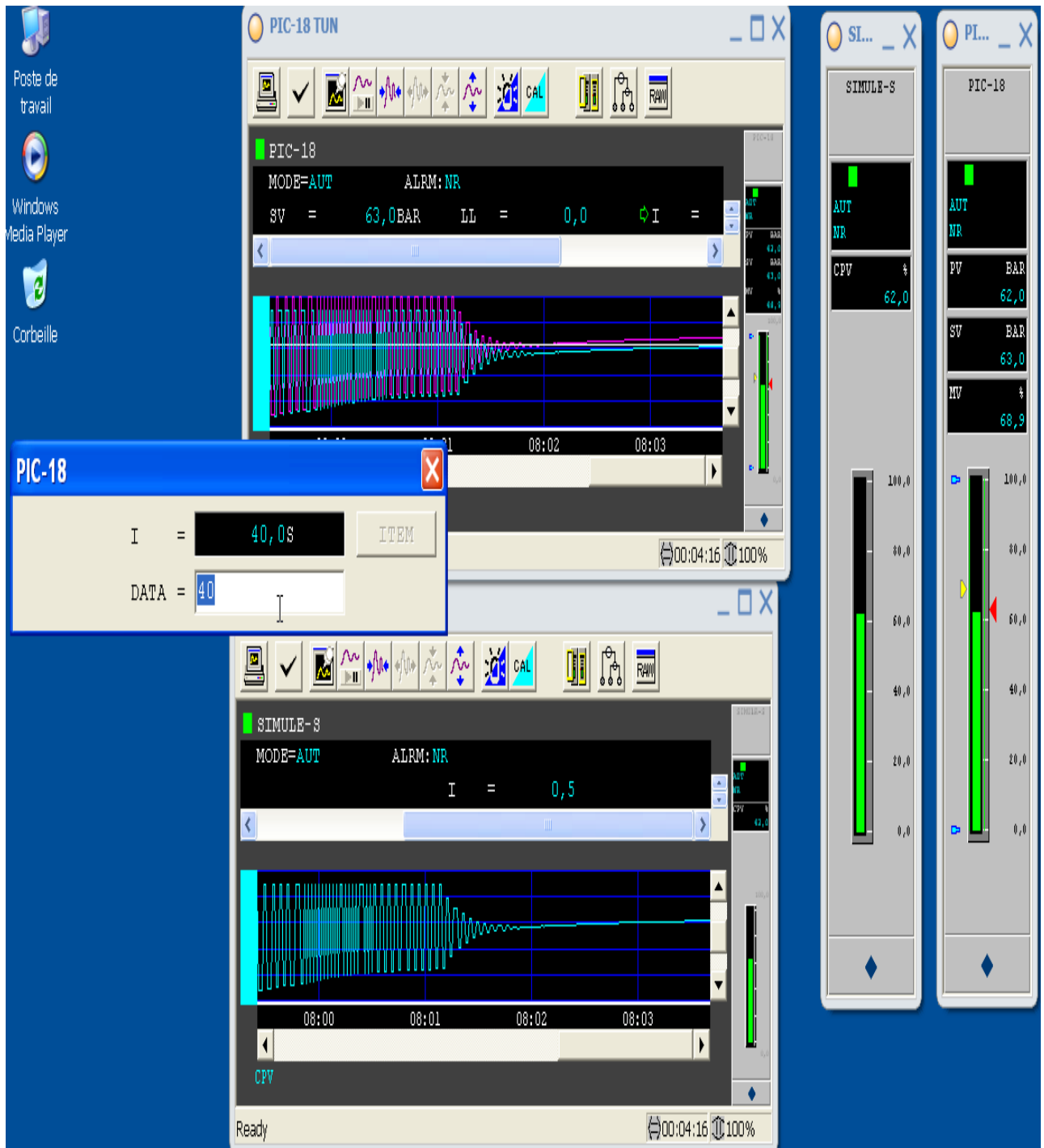
Maintenant on met $P=110\%$ on constate que le système tend vers la stabilité.



❖ Observation

- ✓ On constate que le système tend vers la stabilité.
- ✓ L'erreur statique diminue.

Donc pour obtenir un système stable il faut : trouver un bon compromis entre la rapidité et la stabilité.



❖ Observation

- Dans les régulateurs industriels on affiche $1/T_i$, alors T_i est d'autant plus grand que l'action intégrale est faible.
- Permet d'annuler l'erreur statique

3- Observation globale :

Si P augmente :

- La réponse s'accélère,
- L'erreur statique diminue.
- La stabilité diminue (risque d'instabilité)

Plus l'action intégrale est élevée (T_i petit), plus la réponse s'accélère et plus la stabilité se dégrade.

- Permet d'annuler l'erreur statique.
- Accélère la réponse.

Il permet de diminuer très fortement l'erreur statique en régime permanent, il devient donc très précis. En contrepartie, le correcteur intégral peut avoir un effet déstabilisateur (mauvaise stabilité).

Donc : Le terme P assure la rapidité ; le terme I annule l'erreur statique

Conclusion générale

Conclusion générale :

Le système DCS, par rapport aux anciens systèmes de contrôle, a plusieurs avantages forçant nous à l'installer. Parmi ces avantages:

Les fonctions de base de conduite du procédé sont distribuées sur plusieurs dispositifs (stations) assurant, en cas de problème, la continuité de la conduite avec la plupart des fonctions.

La possibilité que chaque station et chaque réseau être redondant augmente la fiabilité du système et diminue les déclenchements intempestifs.

Le DCS est un système ouvert qui a l'avantage de communiquer avec des autres systèmes indépendants comme les systèmes SCADA, ESD, F&G, Mark5, ...

Avec le développement de la commande avancée et grâce aux outils mathématiques du DCS, il est possible d'utiliser des fonctions d'analyse et d'optimisation pour la meilleure conduite des procédés.

La fonction de communication homme/machine est faite tout simplement par l'utilisation des moyens habituels, PC et imprimantes. L'opérateur peut conduire le procédé à partir des représentations graphiques interactives, l'ingénieur peut faire des travaux de maintenance et de développement du système en utilisant des logiciels informatiques.

Grâce aux réseaux de communication et capacité mémoire du DCS, toute sorte d'information peut être disponible en temps réel. Remarquable aussi la disponibilité d'historique des données à tout moment.

On passe de la surveillance périodique des équipements stratégiques à la surveillance continue, savoir l'état de santé des machines par une visualisation de l'évolution des paramètres. La lecture des données se fait directement sans recours à des appareils extérieurs de mesure.

Bibliographie

Bibliographie :

- [1] BAHAZ Saïd «les systèmes numérique au service de l'exploitation de la maintenance» service système de contrôle et de production direction maintenance HASSI-MESSAOUD 2002
- [2] GRIOU Mustapha «la vanne de torche CCI» projet professionnel de fin de formation 2015/2017
- [3] Ingénieur Sonatrach unité compression «Etude HAZOP» CIS HASSI-MESSAOUD 2017
- [4] Process management and instrument «controls Ltd»_Alberta Canada 2013
- [5] <http://conseil.xpair.com> juin 2011
- [6] www.Sectoriel.fr mars 2018
- [7] Ingénieurprocess.Kazeo.com janvier 2015
- [8] [https:// frensh.alibaba.com](https://frensh.alibaba.com)
- [9] TALHI Imed-Eddine «Etude et réalisation d'un système de régulation de pression et comptage du gaz de vente expédié du nouveau projet gaz de vente CIS» projet professionnel de fin de formation pour obtenir du diplôme d'ingénieur spécialité en Instrumentation Pétrolière HASSI-MESSAOUD Avril 2018
- [10] Mr TACHI «boucle de régulation» documentation Sonatrach Mars 2018
- [11] Elearning.univ-Batna.dz campus numérique université Batna 1 2018
- [12] Y. Ait Ali «régulation pétrolière» support de cours IAP
- [13] Ingénieur en sécurité industriel «contrôle de procédé et boucle de régulation» ENSPM Formation industrie 2005
- [14] YOKOGAWA «centum 3000 Yokogawa» centre de formation Evolutec international 2006
- [15] Yokogawa «architecture de DCS centum 3000 YOKOGAWA» centre de formation HASSI-RMEL 2002
- [16] www.Yokogawa.Com Yokogawa Belguim 2000-2018

Annexe :

La vanne de régulation :

- ✚ Servomoteur électrique : la puissance est fournie par le réseau d'alimentation en 230V ou 24V. Le signal de régulation est fourni par un régulateur externe envoyant un signal 4-20mA.
- ✚ Servomoteur pneumatique : la puissance est fournie par le réseau d'air comprimé. Le signal de régulation est fourni par un régulateur externe envoyant un signal 4-20mA au positionneur électropneumatique ou par un signal pneumatique 3-15 psi.

➤ Détermination de la valeur K_v :

Pour la conception ou avant le choix d'une vanne, on calcule tout d'abord la valeur K_v à partir des données d'exploitation selon lesquelles la vanne doit fonctionner. En cas de chute de pression sous-critique, c'est-à-dire si :

$$\Delta p < \frac{p_1}{2}$$

Selon la formule :

$$K_v = \frac{Q_N}{514} \sqrt{\frac{\rho_N (t_1 + 273)}{\Delta p \times p_2}}$$

- En cas de chute de pression transcritique, c'est-à-dire si :

$$\Delta p > \frac{p_1}{2}$$

Selon la formule :

$$K_v = \frac{Q_N}{257 \times p_1} \sqrt{\rho_N (t_1 + 273)}$$

K_v : Coefficient de débit m^3/h

Q_N : Débit volumique dans le statut normal m^3/h

Q_1 : Débit volumique en amont de la vanne m^3/h

Q_2 : Débit volumique en aval de la vanne m^3/h

ρ_N : Densité dans le statut normal kg/m^3

Δp : Différence de pression ($p_1 - p_2$) bar

p_1 : Pression d'entrée (abs.) bar

p_2 : Pression de sortie (abs.) bar

t_1 : Température d'entrée $^{\circ}C$

ANNEXE

t2 : Température de sortie °C

w1 : Vitesse dans la conduite en amont de la vanne m/s

w2 : Vitesse dans la conduite en aval de la vanne m/s

d1 : Diamètre de conduite en amont de la vanne mm

d2 : Diamètre de conduite en aval de la vanne

- Spécification :

La pression de service amont de la vanne	110 bars
La pression de service aval de la vanne	63 bars
La pression max en amont de la vanne	120 bars
La pression max en aval de la vanne	70 bars
La température de service amont de la vanne	50°C -- 70°C
La température max en amont de la vanne	100° C
Débit de la vanne	833 333 SM3/h
Diamètre de la vanne	8 pouces
Classe de la vanne	1500
Fail position	Fermeture par manque d'air.
Densité de Gaz	Densité/air : 0.699-0.715
Capacité thermique massique	
Compressibilité	
Masse moléculaire	
Pression circuit d'air instrument	5,4 Bars
Signal de commande pneumatique	3-15 psi.
Body Matériel	Acier au charbon
Matériaux, clapet, siège, cage	Acier inoxydable

Tableau. : Donnée de projet gaz de vente CIS

ANNEXE

- Analyse chromatographie Gaz de vente :

L'analyse chromatographique du gaz en provenance du GPL2 effectuée le 22/11/2017 est représentée sur le tableau suivant : [7]

Date et Heure	22/11/2017 à 09H30
Lieu de prélèvement	GAZ DE VENTE 24 "
Pression	64.5 Bar
C1	72.37
C2	19.79
C3	2.62
iC4	0.12
nC4	0.28
iC5	0.01
nC5	0.02
C6 ⁺	00
N2	2.63
CO2	2.16
Densité/Air	0.713

Tableau. : Constitution Gaz de vente 22/11/2017

- Calcule le débit :

AN : si on prend : $T_{\max} = 60^{\circ}\text{C}$, $P_{\min} = 28 \text{ Bar}$

$$Q_{0\max} = 2 \times 10^7 \text{ Sm}^3 / \text{jour}$$

On obtient : $\Delta P_{\max} = 95419.89623773799 \text{ Pa} \approx 1 \text{ bar}$

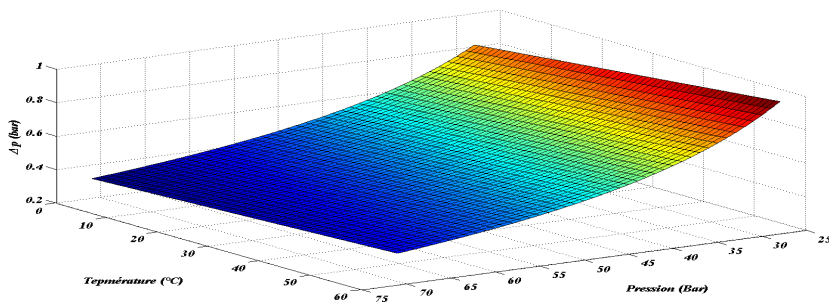


Fig.1.13 : Evaluation de ΔP en fonction de température et pression

ANNEXE

Données de calcul :

$$d_1 = 575 \text{ mm}$$

$$d_2 = 348.6 \text{ mm}$$

$$\text{Densité} = 0.717$$

$$\begin{aligned} \rho_0 &= \text{Densité} \times \rho_{\text{air}} = 0.717 \times 1.292 \\ &= 0.929 \text{ kg / m}^3 \end{aligned}$$

$$M = 20.76 \text{ g / mol}$$

Les éléments principaux d'un DCS Yokogawa:

DCS	Interface E/S	Réseau E/S	Contrôleur	Station de conduite	Station de configuration ou de sauvegarde	Réseau de contrôle	Réseau de communication
YOKOGAWA	Nœuds	RIO Bus	FCS	EWS	HIS	Vnet	Ethernet

Résumé :

Les hydrocarbures restent la source d'énergie la plus utilisés pour bon fonctionnement de l'économie mondiale et ils continueront à jouer ce rôle stratégique aussi longtemps que L'homme n'aura pas trouvé d'autres sources d'énergies, qui pourront remplir leurs rôles avec plus de rentabilité et d'efficacité.

Le progrès technologique dans le monde de l'électronique et de l'informatique a permis une évolution considérable dans le domaine du contrôle des procédés industriels.

Cette évolution est traduite par un changement dans les techniques de contrôle : Passage des systèmes pneumatiques aux systèmes numériques, du contrôle centralisé au contrôle distribué qui est le DCS

C'est l'objet de notre projet, nous intéressons au passage de système pneumatique qui possède beaucoup d'inconvénients au système numérique pour cela on veut intégrer la boucle de nouveau projet gaz de vente HASSI-MESSAOUD dans le système DCS.

La conduite d'un procédé dans le domaine pétrole & gaz implique la connaissance, la surveillance et la maîtrise de certains paramètres tels que la pression, la température, le débit, ...etc. Chaque procédé possède ses exigences propres, et chaque équipement a ses conditions de fonctionnement.

Dans le premier chapitre, on présentera le complexe industriel sud CIS, les différentes modifications de la station de compression pour réaliser le projet gaz de vente et les instruments utilisés dans ce projet. Dans le chapitre suivant, on présentera le régulateur pneumatique et ses inconvénients après on passera à l'étude de la boucle numérique sur le DCS.

Dans le troisième chapitre, nous présentons les différentes étapes de la simulation sur le DCS CENTUM VP.

Mots clé :

Le complexe industriel sud HASSI-MESSAOUD

Le nouveau projet gaz de vente

La régulation de pression

Les instruments

Le régulateur PID

Le régulateur pneumatique

Le système DCS

Yokogawa Centum vp