

**UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA**

**Faculté des Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication  
Département d'Electronique et des Communications**



**Mémoire  
MASTER PROFESSIONNEL**

**Domaine : Sciences et Technologies**

**Filière : Electronique**

**Spécialité : instrumentation**

**Présenté par : ELHELLA Moussa  
BENCHEIKH Aissa**

**Thème**

**Développement d'une boucle de  
régulation PID dans le système DCS  
FOXBORO**

**Soutenu publiquement**

**le:01/06/2016**

**Devant jury :**

M	M.Y. RACHEDI	MAA	Président	UKM Ouargla
M	M. SMAHI	MAA	Rapporteur	UKM Ouargla
M	N. NASRI	MAA	Examineur	UKM Ouargla
M	K. BENATHMANE	MAB	Examineur	UKM Ouargla

**Année Universitaire : 2015/2016**

## *Remerciements*

*Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu Tout Puissant, Pour le courage et la patience qu'il nous a donnée pour Réaliser ce modeste travail.*

*On remercie MR .SMAHI MOKHTAR pour son encadrement, son aide et surtout pour tous ses conseils précieux.*

*Nous remercions chaleureusement les membres du jury pour l'honneur Qu'ils nous ont fait en acceptent d'évaluer notre projet.*

*Nos remerciements les plus respectueux et anticipés vont aussi à notre encadreur MR .DOKMA RACHID, qui a été à la hauteur de sa noble tâche, pour avoir accepté de diriger notre travail, pour ses précieux conseils, pour son esprit d'ouverture et sa disponibilité*

*Et son encadrement durant toute la période de stage.*

*Nous n'oublions pas dans nos remerciements à tous les membres de l'équipe de module IV, de Hassi R'mel et spécialement la direction de maintenance qui a bien voulu mettre à notre disposition leur matériel et documentation, et leurs judicieux conseils pendant toute la durée de stage, et à tous que nos n'ai pas cité et qui sont présent dans nos pensées. Nos sincères remerciements.*

*Nous exprimons aussi nos remerciements à nos collègues et nos proches.*

*Nous remercions également tous les enseignants qui ont contribués à notre formation durant notre cursus universitaire.*

*Enfin, nous ne saurions oublier de trop remercier nos familles pour leur soutien le long de ce parcours.*

*Merci à toutes et à tous*

*AISSA et MOSSA*

# Dédicace

*Je dédie ce travail*

*A ma chère  
mère et mon  
Père*

*Pour son soutien  
inconditionnel Ses sacrifices,  
sa tendresse, Son amour infini*

*A toute Ma  
famille*

*A mes chers  
amis*

*A tous qui  
m'aiment*

*Ainsi qu'a tous les camarades de ma  
section*

*Et tous mes professeurs*

*Elhella moussa*

# Dédicace

*Je dédie ce travail*

*A ma chère  
mère*

*Pour son soutien  
inconditionnel Ses sacrifices,  
sa tendresse, Son amour infini*

*A la mémoire de mon  
père*

*A toute Ma  
famille*

*A mes chers  
amis*

*A tous qui  
m'aiment*

*Ainsi qu'à tous les camarades de ma  
section*

*Et tous mes professeurs*

*Aissa Bencheikh*

---

## Résumé

L'objectif de notre travail est l'étude et la conception d'un système de contrôle commande SNCC (système numérique contrôle commande) à base du DCS de FOXBORO, maîtrise la configuration de différents éléments de processus (boucles de régulation) et HMI (interface homme machine) ainsi que l'influence des actions de régulateur P,I et D identifié par la méthode de Ziegler Nichols sur la régulation du processus. Ces actions permettent d'obtenir un système de régulation Stable, rapide et précis.

### Mots clés :

DCS FOXBORO, boucle de régulation, régulation PID, ajustement des actions P, I et D.

## Abstract

The aim of our work is the study and design of a control system SNCC (digital command control system) based on the DCS FOXBORO, mastery configuration of different process elements (control loops) and HMI (Human Machine Interface) and the influence of the regulator of P, I and D identified by the Ziegler-Nichols method to the process control. These actions allow obtaining a control system Stable, fast and accurate.

### Keywords:

DCS FOXBORO , control Loop , control PID , stock adjustment P , I and D.

## ملخص

الهدف من عملنا هو دراسة وتصميم نظام تحكم SNCC (نظام قيادة التحكم الرقمي) على أساس DCS FOXBORO ، كما يمكننا من برمجة مختلف عناصر العملية (حلقات السيطرة) و HMI (واجهة الآلة والإنسان) وتأثير عناصر المنظم P ، I و D التي حددتها طريقة زيغلر- نيكولز إلى التحكم في العملية. هذه الإجراءات تسمح للحصول على نظام تحكم مستقر ، سريع ودقيق.

### كلمات البحث:

نظام التحكم الموزع (DCS FOXBORO) ، حلقة السيطرة ، التنظيم PID ، تعديل الإجراءات P , I , D

---

## NOMENCLATURE

**SONATRCH** : société nationale, de transformation et de commercialisation des hydrocarbures

**MPP4**: Module Processor Plant 4

**GPL**: Gaz Pétrole Liquéfier.

**GNL**: Gaz Naturelle Liquéfier

**CTH** : Centre de traitement d'huile

**(CTG)** : Centre de traitement de Gaz

**CSTF**: Centre de Stockage et de Transfert des Fluides

**SRGA** : Station de Récupération Des Gaz Associés.

**DCS**: Distributed Control System

**DAS**: Système d'acquisition des données

**AP**: Application Processor

**WP**: Workstation Processor

**CP**: Control Processor

**COMM10**: Communication processor 10

**LAN**: Local Area Network

**CLAN**: Carrier band Local Area Network

**AIN**: Analog Input Block

**DNBI**: Dual Node Bus Interface

**BLAN**: Broadband Local Area Network

**FBM**: Field Bus Module

**CSA**: Compound Summary Access

**ICC**: Integrated Control Configurator

**PID:** Régulateur Proportionnel Intégral Dérivé

**TC:** Régulateur de Température.

**TT :** Transmetteur de Température.

**I/A:** Intelligent Automation

**T :** Température (°C)

**K :** le gain du régulateur

**T<sub>I</sub> :** la constante intégrale

**T<sub>D</sub> :** le temps d'action dérivée (s)

**BP :** Bande proportionnelle

**T<sub>c</sub> :** la période des oscillations (s)

**P :** Action Proportionnelle

**I :** Action Intégrale

**D :** Action Dérivée

**BO :** boucle ouverte

**BF :** boucle fermée

## LA LISTE DES TABLEAUX :

Numéro du tableau	Nom du tableau	Page
Tableau II.1 :	Les deux grandes catégories de modules FBM	Page 14
Tableau IV.1 :	paramètre PID proposées par Ziegler en boucle ouvert	Page 54
Tableau IV.2 :	paramètre PID proposées par Ziegler en boucle fermée	Page 55
Tableau IV.3 :	Les blocs utilisés dans l'application	Page 57
Tableau IV.4 :	Le pourcentage d'ouverture des vannes V121 et V122	Page 60
Tableau IV.5 :	Les valeurs expérimentales de température du régulateur TC122	Page 61
Tableau IV.6 :	paramètre PID proposées par Ziegler en BO	Page 63
Tableau IV.7 :	Les valeurs expérimentales de température du régulateur TC122/TC123	Page 64
Tableau IV.8 :	paramètre PID proposées par Ziegler en BF	Page 65

## TABLE DES FIGURES :

Numéro de la figure	Nom de la figure	Page
Figure I.1 :	les différents modules du champ de HASSI R'MEL	Page 5
Figure II.1 :	Structure fonctionnelle conventionnelle d'un SNCC	Page 10
Figure II.2 :	Architecture générale de DCS	Page 13
Figure II.3 :	Module d' E/S (FBM)	Page 15
Figure II.4 :	Vue d'un CP	Page 16
Figure II.5 :	Vue d'une station de travail	Page 17
Figure II.6 :	Vue d'un AP 51B	Page 17
Figure II.7 :	Vue d'un AP51D	Page 17
Figure II.8 :	Schéma de la communication entre le I / A séries et ces périphériques.	Page 18
Figure II.9 :	Vue d'un module (dual node bus interface DNBI)	Page 19
Figure II.10 :	Réseau de communication d'E / S (Fieldbus)	Page 20
Figure II.11 :	Vue de configuration de CP local (proche des FBM)	Page 20
Figure II.12 :	Vue de configuration de CP distant (éloigné des FBM)	Page 21
Figure II.13 :	Réseau local à segment unique	Page 22



Figure II.14 :	Réseau local multi- segments	Page 22
Figure II.15 :	Réseau local étendu (LAN)	Page 23
Figure III.1 :	La vue « Hardware Définition »	Page 27
Figure III.2 :	Liste des niveaux de révision	Page 27
Figure III.3 :	Liste des stations configurables	Page 28
Figure III.4 :	La liste des modules configurables	Page 29
Figure III.5 :	Environnements de travail choisis	Page 32
Figure III.6 :	Soft_Eng est l'environnement de travail choisi	Page 32
Figure III.7 :	La vue de la barre système	Page 33
Figure III.8 :	La vue récapitulative des alarmes du procédé	Page 33
Figure III.9 :	La vue de système management	Page 34
Figure III.10 :	Vue initiale de l'utilitaire de FoxDraw	Page 36
Figure III.11 :	La vue de Création d'une nouvelle vue de groupe	Page 37
Figure III.12 :	Vue de réacteur en phase de construction	Page 38
Figure III.13 :	La vue des étapes précédemment cités	Page 39
Figure III.14 :	La vue initiale de I/A séries avec la sélection de ICC	Page 41
Figure III.15 :	La vue de l'utilitaire CSA	Page 41
Figure III.16 :	La vue initiale du l'utilitaire ICC	Page 42
Figure III.17:	La vue de menu de construction séquentiel	Page 42
Figure III.18 :	La vue du message d'erreur	Page 43
Figure III.19 :	La vue de la fenêtre Fox Select	Page 44
Figure III.20 :	La vue des schémas d'une station	Page 45
Figure III.21 :	La vue de détail d'un schéma	Page 46
Figure III.22 :	La vue de la liste des blocs d'un schéma	Page 47
Figure III.23:	La vue de détail d'un bloc	Page 48
Figure IV.1 :	la forme de la réponse du procédé	Page 53
Figure IV.2 :	Ziegler Système instable	Page 54
Figure IV.3 :	LE GRAFCET DU REACTEUR	Page 56
Figure IV.4 :	La vue du synoptique de réacteur.	Page 58
Figure IV.5:	Graphe de la séquence du réacteur	Page 60

Figure IV.6 :	blocs de la boucle de la régulation Schéma BO	Page 61
Figure IV.7 :	La réponse indicielle du régulateur de température TC122	Page 62
Figure IV.8 :	blocs de la boucle de la régulation Schéma BF	Page 63
Figure IV.9 :	La réponse indicielle des régulateurs de température en BF	Page 64
Figure IV.10 :	bloc PID AU DCS FOXBORO	Page 66
Figure IV.11 :	L'état initial après le démarrage du réacteur.	Page 66
Figure IV.12 :	L'état de la stabilité de système réacteur	Page 67
Figure IV.13 :	Bloc PID dans l'état de la stabilité	Page 67
Figure IV.14 :	Diagramme de la stabilité de système réacteur	Page 68

# SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE.....	1
----------------------------	---

## **Chapitre I: Description Du Module IV**

I.1. INTRODUCTION .....	3
I.2. DEVELOPPEMENT DU CHAMP DE HASSI R'MEL .....	3
I.3. DESCRIPTION DES DIFFERENTES UNITES A HASSI R'MEL .....	4
I.3.1. Centre De Traitement D'huile (Cth) .....	4
I.3.2. Centre De Traitement De Gaz (Ctg) .....	4
I.3.3. Central De Stockage Et Transfert Des Fluides (Cstf) .....	4
I.3.4. Station De Récupération Des Gaz Associes (Srga) .....	5
I.3.5. Module .....	5
I.3.6. Le Boosting .....	5
I.4. DESCRIPTION DU PROCEDE DU MODULE 4 .....	6
I.5. LE DEROULEMENT DU PROCESS DANS LE MODULE 4 (MPP4).....	6
I.6. DESCRIPTION DU PROCESS .....	6
I.7. CONCLUSION .....	7

## **Chapitre II : Description matérielle du DCS type I/A séries de FOXBORO**

II.1. INTRODUCTION.....	8
II.2. HISTORIQUE DES SYSTEMES DE CONTROLE.....	8
II.2.1. Contrôle Manuel .....	8
II.2.2. Régulation Pneumatique Locale .....	8
II.2.3. Régulation Pneumatique Centralisée .....	8
II.2.4. Régulation Electronique Analogique Et Numérique .....	8
II.2.5. Système D'acquisition Des Données DAS .....	9
II.2.6. Système De Contrôle Distribue DCS.....	9
II.3. BUT DE L'INSTALLATION D'UN SYSTEME DCS.....	9
II.3.1. Système .....	9
II.3.2. Cout De La Maintenance .....	9
II.3.3. Exploitation.....	10
II.4. PRINCIPALES FONCTIONS DE BASE D'UN SYSTEME DCS .....	10

II.4.1. Adaptation Des Signaux Echanges Avec Le Procède .....	11
II.4.2. Traitement En Temps Réel Des Données Echangées Avec Le Procède .....	11
II.4.3. Traitement En Temps Diffère Des Données Echangées Avec Le Procède.....	11
II.4.4. Communications Avec Les Utilisateurs .....	11
II.5. ARCHITECTURE GENERALE DU SYSTEME DCS .....	12
II.6. CONFIGURATION HARDWARE DE DCS.....	14
II.6.1. Modules D'E/S (FBM).....	14
II.6.2. Processeurs De Contrôle (Traitement Algorithmique Et Séquentiel) (Cp) .....	15
II.6.3. Processeur De Visualisation WP (Workstation Processor) .....	16
II.6.4. Processeur D'application AP (Application Processor) .....	17
II.6.5. Processeur Double (D'application Et De Visualisation) (Aw51a) .....	18
II.6.6. Processeur De Communication .....	18
II.6.7. Double Interface NODE Bus (Dual NODE Bus Interface DNBI) .....	19
II.7. ASPECT COMMUNICATION .....	19
II.7.1. Réseau D'E/S (Filed Bus).....	19
II.7.1.1. Les Caractéristiques De La Configuration De CP Local.....	20
II.7.1.2. Les Caractéristiques De La Configuration De CP Distant .....	21
II.7.2. Réseau Local (RL) .....	21
II.7.2.1. Réseau Local RL A Segment Unique.....	21
II.7.2.2. Réseau Local RL Multi-Segment .....	22
II.7.2.3. Caractéristiques Du Réseau Local .....	23
II.7.3. Réseau Etendu Lan .....	23
II.7.3.1. Réseau A Bande Porteuse Clan .....	23
II.7.3.2. Réseau A Large Bande BLAN .....	24
II.8. ASPECT SECURITE .....	24
II.8.1. Redondance Des Liaisons De Communication .....	24
II.8.2. Repli De Sécurité Des Modules D'e/S .....	24
II.8.3. Redondance Des Unités De Disque Dur .....	24
II.8.4. Stations Critiques A Tolérance De Panne.....	25
II.9. CONCLUSION.....	25

## **Chapitre III : Description logiciel du DCS type I/A séries de FOXBORO**

III.1. INTRODUCTION .....	26
---------------------------	----

### **III.A. PREMIERE PARTIE : *Description du logiciel Système définition***

III.A.1. QU'EST-CE QUE SYSTEM DEFINITION .....	26
III.A.2. CONFIGURER SOUS SYSTEM DEFINITION .....	26
III.A.2.1. Création Et Gestion De Projets .....	26
III.A.2.2. Sélection Du Niveau De Révision .....	27
III.A.2.3. Création Des Stations .....	28
III.A.2.4. Création Des Field Modules .....	28

### **III.B. DEUXIEME PARTIE : *Description du logiciel FOXVIEW***

III.B.1. LES FONCTIONS ASSUREES PAR FOX VIEW .....	30
III.B.1.1. Surveillance Et Conduite .....	30
III.B.1.2. Développement .....	30
III.B.1.2.1. Vues De Conduite Standard (Inhérentes Au Système) .....	30
III.B.1.2.2. Vues D'application .....	31
III.B.2. ENVIRONNEMENTS D'EXPLOITATION .....	31
III.B.2.1. Changement D'environnement D'exploitation .....	31
III.B.3. COMPOSITION DE LA FENETRE FOXVIEW .....	33
III.B.3.1. Composition De La Barre Système .....	33
III.B.4. LA VUE RECAPITULATIVE DES ALARMES DU PROCEDE .....	33
III.B.5. LA VUE DE SMDH (SYSTEM MANAGEMENT DISPLAY HANDLER) .....	34

### **III.C. TROISIEME PARTIE : *Description du logiciel FOXDRAW***

III.C.1. PARTIE CONSTRUCTION .....	36
III.C.1.1. Activation De L'utilitaire De Construction Fox Draw .....	36
III.C.1.2. Le Choix De Type De Construction .....	37
III.C.2. PARTIE CONFIGURATION .....	38
III.C.2.1. Accès A La Vue Initiale De Configuration Des Objets .....	38

### **III.D. QUATRIEME PARTIE : *Description du logiciel ICC***

III.D.1. DEFINITION DU PROGRAMME CSA .....	40
III.D.2. DEFINITION DU PROGRAMME ICC .....	40
III.D.3. ACTIVATION DE L'UTILITAIRE DE CONFIGURATION ICC .....	40
III.D.4. CONSTRUCTION DES PROGRAMMES DE TRAITEMENT SEQUENTIEL .....	42

III.D.4.1. Accès Aux Fonctions De Construction.....	42
III.D.4.2. Définition Des Fonctions De Construction Du Traitement Séquentiel.....	43

### **III.E. CINQUIEME PARTIE : *Description du logiciel FOXSELECT***

III.E.1. DESCRIPTION DU FOX SELECT.....	44
III.E.2. ACCES AUX SCHEMAS D'UNE STATION .....	45
III.E.3. ACCES AUX BLOCS D'UN SCHEMA .....	46
III.2. CONCLUSION .....	49

## **Chapitre IV: Réalisation et identification de boucle régulation PID dans système DCS**

IV.1. INTRODUCTION .....	50
--------------------------	----

### **IV.A. PREMIER PARTIE : *description théorique de régulation PID***

IV.A.1. BOUCLES OUVERTE ET BOUCLE FERMEE .....	50
IV.A.1.1. Régulation En Boucle Ouverte .....	50
IV.A.1.2. Régulation En Boucle fermée.....	50
IV.A.2. REGULATEUR A ACTION PROPORTIONNEL-INTEGRAL-DERIVEE (PID).....	51
IV.A.2.1. Principe General .....	51
IV.A.2.2. Réglage D'une Chaîne De Régulation .....	51
IV.A.2.2.1. Algorithme Pid.....	51
IV.A.3. METHODES INDUSTRIELLES DE SYNTHESE D'UN REGULATEUR PID .....	53
IV.A.3.1. Méthode De Ziegler Nichols .....	53
IV.A.3.2. Méthode De Ziegler-Nichols En Boucle Ouverte .....	53
IV.A.3.3. Méthode De Ziegler-Nichols En Boucle fermée .....	54

### **IV.B. DEUXIEME PARTIE : *Réalisation et mise en application***

IV.B.1. LE GRAFCET DU REACTEUR.....	55
IV.B.2. CONSTRUCTION ALGORITHMIQUE.....	57
IV.B.3. PROJET CONSTRUIT.....	58
IV.B.4. FONCTIONNEMENT DE REACTEUR .....	58
IV.B.4.2. La Séquence D'injection Du Produit B .....	59
IV.B.4.3. La Séquence Du Soutirage Du Contenu Du Réacteur .....	59
IV.B.4.4. Principe De La Séquence De Chauffage .....	59

IV.B.4.5. Principe De La Régulation De Température .....	60
IV.B.5. PARTIES CALCULE DES PARAMETRES PID D'UNE BOUCLE DE REGULATION DE TEMPERATURE EXTERNE DU REACTEUR.....	61
IV.B.5.1.1. Les Valeurs Expérimentales De Température Du Régulateur Tc122 .....	61
IV.B.5.1.2. La Réponse Indicielle Du Régulateur De Température Tc122 .....	62
IV.B.5.1.3. L'application D'identification Du Système Par La Méthode De Ziegler Nicols En Boucle Ouvert .....	62
IV.B.5.2 .En Boucle Fermée .....	63
IV.B.5.2.1. Les Valeurs Expérimentales De Température Des Régulateurs Tc122/Tc123 .....	64
IV.B.5.2.2.La Réponse Indicielle Des Régulateurs De Température En BF.....	64
IV.B.5.2.3. L'application D'identification Du Système Par La Méthode De Ziegler Nicols En Boucle fermée .....	65
IV.B.6. APPLICATION REEL DES ACTIONS PID DANS LE REGULATEUR.....	65
IV.2. CONCLUSION .....	67
CONCLUSION GENERAL.....	69
ANNEXE1	
ANNEXE1	
Bibliographies	

## INTRODUCTION GENERALE:

Dans l'industrie moderne, pétrolière plus précisément, des exigences sur la quantité et la qualité des produits finis font que les sociétés investissent beaucoup dans la modernisation et la maintenance de leurs unités industrielles de production, ce qui est le cas de la société SONATRACH où j'ai eu l'occasion de le constater sur site dans les usines de traitement de gaz naturel à HASSI R'MEL. **[1]**

L'entreprise nationale SONATRACH prend en charge cette tâche et utilise son potentiel technique au fil des années, pour améliorer sans cesse les techniques de production en se dotant des technologies les plus récentes, complexes qui évoluent constamment.

L'unité de traitement du gaz à HASSI R'MEL est un exemple d'automatisation des systèmes de production en Algérie. Dans tout le processus de traitement, les différentes étapes sont assurées par un matériel industriel automatisé où l'intervention humaine est réduite à la surveillance des différents paramètres des machines qui assure le bon fonctionnement de la chaîne de traitement du gaz.

A cet instant, un système est jugé fiable et efficace s'il répond bien à l'exigence technique et économique en même temps, alors il doit remplir les conditions suivantes :

- ✓ Précision de la mesure et gain en temps réel.
- ✓ Facilite la supervision et opération (procéder et système) à partir de la même station.
- ✓ Possibilité d'interconnexion avec les autres systèmes.....etc. **[2]**

L'opportunité qui s'offre à nous dans ce projet, est celle d'appréhender et d'étudier le système numérique de contrôle-commande I/A series (intelligent automation) de FOXBORO, installer récemment dans le module IV (MPPIV) de traitement de gaz à HASSI R'MEL, et qui répond efficacement aux conditions citées précédemment.

Ces systèmes numériques de contrôle commande sont très connus à l'échelle internationale car ils sont standardisés dans leurs concepts, leurs fonctions et même leurs présentations physiques, ils sont enrichis des progrès technologiques des microprocesseurs, des acquis en matière d'architecture de système, ils ont profité du développement des structures de communications et celui de la micro informatique, et logicielle.



Dans le but de mettre en application nos connaissances acquises durant le stage pratique que nous avons passé à l'entreprise SONATRACH à HRM, le procédé choisi est un réacteur chimique configuré à la plateforme DCS type FOXBORO A/I séries choisissons. Une régulation PID.

Afin de pouvoir piloter ce réacteur à partir d'un synoptique à réaliser, une étude détaillée doit être effectuée sur ses différentes structures et toutes les exigences que ses fonctionnements présents doivent être définis.

Pour ce faire, nous avons structuré notre mémoire de la façon suivante :

Le premier chapitre présente la description du module IV (lieu de notre stage).

La description matérielle du DCS type I/A séries de FOXBORO est présentée dans le deuxième chapitre.

Le troisième chapitre est consacré à la description logicielle du DCS I/A séries.

La Réalisation et mise en application Contrôle commande ainsi le développement de la boucle PID par la méthode de Ziegler Nichols est présenté dans le quatrième chapitre.

Les avantages apportés par l'étude ainsi que les perspectives et les compléments sont discutés dans une conclusion générale.

# CHAPITRE I

## Description Du Module IV



## I.1. INTRODUCTION :

Sonatrach est la compagnie algérienne de recherche, d'exploitation, de transport par canalisation, de transformation et de commercialisation des hydrocarbures et de leurs dérivés, Elle exerce ses métiers en Algérie et partout dans le monde où des opportunités se présentent, Elle intervient également dans d'autres secteurs tels que la génération électrique, les énergies nouvelles et renouvelables et le dessalement d'eau de mer.

Sonatrach est la première entreprise du continent africain, elle est classée 12ème parmi les compagnies pétrolières mondiales, 2ème exportateur de GNL et de GPL et 3ème exportateur de gaz naturel.

Aujourd'hui Sonatrach ne conçoit pas de développement économique sans un développement durable.

## I.2. DEVELOPPEMENT DU CHAMP DE HASSI R'MEL :

Le développement de Hassi R'mel, c'est trouvé étroitement lié au développement de l'industrie du gaz, dans le monde et les importantes réserves recelées par importante pour lance une politique d'industrie gazière de grande envergure pour les payes.

**1er étape 1961 :** réalisation petite unité de traitement de gaz, le 1.3 milliard de m<sup>3</sup>/an cette réalisation a coïncidé avec la construction de la première, usine de liquéfaction de gaz en 1964 cette capacité est portée à 4 milliards de m<sup>3</sup> par an.

**2ème étape :** la capacité de traitement de champ de Hassi R'mel atteint, après les nationalisations des hydrocarbures en 1971, 14 milliards de m<sup>3</sup> par an.

**3ème étape 1975-1980 :** cette période a permis de concrétiser un plan de développement, qui concerne l'ensemble du champ de Hassi- R'mel en mesure de répondre, aux besoins du pays à moyen et long terme ainsi qu'aux besoins de nos partenaires, Ce plan a permis également de doter Hassi R'mel d'un modèle d'exploitation en mesure d'optimiser la récupération de différents produits.

La capacité de traitement a été portée à 94 milliards de m<sup>3</sup> par an :

- la réalisation de quatre complexes de traitement de 20 milliards de capacité unitaire.
- le forage de 150 puits producteurs.
- le forage également de 52 puits injecteurs.
- la réalisation de réseau de collecte et de dessert de 1000km haute pression (en mettre).
- la réalisation de station de réinjection de gaz d'une capacité unitaire de 30 milliards m<sup>3</sup> par an et d'une puissance unitaire 600000 CV.

### **I.3. DESCRIPTION DES DIFFERENTES UNITES A HASSI R'MEL :**

Sur le champ de Hassi R'mel, on trouve 8 unités à savoir

#### **I.3.1. Centre de traitement d'huile (CTH) :**

C'est une usine constituée d'un ensemble d'équipements permettant de séparer tous les constituants indésirables du pétrole brut avant son expédition vers les réseaux de transport.

#### **I.3.2. Centre de traitement de Gaz (CTG) :**

Ce centre est constitué d'un ensemble d'équipements permettant la séparation et la production du gaz naturel déshydraté et d'un mélange d'hydrocarbures liquides constitué de condensât et de GPL.

#### **I.3.3. Central de Stockage et Transfert des fluides (CSTF) :**

C'est un centre de stockage et de transfert des hydrocarbures liquides, il est constitué de bacs (réservoirs cylindriques) pour le stockage de condensât, de réservoirs sphériques pour le stockage de GPL, d'un système de jaugeage des bacs, d'un système de comptage des quantités de condensât et de GPL expédiés pour la commercialisation et d'un ensemble de pompes pour expédier les produits.

### I.3.4. Station de Récupération des Gaz Associés (SRGA) :

Cette station a été conçue pour récupérer les gaz associés provenant des CTH suite au traitement et à la stabilisation du pétrole brut, elle est constituée essentiellement de turbocompresseurs permettant d'élever la pression des gaz associés et de les expédier vers le module 4 pour y être traités avec le gaz brut.

### I.3.5. Module :

C'est le diminutif de « module processing plant » (MPP) qui désigne une unité de traitement constituée d'un ensemble d'équipements conçus et réalisés pour permettre un traitement spécifique du gaz brut, pour produire du gaz naturel, du condensât et du GPL, conformément à un procédé approprié et répondant aux spécifications commerciales.

### I.3.6. Boosting :

La pression d'entrée du gaz brut aux modules décroît avec le temps, ce qui influe sur la quantité et la qualité des produits de chaque catégorie, et sur les unités de traitement de gaz car ils sont conçus pour fonctionner à une pression minimale de 100 Bars à l'entrée.

Le rôle des stations Boosting est la compression de ces gaz brut issus des puits afin d'avoir une détente importante, donc une meilleure séparation.

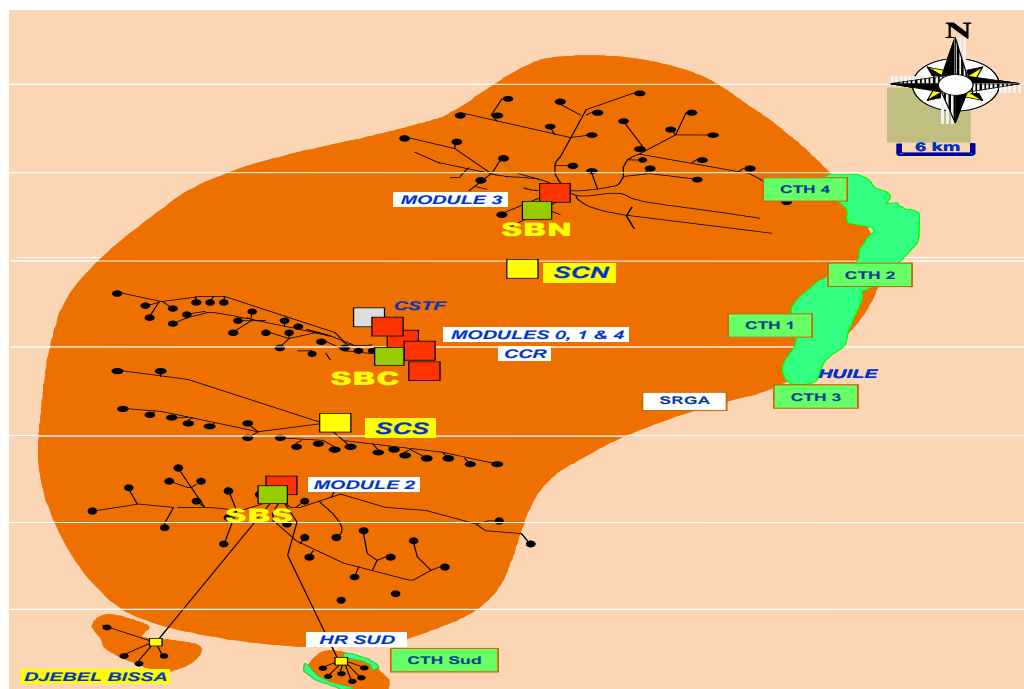


Figure I.1 : Différents modules du champ de HASSI R'MEL

#### **I.4. DESCRIPTION DU PROCEDE DU MODULE 4 :**

Le module 4 est une usine qui a pour objectif le traitement du gaz brut du gisement de Hassi R'mel. Il se compose d'un ensemble d'installations qui permettent de récupérer les hydrocarbures lourds (condensât et GPL) et de séparer les gaz traités (gaz de vente ou gaz de réinjection). Le MPP4 se compose de trois trains, chacun d'eux comporte les mêmes appareillages de process et sont de même capacité. Le MPP4 assure une fabrication journalière de 60 millions m<sup>3</sup> de gaz traité. Les hydrocarbures liquides récupérés dans la section de séparation à haute pression sont séparés en GPL et condensât dans la section de fractionnement, ces deux produits s'écoulent vers les installations centrales de stockage et de transfert (CSTF). La production des liquides est :

- ✓ 6000 tonnes /jour de condensât.
- ✓ 2500 tonnes /jour de GPL.

#### **I.5. DEROULEMENT DU PROCESS DANS LE MODULE 4 (MPP4) :**

Le champ de Hassi R'mel met en œuvre deux types de procédé :

L'un dit procédé PRITCHARD, basé sur le refroidissement du gaz par échanges thermiques et par des détentes simples plus l'utilisation du propane comme fluide réfrigérant pour atteindre en fin de cycle des températures voisines de -23 °C.

L'autre dit procédé HUDSON, utiliser dans le MPP4 basé sur le refroidissement des gaz par échanges thermiques et par une série de détentes à travers une machine dynamique appelée turbo-expander qui permet d'atteindre un niveau de température relativement plus bas -40 °C.

Le procédé HUDSON est plus performant et permet une meilleure récupération des hydrocarbures liquides. [1]

#### **I.6. DESCRIPTION DU PROCESS :**

L'usine MPP4 (Module Processing Plant IV) est un ensemble d'installations qui permettent de récupérer les hydrocarbures lourds (condensât et GPL) à partir du gaz brut, et de produire des gaz traités (gaz de vente ou de réinjection).

Le module se compose de trois lignes (trains), chacune d'elles comporte les mêmes appareillages de Procédés et sont de même capacité de production (20.106 millions m<sup>3</sup> de gaz par jour).

Les hydrocarbures récupérés dans chaque section de séparation HP (haute pression) sont séparés en GPL et condensât, ces deux produits s'écoulent vers les sections de stockage et transfert.

### **I.7. CONCLUSION :**

Dans ce chapitre on a fait une description générale de module 4. Nous avons aussi cité l'ensemble des unités qui constituent du champs Hassi R'mel .

Dans le chapitre suivant nous allons faire une description bien détaillée sur le DCS FOXBORO I/A séries.

# CHAPITRE II

## Description matérielle du DCS type I/A séries de FOXBORO





## **II.1. INTRODUCTION :**

Le développement de l'outil informatique a entraîné le développement des techniques de commande et de régulation surtout en terme d'interfaces graphiques qui permettent la visualisation de plusieurs grandeurs en même temps et donnent accès à la manipulation de ces grandeurs.

SONATRACH avait doté ses installations de HASSI R'MEL d'un système de commande des procédés industriels, qui a remplacé toutes les installations conventionnelles. C'est un système numérique de surveillance et de conduite des procédés.

Ce système, appelé DCS (distributed control system), est composé d'un ensemble d'unités à base des microprocesseurs pour garantir le contrôle, la commande, et l'exécution des tâches industrielles (ouverture/fermeture d'une vanne, arrêt/ mise en marche d'une machine). Les traitements et les données sont repartis sur les différentes unités du système d'où l'appellation (système de control distribué).

## **II.2. HISTORIQUE DES SYSTEMES DE CONTROLE : [2]**

Avant la naissance du DCS, le contrôle des procédés a connu plusieurs générations de systèmes :

### **II.2.1. Contrôle manuel :**

C'est l'opérateur qui ferme la boucle de contrôle en manœuvrant l'origine de commande

### **II.2.2. 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.

### **II.2.3. Régulation pneumatique centralisée :**

L'opérateur conduit le procédé à partir de la salle de contrôle.

### **II.2.4. Régulation électronique analogique et numérique :**

Le développement de l'électronique a conduit à la conception des régulateurs électroniques à boucle simple et des capteurs pouvant transformer toutes grandeurs physiques en grandeurs électriques.

**II.2.5. Système d'acquisition des données DAS :**

Animation graphique, historique, trend, logging. La fonction contrôle est assurée par des régulateurs simples Mono boucle.

**II.2.6. Système de contrôle distribué DCS :**

En générale, les procédés industriels sont constitués d'un ensemble d'équipements de production repartis sur site, cette contrainte a fait que l'architecture de ce système soit distribuée. D'où l'appellation : système de contrôle DCS (distributeur control system).

**II.3. BUT DE L'INSTALLATION D'UN SYSTEME DCS :**

Depuis l'installation du système DCS et en comparaison avec les systèmes précédents, plusieurs améliorations détaillées par domaines d'applications sont constatées.

**II.3.1 Système :**

- ✓ Augmentation de la disponibilité du système par sa redondance.
- ✓ Précision de la mesure et gain en temps de réponse.
- ✓ Facilite la supervision et opérations (process et système) à partir de la même station.
- ✓ Possibilité d'interconnexion avec d'autres systèmes (GE-FANUC, MKV, etc....).
- ✓ Possibilité d'utiliser des logiciels de management (cercle de décisions).
- ✓ Occupation d'un espace réduit.

**II.3.2. Coût de la maintenance :**

- ✓ Gain sur le temps de maintenance préventif (encrage des enregistreurs, entretien des instruments).
- ✓ Minimisation et précision des interventions.
- ✓ Facilite le diagnostic et la recherche des pannes.
- ✓ Performance et possibilité d'extension du système, permet son exploitation à pleine charge
- ✓ Sauvegarde de tous les évènements et alarmes (process, actions et alarmes système).
- ✓ Eventuelles étude de l'historique.
- ✓ Facilite les interventions sur site et diminue les risques de déclenchement

### II.3.3. Exploitation

L'utilisation du système informatique comme noyau central du projet a en effet apporté un grand plus à la malléabilité de ce dernier. Certains calculs nécessaires à la prise de décisions, sont devenus possibles, offrant ainsi une analyse beaucoup plus optimale à l'utilisateur. Nous énumérons à titre d'exemple les points suivants :

- ✓ Calcul automatique du bilan de production journalier.
- ✓ Consultation et suivi des opérations journalières.
- ✓ Facilité la manipulation et le contrôle du process.
- ✓ Disponibilité de tous les outils nécessaires à l'opérateur (trends, contrôle group etc...).

### II.4. Principales fonctions de base d'un Système DCS : [3]

Les quatre principales fonctions de base à réaliser par un système numérique de contrôle et de commande des procédés industriels sont :

- ✓ Adaptation des signaux échangés avec le procédé.
- ✓ Traitement en temps réel des données échangées avec le procédé.
- ✓ Traitement en temps différé des données échangées avec le procédé.
- ✓ Communication avec les utilisateurs du système numérique.

Le digramme suivant illustre les différentes fonctions du DCS :

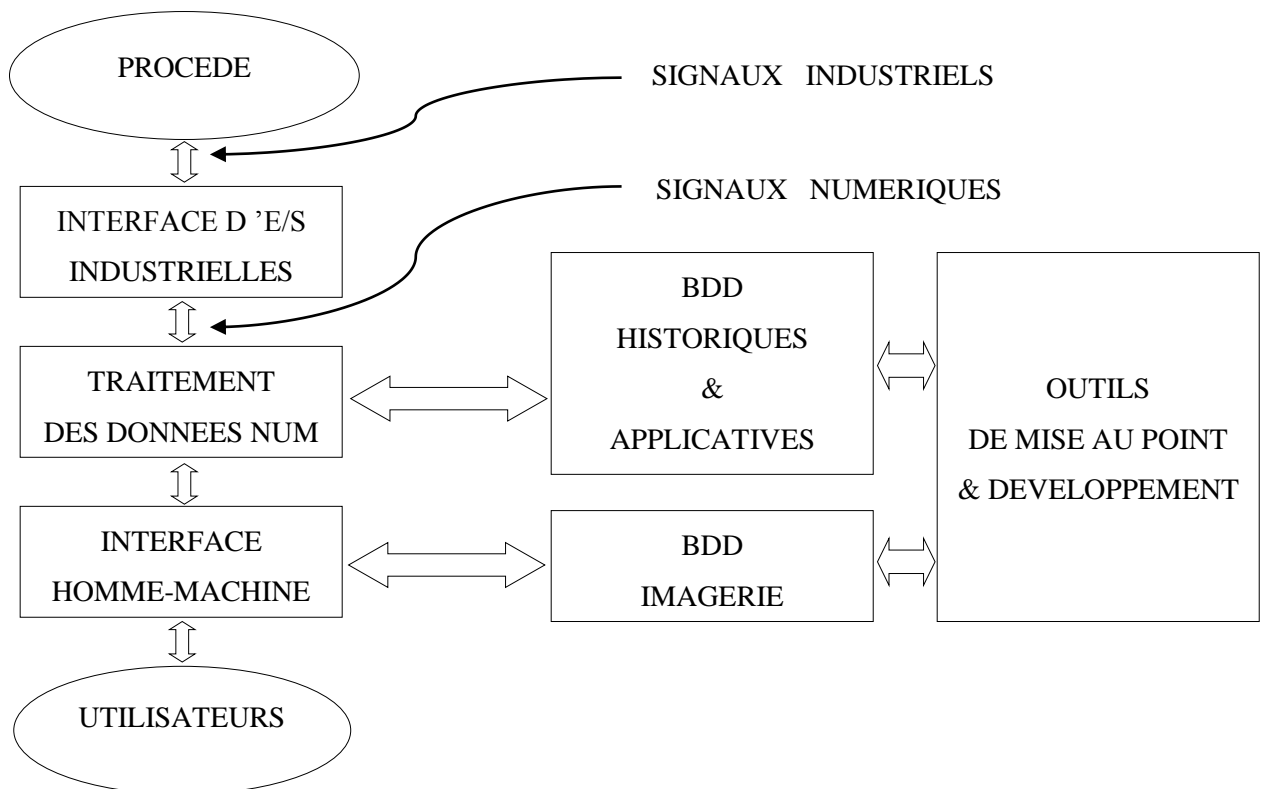


Figure II.1 : Structure fonctionnelle conventionnelle d'un SNCC

**II.4.1. Adaptation des signaux échangés avec le procédé :**

Les signaux industriels du procédé appartiennent généralement à deux catégories :

- ✓ analogique (0~10v, 0~20mA, 4~20mA, résistance variable, etc...)
- ✓ logique ou " tout ou rien " (contact physique, présence de tension ou pas, état d'un thermique, impulsions électriques, ...).
- ✓ Le système numérique chargé de contrôler le procédé utilise des signaux numériques, c'est - à- dire des nombres (0 à 65535).

Il est donc indispensable de convertir les signaux échangés avec le procédé comme suit :

- ✓ Acquisition et conversion des signaux industriels en nombres.
- ✓ Commande et conversion des nombres en signaux industriels.

**II.4.2. Traitement en temps réel des données échangées avec le procédé :**

- ✓ Fonctions régulation et de calcul.
- ✓ Fonctions séquentielles (séquences de mises en route ou d'arrêt, procédé discontinu,..)
- ✓ Production des alarmes.

**II.4.3. Traitement en temps différé des données échangées avec le procédé :**

- ✓ Enregistrement et manipulation des données historiques
- ✓ Restitution des données historiques enregistrées (courbes, rapport, )
- ✓ Optimisation.
- ✓ Bilan.

**II.4.4. Communications avec les utilisateurs :**

- ✓ Conduite : interface opérateur graphique (accès limité aux ressources autorisées).
- ✓ Information : impression des messages et des rapports
- ✓ Maintenance et développement : interface utilisateurs graphiques (accès aux outils d'analyse et de configuration).

Dans un système centralisé, un même dispositif (processeur ou calculateur) peut réaliser la plupart des fonctions de base, une indisponibilité du dispositif en question provoque la perte de l'ensemble de fonctions dont il a en charge.

Dans un système distribué ou réparti, les fonctions de base sont plutôt confiées à des dispositifs (stations) différents reliés entre eux par un réseau de communication. Une indisponibilité d'un dispositif ne provoque que la perte de la fonction qu'il a en charge.

Chaque station peut avoir accès à des informations contenues dans la base de données d'une autre station via le réseau de communication.

Le système I/A séries est un système distribué dans lequel les fonctions de base décrites précédemment sont confiées à des dispositifs différents appelés stations :

- ✓ Traitement temps réel : processeur de contrôle CP.
- ✓ Traitement temps différé : processeur d'application AP.
- ✓ Interface opérateur : processeur de visualisation WP.
- ✓ Maintenance et développement : processeur d'application AP.
- ✓ Information des utilisateurs : processeur de communication COM.

La conversion des signaux échangés avec le procédé est confiée à des modules d'E/S industrielles FBM raccordés à un CP via un bus d'E/S.

## **II.5. ARCHITECTURE GENERALE DU SYSTEME DCS : [3]**

Le système DCS réalisé à HRM (MPPI), permet un contrôle et une surveillance moderne, et surtout en temps réel, des installations actuelles et avenir, qui pourront être ajoutées éventuellement au fur et à mesure que le champ évolue.

Ce système en temps réel nécessite la communication des informations à tout endroit, ce qui est la fonction vitale de l'automatisation du procédé.

Le DCS a été conçu du fait que :

- ✓ Les opérateurs doivent communiquer avec les procédés et les équipements pour assurer le contrôle.
- ✓ Les chefs de postes doivent surveiller les événements qui surviennent sur l'ensemble du procédé.
- ✓ Les ingénieurs doivent accéder à des informations précises concernant le système et/ou procédé afin de pouvoir l'optimiser et le dépanner efficacement.
- ✓ Les responsables doivent accéder à des informations du procédé leurs permettant de prendre des décisions et d'établir des rapports.

Tout ceci est supporté par un éventail de réseau divisé en quatre (04) niveaux :

**Niveau 01 :** Est tout à fait comparable au système traditionnel il représente les instruments installés sur champs.

**Niveau 02 :** Représente les automatismes installés dans le local technique ils sont constitués par les modules d'entrée / sortie du procédé.

# Architecture générale

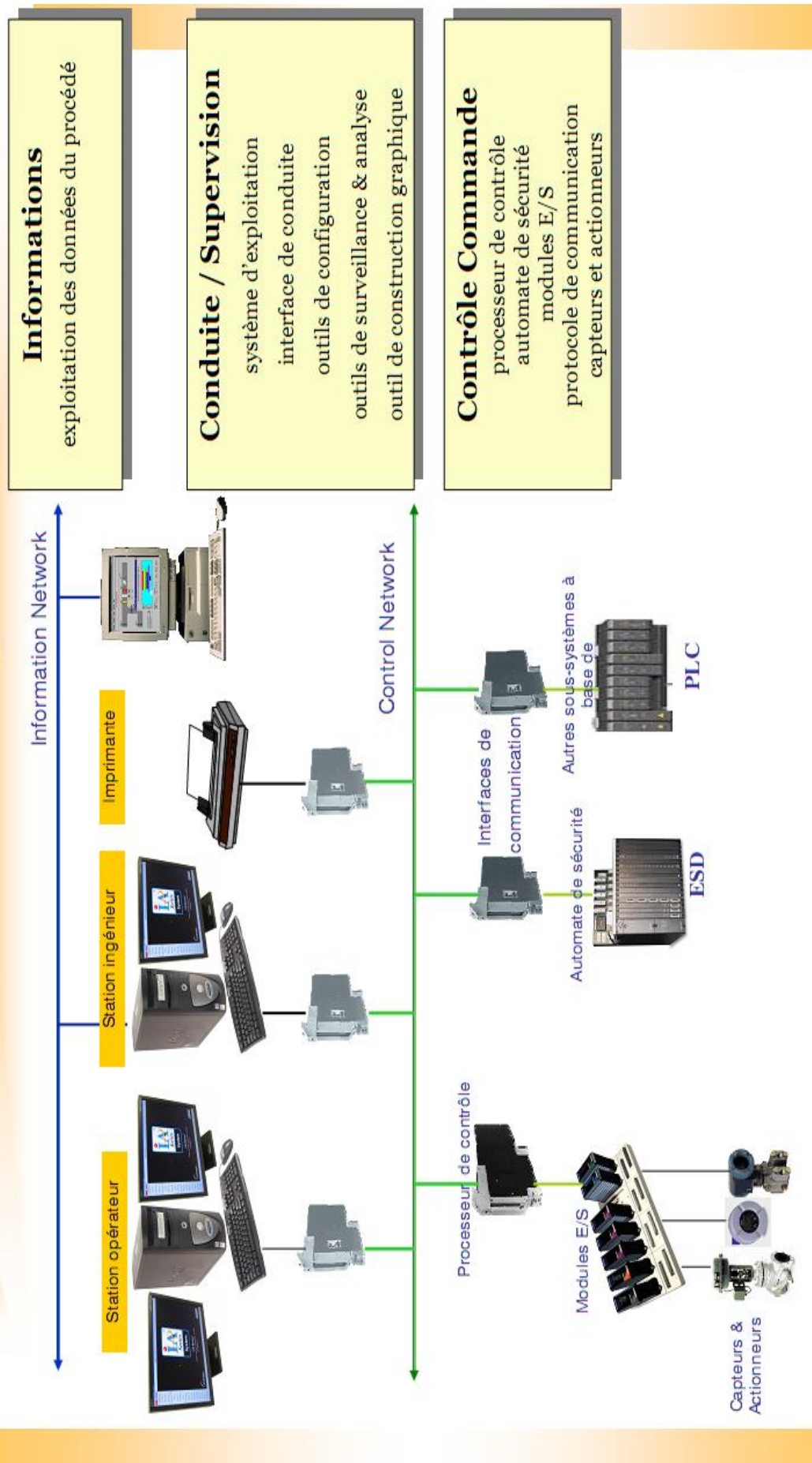


Fig. II.2 : Architecture générale de DCS. [3]

**Niveau 03 :** Représente la partie où vient s'effectuer la conduite du procédé par l'intermédiaire des stations opérateurs constituées d'unités électroniques.

**Niveau 04 :** Représente le réseau local LAN (local area network)

Les niveaux **2, 3, 4** sont reliés par des bus de communications (voir Fig. II-2). Ces bus de communications offrent une ouverture d'intégration à d'autres instruments, éléments de contrôle, ordinateurs et interfaces de supervision en parallèle avec le système. Il est essentiel, pour réussir la conduite d'un système de contrôle distribué, d'avoir l'assurance que le message numérique soit correct. Un ensemble des techniques de sécurité dans la transmission des messages de données est utilisée à cette fin.

## II.6. CONFIGURATION HARDWARE DE DCS : [4]

### II.6.1. Modules d'E/S (FBM) :

La conversion des signaux d'entrée/sortie échange avec le procédé est confiée à des modules FBM (voir fig.3) raccordés à un processeur de contrôle via un bus. Ces modules d'E/S FBM réalisent les fonctions générales suivantes :

- ✓ Interface entre les signaux industriels du processus automatisé et le processeur de contrôle.
- ✓ Conversion des signaux industriels en signaux numériques (acquisition) et inversement (commande)
- ✓ Mise en repli de sécurité de l'équipement commandé en cas de perte de communication avec le CP.

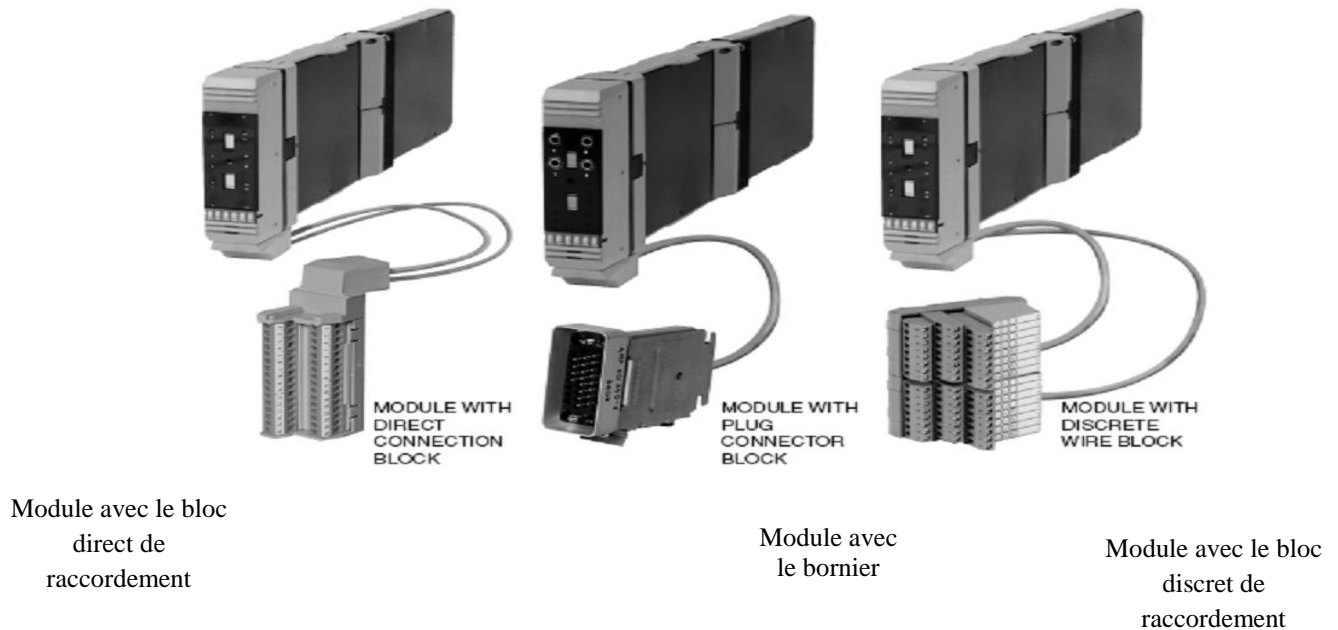
Certains modules FBM de type logique peuvent réaliser des fonctions applicatives complémentaires :

- ✓ Exécution d'un programme logique
- ✓ Surveillance d'états logique (Détection de premier défaut).
- ✓ Comptage d'impulsion

Il existe deux grandes catégories de modules FBM

**Tableau II.1 : Les deux grandes catégories de modules FBM**

Modules E/S analogique	8 entrées	4 entrées / 4sorties
Modules E/S tout ou rien	16 entrées	8 entrées / 8 sorties



**Figure II.3: Module d' E/S (FBM) [10].**

### II.6.2. Processeurs de contrôle (traitement algorithmique et séquentiel) (CP) :

Le processeur de contrôle CP assure les fonctions principales suivantes :

- ✓ Communication avec les modules d'E/S et les cartes de conversion (FBM).
- ✓ Communication avec les autres stations du réseau CP, AW et WP.
- ✓ Exécutions des algorithmes de traitements continus.
- ✓ Exécutions des algorithmes de traitements séquentiels.

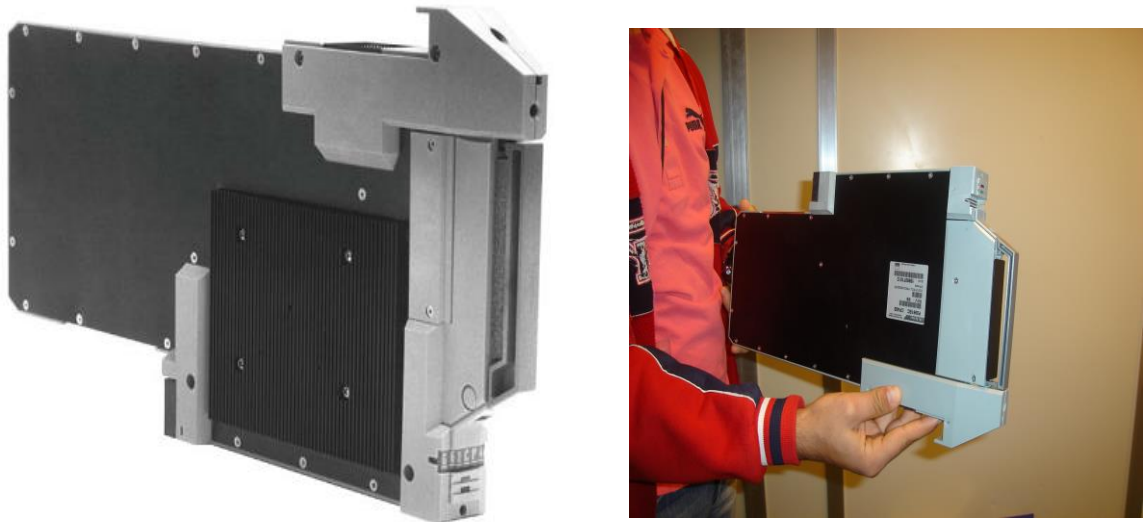
Selon le type de processeur utilisé, il existe plusieurs types de processeurs de contrôle :

- ✓ CP10.
- ✓ CP30.
- ✓ CP40.
- ✓ CP60.

Le type de processeur installé au module de traitements de gaz (MPP4) est le CP40 dont les caractéristiques sont les suivantes :

- ✓ Processeur central 486 / 100 Mhz
- ✓ Processeur de communication système 82596
- ✓ Processeur de communication d'E/S 8344
- ✓ Mémoire vive 4 Mo (2000 blocs mémoires)
- ✓ 0.2 ms par blocs de traitement
- ✓ 51 connexions simultanées avec d'autres stations
- ✓ La version logicielle 4.xx





**Figure II.4 : Vue d'un CP**

### **II.6.3. Processeur de visualisation WP (Workstation processor) :**

Un processeur de visualisation réalise l'interface en temps réel entre l'utilisateur et le système I/A séries par l'intermédiaire d'un modèle d'interface situé dans l'armoire I/A séries et d'une carte de communication situé dans l'ordinateur.

Les fonctions assurées par le WP sont :

- ✓ Conduite du procédé.
- ✓ Surveillance du système.
- ✓ Contrôle statistique de la production.
- ✓ Réinitialisation des consignes locales.

Le type de processeur de visualisation installé au module de traitement de gaz (MPP IV) est de la série W51.



**Figure II.5 : Vue d'une station de travail**

#### **II.6.4. Processeur d'application AP (application processor) :**

Un processeur d'application est utilisé comme une station de configuration

Un processeur d'application assure les fonctions suivantes :

- ✓ Configuration
- ✓ Développement de programmes
- ✓ Gestion de bases de données
- ✓ Exécutions des programmes applicatifs ou utilitaires



**Figure II.6 : Vue d'un AP 51B**



**Figure II.7 : Vue d'un AP51D**

### II.6.5. Processeur double (d'application et de visualisation) (AW51A) :

Ce processeur réunit les fonctionnalités d'un AP et WP, il peut être connecté à un réseau de DCS ou utilisé seul comme processeur de configuration hors ligne, il est particulièrement utile pour les opérations suivantes :

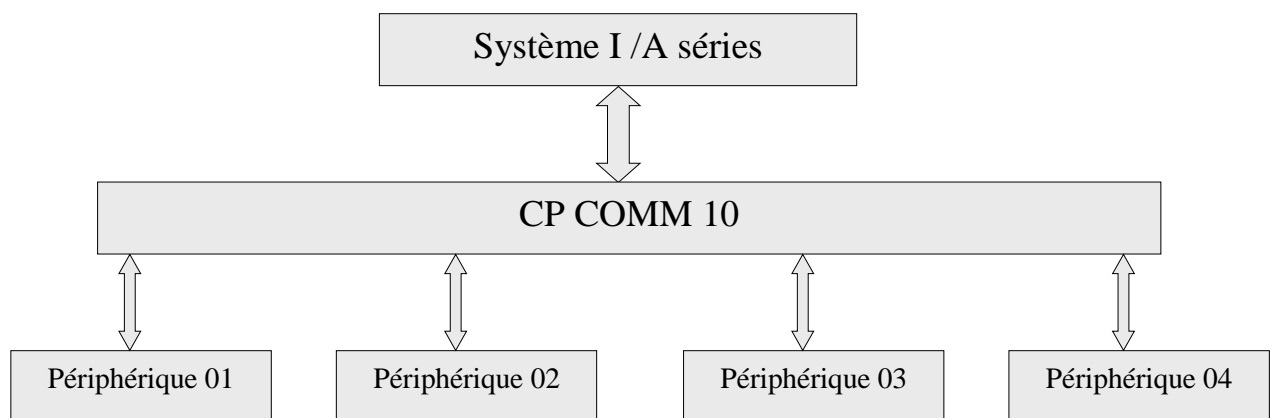
- ✓ Configuration
- ✓ Développement des programmes
- ✓ Surveillance du système et des stations (32 stations maximum)
- ✓ Contrôle statistique de la production
- ✓ Test de mise au point
- ✓ Gestion de base des données
- ✓ Tuteur de station

Les stations non dotées d'un disque dur (CP, WP) doivent être associées à un WP tuteur qui conserve sur l'un de ces disques une image (ensemble de logiciels résidents de chaque station).

### II.6.6. Processeur de communication :

C'est un module qui fournit les fonctions nécessaires aux autres stations du réseau pour communiquer avec des imprimantes (OKIDATA ou HP) ou des terminaux VT100. Qui permettent de se connecter sur un processeur d'application ou du réseau pour obtenir une station de travail sous UNIX.

Un CP COM 10 gère quatre liaisons série RS-232C avec possibilité d'adaptation aux standards RS-449 et RS -485.



**Figure II.8 : Schéma de la communication entre le I / A séries et ces périphériques.**

### II.6.7. Double interface node bus (dual node bus interface DNBI) :

Le DNBI assure l'interfaçage entre le réseau système et les stations.

Les caractéristiques de DNBI sont :

- ✓ Ce bus est redondant. Il est distribué sur tous les connecteurs de chaque fond de panier
- ✓ Il peut être constitué de trois segments.
- ✓ Chaque segment est constitué d'un maximum de six fonds de paniers, avec un maximum de 32 stations par segment
- ✓ Les segments sont raccordés entre eux par une paire d'interface, pour bus de communication éloigné
- ✓ La distance maximum entre deux segments est de 300 m (600 m si la liaison est en fibre optique).
- ✓ La distance maximum entre deux stations utilisant le même bus de communication est de 690 m.
- ✓ Ce bus, d'impédance 50 Ohm, est terminé à ses deux extrémités.
- ✓ Il supporte un maximum de 64 stations



**Figure II.9 : Vue d'un module (dual node bus interface)**

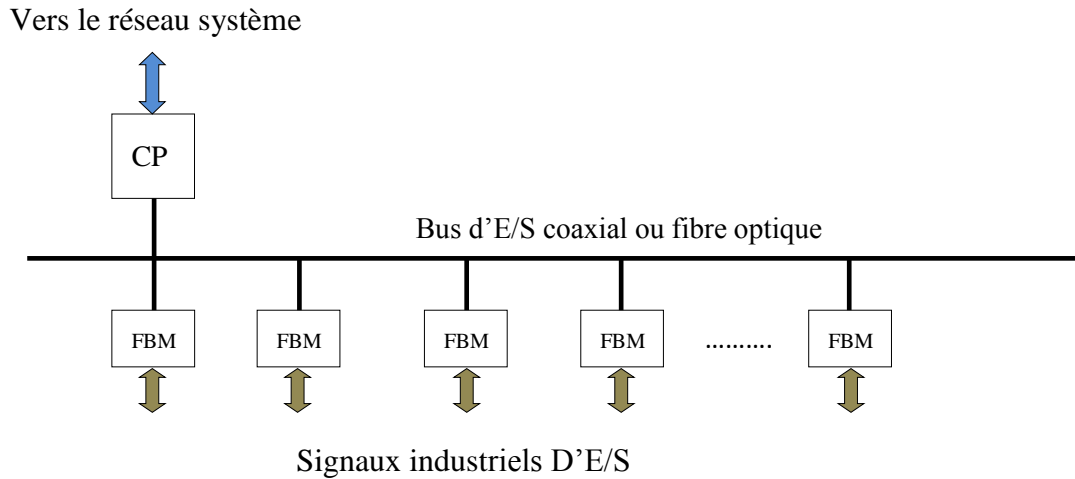
## II.7. ASPECT COMMUNICATION : [3]

Dans le système I/A séries, il existe fondamentalement trois niveaux de communication :

### II.7.1. Réseau d'E/S (field bus) :

Le rôle de ce réseau est d'assurer la liaison de communication entre le processeur CP et les modules d'E/S FBM.

Il permet d'échanger des données avec le procédé sous contrôle.



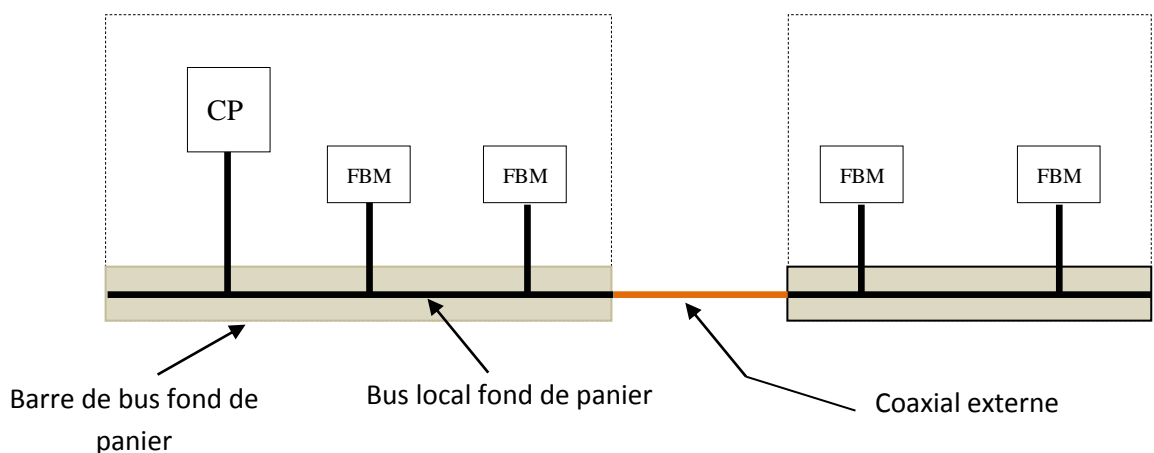
**Figure II.10 : Réseau de communication d'E / S (Fieldbus)**

Les caractéristiques du réseau d'E/S sont :

- ✓ Support physique (câble coaxial ou fibre optique)
- ✓ Trame de message HDLC (High level data link control)
- ✓ Rafraîchissement de la base de données par exception, en fonction d'une valeur de seuil de variation
- ✓ Longueur maximale du bus d'E/S :
- ✚ CP local :

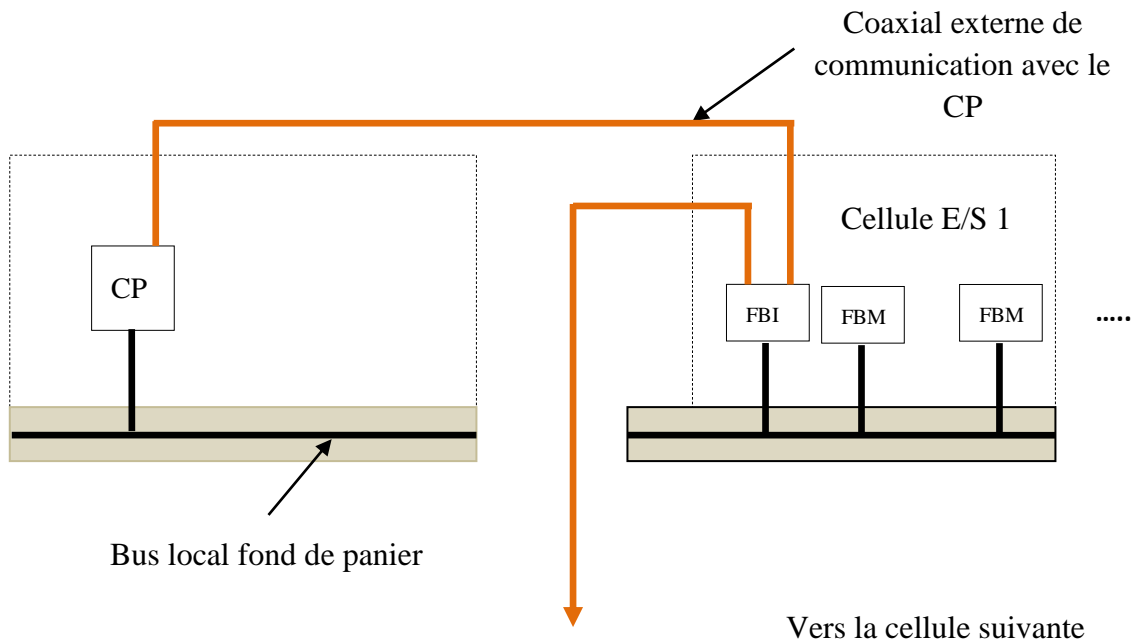
#### II.7.1.1. Les caractéristiques de la configuration de CP local :

- ✓ Câble coaxial : 10m (24 modules FBM)
- ✓ Le CP communique avec les FBM via le bus fond de panier
- ✓ Le CP et les modules FBM sont placés dans une même armoire ou des armoires contiguës



**Figure II.11 : Vue de configuration de CP local (proche des FBM)**

✚ CP éloigné et c'est le cas du (MPP 4) :



**Figure II.12 : Vue de configuration de CP distant (éloigné des FBM)**

#### II.7.1.2. Les caractéristiques de la configuration de CP distant :

- ✓ CP installé dans un châssis éloigné de ceux contenant les modules d'E/S
- ✓ Communication CP/FBM via un support de communication externe
- ✓ 64 modules FBM répartie dans 16 groupes (cellules)
- ✓ 24 modules FBM par cellule d'E/S
- ✓ Un (1) module d'interface FBI par cellule
- ✓ 1800 m au maximum pour un support coaxial (100 ohms)

#### II.7.2. Réseau local (RL) :

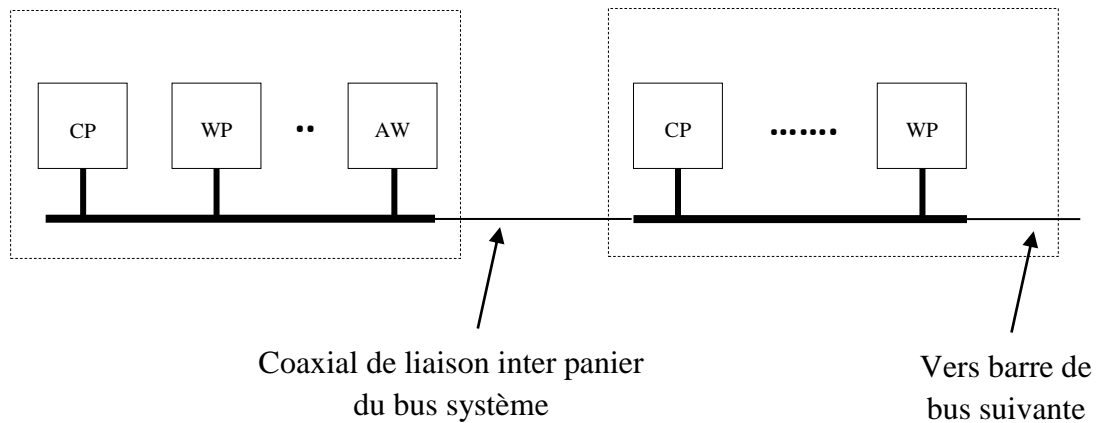
Le réseau local permet d'assurer les communications entre des stations du système I/A séries pas trop éloignées les unes des autres.

Il existe deux types de réseau RL :

##### II.7.2.1. Réseau local RL à segment unique :

Il est utilisable si :

- ✓ Le nombre de station n'excède pas 32
- ✓ Les stations sont proches et le bus de communication n'excède pas 30 m

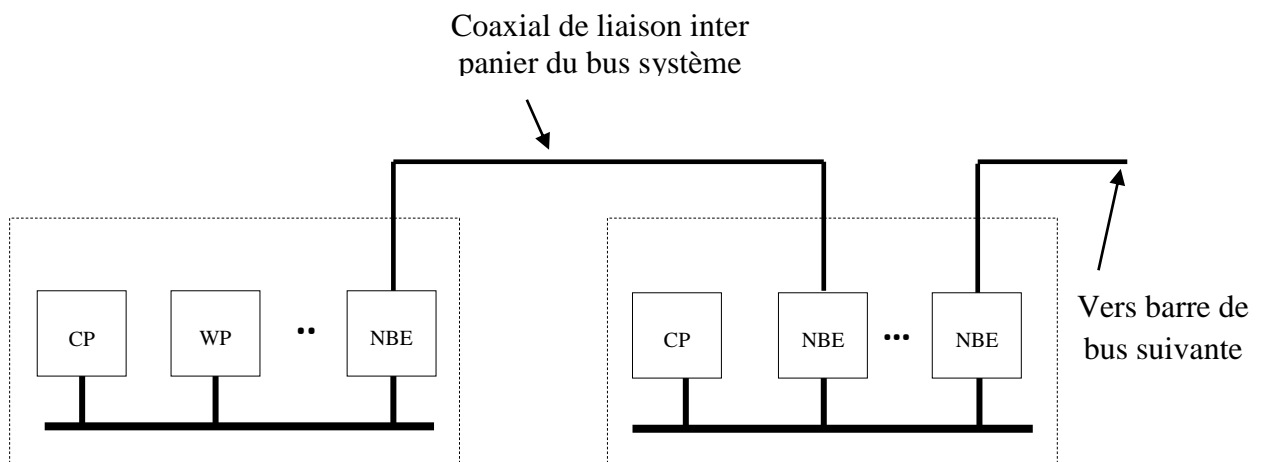


**Figure II.13 : Réseau local à segment unique**

**II.7.2.2. Réseau local RL multi-segment :**

Le réseau local multi segment est nécessaire si :

- ✓ Le nombre de station excédé 32 (64 maxi)
- ✓ Certaines stations sont éloignées de plus de 30 m
- ✓ Interconnexion de réseau mono segment via des modules d'extension NBE
- ✓ Longueur totale du bus limite a 697m



**Figure II.14 : Réseau local multi- segments**

**II.7.2.3. Caractéristiques du réseau local :**

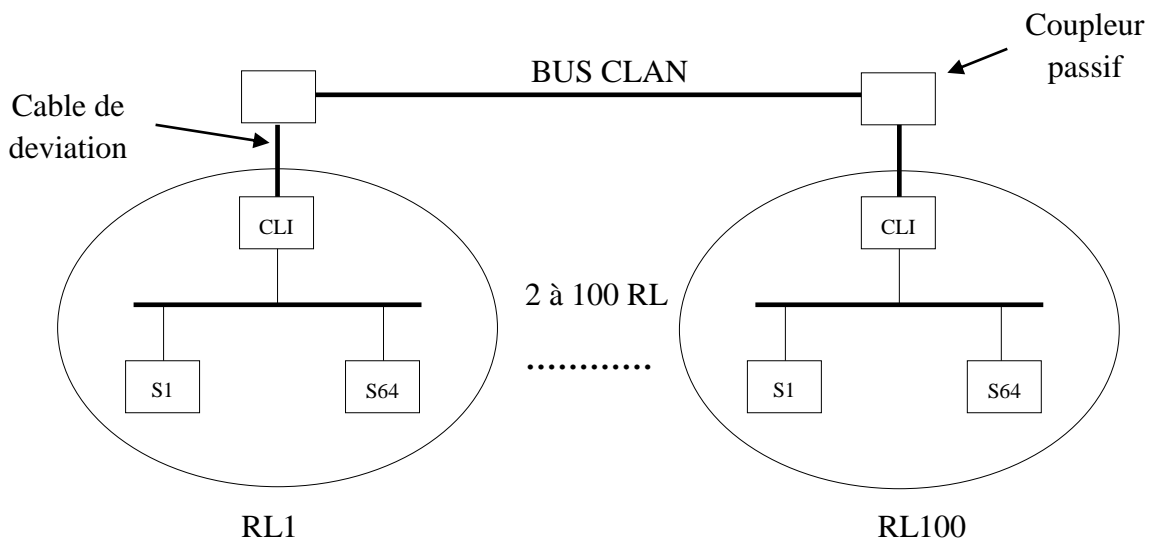
- ✓ Protocole de communication
- ✓ Technique d'accès multiple aléatoire avec détection de collision
- ✓ Les bus et les interfaces de communication des stations sont redondants
- ✓ Les bus et les interfaces de communication des stations sont Redondants
- ✓ le support physique est un câble coaxial
- ✓ L'impédance caractéristique du support physique est 50 ohms
- ✓ le débit d'information sur le réseau est de l'ordre de 10 Mbits/s

**II.7.3. Réseau étendu LAN :**

Il permet à des réseaux locaux RL de communiquer entre eux, il y a deux types :

**II.7.3.1. Réseau à bande porteuse CLAN :**

Réseau de niveau intermédiaire permettant d'établir des communications entre des systèmes résident sur un même site



**Figure II.15 : Réseau local étendu**

**✚ Caractéristiques du réseau CLAN :**

- ✓ Interconnexion de réseaux locaux RL (100 maxi) via des modules interface CLI (carrierband LAN interface)
- ✓ Protocole de communication IEEE 802.4 (bande porteuse)
- ✓ Technique d'accès par jeton (bus en anneau virtuel)
- ✓ 5 Mbit/s



### II.7.3.2. Réseau à large bande BLAN :

C'est un réseau qui permet d'interconnecter des sites distants de plus de 10 km.

#### **Caractéristiques du réseau BLAN :**

- ✓ Technique d'accès par jeton (bus en anneau virtuel)
- ✓ Protocole de communication IEEE 802.4 (large bande)
- ✓ Le débit de l'information est de l'ordre de 5 Mbit/s
- ✓ Le réseau peut supporter jusqu'à 64 segments de réseau CLAN par l'intermédiaire de module d'interface BLI (Broadband LAN)

## II.8. ASPECT SECURETE : [4]

### II.8.1. Redondance des liaisons de communication :

Dans les barres de bus situé au fond des paniers des armoires de montage, il y a deux tronçons de bus d'E/S (A et B), et deux tronçons de bus système (A et B)

Pour conserver la redondance, il faut doubler les câbles d'interconnexion externe des barres de bus

### II.8.2. Repli de sécurité des modules d'E/S :

Pour assurer la sécurité du procédé contrôlé, il est possible d'imposer sur les sorties physiques des modules d'E/S des valeurs de commande prédéfinies réglable lorsque la communication entre les CP et les modules d'E/S, est interrompus :

- ✓ Délai critique de perte de communication
- ✓ Valeur de repli individuel ajustable (0 à 100%)
- ✓ Masquage individuel de repli

### II.8.3. Redondance des unités de disque dur :

Ces fonctions ne sont applicables qu'aux stations SUN Micro systèmes. Les stations SUN peuvent être dotées de 6 unités d'enregistrement (disque dur, bande magnétique et CDROM) compatible SCSI. Il est possible de prévoir un second bus SCSI et d'y connecter jusqu'à 4 unités de disques secondaires pour réaliser la redondance de quatre des disques primaires. Comme dans le cas des AP tolérance de pannes, il faut s'assurer de la conformité des disques durs .c'est un logiciel particulier exécuté par les disques durs primaires et secondaires.

**II.8.4. Stations critiques à tolérance de panne :**

Les stations critiques dans un système, peuvent être prévues par paires à tolérance de pannes avec le même identificateur et sont physiquement placées dans deux emplacements contigus d'un panier de montage.

Le principe de la tolérance de panne est le suivant : Les deux stations sont opérationnelles, elles contiennent exactement les mêmes programmes, les mêmes données et effectuent parallèlement les mêmes traitements. L'une des stations est active et l'autre passive. Lorsqu'un traitement est achevé, les résultats obtenus dans chaque machine sont comparés. Si les résultats sont identiques, l'information est transmise à son destinataire via le réseau par la station active. Si ce n'est pas le cas, un programme de test est exécuté par chaque station de façon à déterminer quelle est la station défaillante. La station défaillante se déconnecte automatiquement du réseau et l'autre station devient opérationnelle (passive) et l'autre station reste opérationnelle (active).

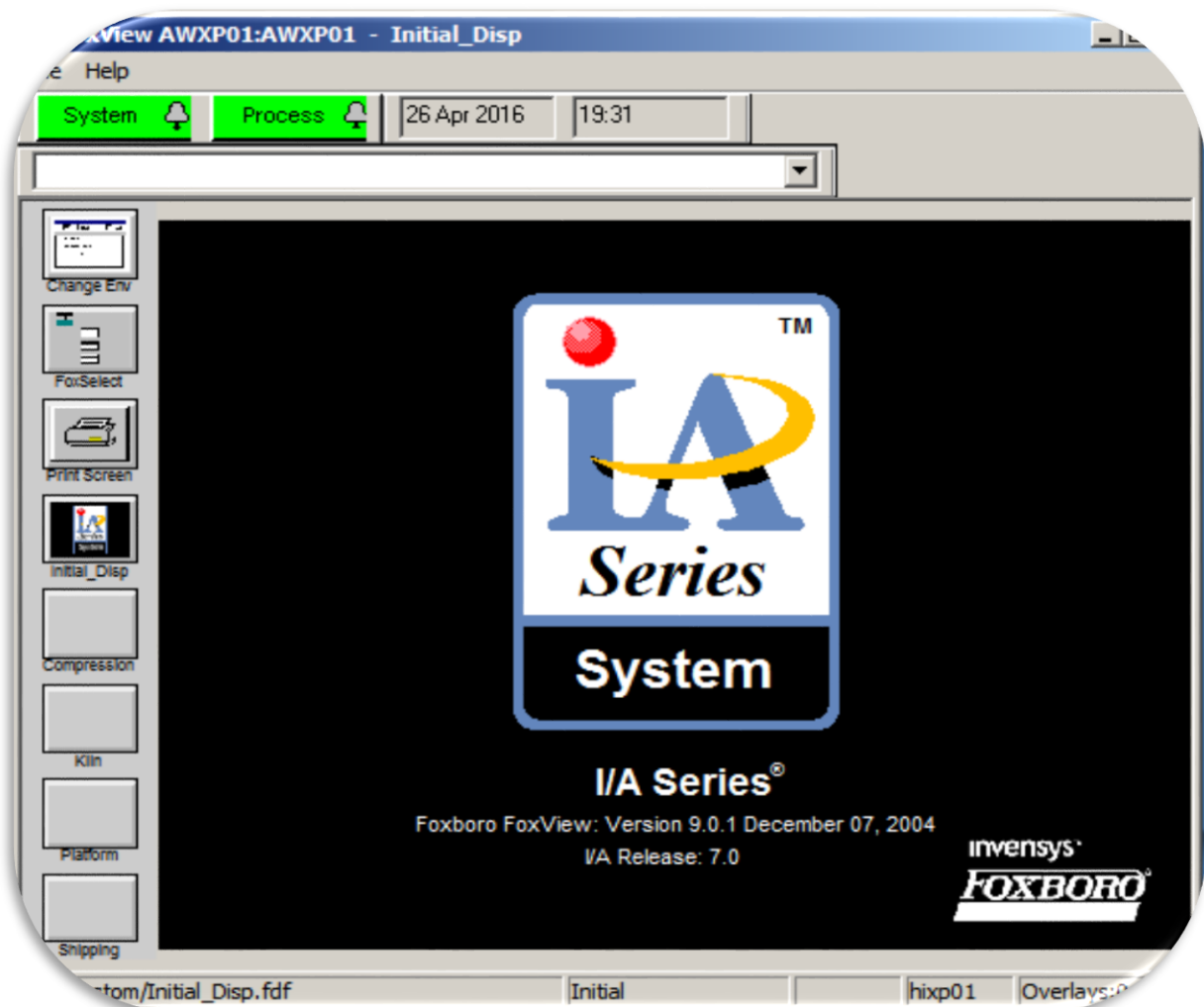
**II.9. CONCLUSION :**

Dans ce chapitre on a présenté une description matérielle générale sur le système de contrôle distribué DCS actuellement installé à Hassi R'mel et ses applications qui jouent un rôle très important dans la conduite de l'industrie en générale et l'industrie pétrolière en particulier.

Ce système numérique de contrôle est très connu à l'échelle internationale car il est standardisé dans leurs concepts, leurs fonctions et même leurs présentations physiques, il est enrichi des progrès technologiques des microprocesseurs, des acquis en matière d'architecture de système, il a profité du développement des structures de communications et celui de la micro informatique, et logicielle. C'est ce que nous allons aborder dans le prochain chapitre.

# CHAPITRE III

## Description et Programmation du logiciel IA séries de FOXBORO



### **III.1. INTRODUCTION :**

Dans ce chapitre je vous représentez les différent logiciel du système DCS type I/A séries de FOXBORO. Qui sont des logiciels incluant aux outils de maintenance et de développement du système.

Parmi ces logiciels, ce sont le système de définition des différentes stations, le système de configuration des blocs algorithmiques (ICC de FOXBORO), le constructeur des synoptiques (FOXDRAW de FOXBORO), ...etc.

Et pour cette raison j'ai dévissé ce chapitre en Cinqe partie.

#### **III.A. PREMIERE PARTIE : *Description du logiciel Système définition***

Dans cette première partie constituant le chapitre description software du système I/A séries nous aborderons le logiciel « System Définition » qui permettra, à partir d'une configuration, de produire la disquette « **Commit** », afin de pouvoir installer le système I/A séries.

##### **III.A.1. QU'EST-CE QUE SYSTEM DEFINITION : [5]**

Le logiciel « system définition » est un configurateur qui permettra de définir :

- ✓ Les composants du système ;
- ✓ Les logiciels nécessaires à chaque composant ;
- ✓ Le code d'identification de chaque composant ;
- ✓ Les différents paramètres indispensables au bon fonctionnement du système, une fois installe

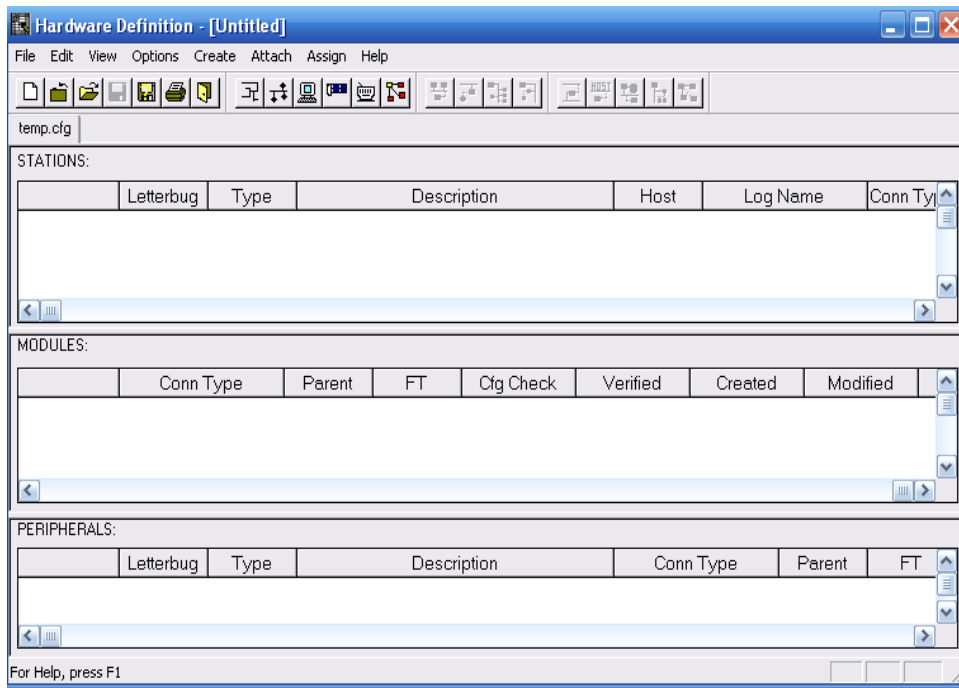
##### **III.A.2. CONFIGURER SOUS SYSTEM DEFINITION : [5]**

Il est possible de créer et gérer des projets sous « System Définition ». Lors de la création d'un projet, on peut bénéficier de l'aide de l'assistant de projet.

###### **III.A.2.1. Création et gestion de projets :**

L'assistant de projet s'ouvre automatiquement lorsqu'on sélectionne :

"Start/Programs/System Définition/hardware Définition" et la vue que montre la figure (III.1) apparaît :

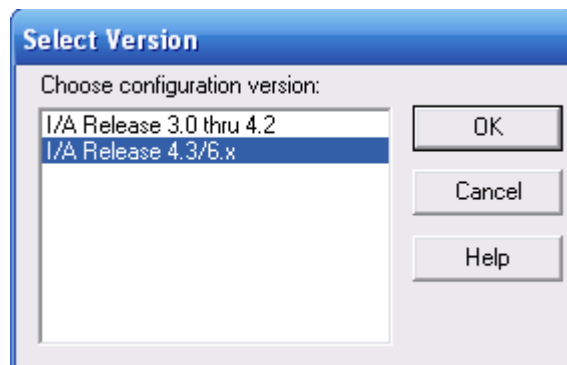


**Figure.III.1 : Vue « Hardware Définition ».**

### III.A.2.2. Sélection du niveau de révision :

Pour accéder à la fenêtre qui permet la sélection du niveau de révision du logiciel I/A séries qui va être installé, on procède de la façon suivante :

On sélectionne « file » et on sélectionne « new » dans le menu proposé : la vue que montre la figure (III.2) apparaît :



**Figure.III.2 : Liste des niveaux de révision.**

### III.A.2.3. Création des stations :

Pour créer les stations qui font partie de la configuration, à partir de la vue « Hardware Définition », on procède de la façon suivante :

On sélectionne « create » et ensuite on sélectionne dans le menu proposé « station » : la liste des stations configurables apparaît, comme le montre la figure (III.3) :

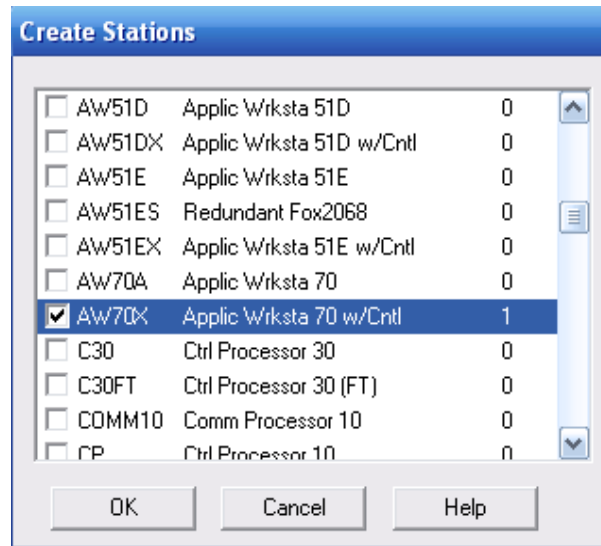
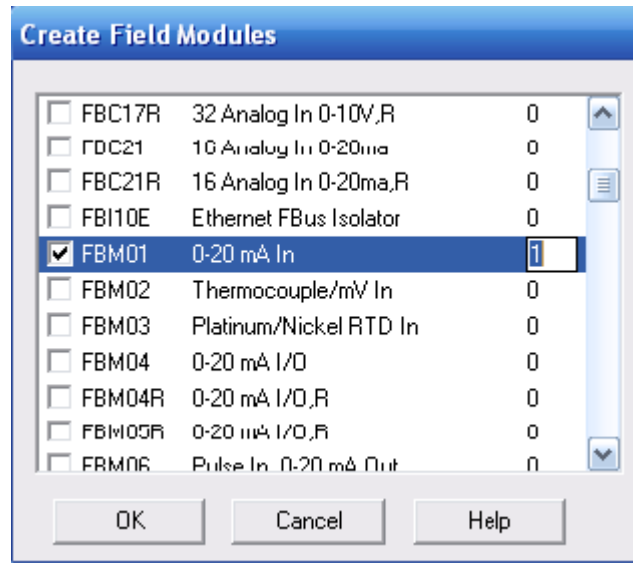


Figure.III.3 : Liste des stations configurables.

### III.A.2.4. Création des Field Modules :

Après la création des stations vient ensuite la création des « Field Modules » qui est basiquement la même que celle qui a servi à la création des stations et dont on procède de la façon suivante :

- A partir de la vue « Hardware Définition » on sélectionne « create », et ensuite « Field Modules » dans le menu propose : la liste des modules configurables apparaît, comme le montre la figure(III.4) :



**Figure.III.4 : La liste des modules configurables.**

La suite des différents pas utilisés pour la configuration d'un système sont décrits par la séquence suivante :

- ✓ Création des périphériques ;
- ✓ Changement des codes d'identification des stations et des FBM ;
- ✓ Connexion des stations et des FBM ;
- ✓ Définition des serveurs ;
- ✓ Définition des logiciels ;
- ✓ Définition des paramètres des logiciels ;
- ✓ Vérification de la configuration ;
- ✓ production de la disquette « commit » ;
- ✓ Sauvegarde de la configuration et la réconciliation de la configuration ;

Dans la prochaine partie nous allons voir un autre utilitaire du système I/A séries qui est Fox view.

### **III.B. DEUXIEME PARTIE : Description du logiciel FOXVIEW**

Après avoir créé une plateforme sous système définition et l'installation de l'I/A séries, dans cette deuxième partie nous décrivons le logiciel **FoxView**.

**FoxView** est un gestionnaire de visualisation exécuté dans une station WP ou AW qui réalise l'interface entre le système I/A Séries et l'utilisateur, via un poste de travail NT ou Solaris.

#### **III.B.1. LES FONCTIONS ASSUREES PAR FOX VIEW : [3]**

Il permet en particulier de réaliser les tâches suivantes :

##### **III.B.1.1. Surveillance et conduite :**

- ✓ Réagir aux alarmes procédées et aux alarmes système.
- ✓ Surveiller l'état opérationnel du réseau et de ses stations.
- ✓ Effectuer des diagnostics en ligne.
- ✓ Collecter et interpréter des données.
- ✓ Modifier les modes (manuel, auto, consigne locale, consigne externe) et les réglages des chaînes d'acquisition et des boucles de commande.
- ✓ Accéder aux vues de détails des blocs de traitement algorithmique pour en vérifier le paramétrage.
- ✓ Visualiser des tendances en temps réel et des historiques.
- ✓ Produire des rapports.

##### **III.B.1.2. Développement :**

- ✓ Accéder aux outils de développement que l'on appelle également utilitaires de configuration ou configureurs.

Pour réaliser les tâches relatives à la conduite il faut utiliser différents types de vues de conduite :

##### **III.B.1.2.1. Vues de conduite standard (inhérentes au système) :**

- ✓ Vues récapitulatives des alarmes du procédé.
- ✓ Vues de management du système.
- ✓ Vues de détails du traitement algorithmique.



**III.B.1.2.2. Vues d'application :**

Les autres vues de conduite plus spécifiques à l'application sont des vues synoptiques interactives.

C'est l'environnement d'exploitation du poste de conduite qui détermine à quelles ressources du système peut accéder un utilisateur et par conséquent quelles sont les tâches qu'il peut réaliser.

**III.B.2. ENVIRONNEMENTS D'EXPLOITATION : [7]**

Dans une application, il existe habituellement un environnement d'exploitation distinct pour chacune des classes d'utilisateurs d'un poste de travail.

Les classes d'utilisateurs communes sont les suivantes :

- ✓ Opérateurs
- ✓ Personnel de maintenance
- ✓ Ingénieurs procédé
- ✓ Ingénieurs de développement (Application)
- ✓ Administrateur(s) du système

Un environnement d'exploitation particulier, l'environnement initial, est automatiquement sélectionné lors du redémarrage d'un poste de travail. Cet environnement ne permet en général d'accéder à aucune ressource du système excepté la fonction de sélection d'un autre environnement plus ouvert dont l'accès est en principe protégé par un mot de passe. Très souvent, on lui substitue un environnement opérateur.

**III.B.2.1. Changement d'environnement d'exploitation : [4]**

Dans le cadre du développement d'une application, l'utilisateur peut modifier ou supprimer ces environnements standards et même en créer de nouveaux. Il est habituel de concevoir un environnement d'exploitation différent pour chaque classe d'utilisateur d'un poste de travail.

Les environnements de travail choisis à Hasse R'MEL figurent sur la figure ci-dessous :

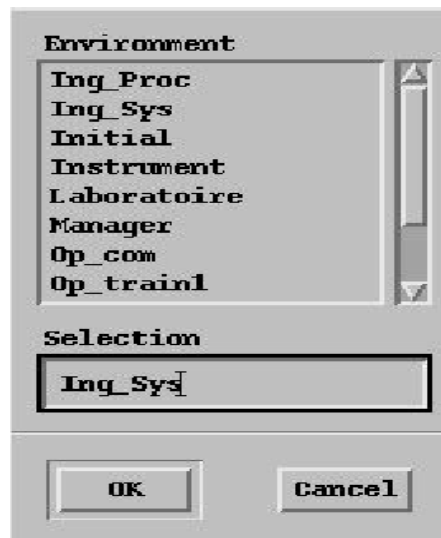


Figure.III.5 : Environnements de travail choisis.

Pour faire changer un environnement désiré en procède à l'étape suivante :

- On Sélectionne le menu **File**
- puis un click sur **Change\_Environment** ou une combinaison de **CTL/E**. La fenêtre de sélection des environnements apparaît sur l'écran.

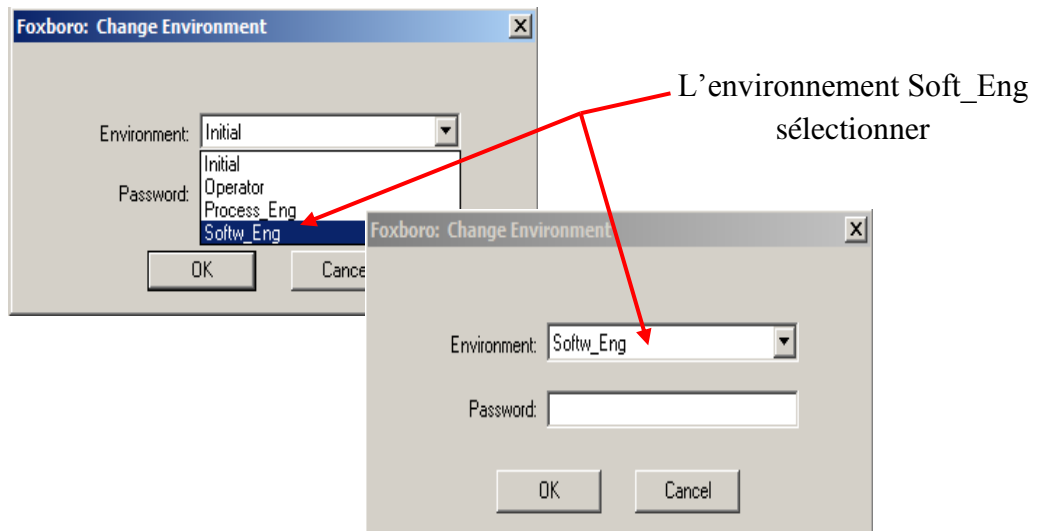


Figure.III.6 : Soft\_Eng est l'environnement de travail choisi.

### III.B.3. COMPOSITION DE LA FENETRE FOXVIEW :

La fenêtre Fox View est composée des éléments suivants :

- ✓ Barre de menu supérieure
- ✓ Barre système
- ✓ Barre de menu latérale
- ✓ Barre d'état
- ✓ Zone centrale d'affichage

#### III.B.3.1. Composition de la barre système :

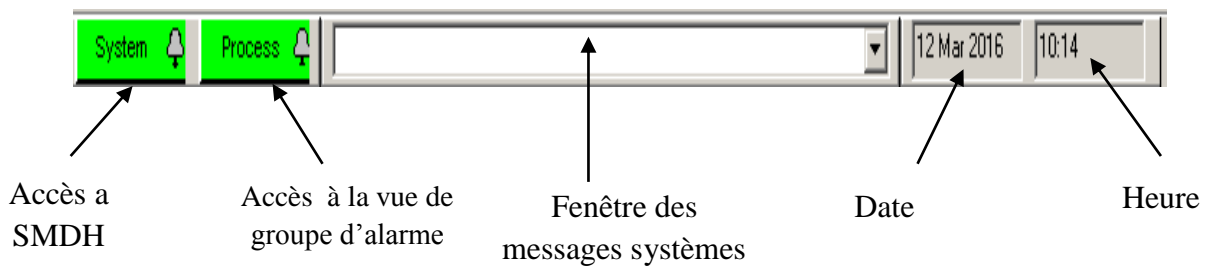


Figure.III.7 : Vue de la barre système.

### III.B.4. LA VUE RECAPITULATIVE DES ALARMES DU PROCEDE :

Le bouton Process permet d'accéder aux vues récapitulatives des alarmes du procédé.

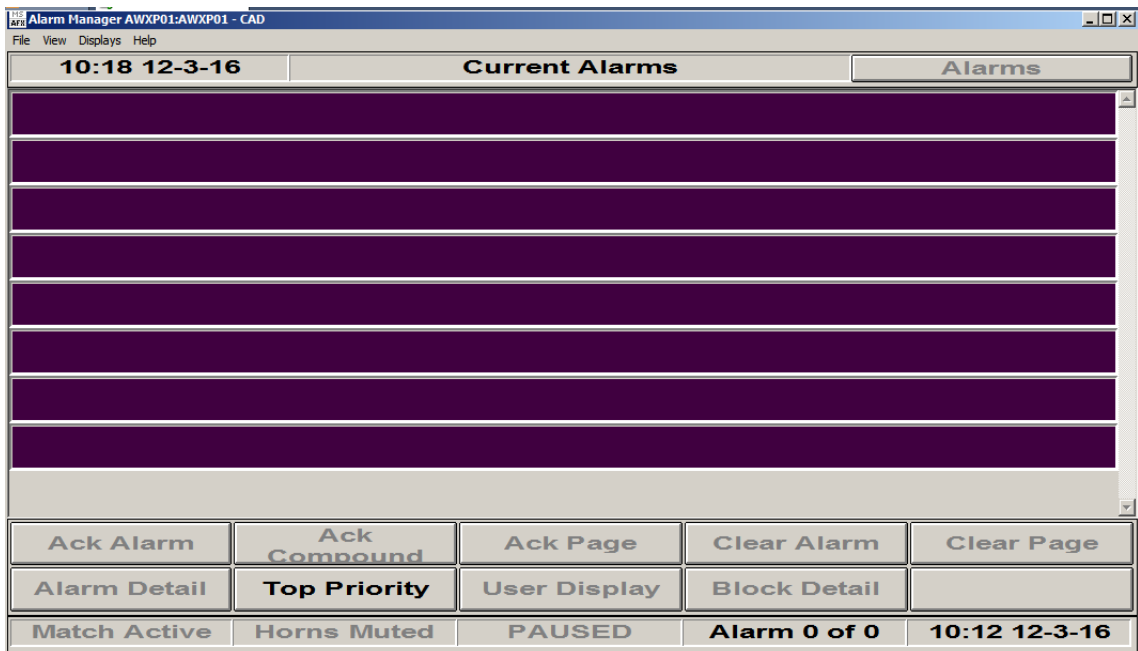


Figure.III.8 : Vue récapitulative des alarmes du procédé.

### III.B.5. LA VUE DE SMDH (SYSTEM MANAGEMENT DISPLAY HANDLER) :

Le bouton **System** permet d'accéder aux vues de management du système. Ces vues fournissent des informations détaillées sur l'état des stations et des autres éléments du réseau.

Elles sont consultables à partir de n'importe quel poste de travail mais ne sont interactives que pour certains postes prédéfinis.



**Figure.III.9 : Vue de système management.**

Ces vues permettent d'accéder aux différents domaines de surveillance des AP ou AW et de sélectionner n'importe quelle station ou n'importe quel périphérique pour obtenir des informations d'état, et ce à partir de n'importe quel station de travail.

Sur les vues de management, la couleur d'apparition des noms des éléments indiquent l'état opérationnel de l'élément.

**Blanc:** Élément totalement opérationnel.

**Rouge:** Élément défaillant.

**Jaune:** Défaillance d'un périphérique de la station (un FBM pour un CP par exemple).

Si une information d'alarme n'a pas été acquittée, un astérisque est visible à droite du nom de la station.

Sur cette vue, si la station a été déclaré interactive, il est possible d'agir sur l'équipement :

- ✓ Acquiescement des alarmes système.
- ✓ Redémarrage des stations et des modules.
- ✓ Mise hors et en service des imprimantes et des liaisons de communication.
- ✓ Suppression/production des messages.
- ✓ Remise à zéro des compteurs d'erreurs de communication.
- ✓ Exécution des diagnostics.

Dans les prochaines parties nous allons décrire les autres utilitaires du système I/A séries, qui sont accessibles à partir du menu de Fox View, tels que l'utilitaire Fox Draw que nous allons décrire dans la partie suivante.

### III.C. TROISIEME PARTIE : Description du logiciel FOXDRAW

Dans cette partie Nous allons décrire l'utilitaire Fox Draw et les éléments fondamentaux de construction d'une partie statique d'un synoptique (vue de base et vues secondaires) et les éléments dynamiques (animation et interaction) par configuration sous FOXDROW.

Donc le travail sous FoxDraw est devisé en deux parties, phase de construction et phase de configuration

#### III.C.1.PARTIE CONSTRUCTION :

La chronologie des étapes de construction d'une vue de groupe est habituellement la suivante :

- ✓ Activation de l'utilitaire de construction FoxDraw
- ✓ Demande de création d'une nouvelle vue ou chargement d'une vue existante pour Modification
- ✓ Construction d'un nouveau synoptique (canalisations, vannes, .....)
- ✓ Mise en place des textes d'alarmes
- ✓ Construction des champs d'affichage des données
- ✓ Importation des médaillons de blocs de traitement algorithmique
- ✓ Importation des réseaux de courbes....etc.

##### III.C.1.1.Activation de l'utilitaire de construction Fox Draw : [9]

Visualiser le menu **Config** et sélectionner l'utilitaire FoxDraw. La vue initiale de l'utilitaire de construction apparaît sur l'écran.

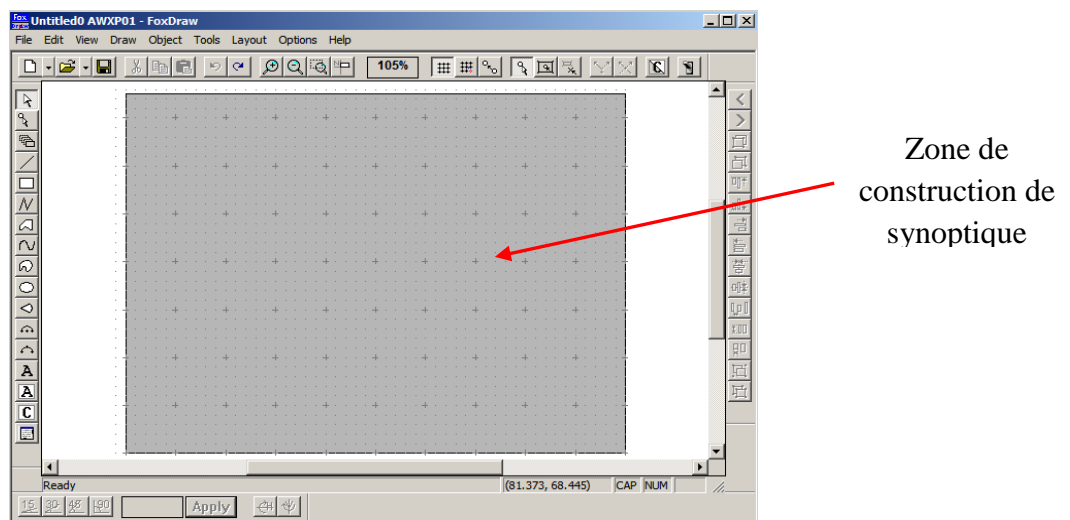
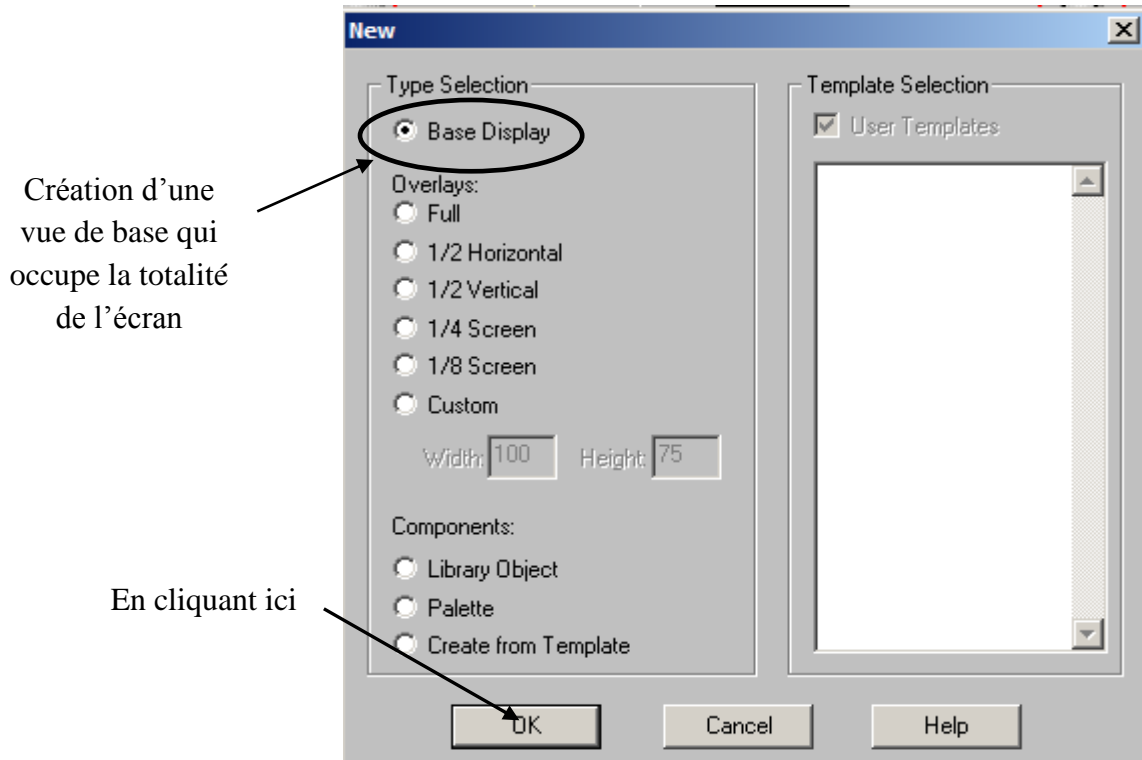


Figure. III.10 : Vue initiale de l'utilitaire de Fox Draw.

### III.C.1.2. Le choix de type de construction :

Faire apparaître le menu **File** puis sélectionner la ligne **New**. La vue de création d'une Nouvelle vue apparaît sur l'écran.



**Figure. III.11 : Vue de Création d'une nouvelle vue de groupe.**

<b>Base display</b>	Construction d'une vue de base qui occupe la totalité de l'écran.
<b>Overlays</b>	Construction de vues secondaires de taille, qui peuvent apparaître en surimpression sur la vue de base.
<b>Components</b>	Construction d'objets graphiques réutilisables.
<b>Create from template</b>	Construction d'une vue à partir d'un modèle fourni par Foxboro.
<b>User Template</b>	Affichage de la liste des vues existantes.

### III.C.2.PARTIE CONFIGURATION : [8]

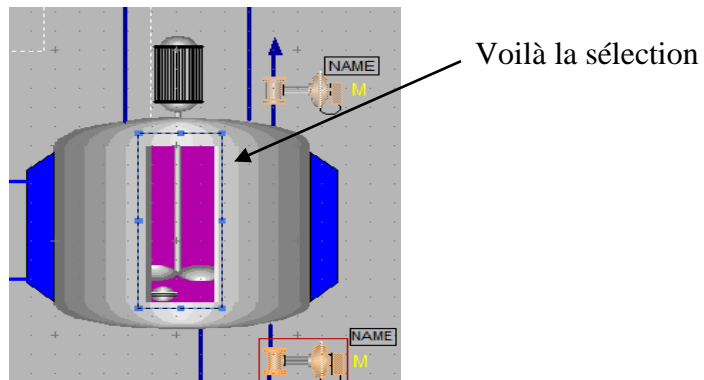
Dans cette partie les éléments fondamentaux d'animation et d'interaction (phase de configuration) sont décrits, ils permettent d'obtenir une vue dynamique interactive en liaison avec les paramètres du traitement algorithmique.

#### III.C.2.1. Accès à la vue initiale de configuration des objets :

Pour cette partie de configuration nous prenons en exemple la connexion des attributs de remplissage.

-Niveau du bac :

1- On sélectionne le rectangle interne du bac comme le montre la vue suivante :

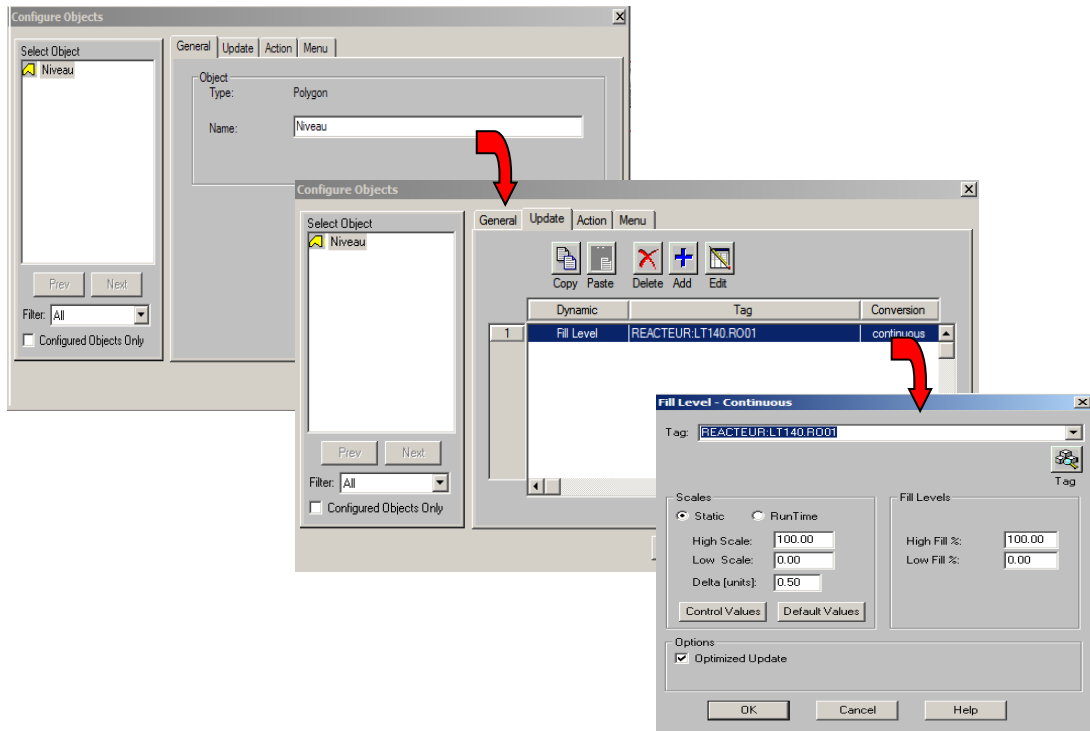


**Figure. III.12 : Vue de réacteur en phase de construction.**

Les étapes suivantes sont :

- 2- Faire apparaître le menu **Object** puis sélectionner la fonction **configure Object**.
- 3- Cliquer le bouton **General** et spécifier le texte : Niveau
- 4- Cliquer le bouton passive puis le bouton add. La fenêtre d'ajout d'une action dynamique apparaît sur l'écran.
- 5- Cliquer les champs Fill level et continuous puis le champ OK. La fenêtre de dialogue apparaît





**Figure. III.13 : Vue des étapes précédemment citées.**

6- Spécifier les éléments suivants :

Patch Name : REACTEUR:LT140.R001

Delta : 0.05

High Scale: 10.0

Low Scale: 0.0

High Fill %: 100.0

Low Fill %: 0.0

Dans la prochaine partie nous allons voir une autre utilitaire du système I/A séries qui permet de concevoir et modifier les bases de données du traitement algorithmique (ICC), et qui est essentiellement constitué de deux programmes. Comme nous allons voir dans la partie suivante.

### **III.D. QUATRIEME PARTIE : Description du logiciel ICC**

Dans cette partie Nous allons décrire l'utilitaire de configuration des schémas, (également appelés Compound) et des blocs d'algorithmique qui sont essentiellement constitués de deux programmes distincts travaillant en coopération :

- ✓ Le programme CSA (Compound Summary Access) d'accès aux schémas et aux blocs.
- ✓ Le programme ICC (Integrated Control Configurator) de construction des schémas et des blocs.

Avant d'entamer l'Activation de l'utilitaire de configuration des schémas, nous commençons par définir le programme CSA ainsi que le programme ICC.

#### **III.D.1.DEFINITION DU PROGRAMME CSA : [3]**

Le programme CSA est chargé de rechercher et localiser les schémas et les blocs de traitement algorithmique dans le système et d'en vérifier :

- ✓ Unicité des noms de schéma dans le système.
- ✓ Unicité des noms de bloc dans chaque schéma.

Il n'existe qu'en un seul exemplaire dans tout le système et réside sur l'un des disques d'un AP ou AW désigné lors de l'installation des logiciels.

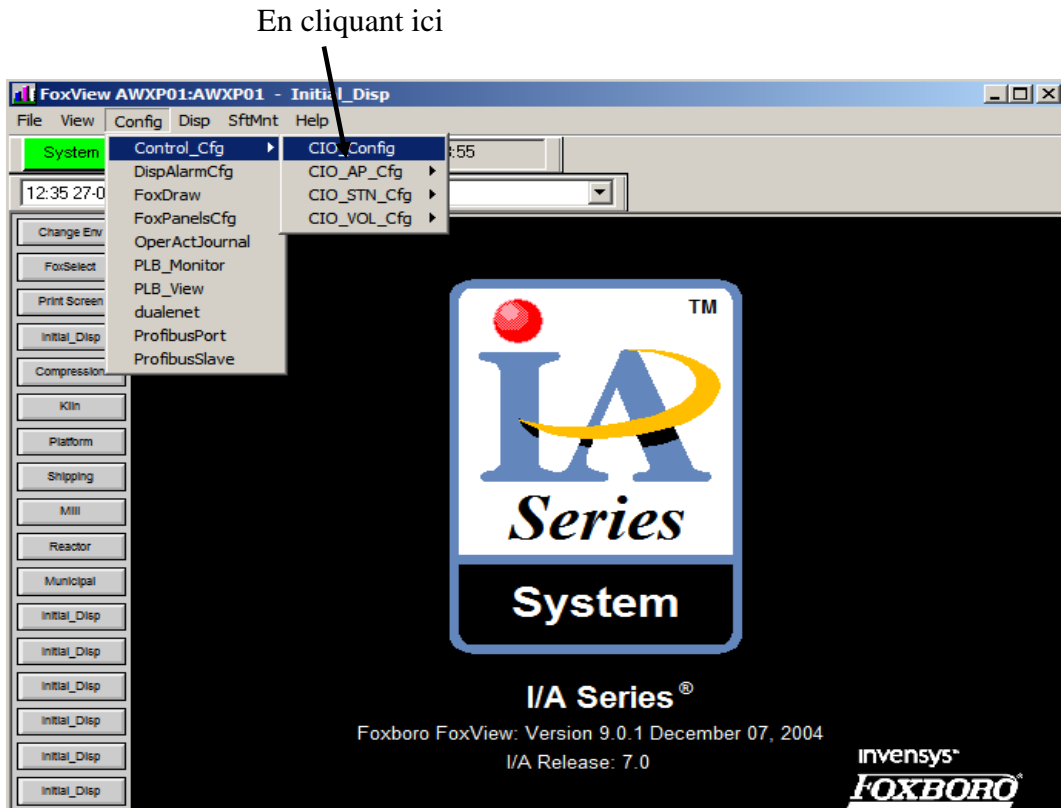
#### **III.D.2.DEFINITION DU PROGRAMME ICC : [6]**

Le programme de construction ICC permet de créer, modifier et détruire des schémas et des blocs de traitement algorithmique dans les zones de construction qui lui sont accessibles. Il peut exister dans plusieurs processeurs AP ou AW du système. Si plusieurs programmes ICC sont actifs simultanément, ils communiquent tous avec le même programme CSA en utilisant le réseau Ethernet.

#### **III.D.3. ACTIVATION DE L'UTILITAIRE DE CONFIGURATION ICC :**

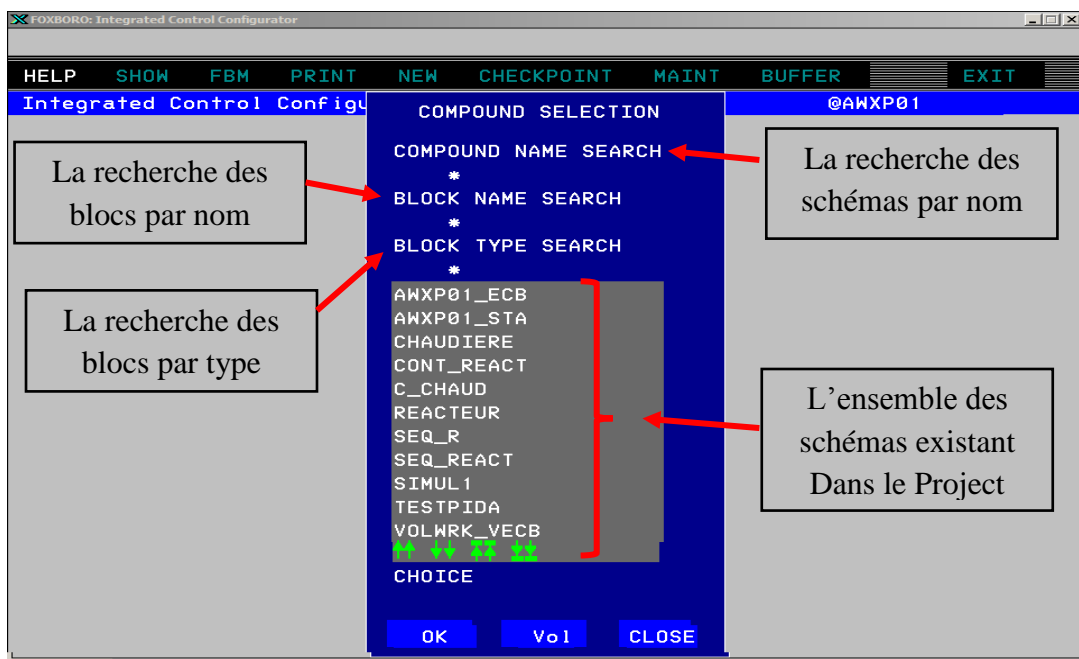
Les utilitaires de configuration ICC et CSA des schémas et des blocs sont accessibles à partir du menu des utilitaires de configuration **Config** habituellement situé dans l'environnement de l'ingénieur procédé ou de l'ingénieur de développement.

Pour cela, il faut cliquer **Config** dans la Barre de menu puis **Control\_Cfg** dans le menu affiché ensuite **CIO\_Config**, comme le montre la fenêtre suivante :



**Figure.III.14 : Vue initiale de I/A séries avec la sélection de ICC.**

En cliquant sur **CIO\_Config** la fenêtre suivante nous permet d'accéder à l'utilitaire **CSA**:



**Figure.III.15 : Vue de l'utilitaire CSA.**

Une fois la zone de travail primaire a été sélectionnée l'utilitaire ICC de construction devient actif sur l'écran.

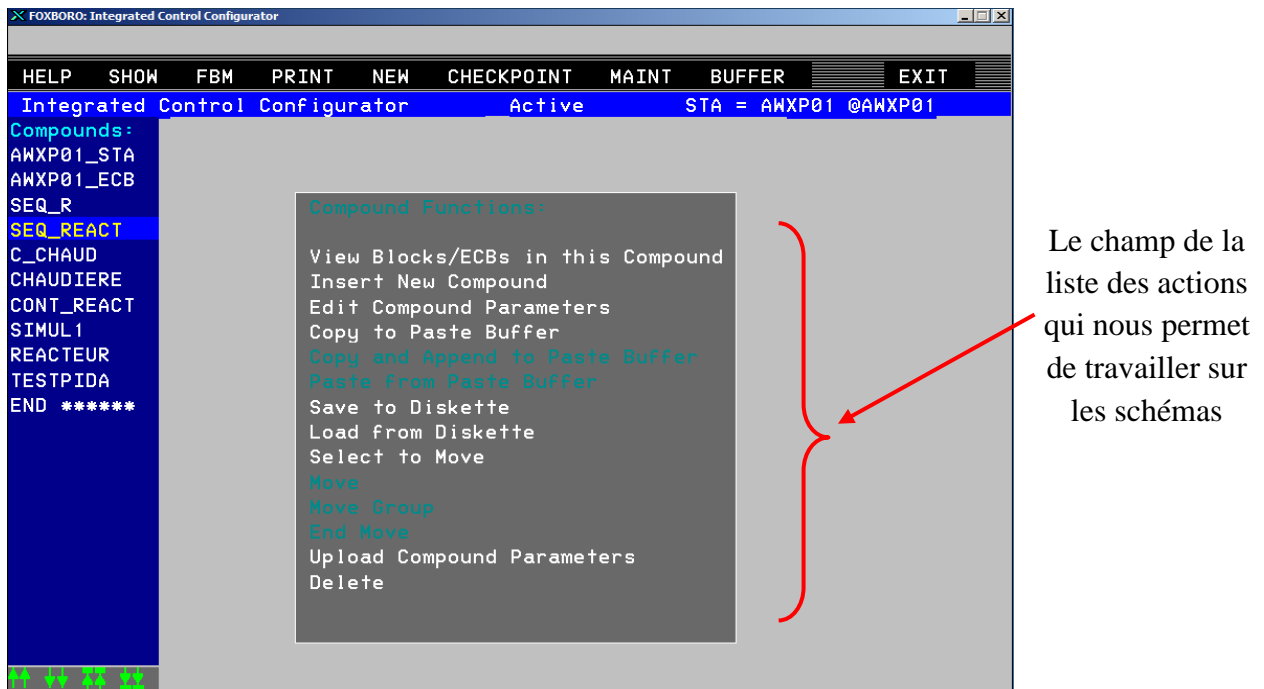


Figure.III.16 : Vue initiale de l'utilitaire ICC.

### III.D.4. CONSTRUCTION DES PROGRAMMES DE TRAÎTEMENT SEQUENTIEL : [3]

#### III.D.4.1. Accès aux fonctions de construction :

Après avoir construit et sélectionner le bloc de traitement séquentiel concerné à l'aide du programme utilitaire de construction des blocs et des schémas, on fait appel à la fonction **Edit Séquence Logic** dans le menu proposé au centre de l'écran. Le menu des fonctions de construction du traitement séquentiel s'affiche.

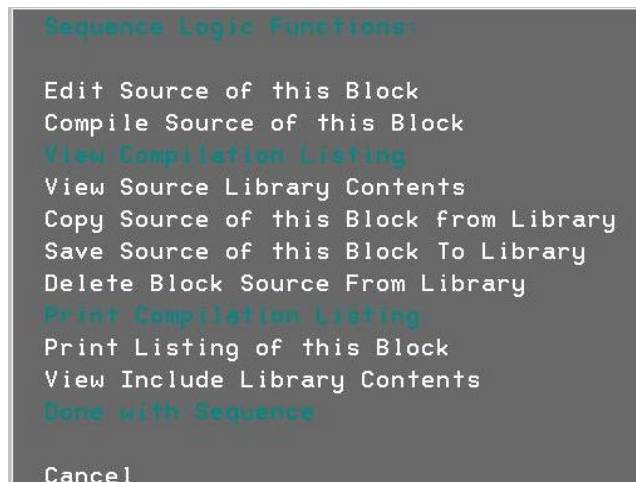


Figure.III.17 : Vue du menu de construction séquentiel.

**III.D.4.2. Définition des fonctions de construction du traitement séquentiel :**

Quelques fonctions de construction des programmes de traitement séquentiel affichées dans le menu central et sur la barre de menu sont décrites brièvement.

**- CANCEL :**

Cette fonction termine l'opération en cours sans effectuer de sauvegarde de la version courante du fichier source et des fichiers secondaires correspondants s'ils existent.

**- COMPILE SOURCE OF THIS BLOCK :**

Cette fonction effectue la compilation du fichier source et produit quatre fichiers secondaires.

En cas de détection d'erreur lors de la phase de compilation le message suivant apparaît :



**Figure.III.18 : Vue du message d'erreur.**

**-VIEW SOURCE LIBRARY CONTENTS :**

Cette fonction permet de faire apparaître la liste des fichiers source HLBL sauvegardés dans la bibliothèque :

/usr/fox/ciocfg/sequenlibrary.

ou

/opt/fox/ciocfg/sequenlibrary.

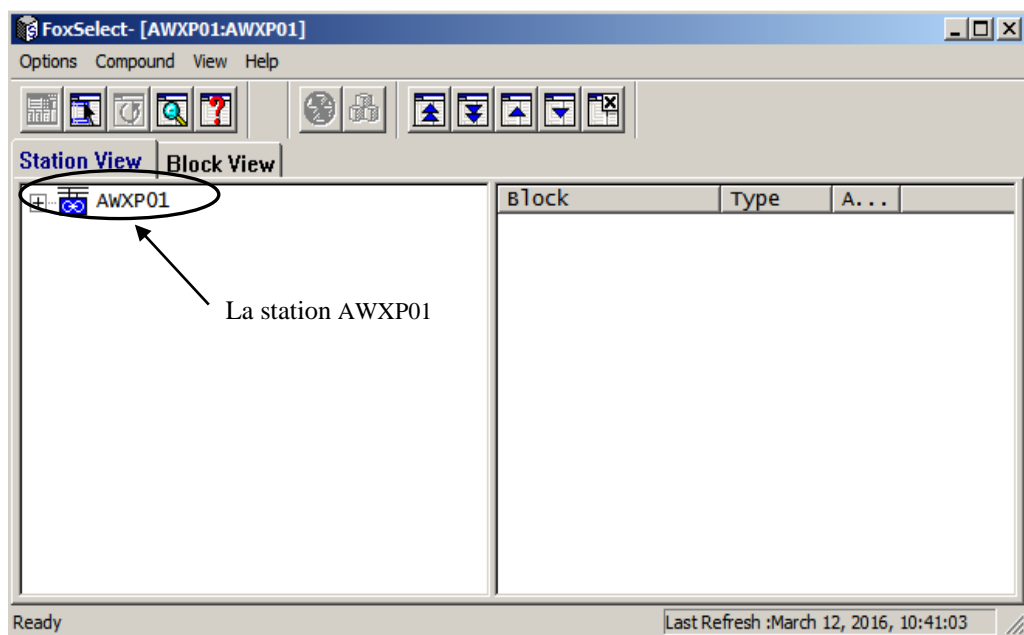
Dans la prochaine partie nous allons voir un autre utilitaire du système I/A séries qui est FoxSelect.

### III.E. CINQUIEME PARTIE : Description du logiciel FOXSELECT

Dans le système I/A Séries, la base de données du traitement algorithmique est organisée suivant la hiérarchie station, schéma puis bloc. Dans cette partie Nous allons décrire Le logiciel Fox Select qui permet d'accéder aux divers éléments de cette hiérarchie, d'en visualiser la composition détaillée et l'état opérationnel, dans un mode interactif.

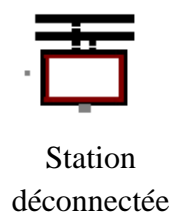
#### III.E.1.DESCRPTION DU FOXSELECT : [3]

Lorsque le programme foxselect.exe est activé, habituellement via le bouton latéral Fox Select, la fenêtre Fox Select apparaît sur l'écran.



**Figure.III.19 : Vue de la fenêtre Fox Select.**

La zone d'affichage contient initialement la liste des stations du réseau. Les stations sont représentées par une icône ayant la signification suivante :



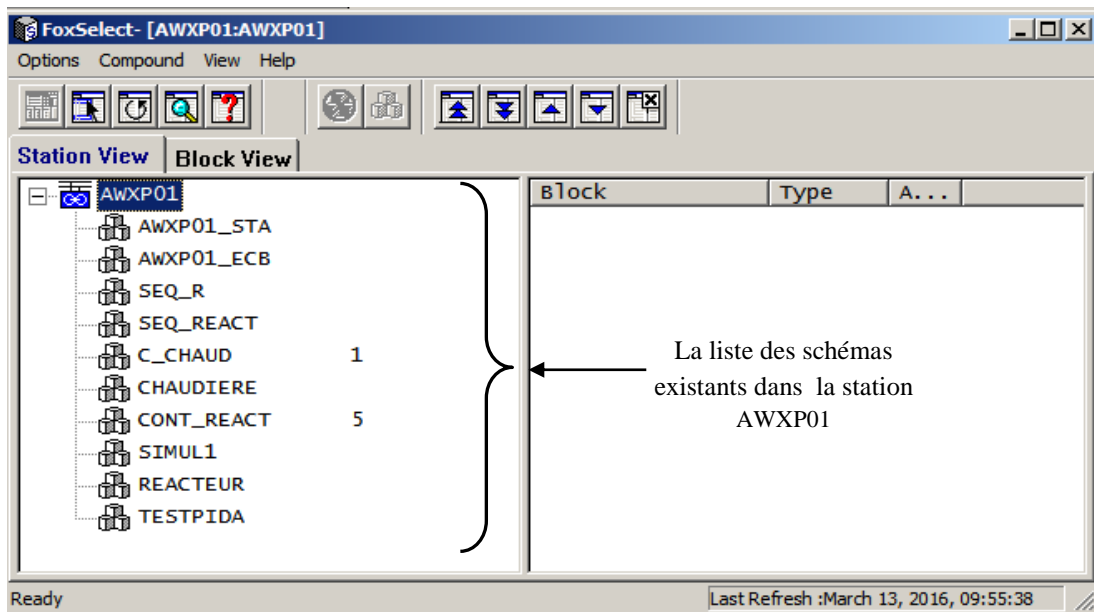
Pour l'affichage des informations en temps réel à la demande en cliquant le bouton Refresh.

### III.E.2. ACCES AUX SCHEMAS D'UNE STATION :

Pour faire apparaître la liste des schémas existants dans une station connectée, il faut utiliser l'une des procédures suivantes :

- ✓ On clique deux fois l'icône de la station ;
- ✓ Ou on clique l'icône ou le nom de la station puis le bouton Show ;
- ✓ Ou on sélectionne la station puis on clique le bouton Expand.

En cliquant sur l'un des boutons précités, la fenêtre suivante apparaît :

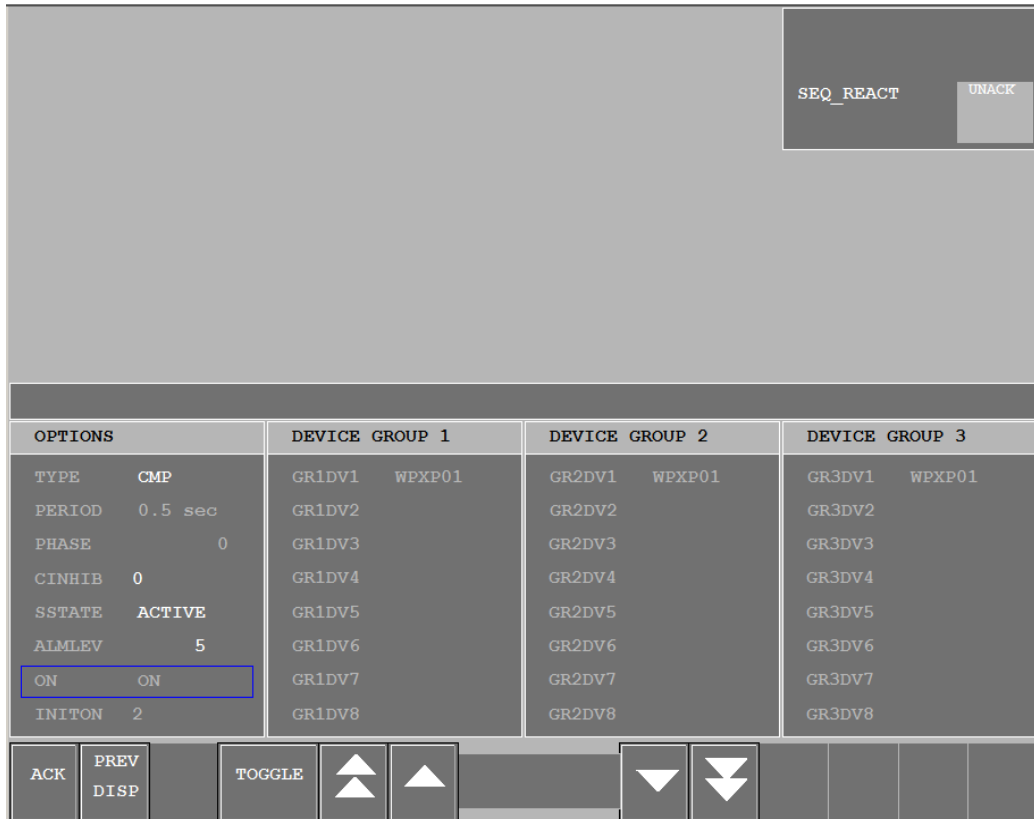


**Figure.III.20 : Vue des schémas d'une station.**

Les schémas présents dans une station sont visualisés sous la forme d'une icône représentant un ensemble de cubes figurants les blocs.

Le nom du schéma est indiqué à droite de l'icône suivi le cas échéant de la criticité d'alarme (1 à 5).

Pour faire apparaître la vue de détail d'un schéma, il faut d'abord sélectionner le schéma puis cliquer sur le bouton Show.



**Figure.III.21 : Vue de détail d'un schéma.**

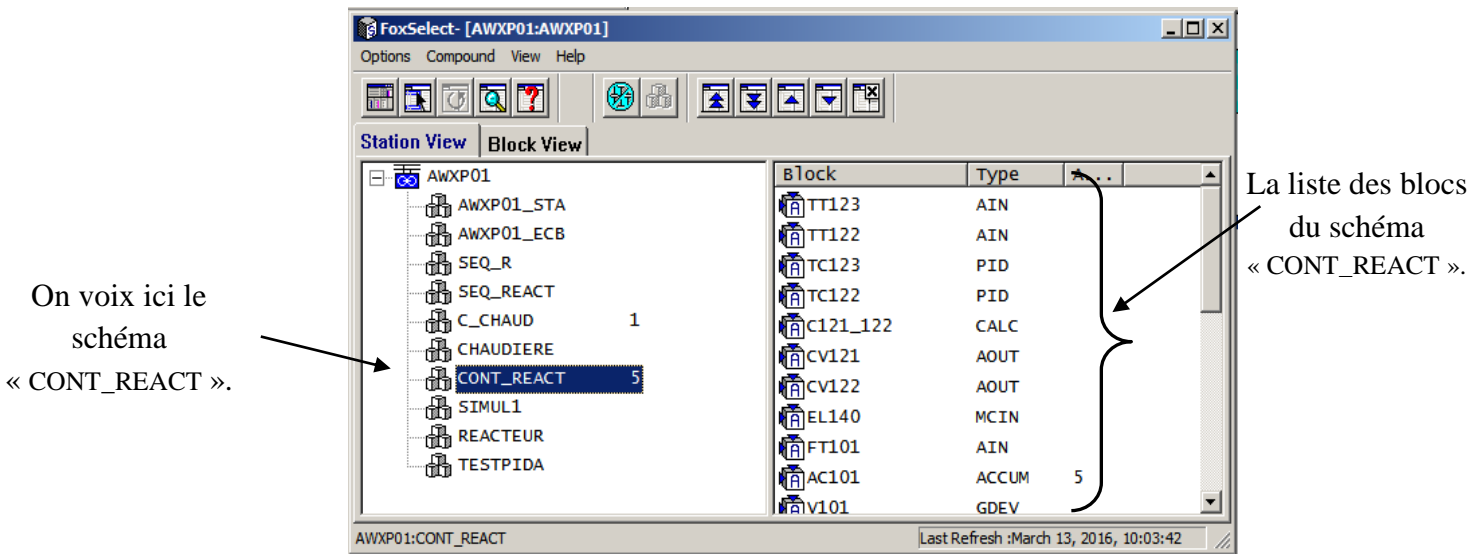
### III.E.3. ACCES AUX BLOCS D'UN SCHEMA :

Pour faire apparaître la liste des blocs d'un schéma, il faut utiliser l'une des procédures suivantes :

- ✓ cliquer le symbole + placé juste à gauche de l'icône du schéma ;
- ✓ cliquer deux fois l'icône ou le nom du schéma ;
- ✓ sélectionner le schéma puis cliqué le bouton Expand.



En cliquant sur l'un des boutons précités, la fenêtre suivante apparaît :



**Figure.III.22 : Vue de la liste des blocs d'un schéma.**

Un bloc est visualisé sous la forme d'une icône représentant un cube dont le contenu a la signification suivante :

**A** : Bloc en automatique

**M** : Bloc en manuel

**U** : Bloc indéfini

**E** : Bloc erroné

**Rien** : Bloc sans mode auto/manu

Pour obtenir la vue de détail d'un bloc, il faut cliquer deux fois le nom du bloc ou sélectionner le bloc puis cliquer le bouton Show.

En cliquant sur l'un des blocs existant la fenêtre suivante apparaît :



Figure.III.23 : Vue de détail d'un bloc.

### **III.2.CONCLUSION :**

Dans la première partie de ce chapitre, nous avons décrit le logiciel Système Définition ainsi que nous avons vu les différentes étapes de configuration et de création d'une plateforme sous ce dernier.

Et dans la deuxième partie, nous avons présenté le gestionnaire de visualisation (FoxView), qui assure l'interface graphique homme-machine au niveau des postes de travail, exécuté par la station WP, et à partir de cette interface graphique l'utilisateur peut faire appel à tout un ensemble de ressources dont l'accès est défini par l'environnement d'exploitation associée à la station de travail. Et par la suite, nous nous sommes intéressés à quelque logiciel accessible à partir de Fox View.

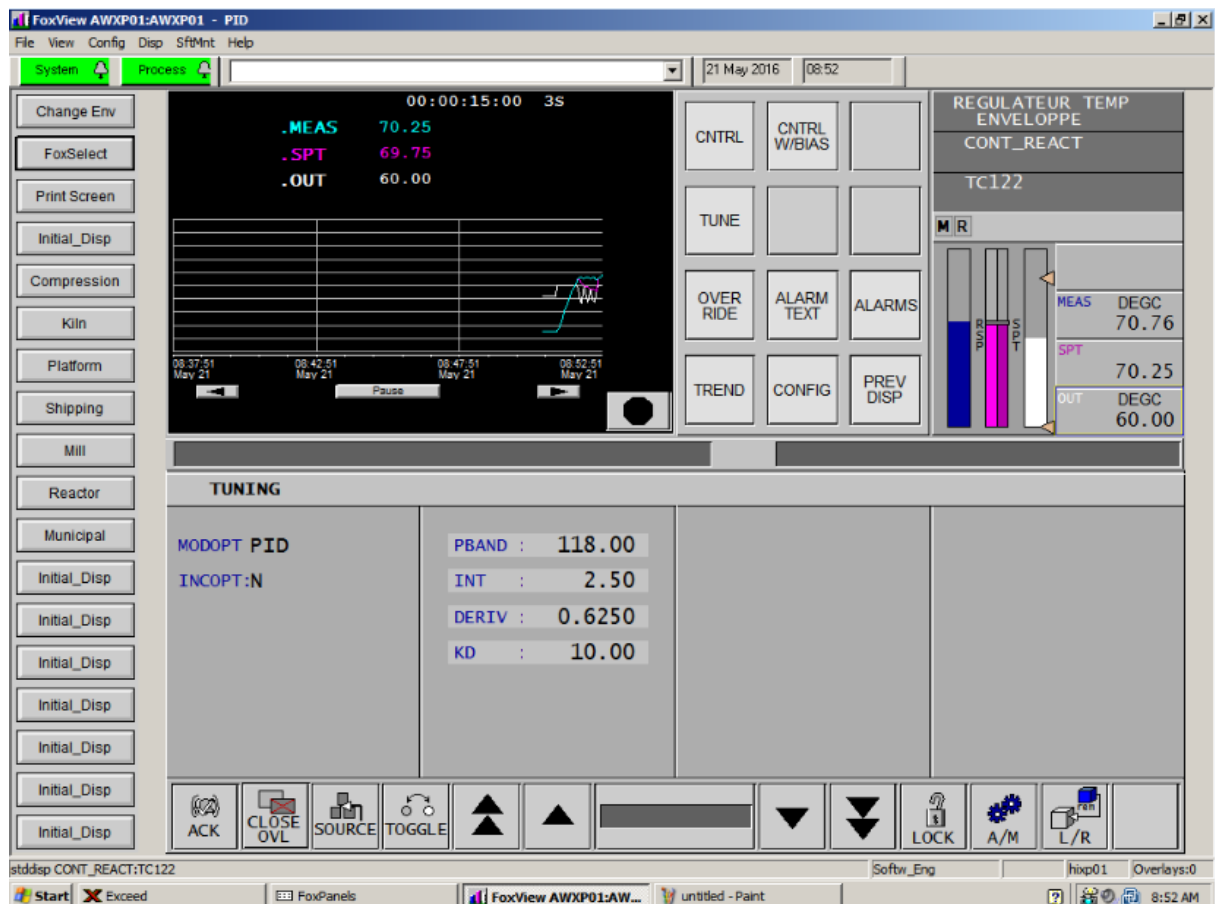
Et au niveau de troisième partie nous avons voulu mettre en évidence l'utilitaire de construction et de maintenance de vue graphique (Fox Draw). Nous avons commencé par les étapes de construction d'une vue de groupe, et nous avons présenté les différentes étapes de création d'un médaillon. Par la suite, nous nous sommes intéressés à la partie de configuration par les éléments fondamentaux d'animation et d'interaction. Le but est d'obtenir une vue dynamique. Nous avons relié cette configuration avec le paramètre du traitement algorithmique.

Puis dans la quatrième partie nous avons décrit l'utilitaire de configuration des schémas ICC et le CSA chargé de localiser les schémas et bloc dans le système. Nous avons présenté quelques notions sur la construction des programmes de traitement séquentiel.

Et dans la cinquième partie nous avons commencé par donner le rôle qu'occupe le logiciel Fox select dans le système I/A séries. Ensuite, nous avons donné une description et quelques notions de base du ce logiciel.

# CHAPITRE IV

## Réalisation et identification de boucle régulation PID dans système DCS



## **IV.1. INTRODUCTION :**

Dans ce chapitre nous vous représentons une description théorique sur la régulation PID ainsi la méthode de Ziegler-Nichols, puis nous avons appliqué cette dernière dans la configuration de la boucle de régulation de température sur un réacteur chimique qui a été réalisé sous la plateforme du système DCS FOXBORO.

Et pour cette raison nous avons divisé ce chapitre en deux parties

### **IV.A. PREMIER PARTIE: *description théorique de régulation PID***

Les régulateurs PID répondent à plus de 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.

En 1942, Ziegler et Nichols ont proposé deux démarches permettant de trouver facilement les paramètres optimaux pour une installation donnée. Au fil des ans, les propositions de Ziegler et Nichols ont été adaptées ou modifiées selon les besoins. **[11]**

#### **IV.A.1. BOUCLES OUVERTE ET BOUCLE FERMÉE :**

##### **IV.A.1.1. Régulation en boucle ouverte :**

Pour une variation manuelle d'amplitude finie de la commande  $u$ , on a une variation de la grandeur à maîtriser ou à réguler.

La régulation en boucle ouverte ne peut être mise en œuvre que si l'on connaît la loi régissant le fonctionnement du processus (autrement dit, il faut connaître la corrélation entre la valeur mesurée et la grandeur réglant).

##### **IV.A.1.2. Régulation en boucle fermée :**

La grandeur réglant exerce une influence sur la grandeur réglée, pour la maintenir dans des limites définies malgré les perturbations.

## IV.A.2. REGULATEUR A ACTION PROPORTIONNEL-INTEGRAL-DERIVEE (PID) : [12]

Le régulateur PID (Proportionnel-Intégral-Dérivée) est la combinaison des trois actions de base P, I et D. Grâce aux termes P et I, ils permettent l'annulation d'une erreur statique tout en autorisant grâce à l'action D des performances de rapidité supérieures à celles d'un régulateur PI

Le régulateur PID est un organe de contrôle permettant d'effectuer une régulation en boucles fermées d'un système industriel. C'est le régulateur le plus utilisé dans l'industrie, et il permet de contrôler un grand nombre de procédés.

### IV.A.2.1. Principe général :

Le PID est une correction dite "série", c'est-à-dire qu'elle agit à la sortie du comparateur, sur l'erreur. L'erreur est la différence entre la consigne et la mesure. Le correcteur PID agit de 3 manières :

- **Action Proportionnelle (P)** : Elle assure la rapidité. L'erreur est multipliée par un gain  $K_p$ . Sur la plupart des régulateurs, on règle la Bande Proportionnelle au lieu de régler le gain du régulateur

$$BP(\%) = \frac{100}{K} \quad (IV.1)$$

- **Action Intégrale (I)** : Elle annule l'erreur statique. L'erreur est intégrée et divisée par un gain  $T_i$ .
- **Action Dérivée (D)** : Elle améliore la stabilité. L'erreur est dérivée et multipliée par un gain  $T_d$ .

### IV.A.2.2. Réglage d'une chaîne de régulation :

#### IV.A.2.2.1. Algorithme PID

L'algorithme PID est généralement donné par la formule suivante :

$$y(t) = y_o + Ke(t) + \frac{K}{T_i} \int e(t)dt + KT_D \frac{de(t)}{dt} \quad (IV.2)$$

Où : -  $y(t)$  étant la sortie du régulateur

$$- e(t) \quad \text{l'erreur représentée par } e(t) = c(t) - m(t). \quad (IV.3)$$

- **C(t)** représentant la consigne du régulateur alors que **m(t)** représente la mesure de la valeur que l'on veut maintenir constante.

- **Y<sub>0</sub>** représente la sortie du régulateur lorsque l'entrée est égale à 0. Cette valeur assure le fonctionnement du système autour du point de fonctionnement.

- **K** représente le gain du régulateur. Il sert à améliorer la sensibilité du système. On l'appelle généralement la Bande proportionnelle. Elle est exprimée en %. On la note BP. On a  $BP = 1/K * 100$

- **T<sub>I</sub>** représente la constante intégrale, elle sert à éliminer l'écart statique. Elle est généralement exprimée en minutes ou en répétitions par minutes. T<sub>I</sub> est généralement considérée comme le temps qu'il faut pour reproduire l'action proportionnelle.

- **T<sub>D</sub>** représente le temps d'action dérivée. Elle est surtout utilisée pour améliorer la stabilité du système. On l'appelle aussi action anticipée. Elle est surtout utilisée dans les systèmes lents (à grande constante de temps), notamment en régulation de température. Elle est généralement exprimée en minutes.

Les trois actions à savoir l'action proportionnelle (K ou BP), l'action intégrale (T<sub>I</sub>), et l'action dérivée (T<sub>D</sub>) sont généralement ajustées de manière à avoir la meilleure réponse possible du système du point de vue précision et stabilité.

**La fonction de transfert d'un régulateur PID est généralement donnée par :**

$$G_r(p) = \frac{Y(p)}{E(p)} = K \left( 1 + \frac{1}{T_I p} + T_D p \right) \quad (\text{IV.4})$$

Afin d'améliorer les performances de l'action dérivée l'algorithme PID est légèrement modifié en utilisant la formule suivante :

$$G_r(p) = K \left( 1 + \frac{1}{T_I p} + \frac{T_D p}{\alpha T_D p + 1} \right) \quad (\text{IV.5})$$

avec  $0.05 \leq \alpha \leq 2$

On peut aussi utiliser la formule réarrangée :

$$G_r(p) = \frac{Y(p)}{E(p)} = K \left[ \frac{(\alpha + 1) T_D p + 1}{\alpha T_D p + 1} + \frac{1}{T_I p} \right] \quad (\text{IV.6})$$

La valeur de  $\alpha$  est donnée par le constructeur

Dans l'industrie, et en pratique l'algorithme généralement utilisé est donné par :

$$G_R(p) = \frac{Y(p)}{E(p)} = K' \left( 1 + \frac{1}{T_I' p} \right) \left( \frac{T_D' p + 1}{\alpha T_D' p + 1} \right) \quad (\text{IV.7})$$

**Relation avec l'algorithme précédent :**

$$K' = K \left( 0.5 + \sqrt{0.25 - \frac{T_D}{T_I}} \right) \quad (\text{IV.8})$$

$$T_I' = T_I \left( 0.5 + \sqrt{0.25 - \frac{T_D}{T_I}} \right) \quad (\text{IV.9})$$

$$T_D' = \frac{T_D}{0.5 + \sqrt{0.25 - \frac{T_D}{T_I}}} \quad (\text{IV.10})$$

### IV.A.3. METHODES INDUSTRIELLES DE SYNTHESE D'UN REGULATEUR PID :

Le problème de synthèse d'un régulateur PID n'est plus alors qu'un problème de réglage des actions proportionnelle, intégrale et dérivée. Comme les méthodes doivent être utilisées en milieu industrielle, elles doivent d'être rapides et simples à mettre en œuvre, tout en étant le plus précises et efficaces. [13]

#### IV.A.3.1. Méthode de Ziegler Nichols :

C'est une méthode empirique qui permet d'ajuster les paramètres d'un régulateur PID. Pour commander un processus à partir des mesures sur sa réponse indicielle.

#### IV.A.3.2. Méthode de Ziegler-Nichols en boucle ouverte :

Pour un échelon  $\Delta P$  appliqué à la vanne, la forme de la réponse du procédé est figurée ci-dessous:

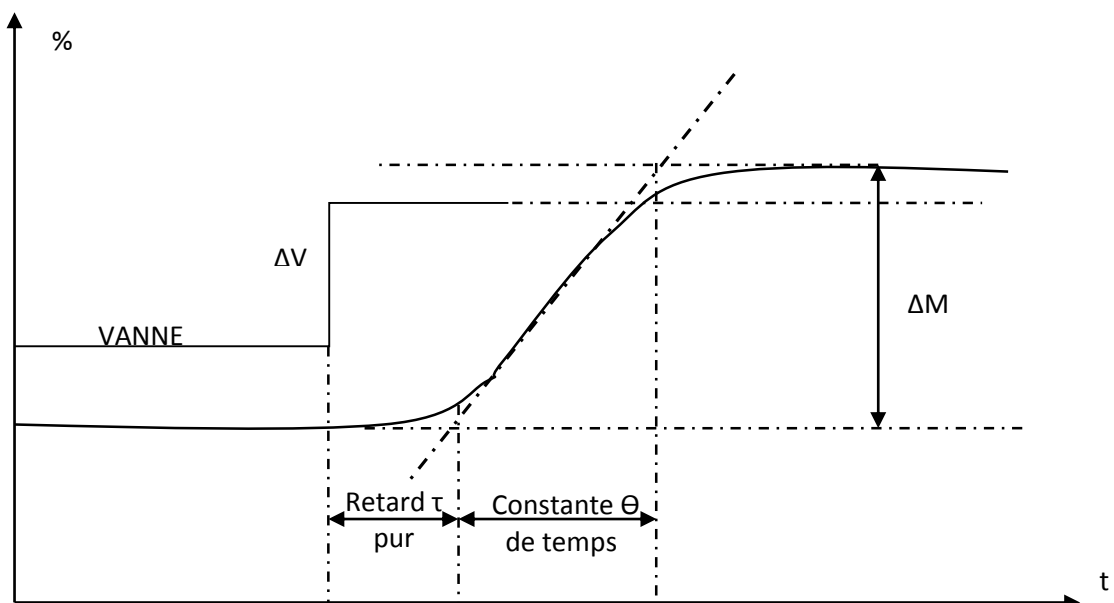


Figure IV.1: Forme de la réponse du procédé



On identifie cette courbe à une fonction du premier ordre :

$$G(p) = \frac{G_s e^{-\tau p}}{1 + \theta p} \quad (\text{IV.11})$$

La réponse permet d'avoir accès :

- au gain statique  $G_s$
- au retard pur ou temps mort  $\tau$
- à la constante de temps  $\theta$

### Calcul des paramètres PID

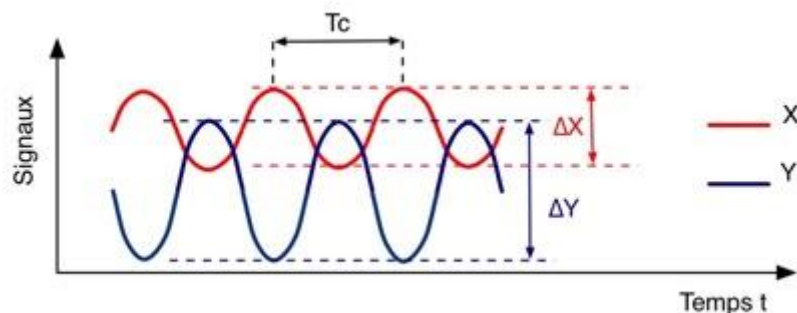
En utilisant les valeurs de  $G_s$ ,  $\tau$ , et  $\theta$ , obtenues en identification, on pourra déterminer les valeurs des paramètres PID de notre régulateur en appliquant les formules empiriques ci-dessous proposées par Ziegler

**Tableau IV.1 : paramètres PID proposés par Ziegler en boucle ouverte**

Régulateur	$K_c$	$T_I$	$T_D$
P I D	$\frac{1.2\theta}{\tau G_s}$	$2\tau$	$0.5\tau$

#### IV.A.3.3. Méthode de Ziegler-Nichols en boucle fermée :

- Le système est en régulation proportionnelle (actions intégrale et dérivée). On diminue la bande proportionnelle jusqu'à obtenir un système en début d'instabilité, le signal de mesure X et la sortie du régulateur Y sont périodiques, sans saturation (figure Ziegler).



**Figure IV.2: Ziegler Système instable**

- On relève alors la valeur de la bande proportionnelle  $X_{pc}$ , ainsi que la période des oscillations  $T_c$ .
- La mesure de la période des oscillations  $T_c$  et de  $X_{pc}$  permet de calculer les actions PID du régulateur (tableau RZN).

### Réglages de Ziegler-Nichols

**Tableau IV.2 : paramètre PID proposées par Ziegler en boucle fermée**

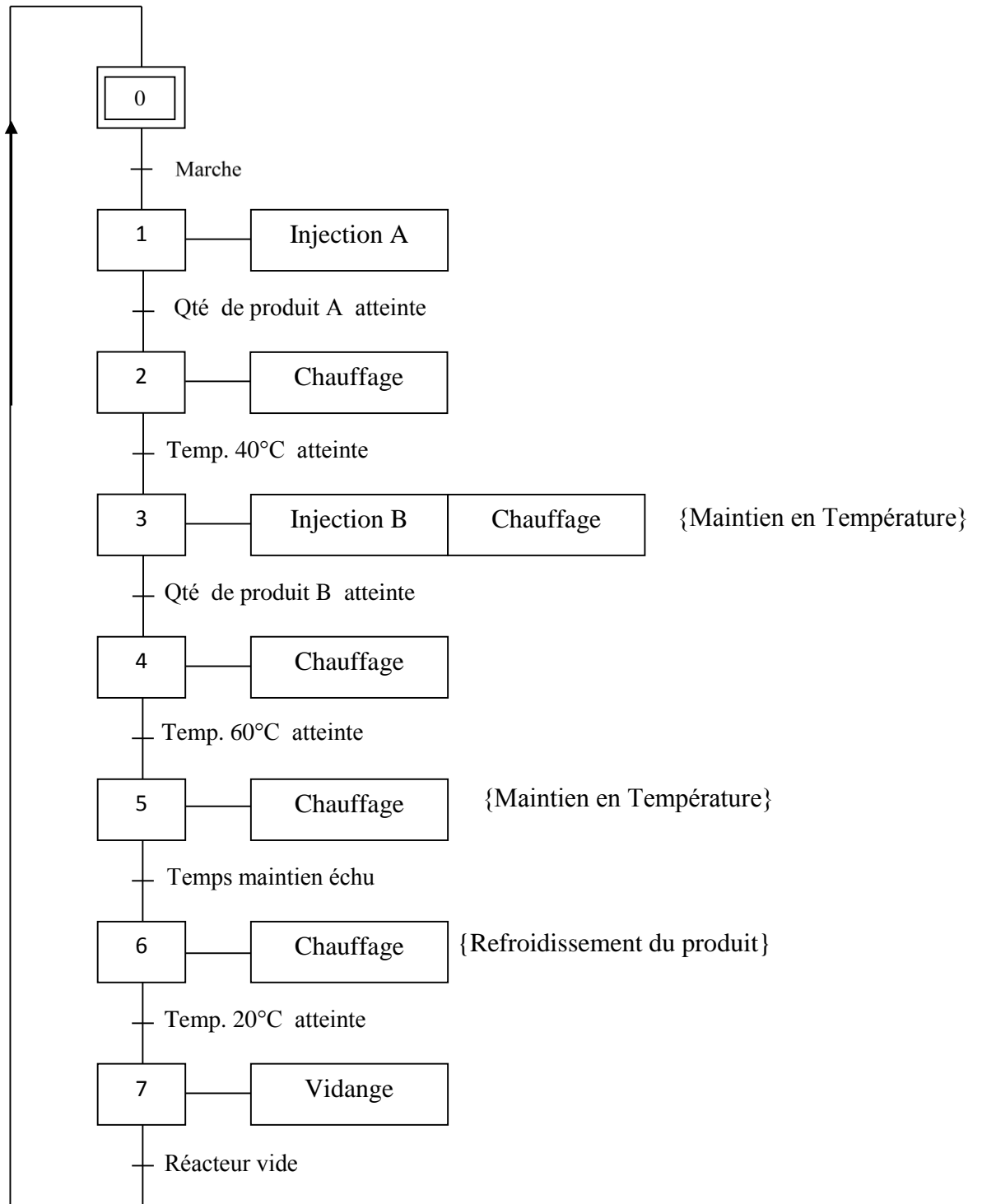
Régulateur	$X_{Pc}$	$T_i$	$T_d$
PID	$0.6 X_{Pc}$	$\frac{T_c}{2}$	$\frac{T_c}{8}$

## IV.B. DEUXIEME PARTIE : *Réalisation et mise en application*

Afin de bien maîtrisé et de comprendre la philosophie du DCS FOXBORO, nous avons réalisé une simulation d'un réacteur chimique qui fait la mélange de deux produit, ainsi la configuration de la boucle de régulation PID puis on fait les calculs des paramètres PID de la boucle de régulation de température par la méthode de Ziegler Nichols.

### IV.B.1. LE GRAFCET DU REACTEUR :

On a fait dans un premier temps le Grafcet du fonctionnement de réacteur pour des raisons de son utilité puisque celui-ci est un langage clair, strict et sans ambiguïté, donc il permet au réalisateur de montrer au donneur d'ordre comment il a compris le cahier des charges. Et il facilite également les travaux de maintenance et les interventions en cas de panne ou d'irrégularités de fonctionnement



**Figure IV.3 : GRAFCET DU REACTEUR**

### IV.B.2. CONSTRUCTION ALGORITHMIQUE:

Cette présente partie consiste à l'élaboration des schémas (compound) et blocs algorithmiques. (Voir annexe1, 2).

Les types des blocs que nous avons créés sont les suivants :

**Tableau IV.3: Les blocs utilisés dans l'application.**

Noms	Types	Descriptifs
EL140	MCIN	Retours d'état équipement
FT101	AIN	Débit d'injection d'ingrédient 1
FT102	AIN	Débit d'injection d'ingrédient 2
AC101	ACCUM	Dosage d'ingrédient 1
AC102	ACCUM	Dosage d'ingrédient 2
V101	GDEV	Commande de vanne d'injection 1
V102	GDEV	Commande de vanne d'injection 2
M101	GDEV	Commande de pompe d'injection 1
M102	GDEV	Commande de pompe d'injection 2
CL140	MCOUT	Commandes logiques équipement

### IV.B.3. PROJET CONSTRUIT :

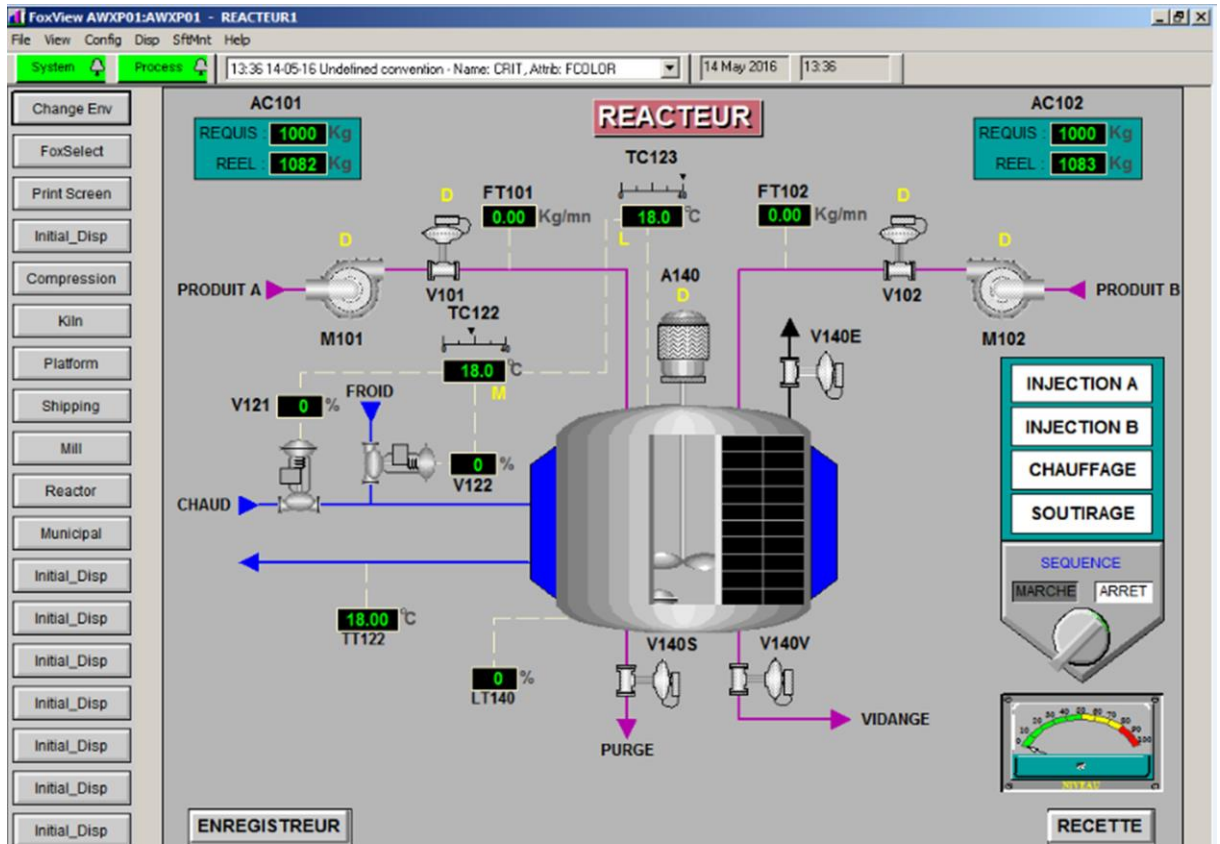


Figure IV.4: Vue du synoptique de réacteur.

### IV.B.4. FONCTIONNEMENT DE REACTEUR : [10]

#### IV.B.4.1. Séquence d'injection du produit A :

- ✓ Ouvrir la vanne de mise à l'air V140E.
- ✓ Ouvrir la vanne d'injection V101.
- ✓ Mettre en route la pompe d'injection M101.
- ✓ Attendre le franchissement du niveau bas du réacteur.
- ✓ Mettre en marche l'agitateur.
- ✓ Attendre le signal de fin d'injection du produit A.
- ✓ Refermer la vanne de mise à l'air V140E.
- ✓ Retirer l'ordre d'ouverture de la vanne d'injection.
- ✓ Retirer l'ordre de mise en marche de la pompe.

**IV.B.4.2. Séquence d'injection du produit B :**

- ✓ Ouverture de la vanne de mise à l'air V140E.
- ✓ Ouverture de la vanne d'injection V102.
- ✓ Mise en marche de la pompe d'injection M102.
- ✓ Attente du signal de fin d'injection du produit B.
- ✓ fermeture de la vanne de mise à l'aire V140E.
- ✓ Retrait des ordres d'ouverture vanne d'injection et de mise en marche de la pompe.

**IV.B.4.3. Séquence du soutirage du contenu du réacteur :**

- ✓ Ouvrir la vanne de mise à l'air V140E.
- ✓ Ouvrir la vanne de soutirage V140S.
- ✓ Attendre le franchissement du niveau bas du réacteur.
- ✓ Temporiser pour égouttage (Durée DE).
- ✓ Refermer la vanne de soutirage V140S.
- ✓ Refermer la vanne de mise à l'aire V140E.
- ✓ Retirer l'ordre de la marche de l'agitateur A140.

**IV.B.4.4. Principe de la séquence de chauffage : [10]**

La phase de chauffage doit être activée lorsque la phase d'injection du produit A est terminée.

Une fois activée, la phase de chauffage doit attendre l'ordre d'exécution de la première sous phase avant de l'exécuter.

La première sous phase consiste à chauffer le produit dans le réacteur pour l'amener le plus rapidement possible à  $5^{\circ}\text{C}$  de la température finale  $T_1$  ( $T_1 > T_{\text{ambiante}}$ ) puis à la température  $T_1$  en régulation automatique.

La phase de chauffage doit ensuite attendre l'ordre d'exécution de la deuxième sous phase. Pendant ce temps, la phase d'injection du produit B. lorsque l'injection B est terminée, la phase chauffage reçoit l'ordre de l'exécution de la deuxième sous phase puis attend la fin d'exécution de la sous phase puis la fin d'exécution de la phase.

La 2<sup>ème</sup> sous phase consiste à amener de la même manière que précédemment la température de la mixture à une valeur  $T_2$  ( $T_2 > T_1$ ), maintenir cette température en régulation automatique pendant une durée de réaction DR puis refroidir le réacteur le plus rapidement possible jusqu'à la température  $T_3$  ( $T_{\text{ambiante}} < T_3 < T_1$ ), (Voir Fig.IV.5).

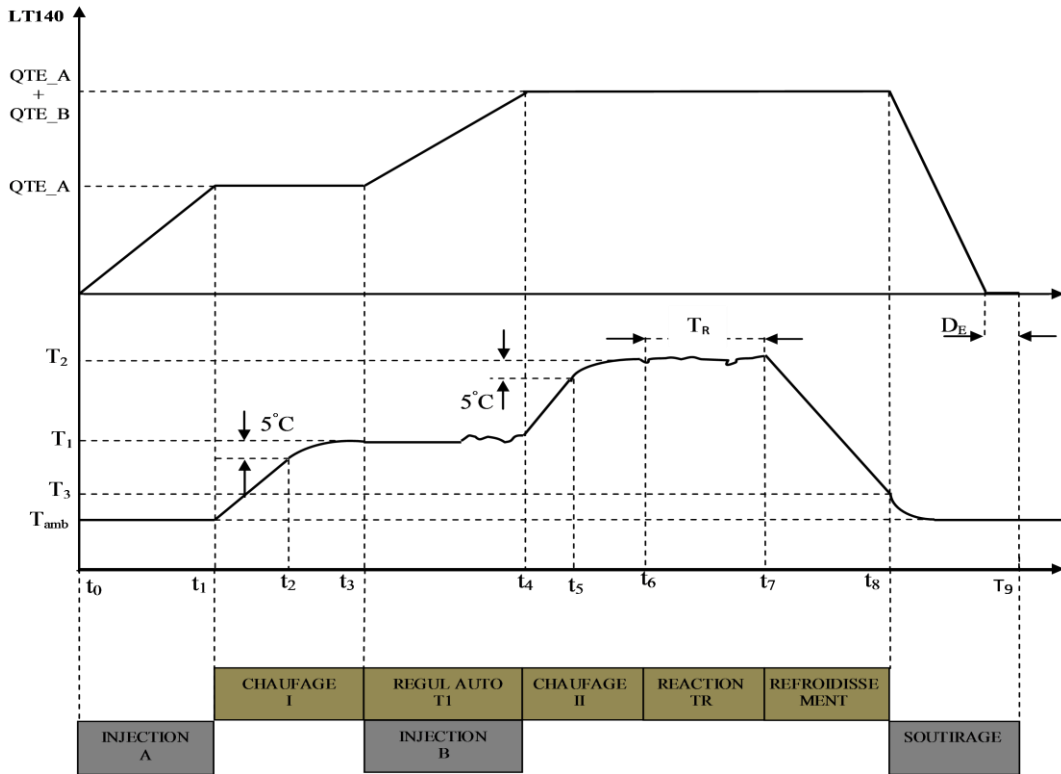


Figure IV.5: Graphe de la séquence du réacteur

**IV.B.4.5. Principe de la régulation de température :**

Le maintien de la température du réacteur à la valeur de consigne est réaliser par une double action sur deux vannes de régulation V121 et V122 contrôlant respectivement la circulation d'un fluide chaud et d'un fluide froid.

Un régulateur TC123 de type PID reçoit comme mesure le signal TT123 et produit à sa sortie le signal 0-100% qui a la signification suivante :

**Tableau IV-4 : Pourcentage d'ouverture des vannes V121 et V122.**

Sortie (%)	Refroidissement (%)	Chauffage (%)
0	100	0
25	50	0
50	0	0
75	0	50
100	0	100

### IV.B.5. PARTIES CALCULE DES PARAMETRES PID D'UNE BOUCLE DE REGULATION DE TEMPERATURE EXTERNE DU REACTEUR :

#### IV.B.5.1. En boucle ouvert :

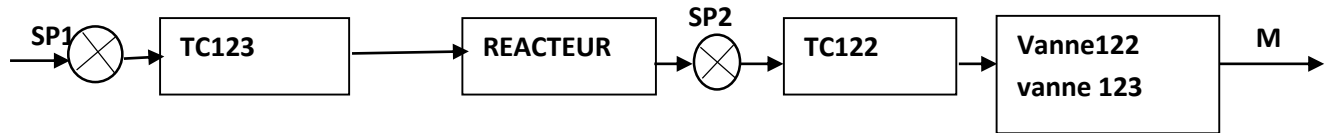


Fig.IV.6: blocs de la boucle de la régulation Schéma BO

#### IV.B.5.1.1. Valeurs expérimentales de température du régulateur TC122 :

Tableau IV.5: Valeurs expérimentales de température du régulateur TC122

Temps (s)	T C <sup>0</sup> TC 122	Temps (s)	T C <sup>0</sup> TC 122
0	23	19	50
1	23	20	52
2	24	21	54
3	26	22	56
4	27	23	58
5	28	24	60
6	29	25	62
7	30	26	63
8	31	27	64
9	32	28	66
10	33	29	67
11	34	30	68
12	35	31	70
13	38	32	70
14	40	34	70
15	42	35	70
16	44	36	70
17	44	37	70
18	48	38	70



#### IV.B.5.1.2. Réponse indicielle du régulateur de température TC122

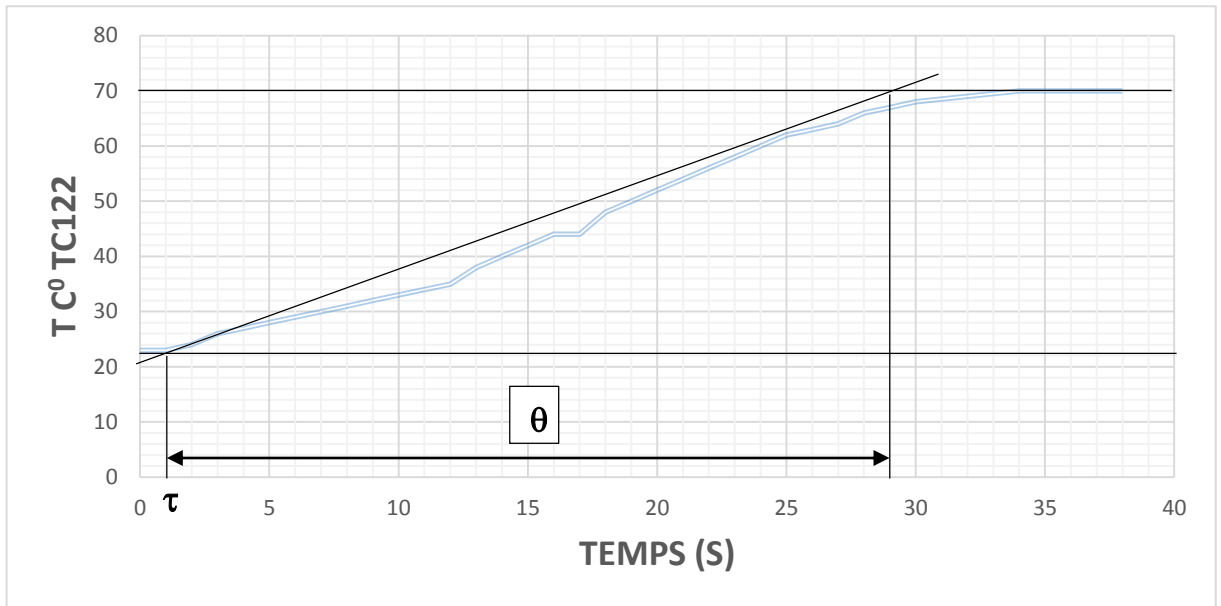


Figure.IV.7 : Réponse indicielle du régulateur de température TC122

#### IV.B.5.1.3. Application d'identification du système par la méthode de Ziegler nicols en boucle ouvert :

La fonction de transfert en boucle ouvert :

$$G(p) = \frac{G_s e^{-\tau p}}{1 + \theta p} \quad (\text{IV.11})$$

- gain statique  $G_s$  :  $G_s = \frac{DM}{DU}$  donc a partir du graphe figure.IV.7.

$$G_s = \frac{47}{37} = 1.27.$$

**Retard pur ou temps mort  $\tau$  :  $\tau = 0.9$  s**

- la constante de temps  $\theta$  :  $\theta = t_2 - t_1$  donc  $\theta = 29 - 0.9$  ;  $\theta = 28.1$

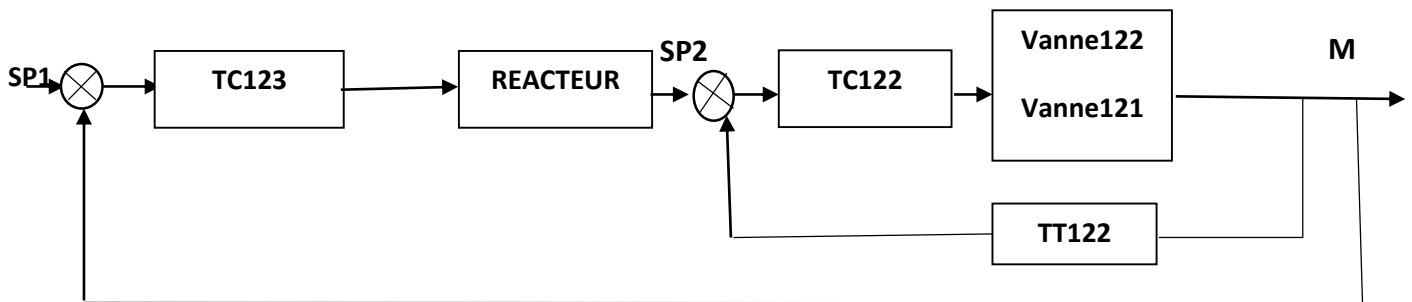
$$G(p) = \frac{1.27 e^{-0.9 p}}{1 + 28.1 p} \quad (\text{IV.12})$$

En utilisant les valeurs  $G_s$  ;  $\tau$  et  $\theta$  pour déterminer les paramètres PID proposés par Ziegler Nichols.

**Tableau IV.6 : paramètres PID proposés par Ziegler en BO**

Régulateur	$K_c$	$T_I$	$T_D$
P I D	$\frac{1.2\theta}{\tau G_s} = 29.50$	$2\tau = 1.8 \text{ s}$	$0.5\tau = 0.045 \text{ s}$

**IV.B.5.2 .En boucle fermée :**



**Figure IV.8: blocs de la boucle de la régulation Schéma BF**

#### IV.B.5.2.1. Valeurs expérimentales de température des régulateurs

TC122/TC123 :

Tableau IV.7: Valeurs expérimentales de température du régulateur TC122/TC123

Temps (s)	T122	T123	Temps (s)	T122	T123
30	68	51	98	74	57
34	72	52	102	68	58
38	73	53	106	66	60
42	68	54	110	62	62
46	68	52	114	60	64
50	67	52	118	58	64
54	69	51	122	56	62
58	72	50	126	54	61
62	74	52	130	52	59
66	74	53	134	50	58
70	72	54	138	50	57
74	70	55	142	56	56
78	68	53	146	57	55
82	68	52	150	58	54
86	76	51	154	59	53
90	75	53	158	60	52
94	75	54	160	60	51

#### IV.B.5.2.2. Réponse indicielle des régulateurs de température en BF:

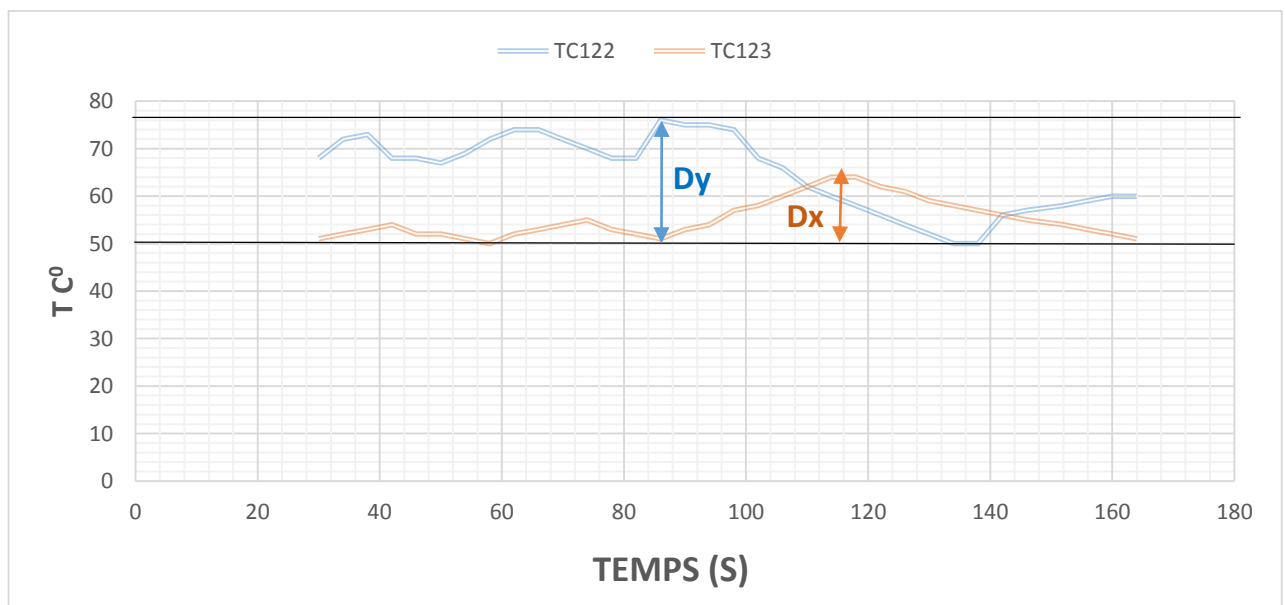


Fig.IV.9 : Réponse indicielle des régulateurs de température en BF

#### IV.B.5.2.3. Application d'identification du système par la méthode de Ziegler nicols en boucle fermée :

- gain statique  $K_c$  :  $K_c = \frac{DY}{DX}$  donc à partir du graphe figure.IV.9.

$$K_c = \frac{DY}{DX} = \frac{26.1}{13.2} = 1.97.$$

- La mesure de la période des oscillations  $T_c$

$$T_c = t_2 - t_1 = 56 - 51 = 5 \text{ s}$$

Calculer les actions PID du régulateur (tableau de Ziegler Nichols) :

**Tableau IV.8 : paramètre PID proposées par Ziegler en BF**

Régulateur	X <sub>Pc</sub>	T <sub>i</sub>	T <sub>d</sub>
PID	0.6 $K_c = 1.18$	$\frac{T_c}{2} = 2.5$	$\frac{T_c}{8} = 0.625$

**NB** : la bande proportionnelle  $X_{pc} = 0.6k_c * 100$  (IV.11)

#### IV.B.6. APPLICATION REEL DES ACTIONS PID DANS LE REGULATEUR :

Après les calculs des paramètres du régulateur PID par la méthode de Ziegler Nichols ; on a injecté les valeurs expérimentaux obtenus sur le bloc soft du DCS foxboro A/I séries ; voir la **Figure.IV.10**

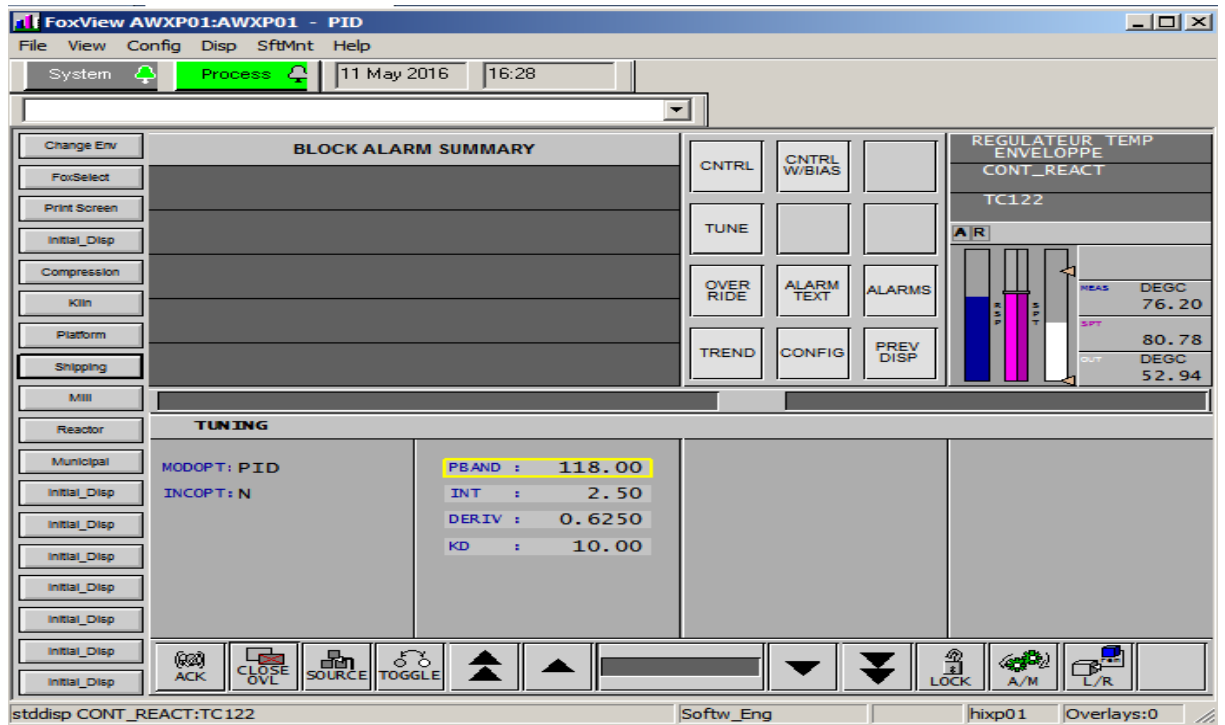


Figure IV.10 : bloc PID AU DCS FOXBORO

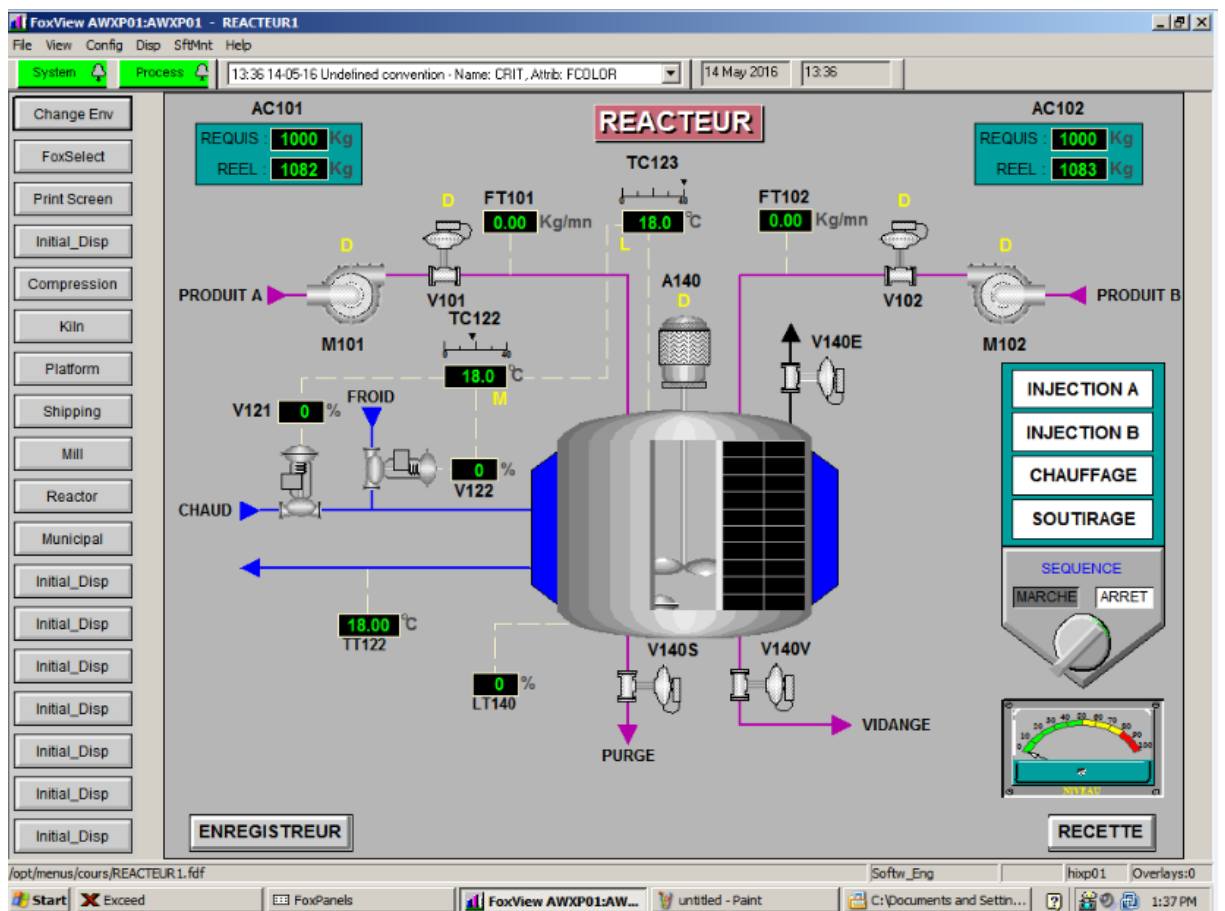


Figure IV.11 : Etat initial après le démarrage du réacteur.

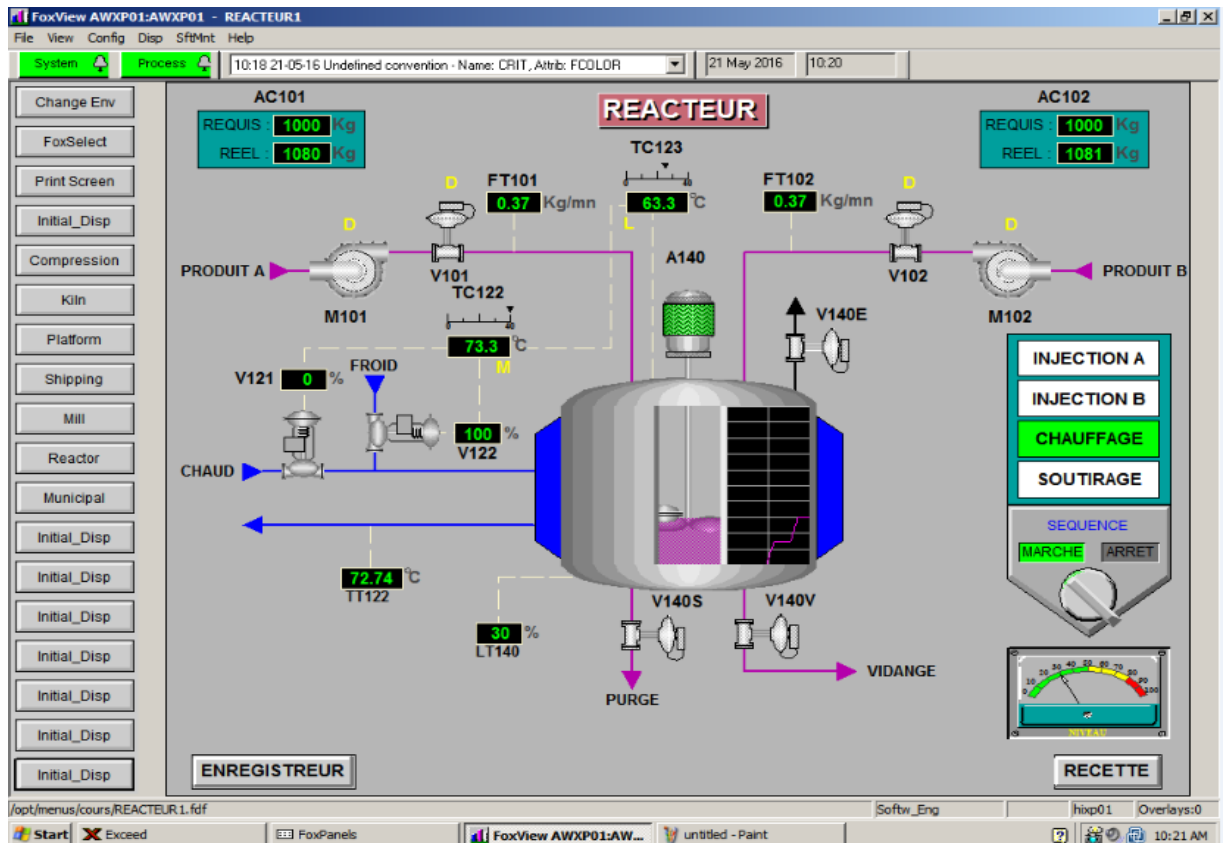


Figure IV.12 : Etat de la stabilité de système réacteur.

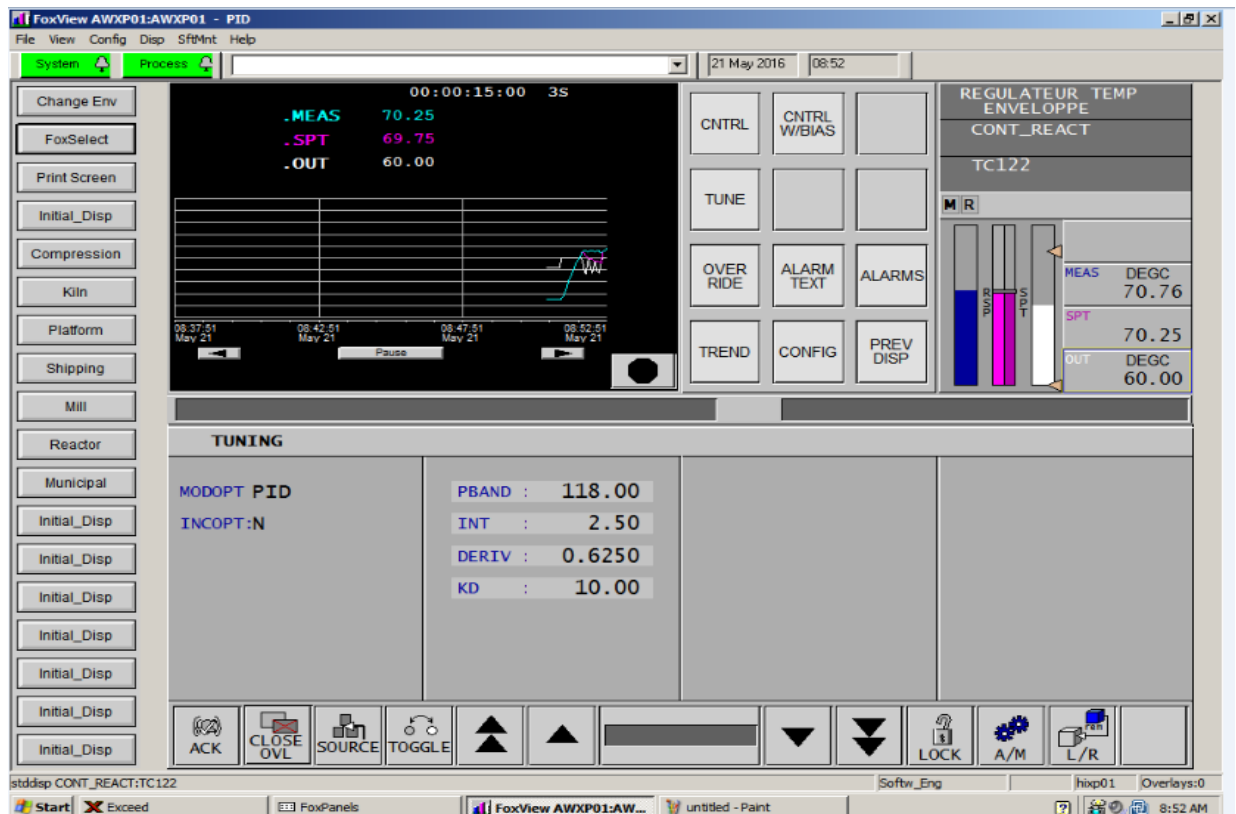


Figure IV.13 : Bloc PID dans l'état de la stabilité.

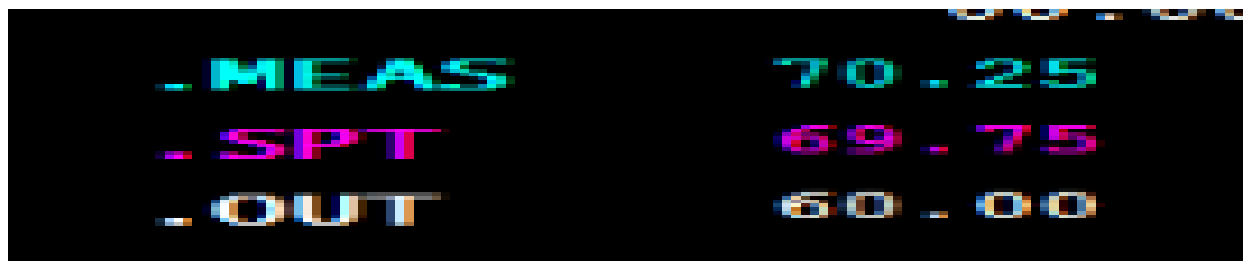
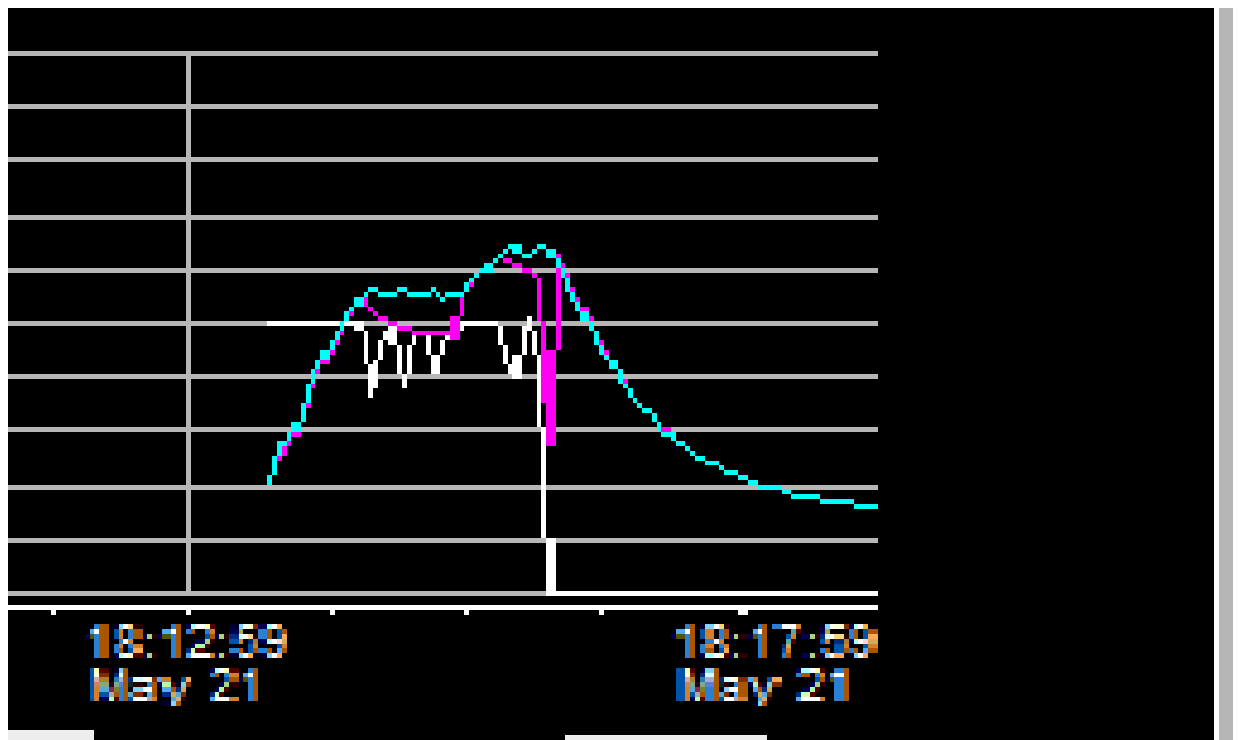


Figure IV.14 : Diagramme de la stabilité de système réacteur.

## IV.2. CONCLUSION :

Dans ce chapitre nous avons vu l'effet des actions de régulateur (identification du système de régulation) PID par la méthode de Ziegler Nichols appliquée sur la plateforme DCS FOXBORO (prose le réacteur chimique). Après l'application des actions P ; I et D obtenus par calcul sur le régulateur soft. Nous avons conclu que le système de la boucle de régulation stable et rapide et précis.

## CONCLUSION GENERALE :

Dans le cadre de notre projet de fin d'étude, nous avons été pris en charge par la société nationale SONATRACH direction régionale Hassi R'Mel afin d'effectuer un stage concernant l'automatisation d'un procédé industriel, en l'occurrence un réacteur chimique et nous exerçons la méthode d'identification de Ziegler Nichols sur une boucle de régulation (la boucle de température coté radiateur).

Au cours de ce stage, nous avons apprécié la grandeur et l'importance des installations mises en place pour le traitement et la commercialisation des différents produits tels que le gaz sec, le condensat et le GPL.

L'objectif de notre travail est l'étude et la conception d'un système de contrôle commande du réacteur à base du DCS de FOXBORO et l'influence des actions de régulateur PID Identifier par la méthode de Ziegler Nichols.

Dans notre application, différents synoptiques ont été créés pour informer à tout instant l'opérateur des états de l'installation, des changements de ces états ainsi que des anomalies pouvant survenir.

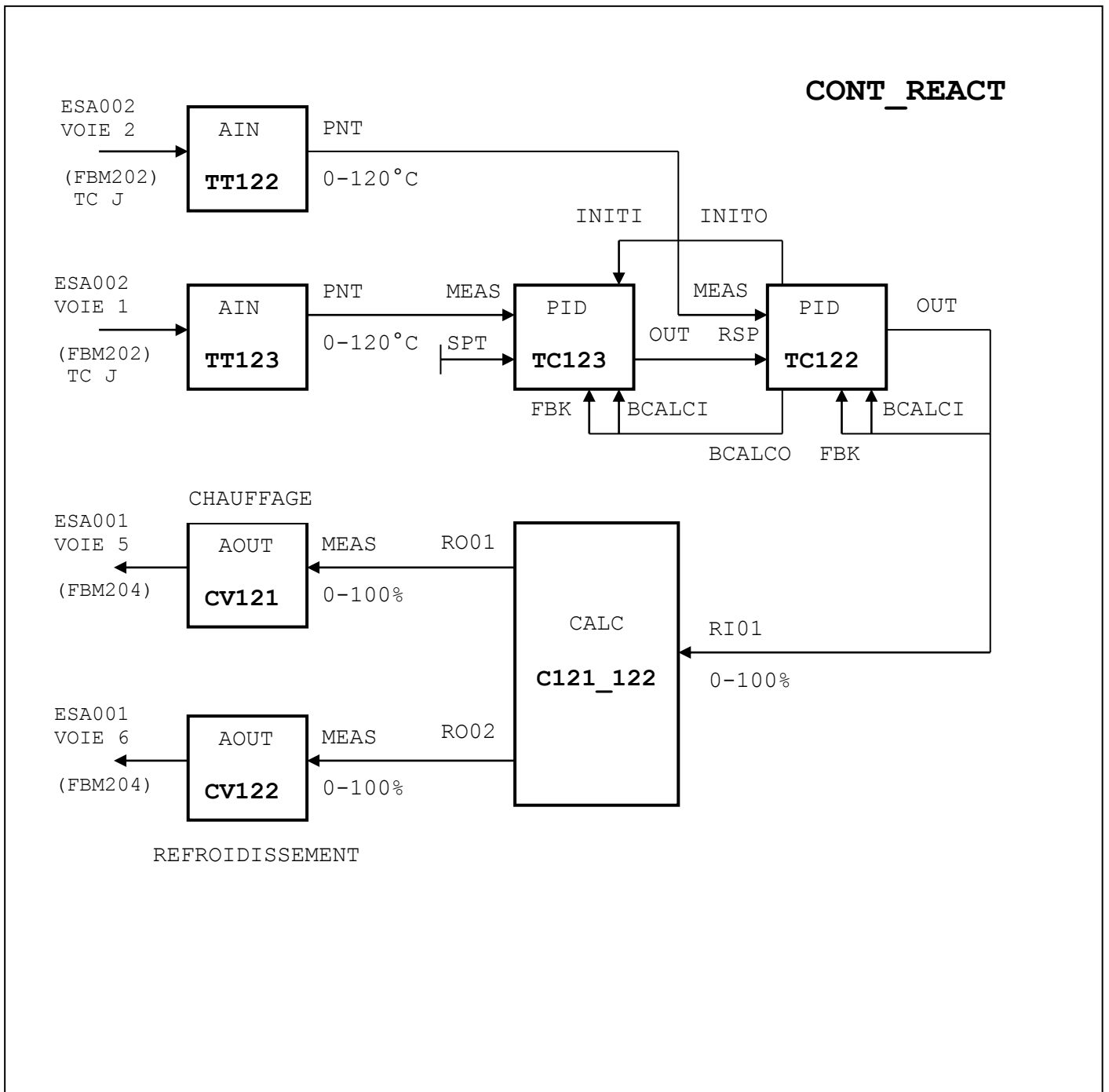
- ✓ Une vue générale du réacteur qui permet de piloter ce dernier ;
- ✓ Une vue de courbe pour s'informer sur les différents paramètres en temps réel ;
- ✓ Des overlays regroupent les informations liées à l'élément correspondant, ainsi que des boutons permettant d'agir sur celui-ci et acquitte ses alarmes.
- ✓ Calcule les actions des régulateur par la méthode de Ziegler Nichols et injecter sur le régulateur à la plateforme DCS foxboro (soft).

Le système de contrôle distribué DCS de FOXBORO (I/A séries) joue un rôle primordial dans le contrôle, la commande et la régulation d'une chaîne de production entière.

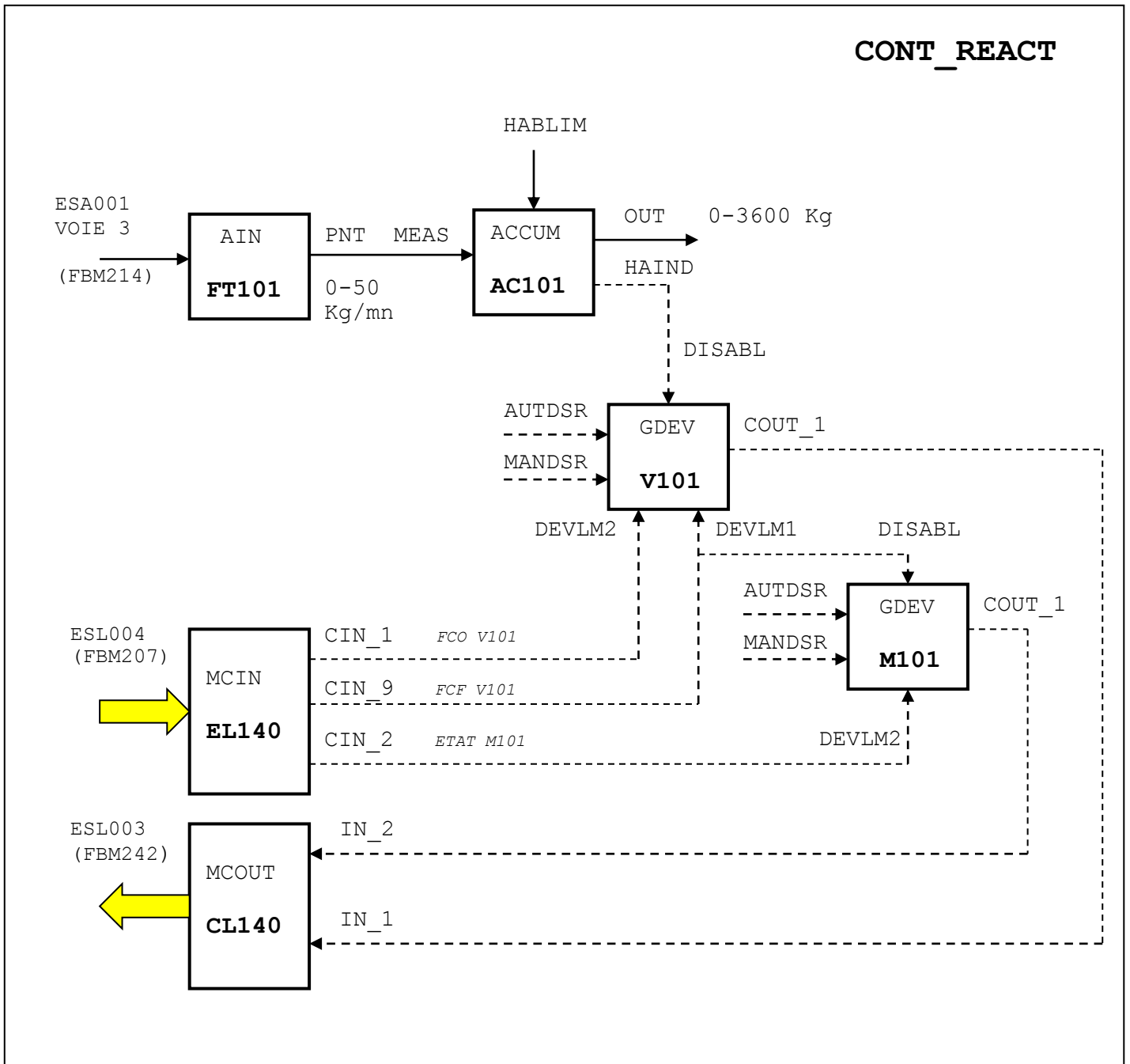
- Nous avons étudié les différentes étapes de l'élaboration d'un projet software et hardware et l'établissement d'une commande à base de DCS FOXBORO type I/A séries grâce aux logiciels de configuration. A la lumière des résultats obtenus.
- Nous avons vu l'effet d'identification du système d'une boucle de régulation (on a pris comme exemple la boucle de température du radiateur de réacteur) par calcul mathématique des actions et l'application de ces dernières sur la stabilité de ce système c'est-à-dire obtenu un système stable ; rapide et précis pour le refroidissement.



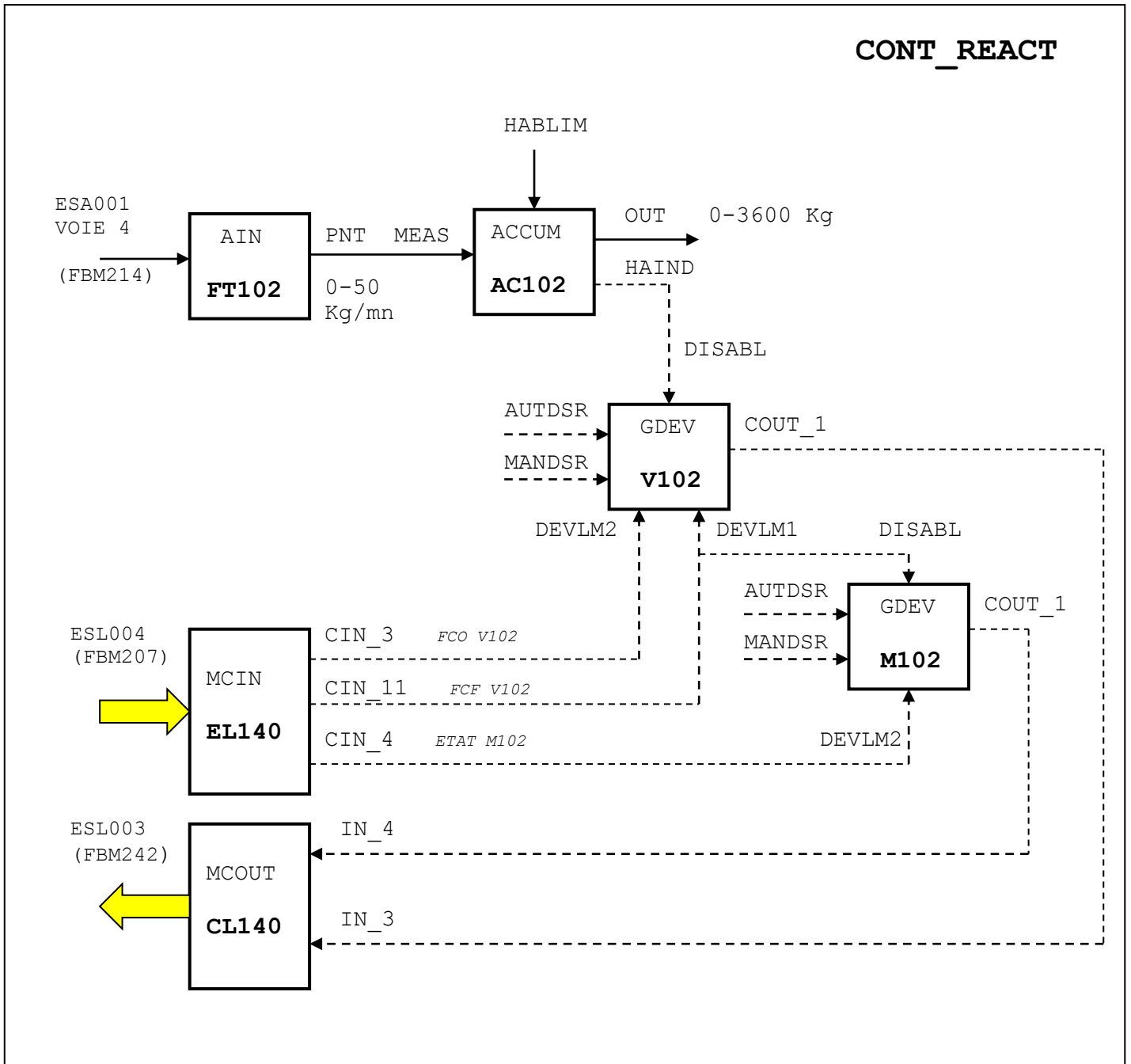
# ANNEXE 1



REGULATION CASCADE DE LA TEMPERATURE DU REACTEUR



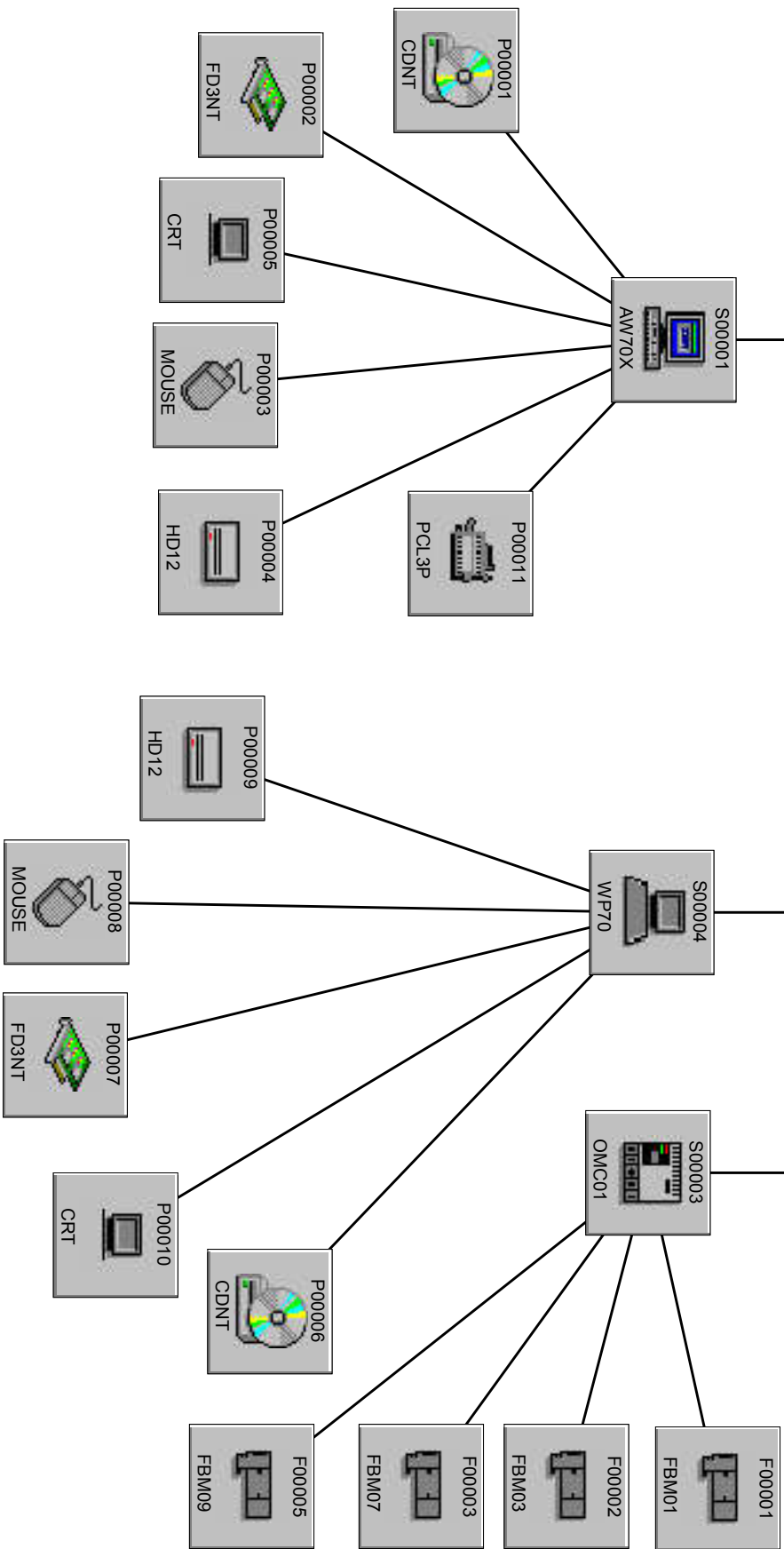
SYSTEME DE DOSAGE D'INGREDIENT A DU REACTEUR



SYSTEME DE DOSAGE D'INGREDIENT **B** DU REACTEUR

# ANNEXE 2

N00002-ENODE



LBG	Type	Description	Parent	Connect Type	Logical Name
NETWORKS:					
NODES:					
N00001	ENODE	Ethernet Node			
N00002	ENODE	Ethernet Node			
STATIONS:					
S00001	AW70X	Applic Wrksta 70 w/Cntl	N00002	ETHERNET	S00001
S00002	COMM10	Comm Processor 10			N/A
S00003	OMC01	Micro I/A Type 1	N00002	ETHERNET	N/A
S00004	WP70	Wrksta Processor 70	N00002	ETHERNET	S00004
FIELD MODULES:					
F00001	FBM01	0-20 mA In	S00003	REMOTE	
F00002	FBM03	Platinum/Nickel RTD In	S00003	REMOTE	
F00003	FBM07	Contact/dc In	S00003	REMOTE	
F00004	FBM09	Contact/dc I/O	S00003	REMOTE	
F00005	FBM09	Contact/dc I/O	S00003	REMOTE	
PERIPHERALS:					
P00001	CDNT	644 MB CDROM (NT)	S00001	EIDE	
P00002	FD3NT	3.5 Floppy Disk (NT)	S00001	FLOPPY	
P00003	MOUSE	Mouse	S00001	PRIMARY GC	
P00004	HD12	EIDE Hard Drive (NT)	S00001	EIDE	
P00005	CRT	CRT w/o Touchscreen	S00001	PRIMARY GC	
P00006	CDNT	644 MB CDROM (NT)	S00004	EIDE	
P00007	FD3NT	3.5 Floppy Disk (NT)	S00004	FLOPPY	
P00008	MOUSE	Mouse	S00004	PRIMARY GC	
P00009	HD12	EIDE Hard Drive (NT)	S00004	EIDE	
P00010	CRT	CRT w/o Touchscreen	S00004	PRIMARY GC	
P00011	PCL3P	Deskjet Printer, Par	S00001	PARALLEL	



**Hardware  
Definition  
Report**

**Configuration:** Réacteur2.cfg  
**Sheet Name:** Réacteur2.cfg  
**User:** Aissa\_Mousa  
**Date:** May 4, 2016 9:09 PM  
**Page:** 1 of 1

LBG	HOST	SW PKG	Description	Req/Opt	Status
S00001	S00001	OS7AW1	OpSys for AW70X	REQUIRED	DONE
		AADM7	Add Disp Mgrs (NT)	REQUIRED	DONE
		ADM7	Device Monitor (NT)	REQUIRED	DONE
		AFB70	AW70 Ctrl-I/O Software	REQUIRED	DONE
		AFDRAW	FoxDRAW	REQUIRED	DONE
		AICC7	Int Ctl Config (NT)	REQUIRED	DONE
		ASMDW7	SMDH for WP/AW (NT)	REQUIRED	DONE
		AXCEED	Hummingbird Exceed (NT)	REQUIRED	DONE
S00002		OS1CS	OpSys for COMM10	REQUIRED	NOTYET
S00003		OS1MC1	OpSys for OMC01	REQUIRED	NOTYET
S00004	S00004	OS7GC1	OpSys for WP70	REQUIRED	DONE
		AADM7	Add Disp Mgrs (NT)	REQUIRED	DONE
		ADM7	Device Monitor (NT)	REQUIRED	DONE
		ASMDW7	SMDH for WP/AW (NT)	REQUIRED	DONE
		AXCEED	Hummingbird Exceed (NT)	REQUIRED	DONE
F00001	F00001	iom01	AIN	REQUIRED	NOTYET
F00002	F00002	iom01	AIN	REQUIRED	NOTYET



**Overlay Générique  
PID**

Configure en contents < \_\_\_\_\_  
Path name : \_\_\_\_\_

P1 \_\_\_\_\_

Connection to text

Configure en contents < \_\_\_\_\_

Path name : \_\_\_\_\_

NAME \_\_\_\_\_

Connection to text

Animier sur le premier objet connecte a une variable de la liste des composants le FULL.PATH NAME SUIVANT

\$P1\$P2.PARAMETER \_\_\_\_\_

Où PARAMETER est le paramètre déjà configure.

**Overlay Générique  
GDEV**

Animier sur le premier objet connecte a une variable de la liste des composants le FULL.PATH NAME SUIVANT

\$P1\$P2.PARAMETER \_\_\_\_\_

Où PARAMETER est le paramètre déjà configure.

\$P1\$P2.PARAMETER \_\_\_\_\_

Mettre également le \$P1\$P2 sur les "SELECT >>" des Set Relative Pik

Close overlay

Valeur du point de consigne sur  
 le déplacement horizontal de l'objet

Texte contents

REQUIS : XXXX KG

REEL : XXXX KG

Produit A

Rectangle animé sur  
 L'indicateur de discordance

M101

Froid

Local/Remote

Auto/Manu

V121

Valeur de sortie

Chaud

Appel 1/2 Overlay  
 horizontal TC123

XXXX.X °C

TT122

V1140S

Purge

Rectangle – appel de l'overlay générique  
 PID critère d'alarmes – convention CRIT  
 (Fill color)

FT102  
 XXXX Kg/mm

FT101  
 XX.X Kg/mm

TC123  
 XXXX.X °C

L M

A140

Mise à l'air

V140E

Indicateur de mode

M

V1140V

V102

M

Rectangle Marche/Arrêt  
 Fill color

LT140  
 XXXX.X %

Démarrage et Arrêt de  
 La séquence

XXXX.X

Vidange

Groupe vanne – appel de l'overl  
 générique GDEV

Cercle –fill color sur l'état du  
 traitement en cours

Produit B

M102

Texte non animé

Changement d'état sur le  
 rectangle (remplissage)

SEQUENCE

INJECTION A

INJECTION B

CHAUFFAGE

SOUTIRAGE

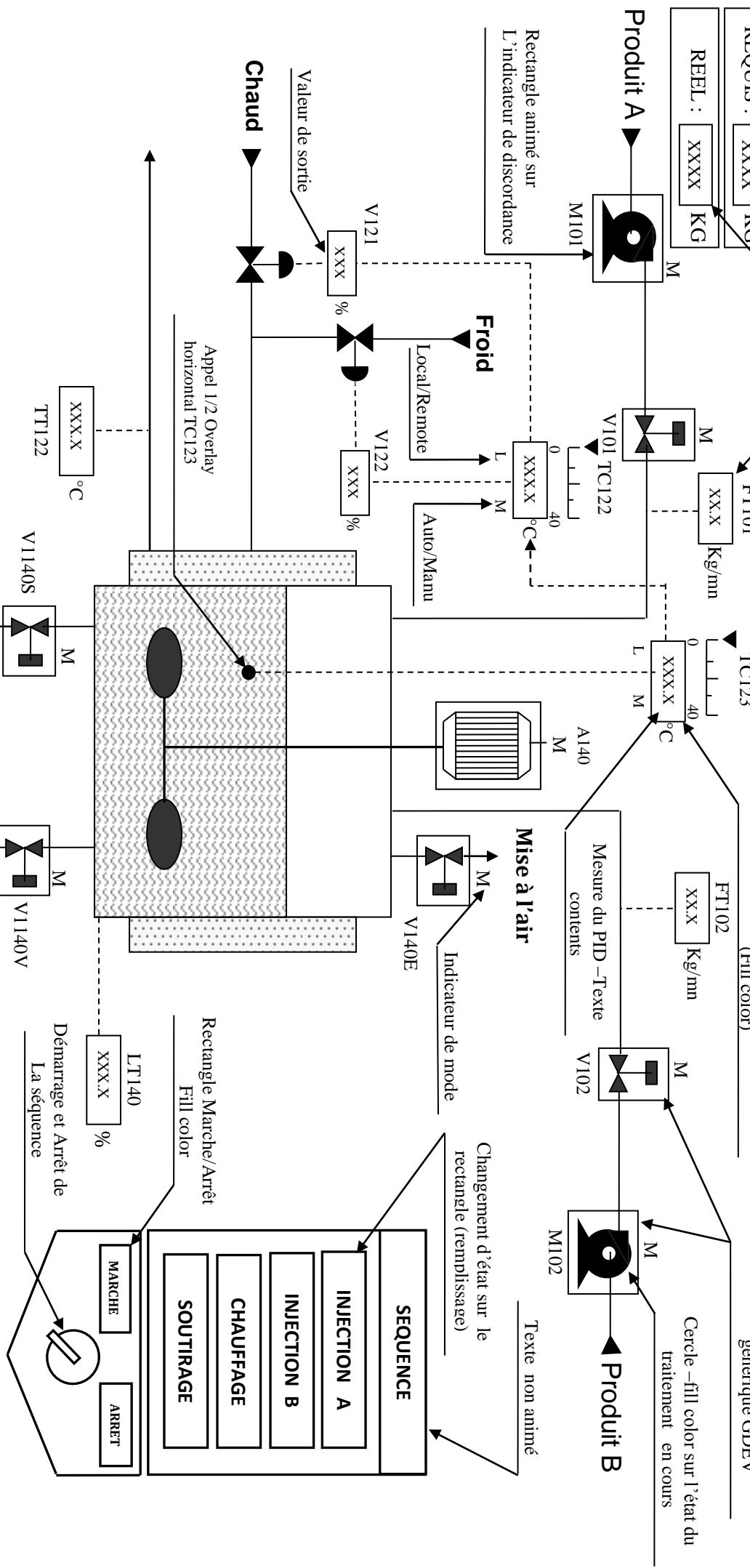
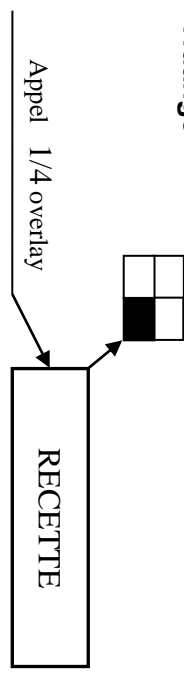
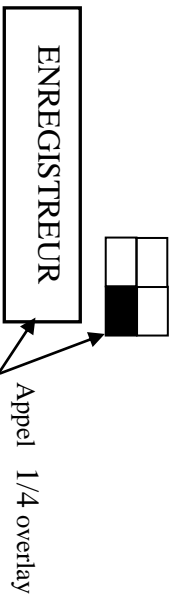
MARCHÉ

ARRÉT

Appel 1/4 overlay

RECETTE

Schéma du réacteur

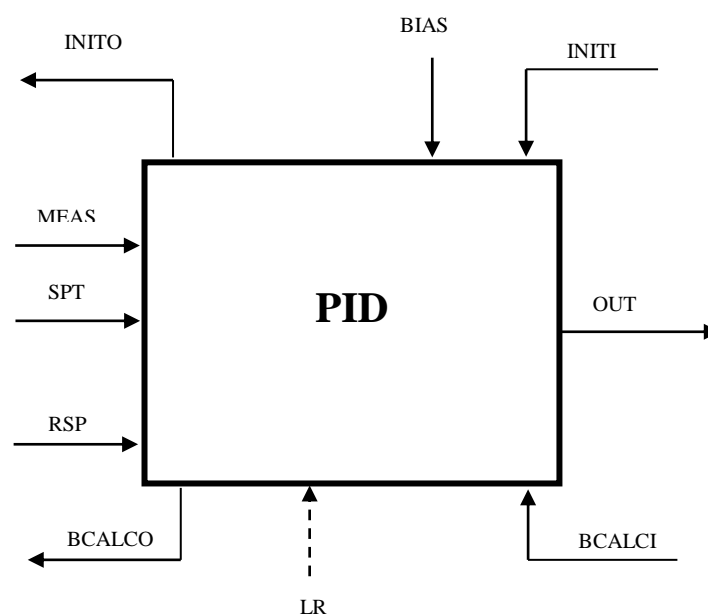


**LE BLOC PID :**

Le bloc PID est un régulateur à actions proportionnelle, intégrale et dérivée de structure série avec actions P+I sur la consigne et actions P+I+D sur la mesure filtrée.

Il peut opérer dans l'un des modes de régulation suivants :

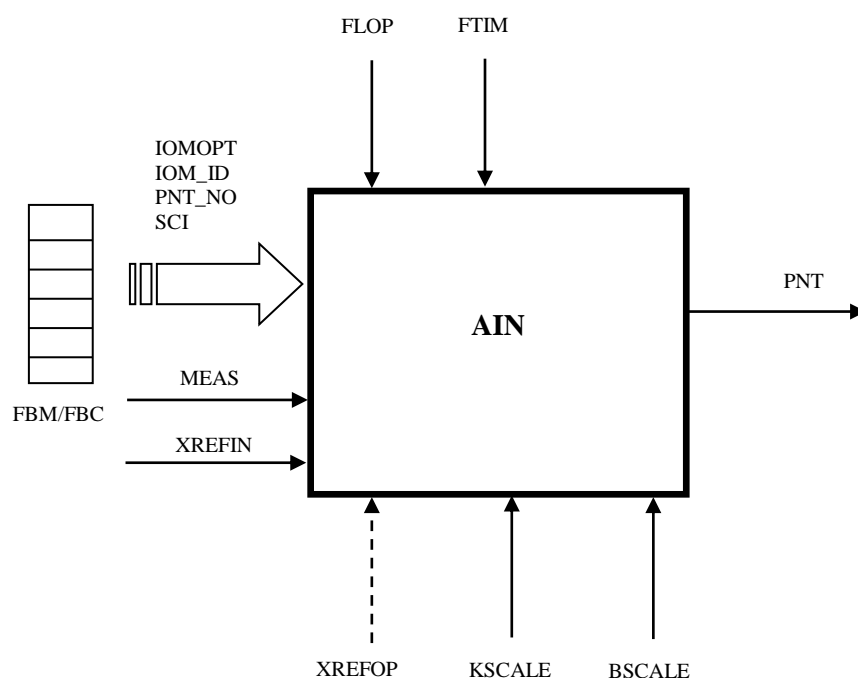
- ✓ Action proportionnelle (P)
- ✓ Action intégrale (I)
- ✓ Actions proportionnelle et intégrale (PI)
- ✓ Actions proportionnelle et dérivée (PD)
- ✓ Actions proportionnelle, intégrale et dérivée (PID).

**Diagramme simplifié :****Définition des Paramètres du bloc PID :**

- MESA** : Signal d'entrée mesure.
- SPT** : Point de consigne local du régulateur (consigne opérateur).
- RSP** : Point de consigne externe du régulateur.
- LR** : Commande logique de sélection du point de consigne.
- BCALSO** : Valeur de rééquilibrage du bloc amont.
- BCALCI** : Valeur d'initialisation ou de rééquilibrage de la sortie
- INITO** : Indicateur de boucle ouverte.
- INITI** : Commande d'initialisation de la sortie à la valeur BCALCI.
- BIAS** : Signal de décalage de la sortie ou de la mesure (BIAS).
- OUT** : Sortie réelle principale.

**LE BLOC AIN :**

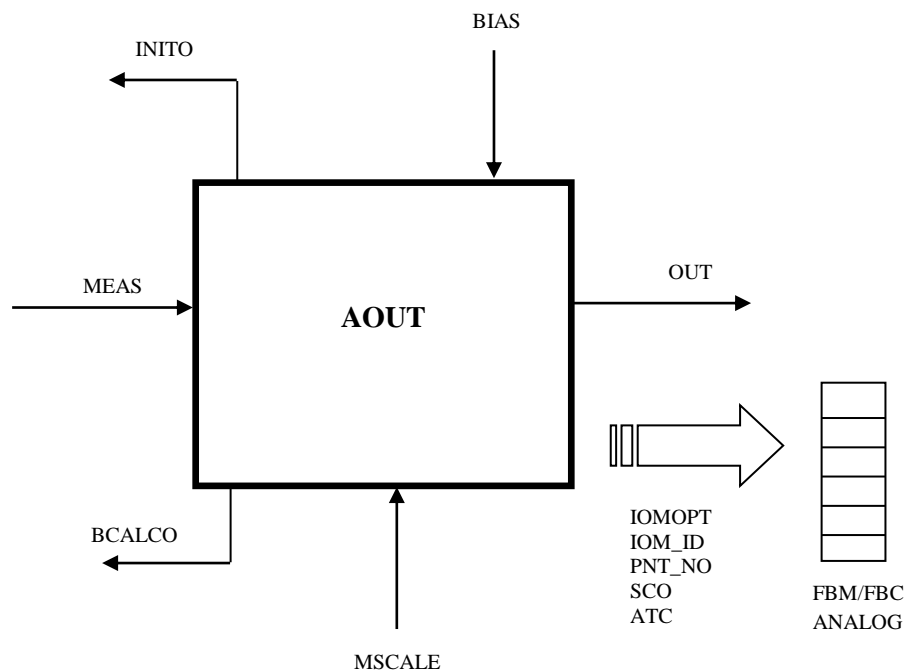
Le Bloc AIN effectue la lecture de la valeur brute (0 à 65535 points) d'une voie d'entrée d'un module FBM ou d'une carte FBC de type analogique puis réalise sur la donnée lue des fonctions de conditionnement (caractérisation, mise à l'échelle, limitation), de filtrage et d'alarme.

**Diagramme simplifié :****Définition des Paramètres du bloc AIN :**

- MESA** : Signal d'entrée mesure.
- XREFIN** : Signal externe de compensation thermocouple (degré C).
- XREFOP** : Option de compensation externe de la soudure froide.
- BSCALE** : Valeur de décalage de l'entrée BIAS.
- KSCALE** : Facteur d'échelle.
- FTIM** : Valeur de la constante de temps de filtrage (mn) de la mesure.
- PNT** : Signal de sortie réel.
- IOMOPT** : Option de communication avec un module FBM
- IOM\_ID** : Identification du bloc ECB
- SCI** : Index de conditionnement des signaux d'entrée (0 à 44).
- PNT\_NO** : Numéro de la voie FBM ou FBC d'entrée (1 à 32).
- FLOP** : Option de filtrage de la mesure.

**LE BLOC AOUT :**

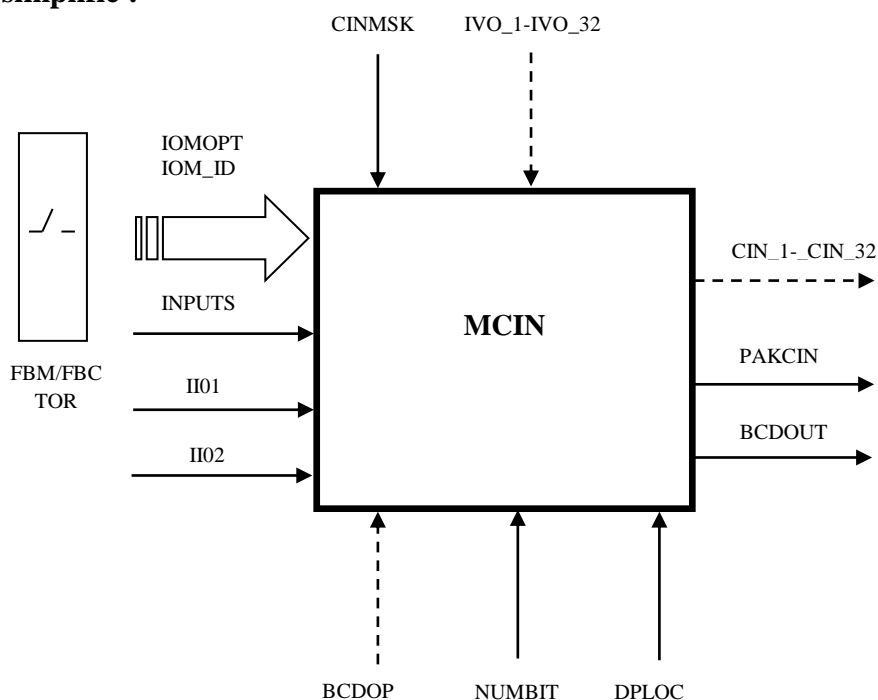
Le bloc AOUT permet de piloter l'une des voies de commande analogique d'un module FBM ou d'une carte FBC.

**Diagramme simplifié :****Paramètres de définition du bloc AOUT :**

- MESA** : Signal d'entrée mesure.
- INITO** : Indicateur de boucle ouverte
- BIAS** : Signal de décalage de la sortie (AOUT, LLAG, PID, PIDE, PIDX) ou de la mesure (BIAS).
- BCALCO** : Valeur de rééquilibrage du bloc amont.
- MSCALE** : Gain appliqué à l'entrée MEAS des blocs AOUT et AOUTR.
- IOMOPT** : Option de communication avec un module FBM
- IOM\_ID** : Identification du bloc ECB
- SCO** : Index de conditionnement du signal de sortie (0 à 3).
- ATC** : Option d'inversion du sens d'action du convertisseur D/A du module FBM associé.
- OUT** : Sortie réelle principale.

**LE BLOC MCIN :**

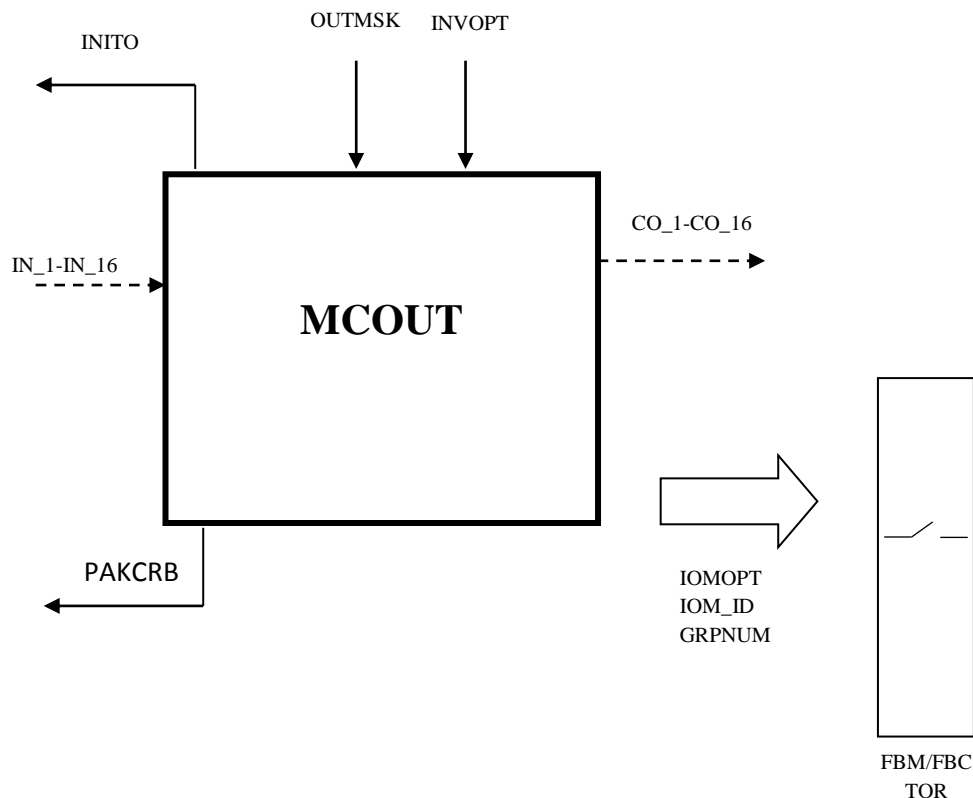
Le bloc MCIN permet de lire l'état d'un ensemble de 32 voies d'entrées tout-ou-rien d'un module d'E/S FBM avec extension éventuelle ou d'une carte FBC.

**Diagramme simplifié :****définition des Paramètres du bloc MCIN :**

<b>INPUTS</b>	: Signal d'entrée mesure.
<b>CINMSK</b>	: Masque de prise en compte des 32 entrées du bloc MCIN
<b>BCDOP</b>	: Option de conversion BCD (NUMBIT entrées logiques).
<b>BCDOUT</b>	: Signal de sortie BCD (réel avec DPLOC décimales).
<b>NUMBIT</b>	: Nombre d'entrées logiques utilisées pour le codage BCD (1 à 32).
<b>DPLOC</b>	: Nombre de décimales prévues dans le calcul du signal de sortie BCDOUT.
<b>PAKCIN</b>	: Etat global (entier de 32 bits) de l'ensemble des entrées logiques.
<b>IOMOPT</b>	: Option de communication avec un module FBM
<b>IOM_ID</b>	: Identification du bloc ECB
<b>CIN_1 à CIN_32</b>	: Signaux logiques de sortie.
<b>IVO_1 à IVO_32</b>	: Options d'inversion des sorties logiques par rapport aux états d'entrée.
<b>II01 à II02</b>	: Entrées entières (16 bits).

**LE BLOC MCOUT :**

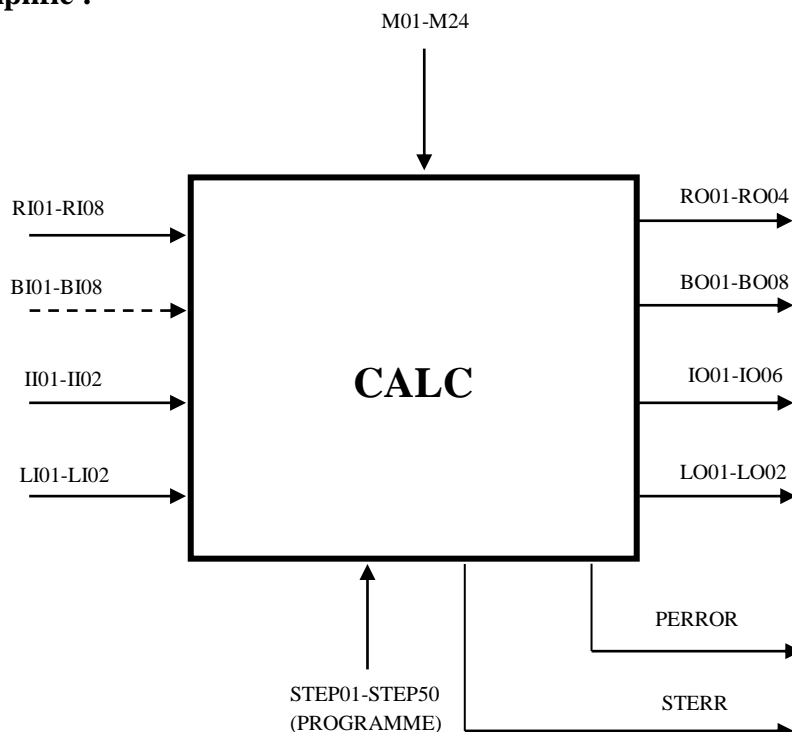
Le bloc MCOUT permet de piloter jusqu'à 16 voies de commande tout-ou-rien d'un module d'E/S FBM ou d'une carte d'E/S FBC dans le mode bistable.

**Diagramme simplifié :****Définition des Paramètres du bloc MCOUT :**

- INVOPT** : Inversion des états des sorties CO\_1 à CO\_16 du bloc MCOUT.
- INITO** : Indicateur de boucle ouverte.
- OUTMSK** : Masque de commande des sorties CO du bloc MCOUT.
- PAKCRB** : Etat global (entier de 16 bits) de l'ensemble des sorties logiques pilotées.
- GRPNUM** : Numéro du groupe de 8 voies (1 à 4) lu par le bloc MCIN ou commandé par le bloc MCOUT.
- IOMOPT** : Option de communication avec un module FBM
- IOM\_ID** : Identification du bloc ECB
- IN\_1 à IN\_16** : Signaux logiques d'entrée.
- CO\_1 à CO\_16** : Numéros des voies (1 à 32) de sortie du module FBM associé.

**LE BLOC CALC :**

Le bloc CALC permet de réaliser des opérations logiques et arithmétiques en chaîne (notation polonaise inversée) à la manière d'une calculatrice programmable.

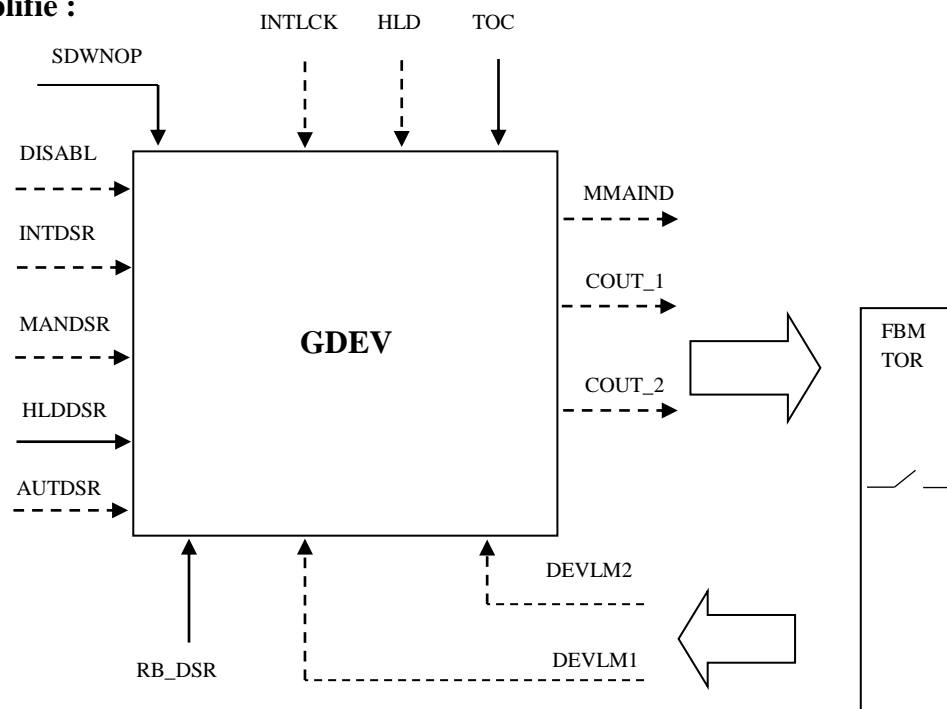
**Diagramme simplifié :****définition des Paramètres du bloc CALC :**

<b>STERR</b>	: Indicateur de pas erroné (0 à 50).
<b>PERROR</b>	: Code d'erreur de syntaxe ou d'exécution.
<b>BO01 à BO08</b>	: Signaux logiques de sortie.
<b>BI01 à BI08</b>	: Signaux logiques d'entrée.
<b>LI01 à LI02</b>	: Entrées entières (32 bits).
<b>LO01 à LO02</b>	: Sorties entières (32 bits).
<b>II01 à II02</b>	: Entrées entières (16 bits).
<b>IO01 à IO06</b>	: Sorties entières (16 bits).
<b>RI01 à RI08</b>	: Signaux d'entrée réels.
<b>RO01 à RO04</b>	: Signaux de sortie réels.
<b>STEP01 à STEP50</b>	: Pas de programme des blocs CALC.
<b>M01 à M24</b>	: mémoire de 24 éléments



**LE BLOC GDEV :**

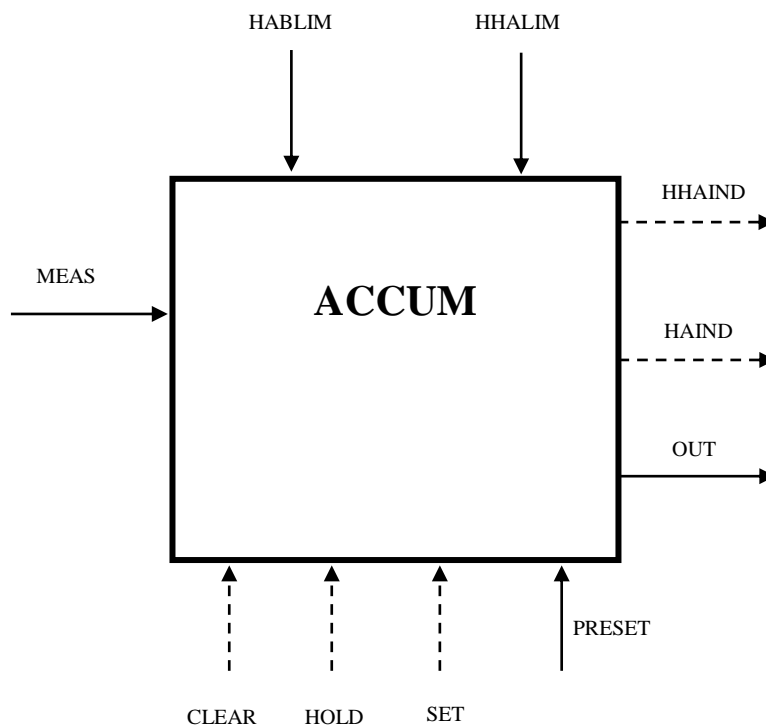
Le bloc GDEV permet de commander l'état d'un équipement (ouverture ou fermeture d'une vanne, marche ou arrêt d'un moteur, etc.) par simple ou double commande tout-ou-rien.

**Diagramme simplifié :****Définition des Paramètres du bloc GDEV :**

- INTLCK** : Commande logique de sélection du mode verrouillage.
- HLD** : Commande logique de sélection du mode de forçage HOLD (GDEV).
- TOC** : Délai de changement d'état de la vanne tout-ou-rien (mn).
- SDWNOP** : Détermination de l'action de sortie à effectuer en cas d'arrêt du schéma ou de l'activation de l'entrée DISABL
- DISABL** : Commande logique d'inhibition du fonctionnement du bloc.
- INTDSR** : Commande logique de changement d'état dans le mode verrouillage.
- MANDSR** : Commande logique de changement d'état dans le mode manuel (MA = 0).
- HLDDSR** : Demande de changement d'état dans le mode forçage (HLD = 1).
- AUTDSR** : Commande logique de changement d'état dans le mode automatique (MA = 1).
- MMAIND** : Indicateur logique de discordance d'état de l'équipement commandé.
- DEVLM1** : Entrée logique de confirmation d'état de l'organe commandé.
- DEVLM2** : Entrée logique de confirmation d'état de l'organe commandé.
- COUT\_1COUT\_2** : Sorties logiques principales.
- RB\_DSR** : Etat logique de la demande effective réalisée en aval du bloc à prendre en compte pour le traitement de discordance.

**LE BLOC ACCUM :**

Le bloc ACCUM réalise l'intégration de son entrée MEAS (représentant généralement un débit) et délivre à sa sortie OUT une quantité ou un volume.

**Diagramme simplifié :****Paramètres de définition du bloc ACCUM**

- MESA** : Signal d'entrée mesure.
- HABLIM** : Seuil haut d'alarme absolue ou de pré alarme (ACCUM).
- HHALIM** : Seuil haut d'alarme absolue.
- HHAIND** : Indicateur logique d'alarme absolue haute.
- HAIND** : Indicateur logique d'alarme absolue haute ou de pré-alarme (ACCUM).
- HOLD** : Commande logique de gel de la sortie principale du bloc à sa valeur courante.
- PRESET** : Valeur d'initialisation de la sortie.
- SET** : Commande logique d'initialisation de la sortie à la valeur PRESET.
- CLEAR** : Commande logique de remise à zéro du signal de sortie OUT du bloc ACCUM.
- OUT** : Sortie réelle principale.

## - REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES -

- [1] Manuel exploitation de procédé (MPP4), 1986.
- [2] T.BOUDELAA : " Introduction aux Systèmes de Contrôle Distribués", SONATRACH, HASSI R'MEL, 2007.
- [3] R.SABKI : " Présentation générale DCS et SCADA", division production Rhourde Nous, SONATRACH, Septembre 2007.
- [4] M.OULHADJ : " Système de Contrôle Distribué DCS ", rapport de training, HASSI R'MEL, 2006-2007.
- [5] Documentation de la SONATRACH: " System Definition: A step by step procedure", Centre de formation Foxboro France, 2007.
- [6] Documentation de la SONATRACH: " Integrated Control Configurator", Centre de Formation Foxboro France, 2007.
- [7] Documentation de la SONATRACH: " Display Engineering for Fox View Software and Display Manager Software", Centre de formation Foxboro France, 2007.
- [8] Documentation de la SONATRACH: " High Level Batch Language (HLBL) User's Guide", Centre de formation Foxboro France, 2007.
- [9] Documentation de la SONATRACH: " Fox Draw Software", Centre de formation Foxboro France, 2007.
- [10] I/A Séries Electronique Documentation V8.0.
- [11] Mémoire de Fin d'Etudes «Optimisation d'un régulateur PID par Les Colonies de Fourmis Artificielles (ACO) »
- [12] Cours de Systèmes Asservis (J.Baillou, J.P.Chemla, B. Gasnier, M.Lethiecq)
- [13] <http://www.scribd.com/doc/35039799/112/a-Methode-de-Ziegler-Nichols>