



RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITÉ MOULOUD MAMMERRI DE TIZI-OUZOU

Faculté de Génie électrique et de l'informatique

Département : Electronique

Master 2 professionnel

En électronique industrielle



Mémoire de fin d'études

Thème

*Automatisation du Four H-401 par
un Automate Programmable Industriel*

<<TRICONEX>>

Réalisé par :

M^{elle} : LAOUAR AOUADI FERIEL

M^{elle} : NAZEF NESRINE

M^{elle} : MEBARKI THANINA

Promoteur :

M^r : H.HAMICHE

Co-promoteurs :

M^r : S.MEHENNI

M^r : I.MEBARKI

Stage préparé à la direction de production de Hassi R'mel

Année universitaire 2012/2013

Remerciements

Au terme de ce travail,

Nous tenons, à remercier en premier lieu le bon dieu pour le courage et la patience qu'il nous a donnés afin de mener ce projet à terme.

Nous remercions aussi :

M[®] H.HAMICHE , notre promoteur, pour son encadrement, son aide et ses conseils.

M[®] S.MEHENNI, notre encadreur, pour avoir accepté de diriger notre travail, pour ses conseils, son esprit d'ouverture et sa disponibilité.

M[®] H.MERCHLA, M[®] I.MEBARKI, M[®] F.BEN SMINA et M[®] Y.HAMITER ainsi que l'ensemble du personnel du service maintenance et d'exploitation du MPP0.

M[®] B.FAKHAR et l'ensemble du personnel du service maintenance MPP1.

M[®] M.YAKER et tout le personnel du centre de formation.

Notre respect aux membres du jury, qui nous ont fait l'honneur d'accepter de juger ce modeste travail, d'apporter leurs réflexions et leurs critiques scientifiques.

Enfin, nous tenons à exprimer nos vifs remerciements à tous ceux qui nous ont soutenues de près ou de loin pour la réalisation de ce mémoire.



Dédicace



J'ai toujours voulu faire ou offrir quelque chose à mes parents en signe de reconnaissance pour tout ce qu'ils ont consenti comme efforts, rien que pour me voir réussir, et voilà, l'occasion est venue.

À ceux qui m'ont donné la vie, à ceux qui sont la source de mon inspiration et de mon courage, à qui je dois de l'amour et de la reconnaissance, à mes parents...

Je dédie également ce modeste travail

À mon adorable sœur Nawel...

À mes frères Hakim, Yacine et Tarek...

À mes nièces Meriem et Naila ...

À tous ceux qui me sont chères.

À tous ceux que j'aime.

FERIEL



Dédicace

Je remercie dieu tout puissant de m'avoir donné la capacité d'écrire et de réfléchir, la force d'y croire, la patience d'aller jusqu'au bout et le bonheur de vivre ces moments intenses.

Je dédie ce modeste travail à celle qui m'a donné la vie, symbole d'amour et d'affection, ma mère.

A mon père, école de mon enfance, qui a été mon ombre durant toutes ces années d'étude, qui a veillé tout au long de ma vie à me protéger, à me donner l'aide dont j'avais besoin et à m'encourager.

Que dieu les garde et les protège.

A mes grands-parents que j'aime de tout mon cœur.

A mon unique frère Reda Hocine qui m'a motivée a sa manière.

A tous mes oncles et à toutes mes tantes, avec une mention particulière pour Anissa.

A mes cousins et cousines.

A tous ceux qui me sont chers,

A tous ceux qui m'aiment,

A tous ceux que j'aime,

Je dédie ce travail.

Nesrine



Dédicace

Je dédie le fruit de mes années d'études à mes très chers parents qui m'ont tout donné leur amour et leurs sacrifices éternels pour que je puisse suivre mes études dans de bonnes conditions et qui ne cessent pas de m'encourager et de veiller pour mon bien, sans leurs soutient ce travail n'aurait jamais vu le jour.

A ceux qui sont la source de mon inspiration et mon courage, à qui je dois de l'amour et de la reconnaissance :

- *Mes frères : Rabah, Sofiane, et Mohamed.*
- *Ma sœur : Amel.*
- *Mes grands- mères.*
- *Mes oncles et mes tantes.*
- *Tous mes ami(e)s sans exception.*
- *Tous ceux qui m'ont aidé pour l'obtention de ce diplôme et à tous ceux que j'aime bien.*
- *A Toutes ces personnes et à celles que j'ai peut être oubliées j'adresse mes sentiments les plus chaleureux,*

THANINA



SOMMAIRE

Introduction générale.....	01
-----------------------------------	-----------

Chapitre I : Présentation du complexe de HASSI R'MEL

I.1. Introduction.....	03
I.2. Situation géographique de Hassi R'mel.....	03
I.3. Historique du champ de Hassi R'mel	04
I.4. Développement du champ de Hassi R'mel.....	04
I.5. Les installations de Hassi R'mel.....	05
I.6. Organisation de la direction régionale de Hassi R'mel	06
I.7. Les modules de traitement de gaz.....	08
I.7.1. Généralités sur les modules	08
I.7.2. Les salles de contrôles des modules.....	09
I.7.3. Unité de Boosting	09
I.8. Présentation du module 0.....	10
I.9. Services du module 0	11
I.9.1. Service de maintenance.....	11
I.9.2. Service d'exploitation	11
I.9.3. Service de securit	11
I.10. Procédé de traitement du gaz au module 0	12
I.10.1. Traitement du gaz brut au module 0	12
I.10.1.1. Zone de séparation du condensât	12
I.10.1.2. Zone de stabilisation du condensât et de séparation de GPL... 14	
I.10.1.3. Zone de régénération du Diéthylène Glycol	15
I.10.1.4. Zone d'eau huileuse et fausse de brûlage.....	15
I.10.1.5. Laboratoire et spécification des produits	16

I.11. Conclusion	16
------------------------	----

Chapitre II : Description du four

II.1. Introduction	17
II.2. Description générale du four H401	17
II.2.1. Partie rebouilleur	19
II.2.2. Partie commande et signalisation	19
II.2.3. Les soufflantes d'air	20
II.3. Description du circuit du fuel gaz.....	20
II.3.1. Circuit brûleur pilote.....	20
II.3.2. Circuit brûleur principal	20
II.4. Instrumentation	21
II.4.1. Capteurs- transmetteurs	21
II.4.1.1. Détecteur de flamme.....	21
II.4.1.4. Capteur de pression	22
II.4.1.5. Capteur- transmetteur de débit	24
II.4.1.6. Capteur de température.....	25
II.4.1.5. Interrupteur de niveau à flotteur	27
II.4.1.6. Fin de course.....	28
II.4.2. Les Actionneurs	28
II.4.2.1. Les électrovannes	28
II.4.2.2. Vanne Tout ou Rien (TOR).....	29
II.4.2.3. Vannes régulatrices.....	31
II.4.2.3. Vérin simple effet	31
II.4.2.4. Bouton poussoir	32
II.5. Régulation dans le four H401	32

II.5.1. Régulation de chauffe	32
II. 5.2. Régulation de débit de charge	32
II.6. Démarrage du four H401	32
II.6.1. Inspection avant le démarrage	32
II.6.2. Préparation à la mise en service	33
II.6.2.1. Préparation.....	33
II.6.2.2. Inspection de fuite du gaz par la robinetterie	33
II.6.2.3. Inspection de fuite du gaz dans le four H401	33
II.6.2.4. Evacuation de l'air de l'intérieure du four H401.....	33
II.6.2.5. Mise en service	34
II.6.2.6. Allumage du brûleur principal.....	35
II.7. Sécurité des fours.....	38
II.7.1. Facteur de déclenchement du four H401	38
II.7.1.1. Les facteurs propres au four H401.....	38
II.7.1.2. Les facteurs externes du four H401	38
II.8. Arrêt du four H401	39
II.8.1. Arrêt d'urgence.....	39
II.8.2. Arrêt normal	41
II.9. Conclusion	42

Chapitre III: Automate programmable industriel 'TRICONEX'

III.1. Introduction	43
III.2. Définition de l'Automate Programmable Industriel (API)	43
III.2.1. TRICONEX.....	44
III.3. Architecture Triplée Modulaire Redondante (TMR) du Triconex.....	44
III.3.1. Principe de fonctionnement.....	45

III.3.2. Configuration du système.....	46
III.3.3. Bus système et distribution de l'alimentation	47
III.3.4. Bus système sur fond de panier, châssis principal Tricon et bus de distribution	48
III.4. Modules d'alimentations	48
III.5. Modules processeurs principaux	49
III.6. Modules d'entrées	52
III.6.1. Modules d'entrées logiques.....	52
III.6.2. Modules d'entrées analogiques	53
III.6.3. Modules d'entrées impulsion	54
III.7. Modules de sorties.....	55
III.7.1. Modules de sorties logiques	55
III.7.2. Modules de sorties analogiques.....	57
III.8. Modules de communications.....	57
III.9. Diagnostic des voteurs des modules de sorties en 'DC' et 'AC'	58
III.10. Conclusion.....	59

Chapitre IV: Logiciel de programmation 'TRISTATION 1131'

IV.1. Introduction	60
IV.2. Logiciel de programmation Tristation 1131	60
IV.3. Caractéristiques de Tristation 1131.....	60
IV.4. Application logiciel et protocole.....	61
IV.4.1. Application d'accès au système Tricon TSAA	61
IV.4.2. Serveur réseau DDE.....	62
IV.4.3. Consignateur d'états (SOE)	62
IV.4.4. Archivage des données (SER).....	62
IV.4.5. Synchronisation du temps	62

IV.5. Langage de programmation	62
IV.5.1. Langage Bloc ou Diagramme Fonctionnel FBD.....	63
IV.5.2. Langage LD (Ladder Diagram), ou schéma à relais	63
IV.5.3. Langage ST (Structured Text) ou texte structuré.....	64
IV.5.4. Cause and Effect Matrix Programming Langage Editor.....	64
IV.6. Espace de travail de l'application	65
IV.6.1 Elément d'une application	66
IV.6.2 L'arbre de déclaration	66
IV.6.3 L'arbre de la mise en service	66
IV.6.4 Parties d'une application	67
IV.6.5 Application de sécurité et du contrôle.....	68
IV.7 Création du projet.....	68
IV.8. Conclusion.....	73

Chapitre V: Programmation et simulation

V.1. Introduction	74
V.2. Programmation du démarrage et d'arrêt d'urgence du Four H401 sous Tristation	74
V.3. Conclusion.....	97
Conclusion générale	98
Glossaire	100
Annexe 01	101
Annexe 02	102
Annexe 03	109
Annexe 04	110
Bibliographie.....	111

Introduction générale

L'économie algérienne a connu une progression considérable au cours de ces dernières années. Cette expansion est particulièrement attribuée au fort rendement de l'industrie du pétrole et du gaz. L'Algérie exporte à l'heure actuelle près de 65 milliards de mètre cube par an de gaz naturel. Ce dernier prend une place importante dans ces exportations en raison de ses avantages économiques et écologiques. Il devient le produit le plus attractif pour beaucoup de pays, c'est pourquoi, il représente la troisième source d'énergie la plus utilisée dans le monde.

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 on a eu l'occasion de le constater sur site dans les usines de traitement de gaz naturel à Hassi R'mel.

Les installations industrielles dans le domaine pétrole et gaz présentent des risques pour les personnes, l'environnement et les équipements. Pour cela, il est indispensable de mettre en œuvre des systèmes de mise en sécurité de ces installations à risques pour le respect des exigences réglementaires.

Notre sujet de mémoire de fin d'études porte sur le remplacement du système de commande conventionnel (commande câblée) du four rebouilleur H401 par un Automate Programmable Industriel « TRICONEX ».

Le système de commande existant (logique câblée) présente plusieurs inconvénients à savoir :

- Câblage compliqué.
- Mauvaise précision de la mesure et temps de réponse très lent.
- Diagnostic et recherche des pannes très difficiles.
- Manque de la pièce de rechange.
- Mauvaise fiabilité du système.
- Logique figée, ne permet pas les modifications des processus.
- Occupation de l'espace.
- Difficulté dans les interventions sur site et risque de déclenchement du four.
- Forte influence par les facteurs externes (vibration, humidité...,etc).

Le besoin de faire appel aux technologies avancées de type numérique, d'un niveau de sécurité élevé et dont l'efficacité est vérifiée nous oblige à basculer vers un système de commande de technologie récente, répondant aux exigences et aux normes actuelles, à savoir les Automates Programmables Industriel dit « *API* ».

Le présent travail s'articule autour de cinq chapitres, à savoir :

- I. Description de l'unité de Hassi R'mel d'une manière générale.
- II. Présentation et description du four H401, ainsi que de ses différentes parties.
- III. Description de l'Automate Programmable Industriel « **TRICONEX** ».
- IV. Description du logiciel de programmation **Tristation 1131**.
- V. Programmation et simulation.

Les avantages apportés par l'étude sont repris dans une conclusion générale et quelques perspectives.

CHAPITRE I

Présentation du complexe de HASSI R'MEL



I.1. Introduction :

Le gaz naturel est la source d'énergie qui a connue la plus forte progression depuis les années 70. De ce fait, elle représente la troisième ressource dans le rang de consommation mondiale. Elle occupe une place primordiale dans le développement économique en Algérie qui dépend essentiellement de la valorisation des hydrocarbures. Le gaz naturel est majoritairement composé de Méthane et contient des proportions décroissantes de tous les hydrocarbures saturés en plus de l'azote, du gaz carbonique et de l'eau. Mais, les coûts techniques de production, de traitement et surtout de transport du gaz naturel restent toute fois élevés et représentent un handicap. L'un des plus importants des champs de production du gaz naturel est situé à Hassi R'mel.

I.2. Situation géographique et climat de HASSI R'MEL : [1]

HASSI R'MEL porte du désert, se trouve à 525 Km au sud d'Alger. Dans cette région relativement plate du Sahara septentrional l'altitude moyenne est d'environ 750m. Le paysage est constitué d'un vaste plateau rocailleux. Le climat est caractérisé par une pluviométrie faible qui est de 140mm par an et une humidité moyenne de 19% en été et 34% en hiver. Les amplitudes thermiques sont importantes et les températures varient entre -5°C en hiver et +45°C en été. Les vents dominants sont de direction nord-ouest. (Voir Fig I.1)

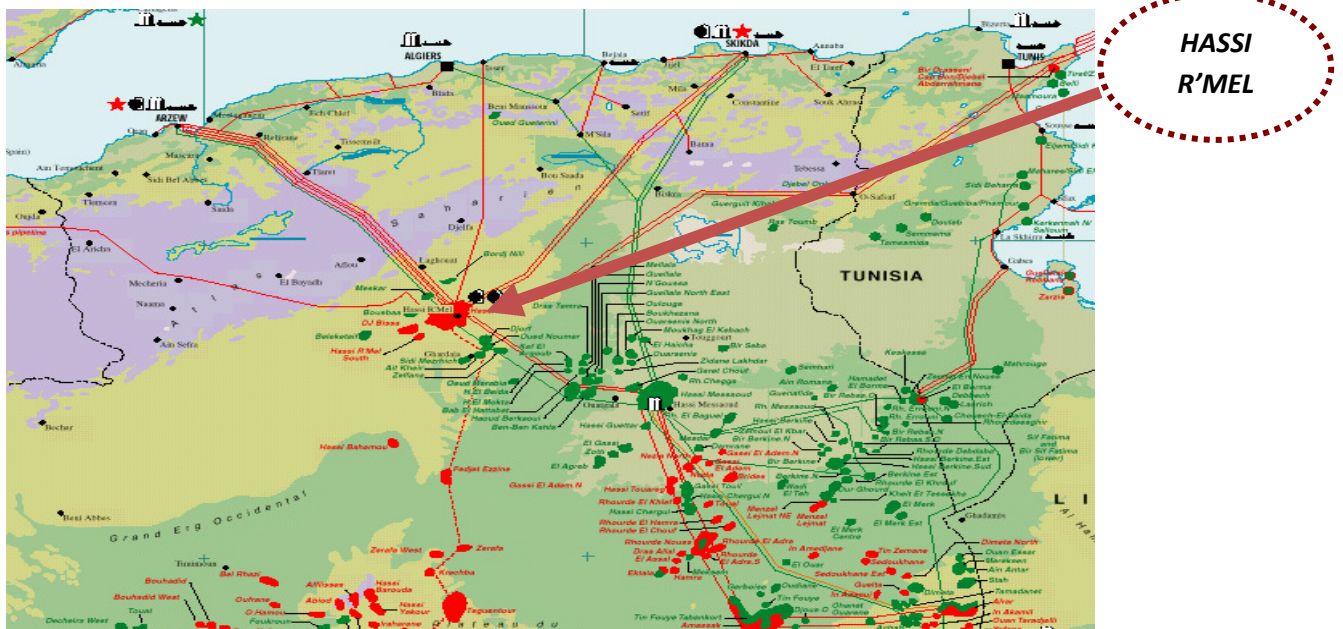


Fig I.1 : Situation géographique de HASSI R'MEL

I.3. Historique du champ de Hassi R'mel:

Le gisement de Hassi R'mel a été découvert en 1951. Le forage du premier puits d'exploitation HR1, a eu lieu en 1952 à quelques kilomètres de la localité de Berriane. Ce premier puits a mis en évidence la présence d'un gaz riche en condensât dans le trias gerseaux à une pression de 310 bar et une température de 90°C. La profondeur atteinte était de 2332 m où se trouve un réservoir de gaz humide évalué à plus de 2800 milliards m^3 . Entre 1957 et 1960, sept autres puits ont été forés (HR2, HR3, HR3, HR4, HR5, HR6, HR7 et HR8). Le gisement de Hassi R'mel est classé 4^{ème} au monde et 1^{er} en Algérie, il est d'une superficie de 3500 km^2 étendue sur 70 km du nord au sud et 50 km de l'est vers l'ouest, avec une énorme réserve de gaz estimée à 2415 milliards m^3 . Ce gaz se trouve entre 2110 et 2280 m de profondeur. Les réserves trouvées en place sont évaluées à plus de $2800 \cdot 10^9 m^3$.

I.4. Développement du champ de Hassi R'mel :

Les réserves importantes révélées par le gisement découvert, constituent le socle de l'économie nationale et placent le pays parmi les 4 plus importants producteurs gaziers dans le monde. Notons également que le gisement de Hassi R'mel est cerné par un anneau d'huile plaçant le champ parmi les plus importants producteurs du sud du pays. Quatre étapes importantes ont marqué le développement du champ. (Voir Fig I.2)

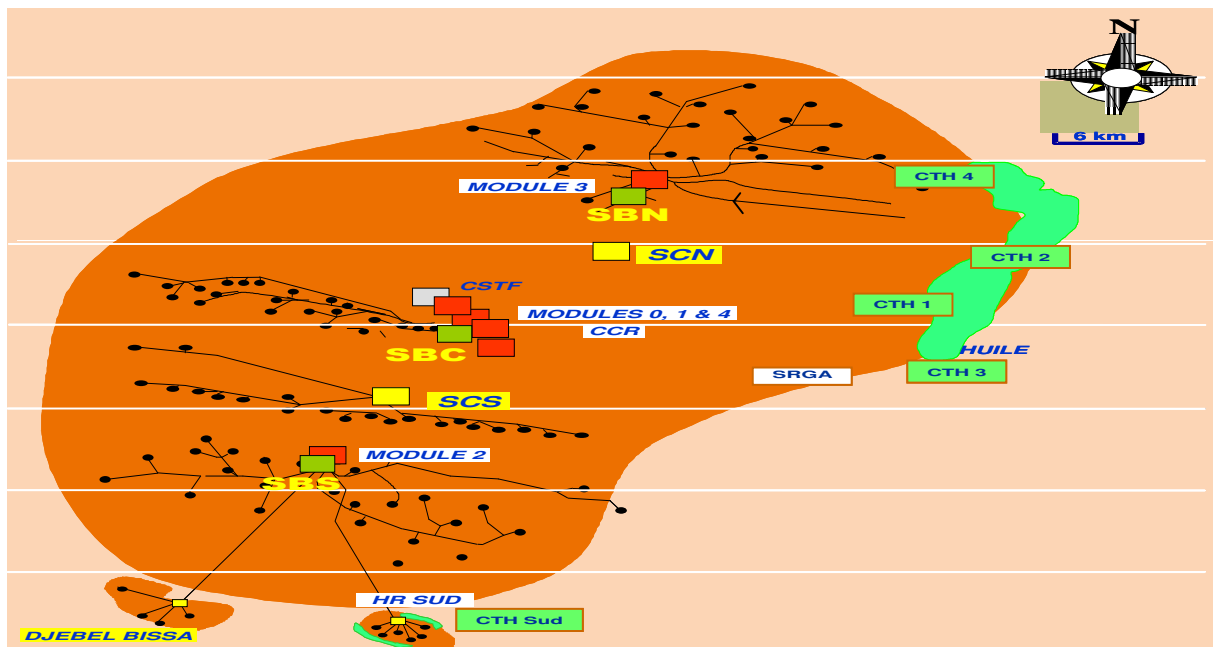


Fig I.2 : Les différents modules du champ de HASSI R'MEL

➤ **Première étape 1961-1969 :**

En 1961, réalisation d'une petite unité de traitement de gaz (module 0) de 1,3 milliards m^3 par an, cette réalisation a coïncidé avec la construction de la première usine de liquéfaction du gaz en 1964 à Arzew. En 1969, la capacité de production est portée à 4 milliards m^3 par an.

➤ **Deuxième étape 1969-1971 :**

Après la nationalisation des hydrocarbures en 1971, la capacité de traitement du champ atteinte était de 14 milliards m^3 /an.

➤ **Troisième étape :**

La capacité de traitement a été portée à 94 milliards m^3 /an :

La réalisation de 4 complexes de traitement de 20 milliards m^3 /an chacun.

La réalisation de deux stations de réinjection de gaz d'une capacité unitaire de 30 milliards m^3 /an et d'une puissance unitaire de 600000 CV.

➤ **Etape actuelle :**

Après un quart de siècle d'exploitation du gisement de Hassi R'mel, la politique actuelle consiste au maintien du niveau de production par la mise en place des stratégies suivantes :
Introduction de la récupération secondaire au moyen de la recompression.

Mise en place du projet Boosting pour le maintien de la pression et l'exploitation des unités en place sans changement du process.

I.5. Les installations de Hassi R'mel :

Les importantes installations de Hassi R'mel révèlent leurs rôle dans la mise en valeur de nos richesses énergétiques. La région de Hassi R'mel est un champ de gaz à condensat avec une activité secondaire qui consiste à produire du pétrole. Ces champs produisent le gaz naturel, le GPL et le condensat.

Le champ est divisé en trois zones de production :

1) **Zone centrale** : cette zone se compose :

- ✓ Des usines de traitement du gaz tel que le module 0, module 1, les communs et le module4.
- ✓ Un centre de stockage et de transfert de GPL et de condensat (CSTF).

- ✓ Une station de récupération des gaz associés (SRGA) qui récupère les gaz associés des centres de traitement d'huile et les expédie comme gaz brut vert le module 4.

2) Zone nord :

Elle contient une usine de traitement de gaz (module 3) et une station de compression nord.

3) Zone sud :

On trouve dans cette zone les unités de traitement de gaz qui sont le module 2, Hassi R'mel sud, DJEBEL BAISSA et une station de compression sud.

I.6. Organisation de la direction régionale de Hassi R'mel :

Le développement et l'exploitation des hydrocarbures sont l'objectif principal visé par la direction régionale. Afin de répondre à son plan de charge convenablement ; elle s'est dotée de l'organisation présente par la Fig I.3.

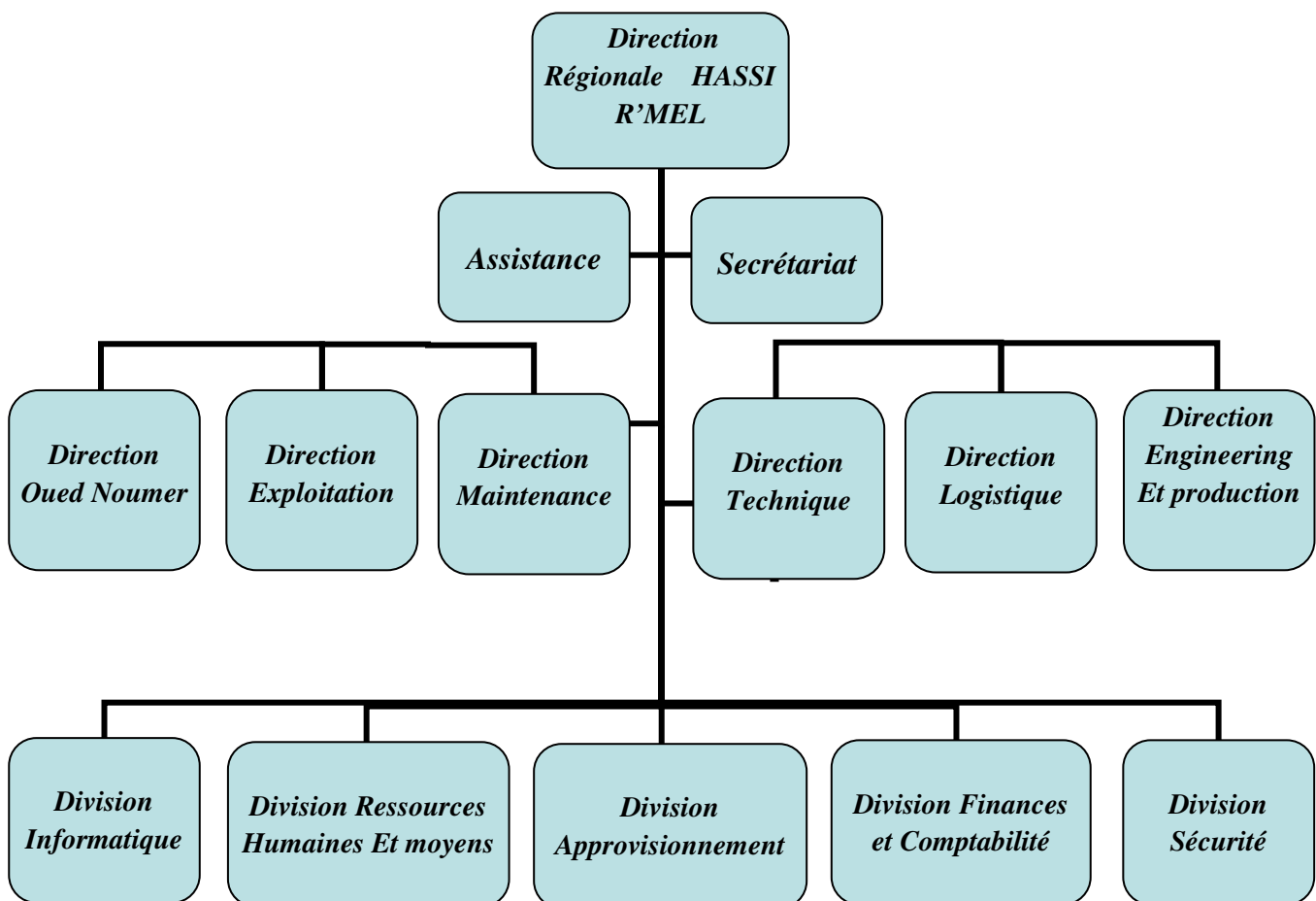


Fig I.3 : La direction régionale de HASSI R'MEL

1-Missions et tâches des structures :

- Secrétariat régional.

-Assistant au directeur régional.

➤ **Division approvisionnement et transport :**

- L'approvisionnement matériel et pièces de rechange au moyen des divers budgets, appels d'offres et commandes locales.
- La réception des équipements et pièces de rechange, la vérification de leur conformité et leur mise en stock.

➤ **Direction Technique :**

- La gestion et la prise en charge des nouveaux projets industriels ;
- La réalisation des modifications suggérées par les sites utilisateurs.

➤ **Direction Engineering et production :**

- Développement du gisement ;
- Entretien des puits et installations de surface (wire-line et work-over).

➤ **Direction Exploitation :**

- Exploitation optimale des unités ;
- Planification et réalisation des programmes de production.

➤ **Direction Maintenance :**

- Maintien des équipements en état de bon fonctionnement ;
- Planification des entretiens préventifs ;
- Mise en place des politiques de maintenance ;
- Mise en place et développement de l'outil informatique.

➤ **Direction Logistique :**

- Suivi et réalisation des infrastructures de base de la région ;
- Entretien des installations domestiques de la région (électricité, froid, plomberie et menuiserie).

➤ **Division Sécurité :**

- Application des mesures de sécurité (prévention des accidents) ;
- Mise en place de la politiques HSE (hygiène, sécurité et environnement) au niveau du site industriel.

➤ **Division Informatique :**

- Développement des logiciels d'exploitation pour l'ensemble des structures de la direction régionale.
- Entretien du réseau et de l'outil informatique.

- **Division Intendance :**
 - Suivi des prestations en matière de restauration et hébergement.
 - Suivi de la gestion du patrimoine.
- **Division finances :**
 - Gestion des budgets des structures, ordonnancement.
 - Suivi financier des projets d'investissement, d'exploitation et d'équipement.
 - Gestion de la trésorerie, comptabilité générale.
- **Division ressources humaines :**
 - Gestion de carrière du personnel.
 - Gestion du recrutement et la formation du personnel.
 - Gestion sociale du personnel en matière de santé, loisirs et administration générale.

I.7. Les modules de traitement de gaz :

I.7.1. Généralités sur les modules :

Le module dénommé «MPP» est le diminutif de «Module Processing Plan». Il désigne une usine de traitement de gaz naturel à l'échelle industrielle.

Le champ de Hassi R'mel comporte 5 modules dont 4 ont une capacité unitaire de 60 millions m^3 et datant des années 1979-1990.

Le cinquième module (MPP0), qui est le plus ancien, a une capacité de 30 millions m^3 .

Un sixième module dessert le petit gisement de DJEBEL BAISSA, en rapport avec sa capacité modeste de 6 millions m^3 . Il est désigné par «centre de traitement de gaz».

Les modules 0 et 1 disposent d'une unité complémentaire appelée «communs».

Les modules de traitement de gaz sont reliés :

- Au centre CSTF pour le stockage des hydrocarbures liquides (GPL et Condensat) aux stations de réinjection (Stockage de compression Nord et Sud) de capacité de 90 millions m^3 chacune pour réinjecter une partie des gaz secs (GN) dans le gisement (Système de récupération maximal du brut).
- Le parc des équipements des unités comporte :
 - 2000 équipements statiques (fours, échangeurs de chaleurs...,etc).
 - 5000 appareils machines tournantes (moteurs, compresseurs, turbines...,etc).
 - 1600 appareils d'instrumentation (capteurs, thermos, vannes...,etc).

- La fonction exploitation XP a pour mission de gérer les équipements des unités de traitement (pour séparer les fractions liquides du gaz brut pour une meilleure valorisation) et les stations de compression pour la réinjection.

I.7.2. Les salles de contrôles des modules :

Dans chaque module on trouve une salle de contrôle à laquelle sont données toutes les instructions opérateurs sur site, en se basant sur les indicateurs des instruments et des diagrammes d'enregistrement.

Un tableau synoptique donne une vision générale de l'unité et des puits reliés à cette unité.

Les salles de contrôle, auparavant gérées par un système conventionnel (analogique), fonctionnent désormais en système numérique pour tout les modules (Système DCS : Distributed Control System).

I.7.3. Unité de Boosting :

Cette station assure la compression du gaz brut provenant des puits producteurs pour alimenter les modules, tenant compte de deux paramètres, pression de 120kg/cm² et température de 60-65°C pour les modules 0,1. concernant les modules 2, 3,4 la température est d'environ 40°C c'est des paramètres conçus pour le fonctionnement des unités de traitement de gaz. (Voir Fig I.4).

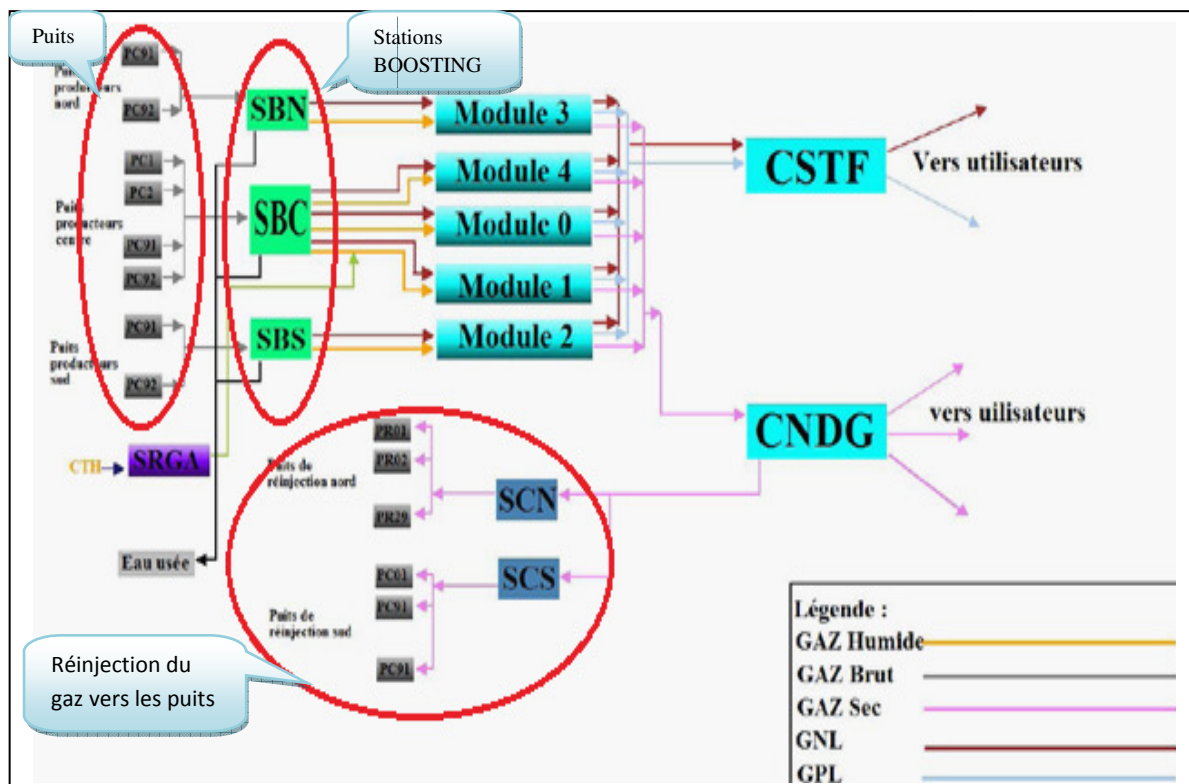


Fig I.4 : Schéma général des modules et des stations de Boosting

I.8. Présentation du module 0 : [2]

Le module 0 ou MPP0 (Module Processing Plant) désigne une installation de traitement de gaz. Il est le premier à être construit à Hassi R'mel par les français en 1961 avec deux unités seulement. Le MPP0 a connu plusieurs modification, très importante. De 1971 à 1973 il y a la construction et mise en service de six unités identiques qui permettent, actuellement de séparer le condensat et de récupérer le gaz de vente.

De 1983 à 1986 il y a la construction et la mise en service de la phase B par un contrat signé entre l'entreprise Nationale SONATRACH et l'entreprise Japonaise JGC corporation, qui permet de stabiliser le condensat et de récupérer le GPL.

Le MPP0 a une mission importante au niveau de la région de Hassi R'mel, comme tout les autres modules, car il traite en moyenne plus de 30 millions m^3 / jour de gaz brut.

Le module 0 est alimenté par 16 puits qui sont situés dans la zone centrale de Hassi R'mel, et regroupés dans trois collecteurs : E4 (HR : 11, 16, 22, 23 et 57), E5 (HR : 53, 54, 32, 33, 10 et 43) et W7 (HR : 15, 18, 19 et 20). A l'entrée du module les collecteurs sont regroupés dans un MANIFOLD qui va aller vers le Boosting pour une augmentation de pression jusqu'à 100 bars en moyenne.

Pour le bon déroulement du procédé de séparation du gaz brut le MPP0 est divisé en différentes zones qui sont :

- Zone de séparation de condensat.
- Zone de stabilisation de condensat.
- Zone de régénération du glycol (DEG).
- Zone de stockage intermédiaire du condensat et du brut des CTH.
- Zone des eaux huileuses (bourbier) et fosse de brûlage.
- Zone torches.
- Zone utilités : zone de traitement d'eau et de refroidissement des pompes, zone de compresseurs et zone de séchage et de stockage d'air instruments.
- Zone de stockage et d'expédition de condensat et de brut.

I.9. Service du module 0 :

Le module 0 comprend trois services principaux :

1. Service maintenance :

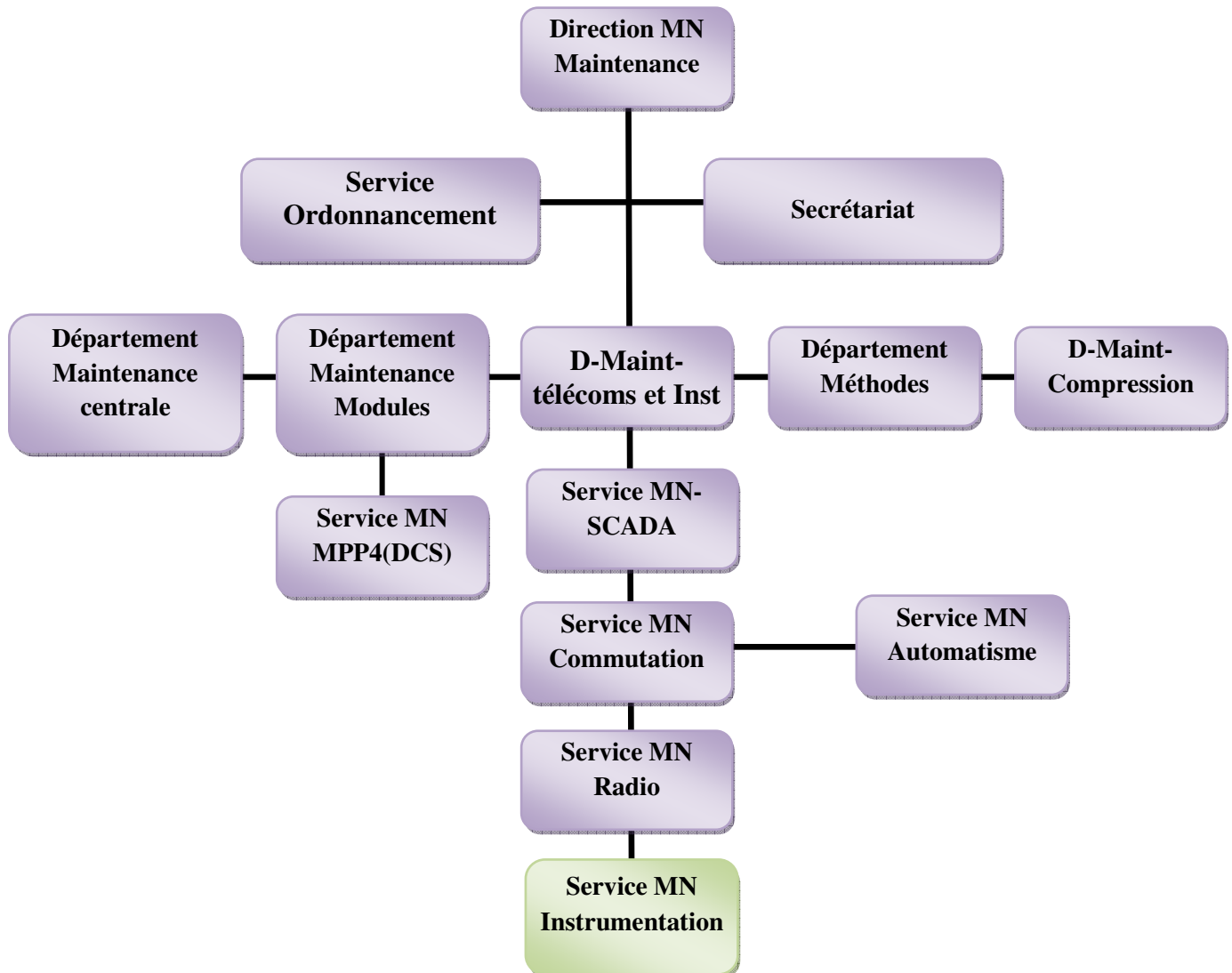


Fig I.5 : Les différents services du module 0

2. Service d'exploitation :

C'est le service essentiel, il assure le bon fonctionnement de l'usine 24/24h.

3. Service de sécurité :

Son rôle est la prévention et l'intervention .

I.10. Procédé de traitement du gaz au module 0 :

Le choix d'un procédé de traitement à un autre se fait suivant :

- Le taux de récupération des hydrocarbures liquides visés.
- La spécification des produits finis.
- Le coût global des investissements.

La région de Hassi R'mel a vue développer deux types de procédés de traitement de gaz :

- ◆ Procédé de PRITCHARD qui est utilisé au niveau des modules 0 et 1.
- ◆ Procédé de HUDSON qui est utilisé au niveau des modules 2, 3 et 4.

❖ Procédé PRITCHARD :

Ce procédé est basé sur le refroidissement du gaz par échange thermique et par des détentes avec utilisation d'une boucle de propane comme système réfrigérant pour atteindre en fin de cycle des températures voisines de -23°C .

❖ Procédé HUDSON :

Ce procédé est basé sur le refroidissement du gaz par échange thermique et par une série de détentes complètes qui se font à travers une machine dynamique appelée TURBO-EXPENDER qui permet d'atteindre un niveau de température de -40°C .

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

I.10.1 Traitement de gaz brut au module 0 :

Les installations de la phase B sont une extension des installations du module 0 installées dans la phase A. Ces nouvelles installations permettent au module 0 de produire le GPL et le condensat stabilisé et augmentent la production de gaz de vente par la récupération des produits au par avant torchés au module 0.

I.10.1.1 Zone de séparation du condensat :

La zone de séparation de condensat traite le gaz brut d'alimentation afin de récupérer le condensat et de produire le gaz de vente.

Le gaz brut provenant de la station de Boosting centre (SBC) pénètre dans l'installation sous forme de mélange biphasique et avec une pression actuelle de 100 bars en moyenne et une température 65°C maximum. Il est reçu par un diffuseur sphérique de gaz V-1001 pour

l'homogénéisation et est distribué d'une manière égale au six chaînes identiques de séparation de condensat (chaînes 1100/1600) a un débit de 5 millions Sm^3 /j.

On va décrire le processus de séparation d'une seule unité du moment que les cinq autres travaillant de la même manière.

Le séparateur d'admission V-1101 fonctionnant à 65°C maximum et 100Kg/cm² sépare le liquide du mélange d'alimentation. Les liquides provenant du séparateur d'admission V-1101 sont détendus adiabatiquement à 86.5Kg/cm²A dans les séparateurs de condensat V-1004 A/B/C/D. Les vapeurs provenant de ces ballons sont envoyées dans les séparateurs froids V-1102 et V-1103. Les liquides provenant des V-1004 A/B/C/D sont détendus adiabatiquement à 33.4Kg/cm² vers les séparateurs condensat/eau V-1012 A/B/C. L'eau est drainée vers le puisard zone bourbier S-452. Les vapeurs et les hydrocarbures liquides de V-1012 A/B/C sont envoyés au ballon tampon d'alimentation V-401.

Les vapeurs de V-1101 sont séchées et refroidies simultanément d'abord dans les échangeurs gaz/gaz HE-1101 B/C/D, puis dans l'échangeur gaz/liquide HE- 1102 et finalement dans le Chiller E-401, utilisant du propane a moyenne pression (MP). Tous ces échangeurs fonctionnent en série. Les vapeurs sont détendus adiabatiquement environ -15°C et 81,5Kg/cm² dans les séparateurs froid V-1102 et V-1103.

Le séchage du gaz brut est effectué par l'injection direct d'une solution diéthylène glycol dans la plaque tubulaire d'entrée de chaque échangeur afin d'éviter la formation des hydrates.

Le gaz de V-1103 est refroidit à contre courant dans les échangeurs HE-1101 B/C/D pour récupérer les frigories qu'il contient puis il pénètre dans la pipeline de gaz de vente à une température voisine de 60°C et 72,3 Kg/cm² minimum.

Les hydrocarbures condensés et le glycol provenant de V-1103 sont préchauffés dans l'échangeur gaz/liquide HE-1102 environ 4°C et 33 Kg/cm². Les hydrocarbures gazeux et le condensat sont séparés du glycol dans les séparateurs glycols V-1009A/B/C. Le glycol est envoyé vers la zone de régénération.

Les hydrocarbures gazeux et les condensats sont envoyés au ballon d'alimentation V-401, avec récupération de DEG dans l'appendice du V-401 qui sera envoyé vers régénération.

I.10.1.2 Zone de stabilisation du condensat et de séparation de GPL :

Cette zone a pour but de stabiliser le condensat et de produire le GPL à partir des liquides récupérés du gaz brut dans la zone de récupération des condensats.

Les hydrocarbures liquides provenant du ballon tampon V-401 sont préchauffés dans l'échangeur E-408 et envoyés vers le plateau 18 du déethaniseur T-401. Les vapeurs du même ballon V-401 sont dirigées directement vers le même plateau du déethaniseur T-401. Les C_3^+ sont absorbés par l'huile pauvre dans la zone d'absorption du déethaniseur. L'huile pauvre est d'abord refroidie dans le chiller E-404 et ensuite dans E-405 avant d'entrer en tête du déethaniseur T-401. Le reflux latéral de tête entre dans le chiller E-406.

Le réfrigérant requis aux chiller E-404, E-405 et E-406 est fourni par le système de réfrigération du propane des installations communes.

Le rebouillage auxiliaire des produits de fonds du déethaniseur est effectué dans E-402 à contre courant avec les produits de fond du débutaniseur T-402. Le rebouillage principal est effectué par le four H401 pour éliminer les légers des produits de fond de T-401. Les vapeurs de tête du T-401 sont dirigées vers les installations communes où elles sont déshydratées et mélangées à celles du module 1.

Les produits de tête du débutaniseur T-402 sont entièrement condensés dans les aréocondenseurs E-407. Le liquide GPL est colleté dans V-404, pompée par P-405A/B, une grande partie de ces liquides est utilisée comme reflux pour T-402, tandis que l'autre partie est envoyée comme produit fini « on spec » vers le stockage. Le rebouillage du fond de la colonne est effectué par H-402.

Les produits de fond, condensats stabilisés, quittant T-402 sont refroidis partiellement dans le E-409 pour préchauffer la charge du débutaniseur puis dans E-402 pour rebouillage auxiliaire de T-401, une autre fois dans le E-408 pour préchauffer la charge de déethaniseur et finalement dans l'aéroréfrigérant de condensat E-403 où ils sont refroidis environ 40°C. Les condensats stabilisés s'écoulent vers V-403 d'où une partie est pompée par P-403 A/B vers la tête du déethaniseur comme huile d'absorption, le reste est envoyé au CSTF ou vers le stockage intermédiaire de condensat du module 0.

✓ Stockage intermédiaire du GPL :

Le GPL « on spec » est envoyé vers le CSTF, par contre le GPL « off spec » est envoyé vers le module 4 pour le retraitement.

✓ Stockage intermédiaire du condensat :

Deux réservoirs de stockage T-3004 et T-3005 de capacité de 7500 m³ sont destinés à stocker le condensat « on spec » avant qu'il soit transféré par les pompes P-407 A/B vers le CSTF. Un réservoir de stockage T-3001 destiné à stocker le « off spec », qui est ensuite transféré par les pompes P-3001 A/B vers les bacs de stockages T3004 et T3005.

I.10.1.3 Zone de régénération du Diéthylène Glycol :

L'élimination de l'eau ou des hydrates formées s'effectue au module 0 par injection du Diéthylène Glycol (DEG), le DEG présente une faible toxicité, il ne s'évapore pas a température ambiante de ce fait, il ne constitue pas de danger au cours des manipulations.

De point de vue économique, le DEG est trop cher donc pour cela on le récupère par la section de régénération, celle-ci comprend 03 unités **PK420, PK440 et U2100** qui ce différent de point de vue process, mais elles ont le même principe de fonctionnement en ramenant le glycol d'une concentration de 70% a une autre de 80% avec élimination d'une quantité d'eau.

I.10.1.4 Zone d'eau huileuse et fausse de brûlage :

L'eau huileuse provenant des installations communes et des modules 0 et 1 est dirigée vers le puisard zone bourbier S-452 puis vers le séparateur d'huile S-403 ou aura lieu la séparation entre l'eau et l'huile.

L'eau séparée dans la S-403 s'achemine vers le bassin de filtrage d'eau sanitaire en provenance des installations communes et du module 0 puis s'achemine vers le bassin d'évaporation S-453.

L'huile séparée dans le S-403 est dirigée vers la Z-401 avec les hydrocarbures liquides provenant des ballons tampons de torche et y est brûlée.

Les autres hydrocarbures liquides passant vers la Z-401 a partir du séparateur de purge des liquides V-409 du module , du séparateur du condensat excédentaire V-230 et du séparateur

de torche à basse pression au module 1 et du ballon de torche des puits froids aux installations communes et y sont brûlés également.

I.10.1.5 Laboratoire et spécification des produits :

Les travaux d'analyses dans l'industrie pétrolière sont extrêmement importants, car ils maintiennent une exploitation stable de façon homogène dont la qualité correspond aux spécifications.

Le rôle essentiel du laboratoire dans le module 0 est de coopérer avec le service de production au moyen d'analyses en continu de la concentration du glycol, du condensat stabilisé et du gaz de vente, afin de maintenir les conditions favorables pour avoir une bonne qualité du produit.

I.11. Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons présenté le process industriel MPP0 et les différentes unités entrantes dans le traitement du gaz. Afin de simplifier l'analyse et l'étude de la suite du projet, le chapitre suivant est consacré à l'étude du four dans la perspective du développement d'une solution de contrôle sécurisé implantable sur Triconex.

CHAPITRE II

Description du Four H-401



II.1. Introduction :

Dans cette partie, nous allons nous intéresser au four rebouilleur H-401 qui joue un rôle très important dans les unités pétrolières, pétrochimique et traitement de gaz. Une anomalie au niveau du four ou de l'un de ses accessoires conduit au déclenchement de l'unité, ce qui provoque des conséquences économiques d'autant plus grandes que l'unité est importante. Les utilisations des fours sont diverses, cependant chaque cas exige une étude particulière afin de concevoir le four rebouilleur le plus fiable, robuste, rentable et le plus adéquat aux conditions imposées.

II .2. Description générale du four H401 : [3], [4]

(Voir schéma synoptique **Annexe 01**)

Le four H401 est cylindrique à tube vertical qui a pour rôle de chauffer les liquides du fond du déethaniseur T401-1 jusqu'à 185°C (Voir Fig. II.1).

Il comporte essentiellement trois grandes parties différentes :

- Partie rebouilleur.
- Partie commande et signalisation.
- Les soufflantes d'air.

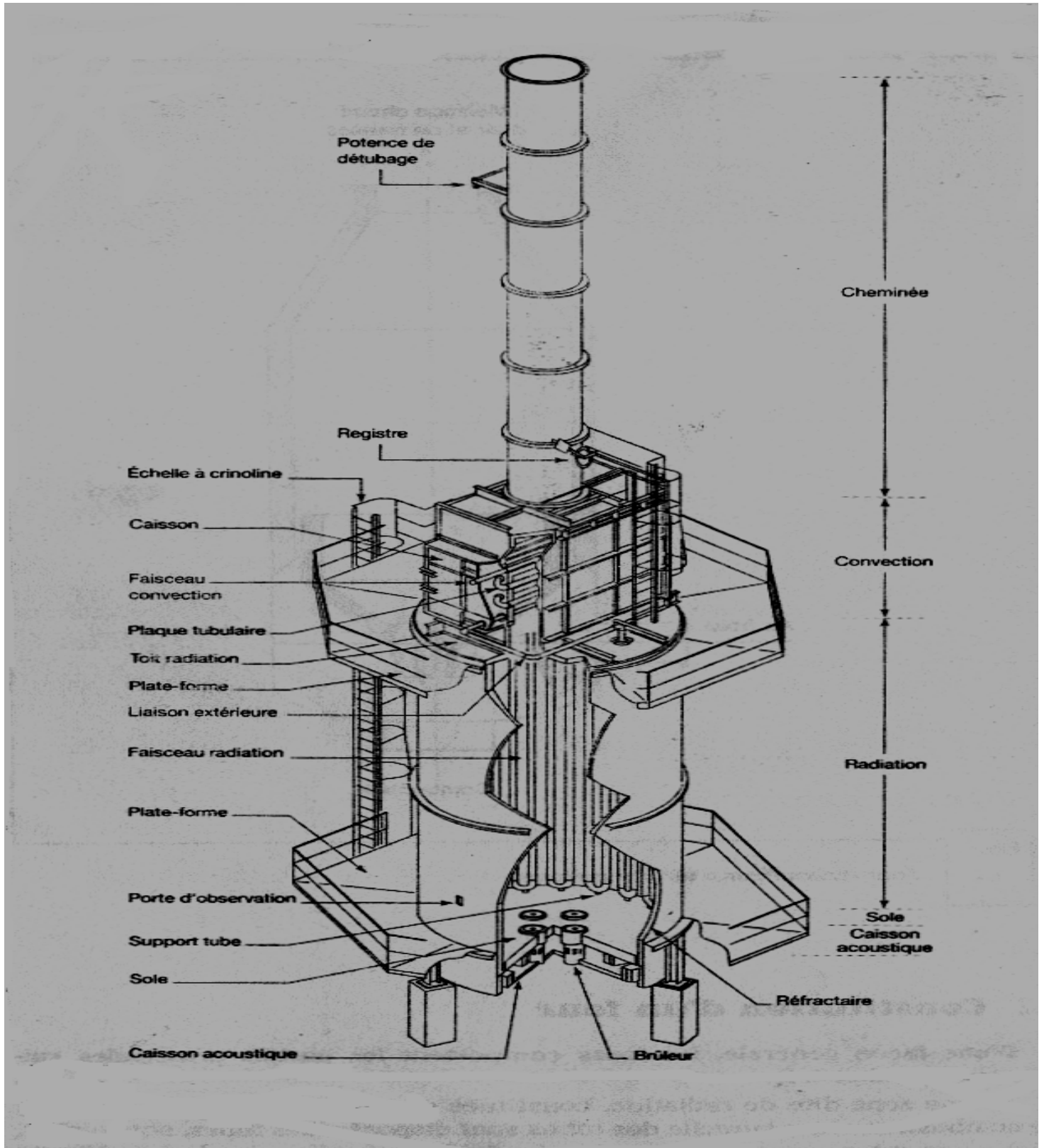


Fig II.1 : Four cylindrique à tubes verticales.

II.2.1. Partie rebouilleur :

Cette partie comporte les éléments demandés pour le démarrage des fours.

- ✓ 8 pilotes.
- ✓ 8 brûleurs principaux.

II.2.2. Partie commande et signalisation : [10]

Un ensemble de fonctions ayant une grande importance constitue l’outil de contrôle dans les fours. Ce dernier nous permet de nous assurer du bon fonctionnement du four et de repérer tout dysfonctionnement, lequel peut être la résultante d’un mauvais réglage ou les avant-coureur d’une panne (Voir Fig. II.2). Pour plus de précision, il faut se référer à l’Annexe 04.

Le tableau local sert à la commande et à la signalisation des différents événements tels que la détection de flamme de chaque pilote, la purge, l’alimentation principale, l’arrêt du four...etc.

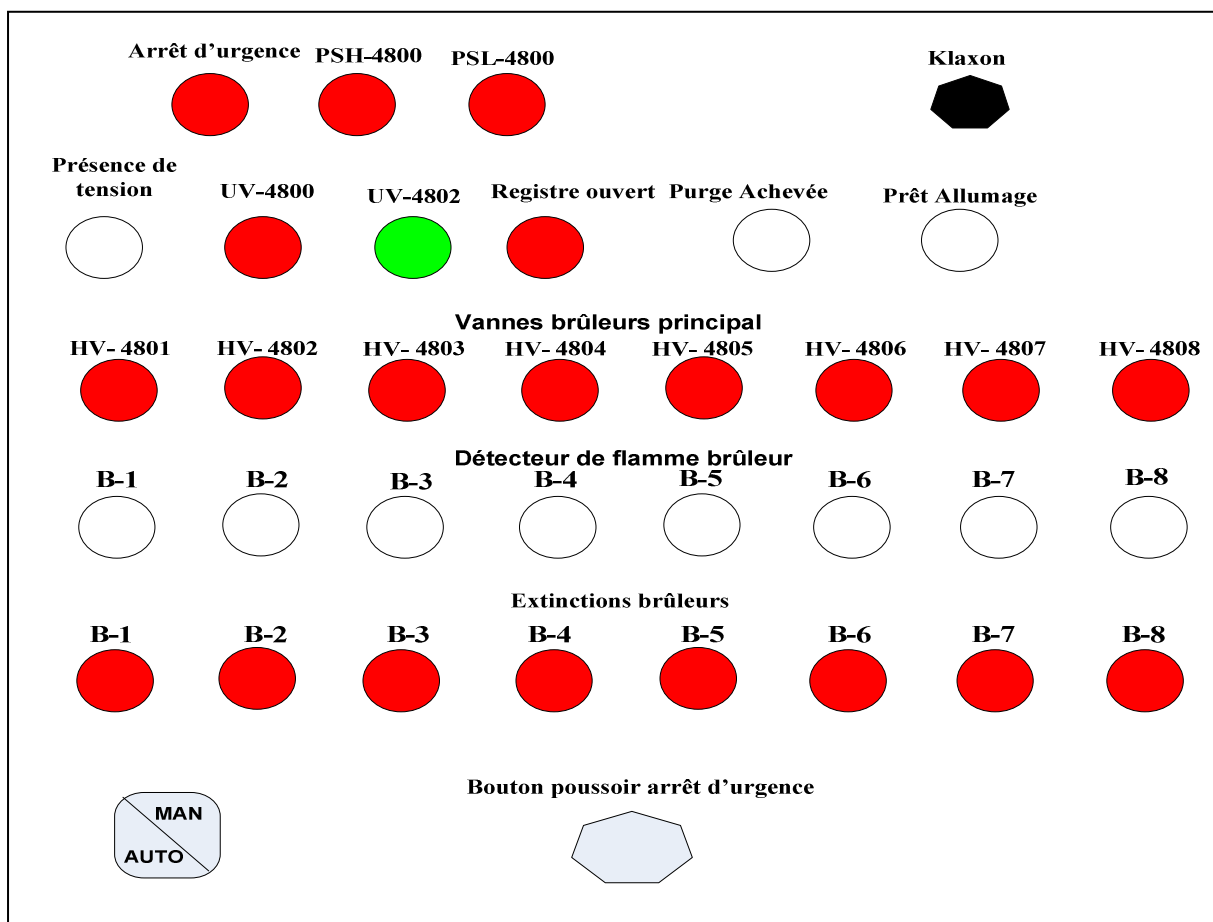


Fig II.2 : Illustration du tableau local

II.2.3. Les soufflantes d'air :

Après chaque arrêt, les soufflantes d'air B-401 1 / 2 sont employées pour purger l'air comprimé dans les fours. Cette opération qui dure 20 minutes est primordiale pour assurer la sécurité des fours et des installations de l'unité.

II.3. Description du circuit du fuel gaz :

Le fuel gaz passe par deux circuits différents :

- ✓ Circuit de brûleur pilote.
- ✓ Circuit de brûleur principal

II.3.1. circuit brûleur pilote :

Des vannes tout ou rien (UV-4811/4818) commandent le passage du fuel gaz dans le circuit, une vanne régulatrice de pression PCV-4801 commande la pression du fuel gaz.

II.3.2. Circuit brûleur principal : [10]

Des vannes Tout Ou Rien : UV-4800, UV-4801 (vannes de fuel gaz) UV-4802 (vanne de torche) et HV-4801/4808 (vannes des bruleurs), une vanne régulatrice de débit TV-4104 et une vanne auto régulatrice pression PCV4800 commandent le passage du fuel gaz dans le circuit. (Voir Fig II.3)

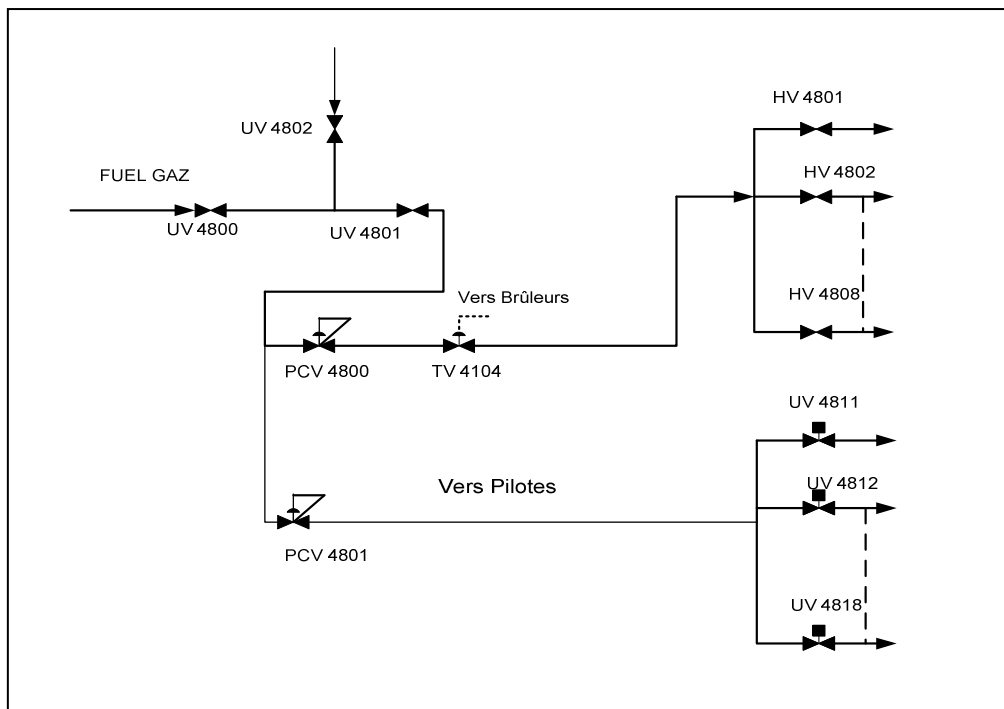


Fig II.3 : Circuit fuel gaz

II.4. Instrumentation : [5]

Le schéma de principe du circuit des instruments est présenté à l'**Annexe 02**.

Les appareils de mesure donnent la possibilité d'agir sur le procédé de fabrication, de manière à obtenir en qualité et en quantité des produits finis conformément à certaines spécifications dans les meilleures conditions de sécurité, de fiabilité et de rendement.

Nous allons étudier les différents dispositifs de contrôle, de transmission et de mesure du rebouilleur H-401 des quatre paramètres physiques industriels les plus importants à savoir la pression, le débit, le niveau et la température.

II.4.1. Capteurs –transmetteurs :

C'est l'un des éléments essentiels pour le bon déroulement du procédé du système à automatiser. Il a pour rôle de capter les informations (pression, débit, température).

Ensuite, les transmettre au système de traitement d'informations à travers un transmetteur.

II.4.1.1. Détecteur de flamme :

La détection de flamme est un facteur de déclenchement du four. Elle est assurée par des détecteurs ultraviolets « purple peeper » transistorisés, qui sont situés au niveau de chaque pilote. Dans les atmosphères dangereuses le boîtier du détecteur de flamme est anti-déflagration. Ce dernier est monté hors de la chambre de combustion grâce à son tube de perception qui détecte les radiations ultraviolettes produites. Ensuite, un signal est envoyé à l'amplificateur situé dans la commande. (Voir Fig.II.4)



Fig II.4 : Détecteur de flamme

II.4.1.2. Capteur de pression :

Les capteurs de pression utilisés sont :

➤ **Manomètre à Tube de BOURDON :**

Les manomètres utilisés sont de type de bourdon à indication locale (Voir Fig II.5). Le principe de fonctionnement de ces capteurs est le suivant : Le tube de Bourdon est brasé, soudé ou vissé avec le support de tube qui forme généralement une pièce complète avec le raccord. Par l'intermédiaire d'un trou dans le raccord, le fluide à mesurer passe à l'intérieur du tube. La partie mobile finale du tube se déplace lors du changement de pression (effet Bourdon). Ce déplacement qui est proportionnel à la pression à mesurer, est transmis par l'intermédiaire du mouvement à l'aiguille et affiché sur le cadran en tant que valeur de pression.



Fig II.5 : Manomètre 0-16 bar

➤ **Les pressostats :**

Un pressostat est un dispositif comprenant un commutateur électrique dans lequel le mouvement des contacts est réalisé pour une valeur prédéterminée de la pression du fluide.

Les pressostats utilisés sont des instruments robustes de haute fiabilité ayant un mécanisme de contact à déclic double. Ils sont munis d'un tube de bourdon spécial ayant une excellente durabilité et des micro-interrupteurs à haute sensibilité. (Voir Fig II.6)

On trouve deux modèles, celui à un contact et celui à deux contacts, ces pressostats sont de type résistant au feu par leurs construction contre l'explosion.

Ils sont montés sur La ligne d'alimentation de fuel gaz et utilisés pour les alarmes (exemple PAHH/LL-4801), pour le déclenchement en cas de très haute ou de très basse pression (PSHH/LL-4801), son principe de fonctionnement est le suivant :

Par l'action du tube de Bourdon, le micro-interrupteur est entraîné directement pour ouvrir ou fermer le circuit. La pression de tirage peut être changée en faisant glisser le porte-micro-interrupteur au moyen d'un vis de réglage.

Ces pressostats délivrent une tension de 24 VCC en cas d'anomalie.



Fig II.6: Pressostat

➤ **Le deprimomètre :**

Le four H-401 est doté d'un transmetteur linéaire de pression intelligent PT-4800 (YOKOGAWA) alimenté en 24 VCC (Voir Fig. II.7).

Les composants principaux de ces transmetteurs sont le module du capteur et le boîtier électronique, le module du capteur contient le système de capteur rempli d'huile (diaphragmes isolants, système de remplissage d'huile et le capteur), et l'électronique du capteur qui inclut un module de mémoire et une capacité vers le convertisseur de signal numérique (convertisseur C/D).

Les signaux électriques du module du capteur sont transmis à l'électronique de sortie dans le boîtier électronique qui contient la carte électronique de sortie (microprocesseur, module de mémoire, convertisseur de signal numérique à analogique D/A), les boutons locaux de zéro et de plage et la plaque à bornes de connexion.

Dans ce transmetteur, la pression de calcul est appliquée au diaphragme isolant, l'huile fait fléchir le diaphragme central, ce qui change le signal de capacité qui est transformé en un signal numérique par le convertisseur C/D. Le microprocesseur prend les signaux du RTD et le convertisseur C/D calcule la sortie correcte du transmetteur envoyé au convertisseur D/A qui convertit ce signal en un signal analogique.

Utiliser pour mesurer et indiquer la dépression à la base de la zone de convection, il est placé à proximité de la commande de registre ce qui permet de régler l'ouverture de ce dernier en fonction de l'allure du four pour maintenir constamment une dépression à la base de convection pour permettre un tirage naturel de l'air à l'intérieur du four.



Fig II.7 : Transmetteur de pression

II.4.1.3. Capteur-transmetteur de débit :

➤ transmetteurs de débit :

On utilise ce qu'on appelle le débitmètre qui est basé sur le principe de pression différentielle, On utilise un orifice de type « Daniel » utilisé comme organe primaire. La différence de pression recueillie entre l'amont et l'aval est appliquée au transmetteur. Le Débit alors calculé selon la formule de Bernoulli $Q = k \sqrt{\Delta P}$.

La conversion et la transmission de signal sont assurées par le transmetteur de pression différentielle de la même manière que pour la mesure de niveau



Fig II.8 : Transmetteurs de débit

II.4.1.4. Capteurs de température :

➤ Thermocouples :

Les thermocouples sont utilisés pour assurer et indiquer la température. Il existe deux fonctions distinctes dans l'utilisation de ces appareillages :

- indication de température de peau des tubes ;
- indication de température des fluides.

Les thermocouples utilisés sont de type K Chromel /Alumel (0 :1100°C). Ils sont accessibles et difficilement remplaçables.

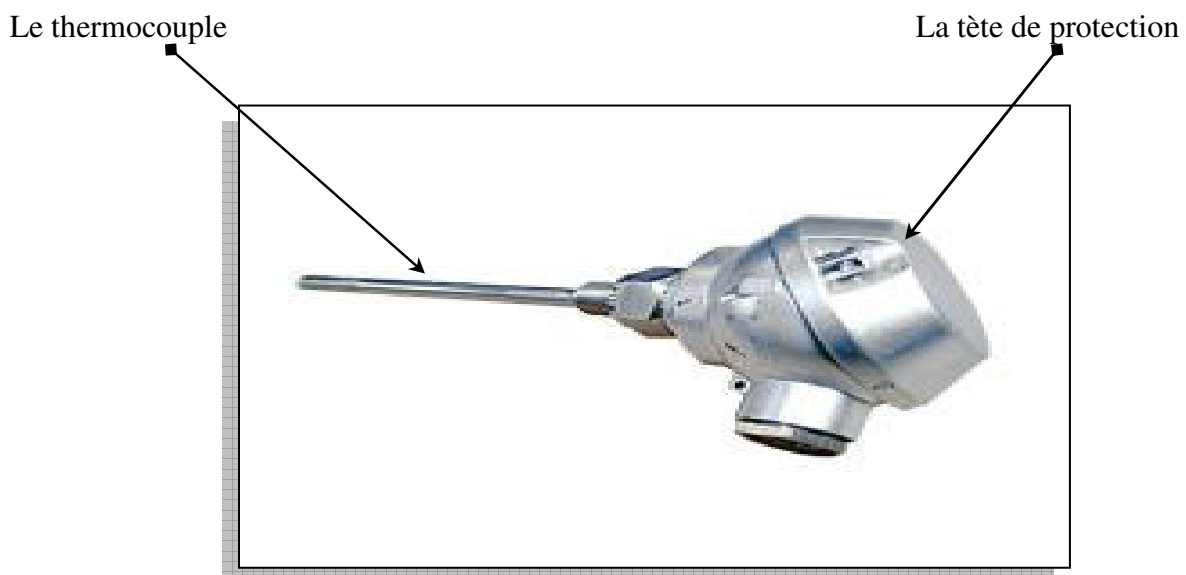


Fig II.9 : Thermocouple de type K

➤ **Les thermostats :**

Les thermostats ou contacteurs de température sont des appareils capables de détecter le franchissement d'un seuil de température utilisés pour protéger des systèmes, des appareils contre les températures qui sont susceptibles de provoquer des anomalies. (Voir Fig. II.10).

Le thermostat est constitué principalement de :

- 1-Sonde (élément capteur).
- 2-Un piston mobile (commandé par la dilatation du liquide).
- 3-Un micro-Switch.
- 4-Vis de réglage de seuil.
- 5-Un ressort contre réaction.

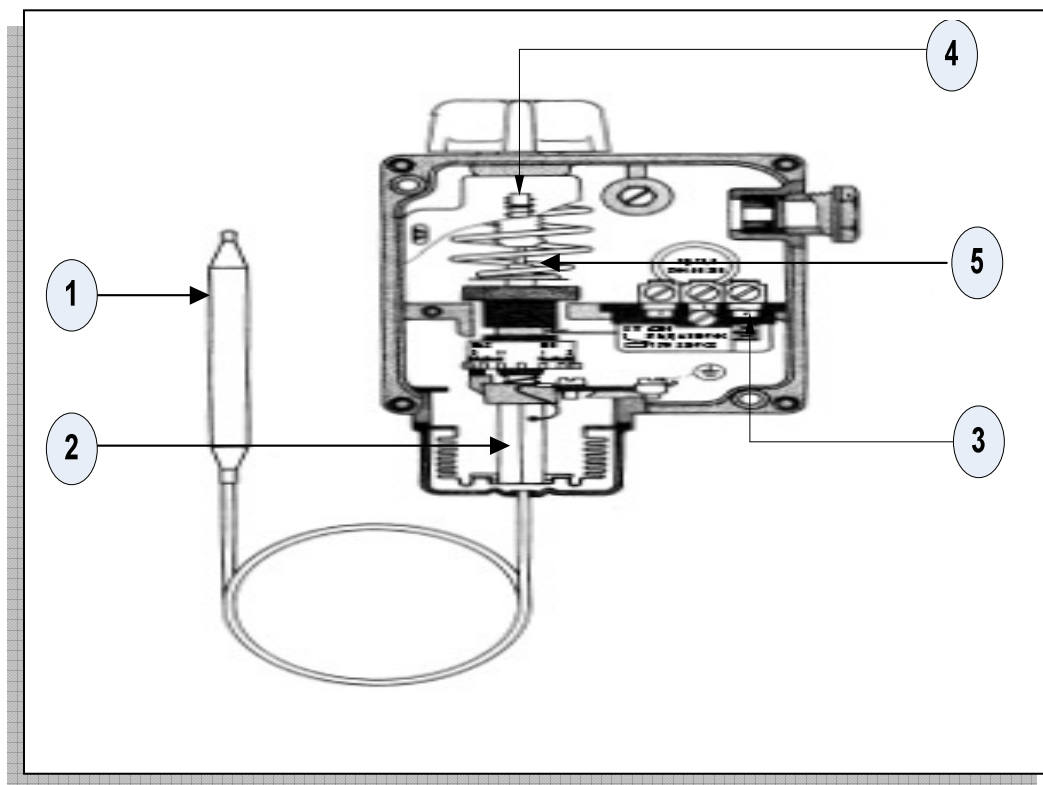


Fig II.10 : Thermostat

Le liquide se trouvant à l'intérieur de la sonde se dilate sous l'action de la température. Ceci provoque une pression qui s'exerce sur le piston, qui à son tour agit sur le micro-Switch.

La distance entre le micro-Switch et le piston caractérise le seuil de thermostat. Cette distance est commandée par un vis de réglage de seuil.

II.4.1.5. Interrupteur de niveau à flotteur :

Il est utilisé au niveau du fond de la colonne du déethaniseur pour éviter le niveau très bas LSL4102 et pour protéger le ballon V405 du très haut niveau (LSHH4013) (Voir Fig II.11). Son principe de fonctionnement est le suivant :

La montée ou la descente du niveau de produit dans la capacité occasionne le déplacement d'un flotteur. Son déplacement est transmis par l'intermédiaire d'un tube étanche à un micro interrupteur, à un mécanisme pneumatique ou à une ampoule à mercure, qui va provoquer l'action de contrôle souhaitée, alarme ou sécurité.

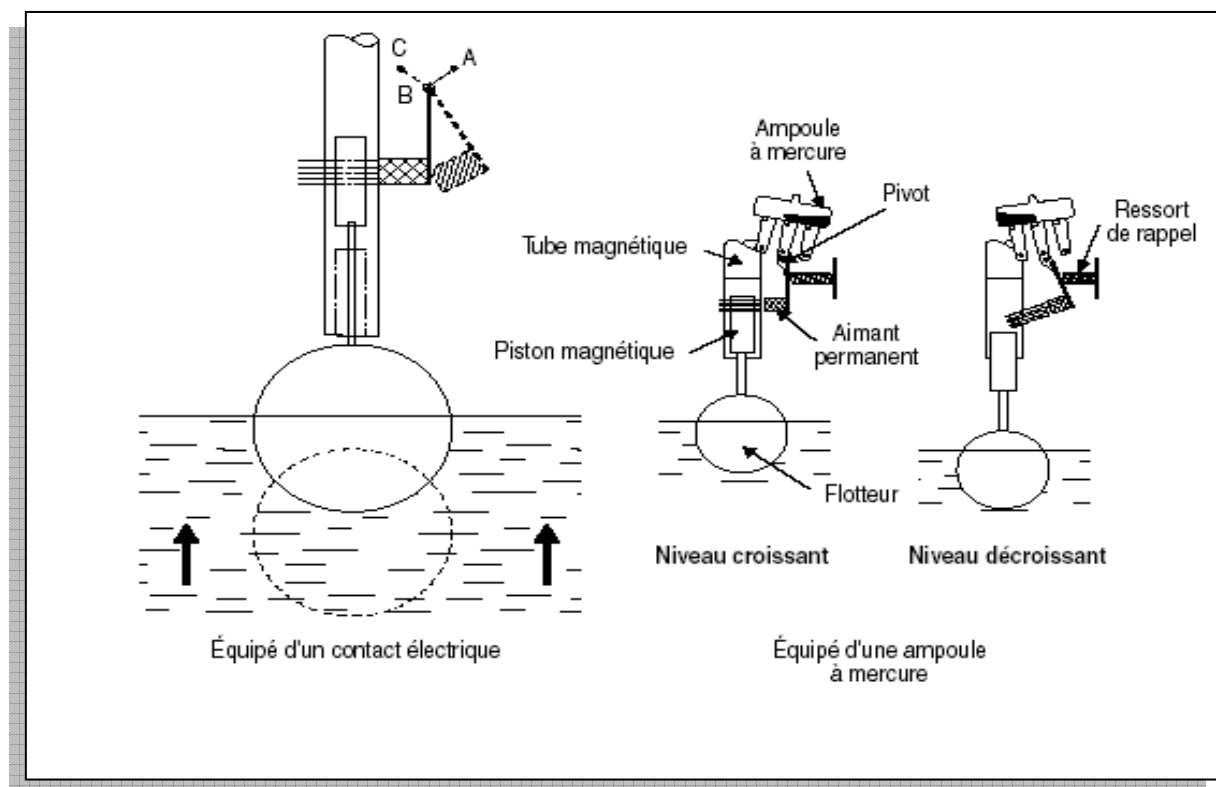


Fig II.11 : Contrôleurs de flotteur et piston magnétique

II.4.1.6. Fin de course :

Les fins de course sont des contacts intégrés sur les vannes qui nous indiquent la position du corps. Ils indiquent l'ouverture ou la fermeture de la vanne. Ils sont équipés de deux microswitchs alimentés en 24 VCC (Voir Fig. II.12).

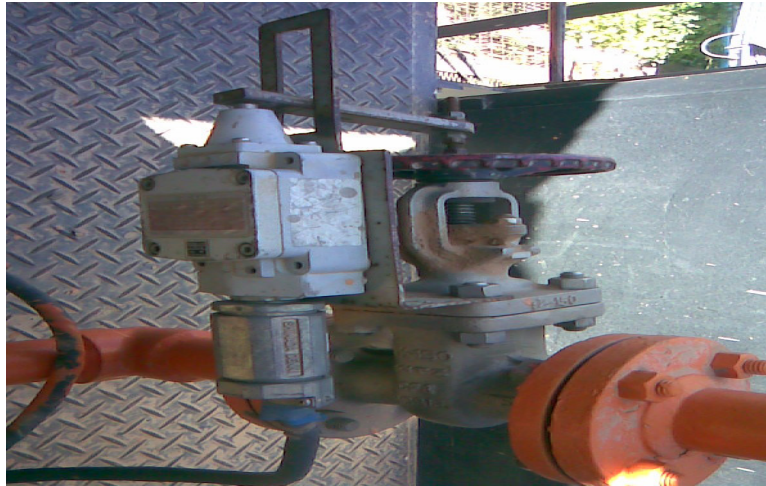


Fig II.12 : Fin de course

II.4.2. Les actionneurs : [10]

II.4.2.1. Les électrovannes :

Composition : Une électrovanne est composée de quatre éléments principaux (Voir Fig. II.13) :

- ✓ le corps
- ✓ le tube culasse en forme de cheminée supportant la tête magnétique
- ✓ la tête magnétique comprenant le circuit magnétique et la bobine surmoulée
- ✓ un noyau mobile portant la tige et les clapets.

Son principe de fonctionnement est le suivant :

Ce sont des dispositifs monostables, c'est-à-dire qu'elles sont à simple effet. L'électrovanne s'ouvre lorsque la bobine est excitée par un courant électrique de commande. Le champ magnétique de la bobine provoque le déplacement d'une palette et d'un électroaimant qui actionne le clapet. Un ressort rappelle le noyau en position repos après la disparition du signal électrique de commande.

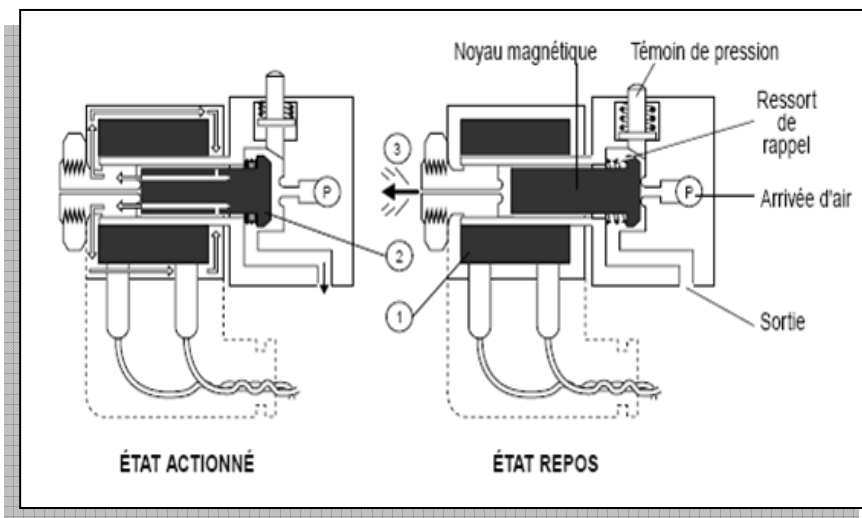


Fig II.13 : Electrovanne

- Quand la bobine (1) est sous tension “ÉTAT ACTIONNÉ”, le noyau est attiré et autorise l'arrivée d'air.
- Quand la bobine (1) n'est pas sous tension “ÉTAT REPOS”, l'orifice de sortie communique avec l'orifice de mise à l'échappement 3 et le clapet 2 solidaire du noyau, obture l'arrivée d'air.

II.4.2.2. Vanne Tout Ou Rien (TOR) :

Une vanne «Tout Ou Rien» est utilisée pour contrôler le débit des fluides en tout ou rien. C'est-à-dire, elle exécute une action discontinue qui prend deux positions 0 et 1 ou (0 et 100%). Donc, soit ouverte ou fermée. Les vannes Tout Ou Rien sont utilisées pour la commande des systèmes ayant une grande inertie où la précision de régulation n'est pas importante.(Voir Fig II.14)

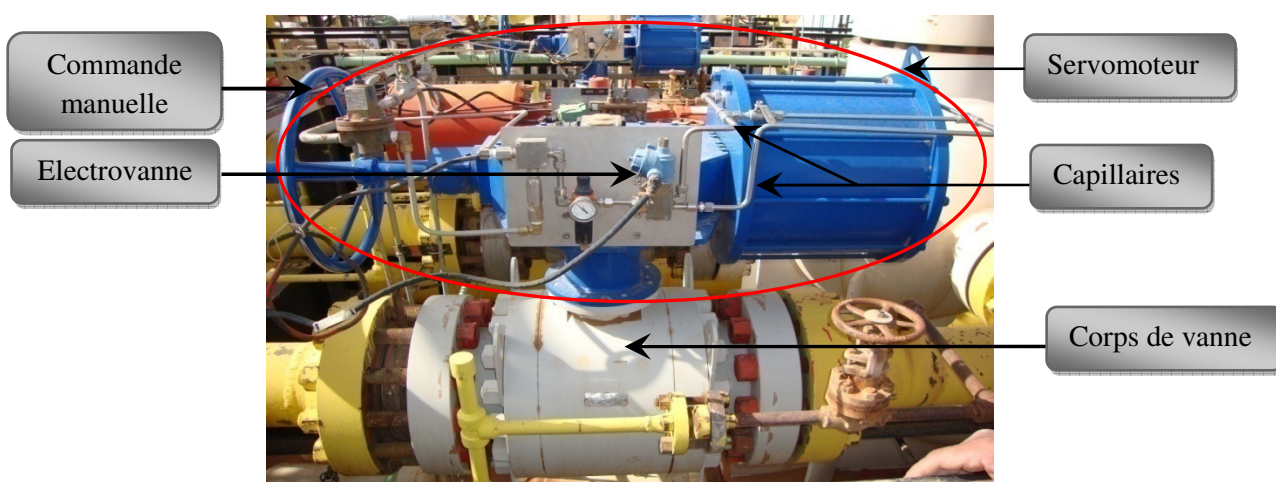


Fig II.14 : Vanne Tout Ou Rien

Dans notre cas, Les vannes automatiques Tout Ou Rien UV4800- 4801, vannes de fermeture d'urgence, UV 4802 vanne d'ouverture d'urgence, sont montées sur le circuit fuel gaz dont le rôle est d'interrompre ou de permettre le passage du fuel gaz.

➤ Technologie des vannes automatiques Tout Ou Rien :

Ces vannes devant être étanches à la fermeture (TSOV: Tight Shut Off Valves), la technologie utilisée est généralement celle des boisseaux sphériques à passage intégral ou des boisseaux coniques.

Dans notre cas les vannes TOR sont à boisseaux sphérique (Voir Fig. II.15)

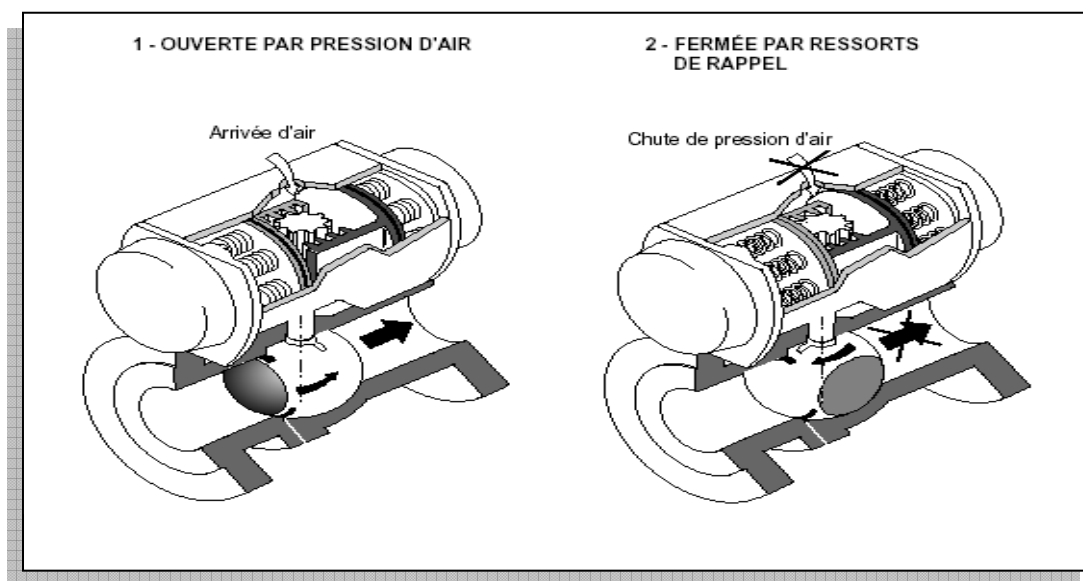


Fig II.15 : Vanne Tout ou Rien

➤ Commande d'une vanne Tout Ou Rien :

La commande de la vanne se fait par des vérins qui sont de deux types :

- ✓ les vérins simple effet dans lesquels l'air d'alimentation déplace la tige de vanne dans un seul sens.
- ✓ les vérins doubles effet dans lesquels l'air d'alimentation permet la commande dans les deux sens, dans notre cas les vérins sont à simple effet. Leur technologie conditionne la position de sécurité de la vanne.
- ✓ OPMA (ouverture par manque d'air pour la vanne UV4802).
- ✓ FPMA (fermeture par manque d'air pour les vannes UV4800/4801).

II.4.2.3. Vannes Régulatrices :

Dans une boucle fermée, l'organe final est une vanne automatique. La vanne fonctionne exclusivement avec de l'air instruments dépourvu d'humidité. Pour cela, l'utilité du sécheur d'air est indispensable afin d'éviter tout bouchage et corrosion des capillaires qui alimentent le positionneur afin de réguler l'ouverture de la vanne en accord avec le signal de commande. En outre, il permet d'amplifier le signal de sortie sur le servomoteur et un filtre détendeur lequel alimente le positionneur et retient les minimes particules contenues dans l'air. (Voir Fig II.16)

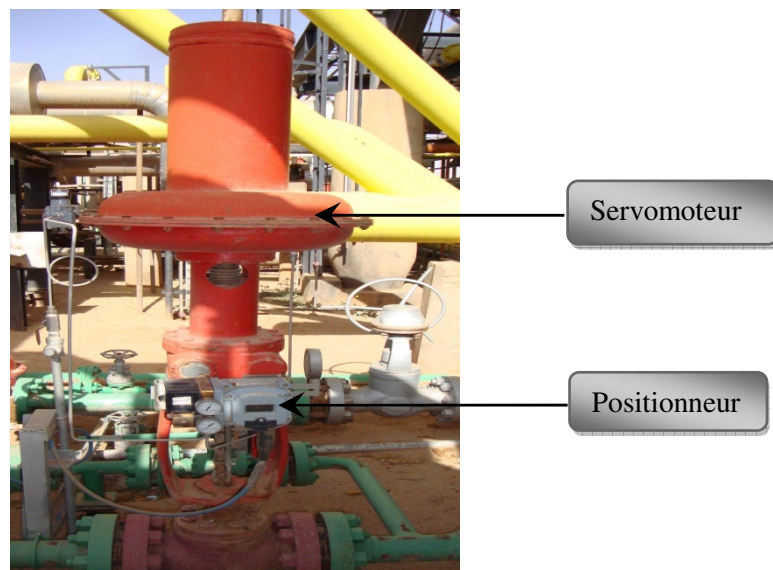


Fig II.16 : Vanne régulatrice

II.4.2.4. Vérin à simple effet :

Le vérin à simple effet n'a qu'une entrée d'air. Il n'agit donc que d'un seul côté du piston, le retour de la tige étant assuré par un ressort (Voir Fig. II.17).

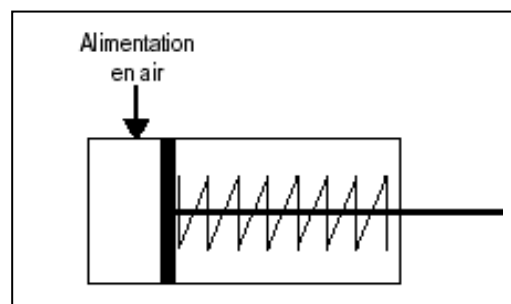


Fig II.17 : Vérin

II.4.2.5. Bouton poussoir :

Les boutons poussoirs sont des commutateurs actionnés par les doigts qui ouvrent ou ferment des contacts. Habituellement, un ressort ramène le bouton poussoir à sa position normale dès qu'il est relâché.

II.5. Régulation dans le four H401 : [5]

La régulation du procédé est la partie essentielle du fonctionnement et la sécurité d'une centrale. Elle regroupe l'ensemble des techniques à utiliser visant à contrôler une grandeur physique : pression, débit, température, niveau...etc.

La régulation dans le four est simple, elle se porte sur les fonctions suivantes :

- Allure de chauffe en fonction de la température de sortie du fluide process.
- Débit du fluide process dans le four.

II.5.1. Régulation de chauffe :

La régulation de chauffe est la plus importante des fonctions prévues pour le fonctionnement correct d'un four. L'allure des brûleurs est asservie à la température du fluide process. La régulation est assurée par la vanne de régulation TV-4104 qui contrôle le débit du fuel gaz selon le signal qu'il reçoit du régulateur TIC-4104 qui sélectionne le signal le plus bas entre TRC-4106 (température de sortie de la charge) et celui du TIC-4104 (température de la zone d'épuisement de la T401-1).

II.5.2. Régulation du débit de charge :

Elle est assurée par une vanne à papillon pneumatique régulatrice du débit FV-4106 contrôlée par le régulateur FRC-4106.

II.6. Démarrage du four :

II.6.1. Inspection avant le démarrage :

- S'assurer de l'absence de toute anomalie dans le réchauffeur, la tuyauteries, la robinetteries, les instruments, etc.
- S'assurer qu'il n'y a pas de fuite de gaz au tour du tableau local.

II.6.2. Préparation à la mise en service :

II.6.2.1. Préparation :

S'assurer que les robinets d'arrêt suivants sont en position de « fermeture » ou « ouverture » selon l'indication :

- Vannes qui se ferment en cas d'urgence
(UV- 4800 et UV- 4801) « Fermées »
- Vanne qui s'ouvre en cas d'urgence
(UV- 4802)..... « Ouverte »
- Electrovanes sur la ligne de pilote
(UV- 4811- 4818)..... « Fermées »
- vanne de ligne principale (HV-4801)..... « fermée »

II.6.2.2. Inspection de fuite de gaz par la robinetterie :

- Fermeture du disjoncteur principal et de l'interrupteur général. La mise du sélecteur auto/manu en manuel.
 - Mise des vannes suivantes en position « ouverte » ou « fermée » au moyen de l'interrupteur de commande.
- UV- 4802 « Fermée »Une lampe verte s'allume.
 UV- 4800 « Ouverte »Une lampe rouge s'allume.
 UV- 4801 « Ouverte » Une lampe rouge s'allume.

➤ S'assurer que le pipeline s'est purgé du gaz combustible et qu'une pression prescrite ($5 \text{ à } 7 \text{ kg/cm}^2$) de gaz est atteinte, au moyen des manomètres (PG- 4801, PG- 4802 et PG- 4803).

➤ Fermeture des vannes UV- 4800 et UV- 4801 en moyen de l'interrupteur de commande. Vérification de chaque vanne pour s'assurer qu'elle ne présente aucune fuite de gaz.

II.6.2.3. Inspection de fuite de gaz dans le four :

Vérification de l'absence de fuite de gaz dans le four après avoir tourner le registre de réchauffeur en position ouverte.

II.6.2.4. Evacuation d'air de l'intérieur du four :

Evacuer de l'air pendant environ 20 minutes avant d'allumer le réchauffeur selon la procédure indiquée ci-dessous.

- Faire démarrer la soufflante. Voici les conditions pour l'inter verrouillage du démarrage de la soufflante :
 - Electrovanne sur la ligne de pilote (UV-4811-4818) "FERMEES".
 - Vanne sur la ligne principale (HV-4801-4808) "FERMEES" (la lampe rouge s'éteint) .
 - Registre de cheminée du réchauffeur (HV-4800) "OUVERTE"(la lampe rouge s'allume).
 - Vanne de refoulement de la soufflante (HV-4810) "OUVERTE".
- Evacuer de l'air de l'intérieur du four pendant le temps prescrit (environ 20 minutes). Une lampe blanche s'allume pour indiquer la fin de l'évacuation.
- Arrêter la soufflante.
- S'assurer de l'absence de gaz combustible dans le réchauffeur .

II.6.2.5. Mise en service :

- Ouvrir légèrement l'évent du bruleur pour empêcher PSHH/LL 4801, mais ne pas oublier de le fermer lorsque le brûleur est allumé.
- Ouvrir légèrement la TV-4114. (En manuel à ¾ psi)
- Mettre les vannes à fermeture de secours UV- 4800 et UV- 4801 en position ouverte au moyen de l'interrupteur de commande.
- Allumer la veilleuse :
 - 1- S'assurer que la lampe indicatrice d'achèvement de la préparation d'allumage (Blanche) s'allume quand on appuie sur le bouton pour cette indication. Si cette lampe ne s'allume pas, cela pourrait être attribué à une évacuation d'air insuffisante ou bien à ce que la vanne d'arrêt, l'électrovanne, registre de cheminée, etc. ne soient pas ajustés convenablement.
 - 2- Fermer l'interrupteur d'allumage pour produire des étincelles à la bougie d'allumage. Les étincelles peuvent être maintenues pendant 30 minutes par la régulation de la minuterie.
 - 3- Ouvrir les électrovannes (UV- 4811-4818) sur la ligne de pilote.
 - 4- Allumer la veilleuse pour s'assurer que la flamme est détectée par le détecteur de flamme et ceci par l'allumage de la lampe blanche. En outre, on vérifie l'allumage visuellement.
 - 5- Après avoir allumé la veilleuse, ouvrir l'interrupteur d'allumage.
 - 6- Dans les opérations prévues aux points 2 à 4 ci-dessus, les électrovannes de pilote (UV- 4811- 4818) se fermeront automatiquement pour arrêter l'alimentation en gaz au cas où la prise de flamme ne serait pas assurée en 30 secondes.
 - 7- Dans le cas des brûleurs multiples, on effectue les opérations prévues aux points 2 à 5 sur tous les brûleurs.

8- Si l'allumage a échoué 3 fois, on procède à l'évacuation d'air une autre fois.

II.6.2.6. Allumage du brûleur principal :

1- Ouvrir manuellement les vannes du brûleur principal (HV- 4801- 4808). L'état d'ouverture de cette vanne peut être vérifié par l'allumage d'une lampe rouge.

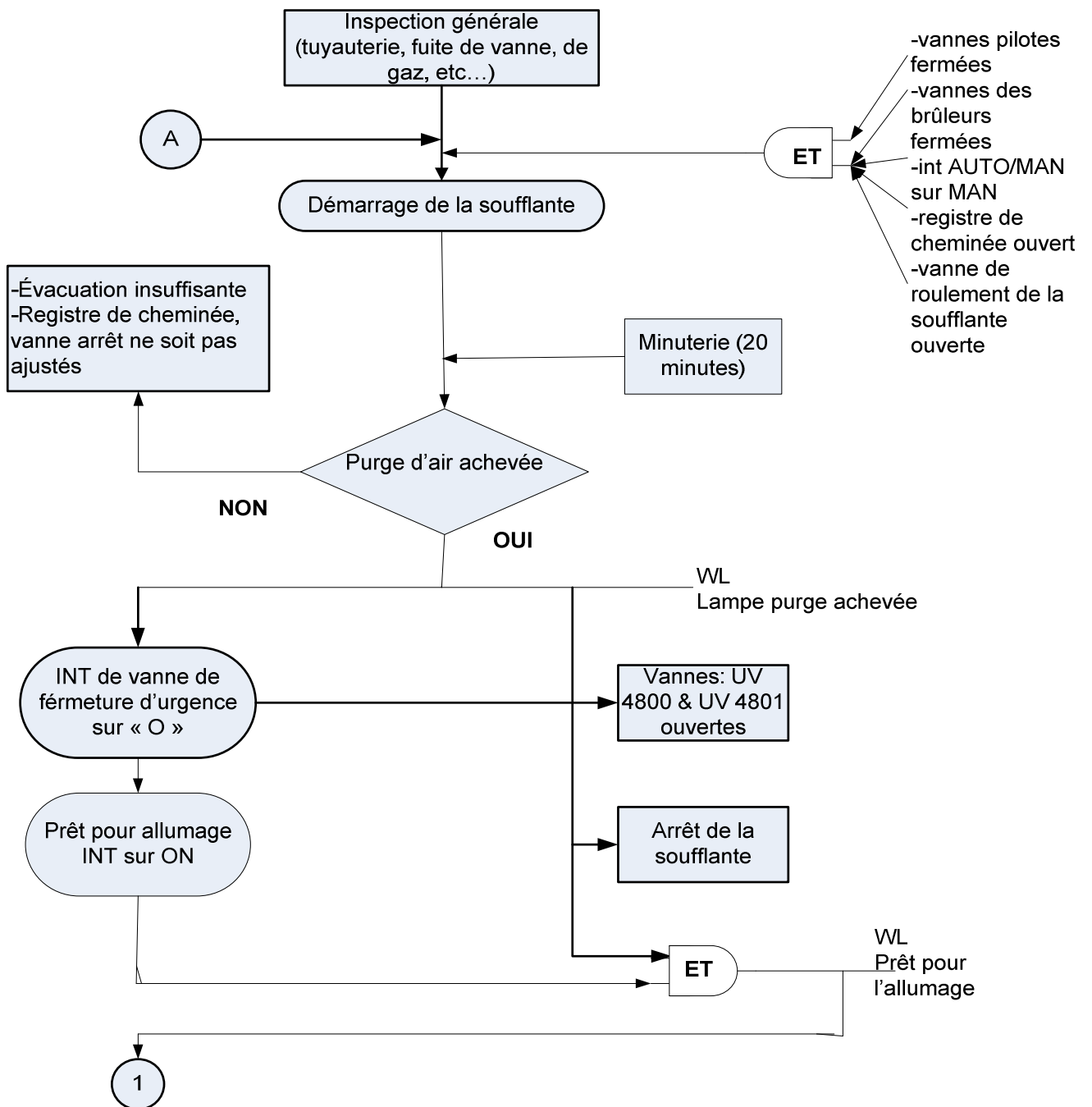
2- Vérifier visuellement l'état d'allumage du brûleur à travers la porte d'observation.

3- Dans le cas des brûleurs multiples, on effectue les opérations d'allumage mentionnées aux points 1 et 2 ci-dessus sur tous les brûleurs. Ce sera fait en fonction de la vitesse

4- L'augmentation de la température, au moyen des soupapes régulatrices de la température du réchauffeur qui doivent être montées par le constructeur .

5- Mettre le sélecteur auto/manu en automatique pour faire fonctionner le circuit d'arrêt.

L'organigramme illustrant le démarrage du four est donné par la figure ci-dessous :



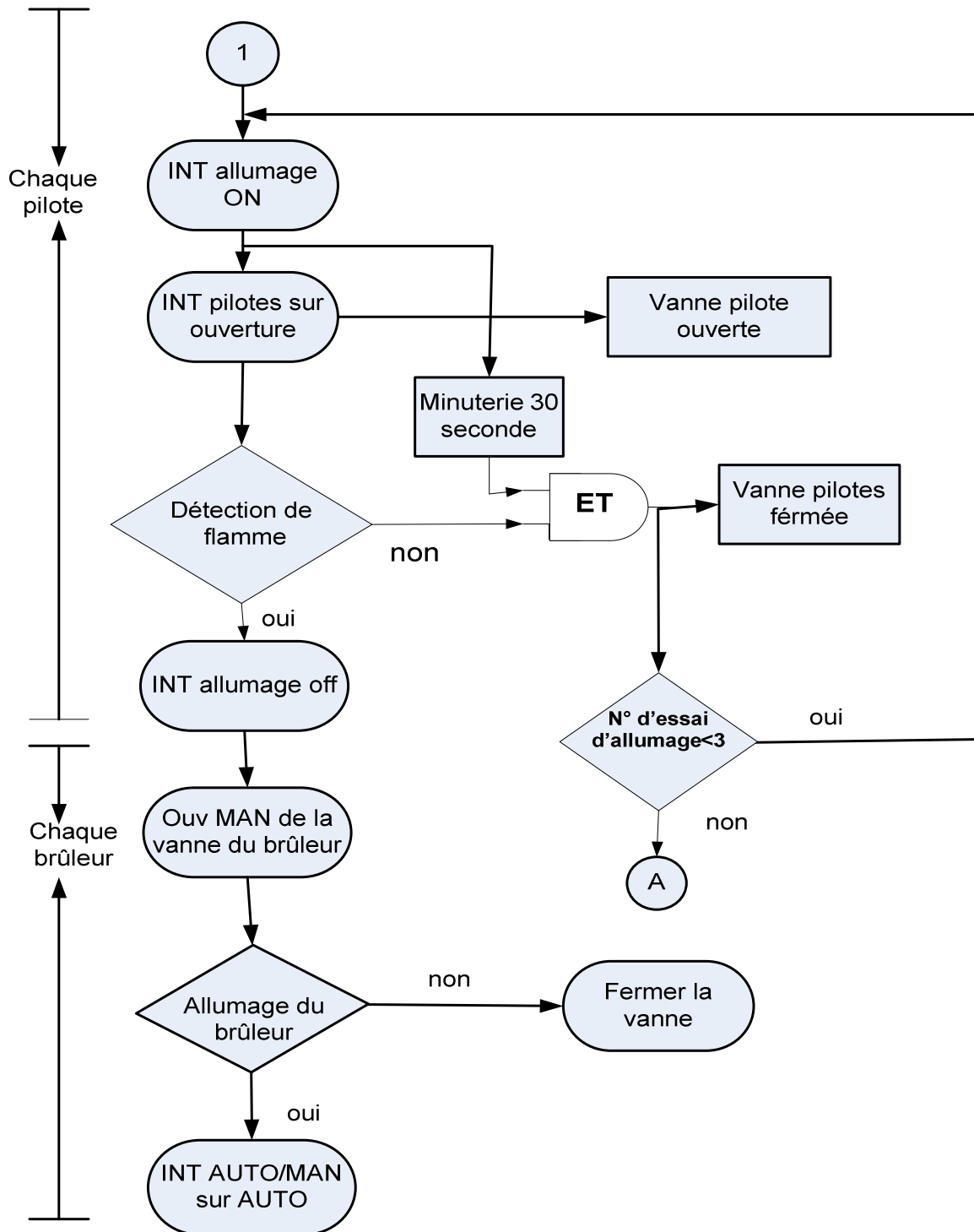


Fig II.18 : Organigramme du démarrage du four

Remarque :

Pour les symboles voir **Annexe 03**.

II.7. Sécurité des fours :

Etant donné les conditions opératoires très sévères d'un four en service et son budget relativement important, la sécurité de cet équipement est indispensable.

Les fonctions de sécurité des fours consistent à éliminer tous les risques éventuels et à réduire à un degré minimal les dangers afin de protéger l'intégrité du matériel et d'éviter les préjudices humains.

La sécurité des fours est assurée par un ensemble de fonctions, avec déclenchement d'alarme ou intervention directe sur la marche du four.

II.7.1. Facteurs de déclenchement du four :

On a deux types de facteur qui déclenche le four :

- ✓ Les facteurs propres au four ;
- ✓ Les facteurs externes.

II.7.1.1. Les facteurs propres au four H-401 :

Ce sont les facteurs internes propres au four :

- ✓ TSHH-4106 : la très haute température du fluide chauffé (à la sortie).
- ✓ TSHH-4809 : la très haute température de cheminée.
- ✓ PSHH-4801 et PSSL-4801 : la très haute et très basse pression respectivement du fuel gaz.
- ✓ FSLL-4107 : le débit très bas du fluide à chauffé.
- ✓ H-401-1 MAN STOP : le bouton poussoir de mettre hors service du four.
- ✓ BSL-4801/4808 : absence de la flamme.

II.7.1.2. Les facteurs externes du four H-401 :

Ce sont des facteurs provoquant le déclenchement des autres parties du procédé qui ont une influence indirecte sur le fonctionnement du H-401 :

- HS-1000 : Arrêt du MODULE.
- HS-4100 : Arrêt du TRAIN-1.
- LSHH-4013 : le niveau très haut du ballon d'alimentation en fuel gaz V-405.
- LSLL-4102 : le niveau très bas de la colonne T-401.

Plage des instruments utilisés et leurs points de déclenchement (voir **Annexe 4**).

II.8. Arrêt du four :

II.8.1. Arrêt d'urgence :

En réglant au préalable le sélecteur AUT/MAN du tableau local sur « auto », la vanne de fermeture d'urgence sera automatiquement mise en action en cas d'anomalie indiquée ci-dessous pour couper tout le système.

L'arrêt d'urgence du four peut se produire en appuyant sur le bouton « BP Déclenchement » du four, il en résulte :

- La fermeture des vannes UV-4800 et UV-4801, ce qui coupe l'alimentation en gaz combustible.
- L'ouverture de la vanne UV-4802 pour dégager le gaz combustible restant dans la conduite entre les vannes UV-4800 et UV-4801 vers l'évent.
- Fermeture des vannes pilotes UV-4811/4818.
- fermeture manuelle des vannes des brûleurs principaux HV-4801/4808 et la mise de l'interrupteur d'alimentation du panneau local sur la position « off ».

L'organigramme d'arrêt d'urgence du four est donné par la figure ci-dessous :

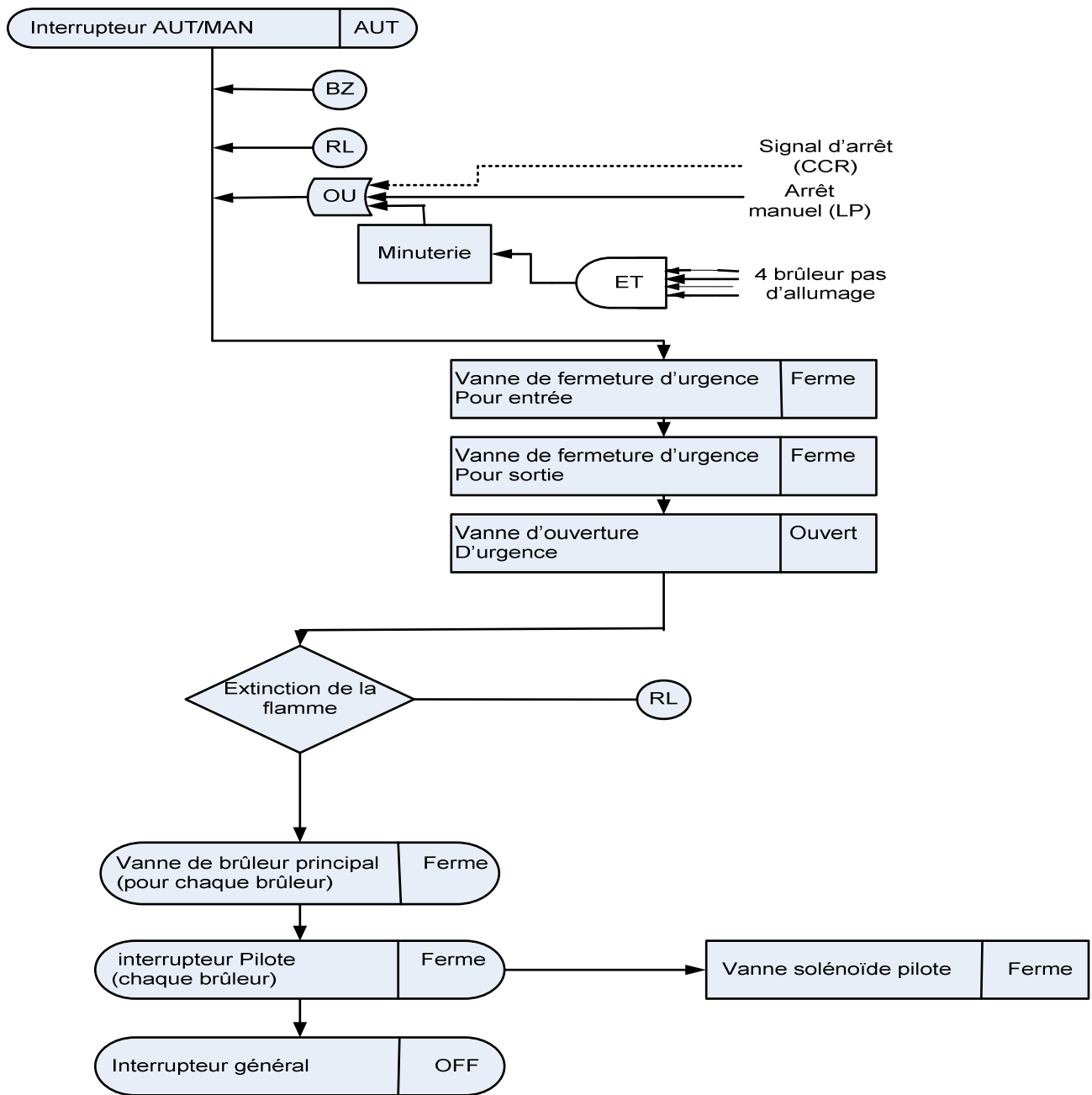


Fig II.19 : Organigramme d'arrêt d'urgence du four

L'organigramme illustrant l'arrêt normal du four est donné par la figure ci-dessous :

II.8.2. Arrêt normal :

L'arrêt normal du four peut se produire s'il y a pas un facteur de déclenchement, il en résulte les mêmes conséquences mais les vannes pilotes UV-4811/4818 ne se ferment pas.

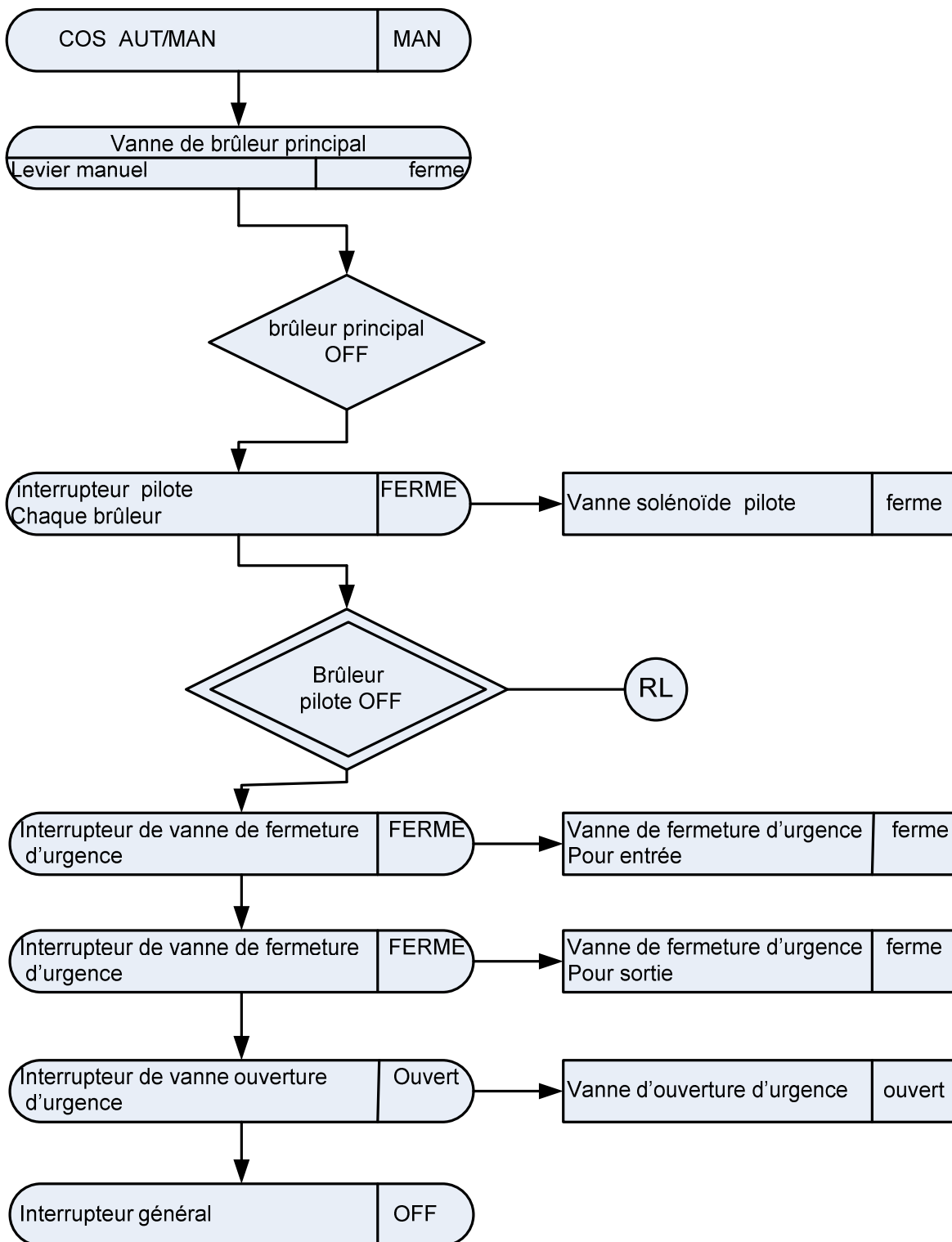


Fig II.20 : Organigramme de l'arrêt normal du four

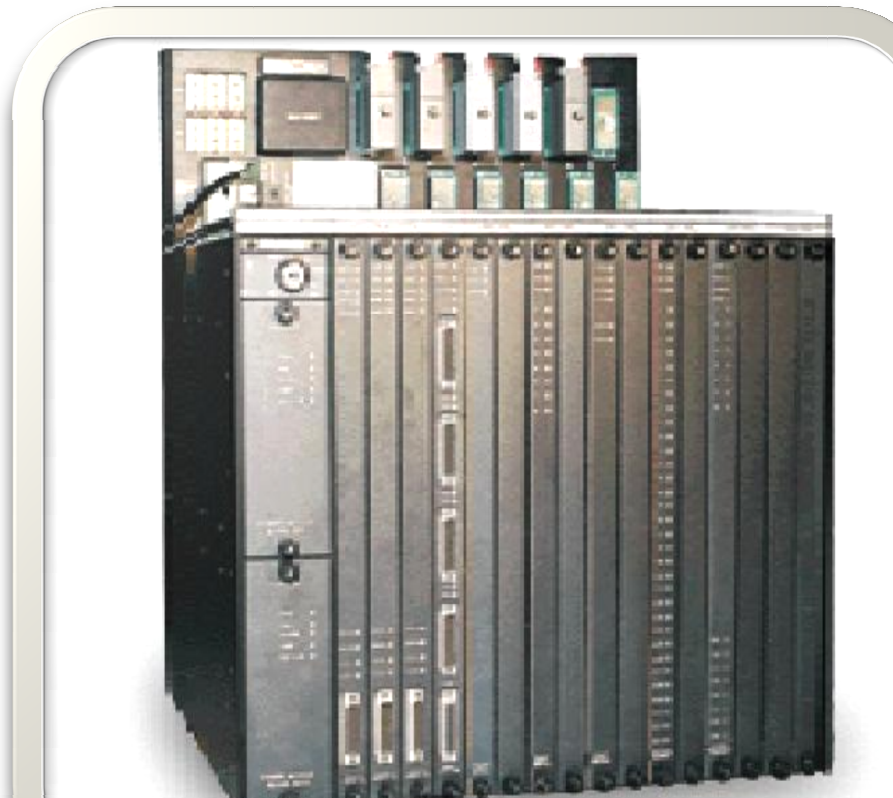
II.9. Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons décrit la constitution, le fonctionnement, l'utilité du four H401 et l'instrumentation liée à ce dernier. La compréhension des principes de fonctionnement du four nous conduit à l'élaboration d'une analyse fonctionnelle qui nous sert d'appui pour la programmation.

En vue de l'automatisation du four, des généralités sur les API seront données dans le chapitre suivant.

CHAPITRE III

Automate Programmable Industriel «Triconex»



III.1. Introduction :

L'Automate Programmable Industriel dit API est aujourd'hui le constituant le plus répandu des automatismes. On le trouve dans tous les secteurs de l'industrie. Il répond aux besoins d'adaptation et de flexibilité de nombreuses activités économiques actuelles.

III.2. Définition de l'Automate Programmable Industriel : [6],[7]

Les API (en anglais Programmable Logic Controller, PLC) sont apparues aux Etats-Unis vers 1969 où ils répondaient aux désirs des industries de l'automobile de développer des chaînes de fabrication automatisées qui pourraient suivre l'évolution des techniques et des modèles fabriqués.

Un API se distingue d'un calculateur par le fait qu'il s'agit d'un système électronique programmable spécialement adapté pour les non-informaticiens. Il est en général destiné à être mis entre les mains d'un personnel dont la formation a été surtout orientée vers l'électronique. L'API s'est substitué aux armoires à relais en raison de sa souplesse (mise en œuvre, évolution...,etc.), mais aussi parce que dans les automatisations de commande complexe, les coûts de câblage et de mise au point devenaient trop élevés.

Les automatismes sont réalisés en vue d'apporter des solutions à des problèmes de nature technique, économique ou humaine :

- Eliminer les tâches dangereuses et pénibles, en faisant exécuter par la machine les tâches humaines complexes ou indésirables.
- Améliorer la productivité en asservissant la machine à des critères de production, de rendement ou de qualité.
- Piloter une production variable, en facilitant le passage d'une production à une autre.
- Renforcer la sécurité en surveillant et contrôlant les installations et les machines.

On distingue dans tout système automatisé la machine ou l'installation et la partie commande constituée par l'appareillage d'automatisme. Cette partie commande est assurée par des constituants répondant schématiquement à quatre fonctions de base :

- L'acquisition des données ;
- Le traitement des données ;
- La commande de puissance ;
- Le dialogue homme machine.

L'Automate Programmable Industriel est un appareil qui traite les informations selon un programme préétabli.

Son fonctionnement est basé sur l'emploi d'un microprocesseur et de mémoires.

Parmi les fabricants des automates dédiés à la sécurité, on trouve TRICONEX, HIMA, ROCKWEL (SafetyGuard), HONEYWELL, ABB, SIEMENS.

III.2.1. TRICONEX : [8]

TRICONEX, est un automate programmable d'Invensys, un leader mondial en gestion de la performance des actifs dans le secteur industriel. Les objectifs sont à la fois la sécurité et le contrôle. Le Triconex est utilisé dans des installations à sécurité critique, ou le niveau de sécurité exigé est très élevé tel que les installations de raffinage, de traitement de gaz, les turbomachines, les installations nucléaires...,etc.

Depuis son commencement en 1983, la compagnie a installé des milliers de systèmes de sécurité et solutions du contrôle critique dans une large variété d'industries et d'applications. Aujourd'hui, le TRICONEX, opère globalement dans plus de 7000 installations.

III.3. Architecture Triplée Modulaire Redondante (TMR) de TRICONEX : [8],[11]

Le système TRICON TMR est composé de trois systèmes de contrôle parallèles distincts intégrés dans un même ensemble matériel. Le vote des données logiques de types deux sur trois garantit un fonctionnement en continu à haut niveau d'intégrité et sans erreur.

Pour l'utilisateur, le système TRICON constitue un seul ensemble matériel. Ce qui permet de développer ainsi qu'un seul programme d'application et de le charger dans les trois processeurs en une seule opération. Les signaux au niveau des modules d'entrée sont échantillonnés et traités par trois chaînes indépendantes puis transmis aux trois processeurs par des chemins de communication distincts. Une fois le programme d'application exécuté, les modules de sortie effectuent un vote de type 2 sur 3. Ainsi, les valeurs calculées des sorties transmises par les trois modules processeurs, envoient le résultat aux borniers de sorties et de là aux organes à commander sur site. (Voir Fig III.1)

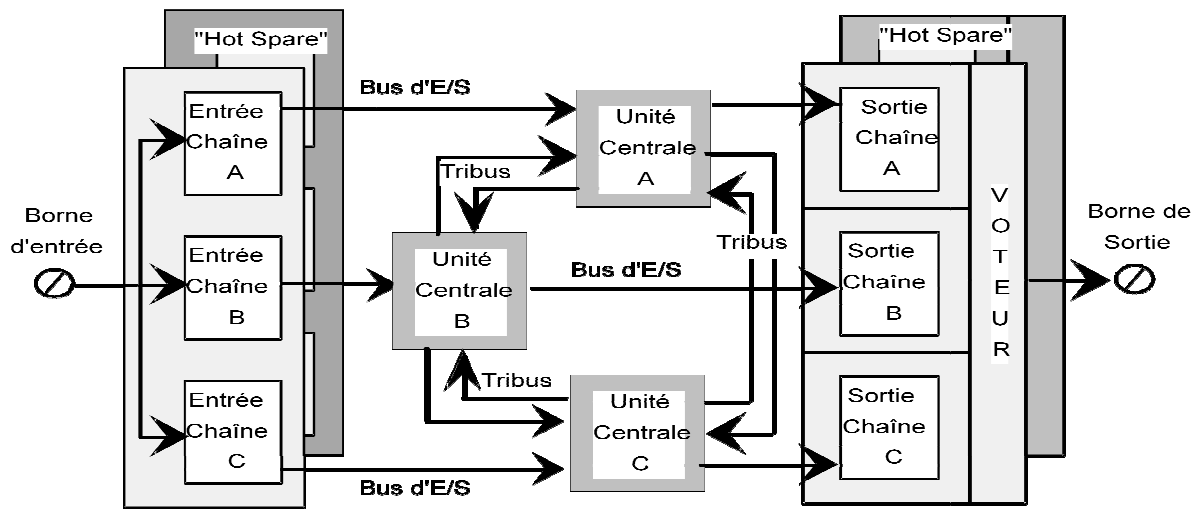


Fig III.1 : Architecture Triplée Modulaire Redondante (TMR)

III.3.1. Principe de fonctionnement :

Le TRICONEX est un système tolérant aux fautes grâce à son architecture Triplée Modulaire Redondante dit TMR. Le TRICONEX garantit un contrôle en continu, sans erreur en cas de défaillance des composants d'origines internes ou externes.

Le TRICONEX a été conçu autour d'une architecture triplée totale, depuis les points d'entrées jusqu'aux points de sorties en passant par les processeurs principaux.

Chaque module d'entrée /sortie contient trois chaînes de traitement redondantes et indépendantes. Chaque chaîne de traitement des modules d'entrées lit les données du procédé et transmet cette information au module processeur principal auquel elle est rattachée. Les trois processeurs principaux échangent leurs données par l'intermédiaire du bus à haute vitesse appelé TRIBUS.

Une fois par période de scrutation, les trois processeurs principaux se synchronisent et communiquent entre eux par le TRIBUS. Le TRIBUS vote les données d'entrées logiques, compare les données de sorties et envoie une copie des valeurs d'entrées logiques à chaque processeur principal (Voir Fig III.2). Les processeurs principaux exécutent le programme d'application et transmettent les valeurs calculées aux modules de sorties. Outre le vote des données d'entrées, le TRICONEX vote également les données de sorties. Cette opération est effectuée au niveau des modules de sorties juste en amont des borniers de raccordement ce qui permet de détecter et corriger toute erreur éventuelle entre le vote au niveau du TRIBUS et de la sortie.

Pour chaque module d'entrée/sortie, il est possible de loger une pièce de rechange à chaud, qui prend la main si une faute est détectée au niveau du premier module en activité. La pièce de rechange à chaud peut aussi être utilisée pour la maintenance de tout module de même modèle qui manifeste un défaut n'importe où dans la configuration du système.

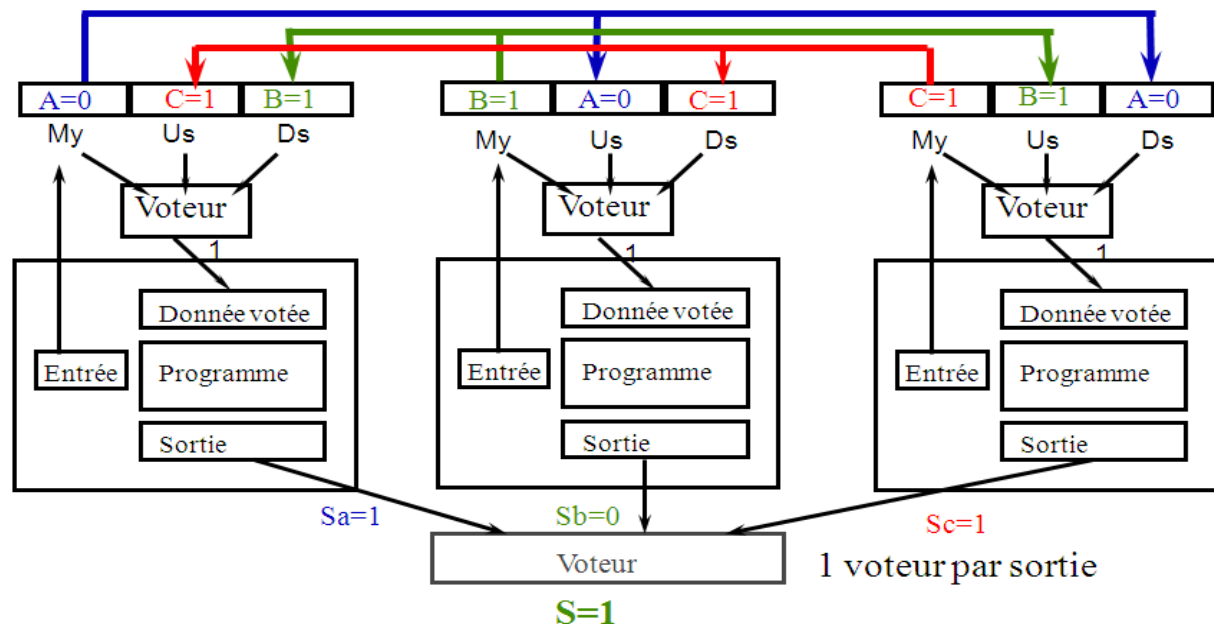


Fig III.2 : Illustration du système de vote de TRIBUS

III.3.2. Configuration du système :

Les systèmes de la version 9 existent sous deux formes de configuration : Les systèmes mono châssis avec un seul châssis principal haute densité et des systèmes multi-châssis qui peuvent intégrer jusqu'à 15 châssis au total. Les configurations suivantes existent :

- Châssis principal haute densité : Ce châssis héberge trois processeurs principaux et prévoit un emplacement pour un module de communication (sans option pour les pièces de rechange à chaud) et six emplacements fonctionnels pour les modules d'entrée/sorties.
- Châssis d'extension haute densité : ce châssis héberge des modules d'entrées/sorties supplémentaires qui peuvent être déportés jusqu'à 30 mètres du châssis principal. Chaque châssis est constitué de huit emplacements fonctionnels pour les modules d'entrées/sorties.
- chaque emplacement est pourvu de deux rails, l'un pour le module actif, l'autre pour la pièce de rechange à chaud.
- Châssis RXM haute densité : ce châssis héberge les modules d'entrées/sorties supplémentaires qui peuvent être déportés jusqu'à 12 kilomètres du châssis principal.

Chaque châssis RXM compte trois modules RXM (primaires ou secondaires) et six emplacements fonctionnels pour les modules d'entrées/ sorties. Chaque emplacement est pourvu de deux rails, l'un pour le module actif, l'autre pour la pièce de rechange à chaud.

III.3.3. Bus système et distribution de l'alimentation :

Trois bus systèmes triplés sont gravés sur le fond du panier du châssis : le TRIBUS, le bus d'entrées/sorties et le bus de communication COMM.

Le TRIBUS est composé de trois liaisons série indépendantes qui fonctionnent à 4 Mbaud. Les fonctions du TRIBUS sont les suivantes :

- Rendez-vous des processeurs au début de chaque cycle.
- Gère la rééducation automatique des processeurs
- Vote les informations discrètes (logiques) entre les processeurs et positionne un bit de discordance.
- Transfère et vote les A.I (Analogique Input) entre les processeurs
- Transfère les diagnostics et les données programmes entre les processeurs.
- Transfère les messages de communications entrants entre les processeurs.

Il convient de noter que le TRICON permet grâce à son architecture TMR qu'une même mesure, en provenance d'un transmetteur unique, d'un paramètre du procédé soit échangée entre les trois modules processeurs principaux. Ainsi, cette caractéristique garantit que les données reçues sont identiques pour tous les processeurs.

Chaque module d'entrée/sortie transfère les signaux des capteurs ou des organes à piloter via le bornier de raccordement qui lui est associé. Chaque emplacement d'un châssis est constitué de deux sous-emplacements ou rails qui logent le module en activité et la pièce de rechange à chaud. Le même bornier de raccordement et les mêmes voies du bus d'entrées/sorties sont utilisés quel que soit le module opérationnel.

Les modules de droite et de gauche fonctionnent de manière active où assure la fonction de pièce de rechange à chaud alternativement toutes les heures.

III.3.4. Bus systèmes sur fond de panier, châssis principal TRICON et bus de distribution :

Les câbles de connexion sont reliés aux connecteurs du bornier au-dessus du fond du panier du châssis. Chaque connexion s'étend du bornier de raccordement à un module d'entrée/sortie actif et à la pièce de rechange à chaud associée (Voir Fig III.3).

Par conséquent les deux modules reçoivent les mêmes signaux à travers le même câblage.

Le bus d'entrées/sorties à 375 kbaud assure le transfert des données entre les modules d'entrées/sorties et les processeurs principaux. Le bus d'entrées/sorties triplé se situe sur la partie inférieure du fond de panier. Chaque chaîne de bus d'entrées/sorties relie l'un des trois processeurs principaux et la chaîne correspondante des modules d'entrées/sorties. Le bus d'entrées/sorties peut être étendu entre les châssis avec un jeu de trois câbles.

Le bus de communication COMM à 2 Mbaud relie, les processeurs principaux et les modules de communication et permet l'échange d'informations vers les autres systèmes TRICON en réseau ou vers des systèmes hôtes.

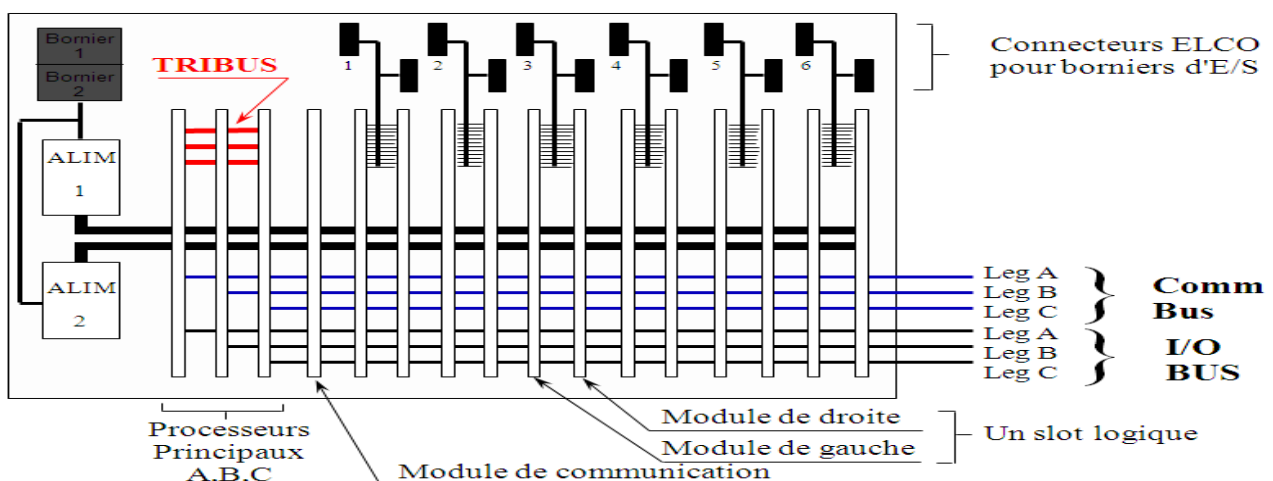


Fig III.3 : Illustration de fond du panier du TRICON

III.4. Modules d'alimentations : [11]

L'alimentation du châssis est distribuée par deux rails d'alimentation distincts situés sur la partie centrale du fond du panier. Par ailleurs, chaque module est équipé d'un circuit de régulation dual. Une défaillance au niveau d'un module ou d'un rail d'alimentation n'a aucune incidence sur la performance du système (Voir Fig III.4).

- Caractéristiques :

- Alimentations duales, chacune est capable de supporter la charge du châssis.
- Alarme de température.

- Alarme de pile de sauvegarde.
- 2 régulateurs par chaînes (6 par module).
- Immunité totale au bruit.
- Changement de l'unité en ligne.

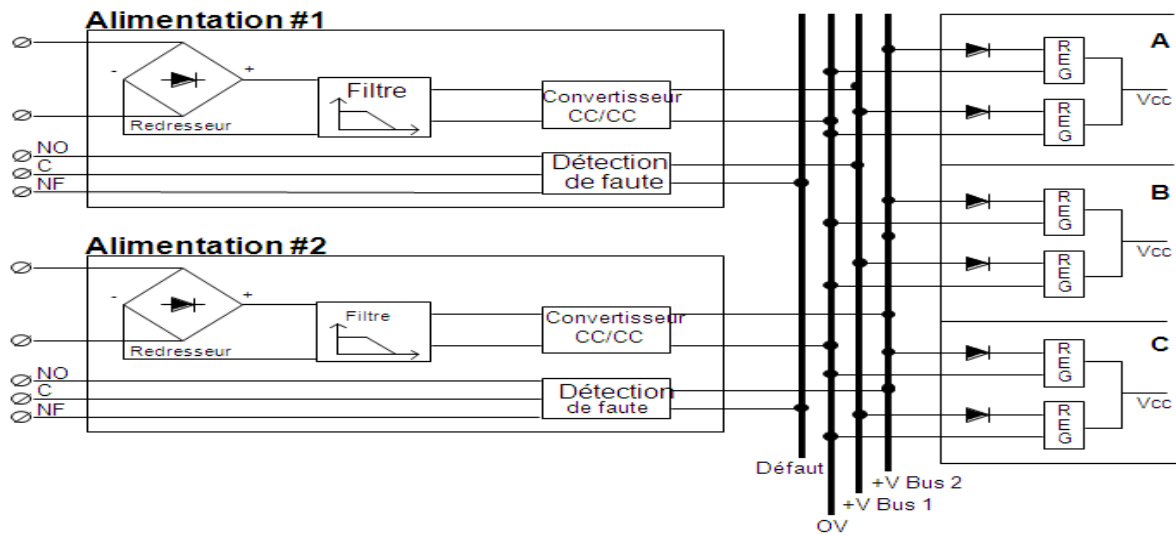


Fig III.4 : Architecture des modules d'alimentation

III.5. Modules processeurs principaux : [8],[11]

Un système TRICON comporte trois modules processeurs principaux ou Main Processeur dit MP. Chacun contrôle l'une des trois chaînes distinctes du système. Chaque processeur principal fonctionne en parallèle avec les deux autres, comme un membre d'une triade (Voir Fig III.5).

Un microprocesseur de communication d'entrées/sorties dédié sur chaque processeur principal gère les données échangées entre les modules processeurs principaux et les modules d'entrées/sorties. Un bus d'entrées/sorties triplé situé sur le fond du panier du châssis est étendu d'un châssis à l'autre par l'intermédiaire des câbles du bus d'entrées/sorties.

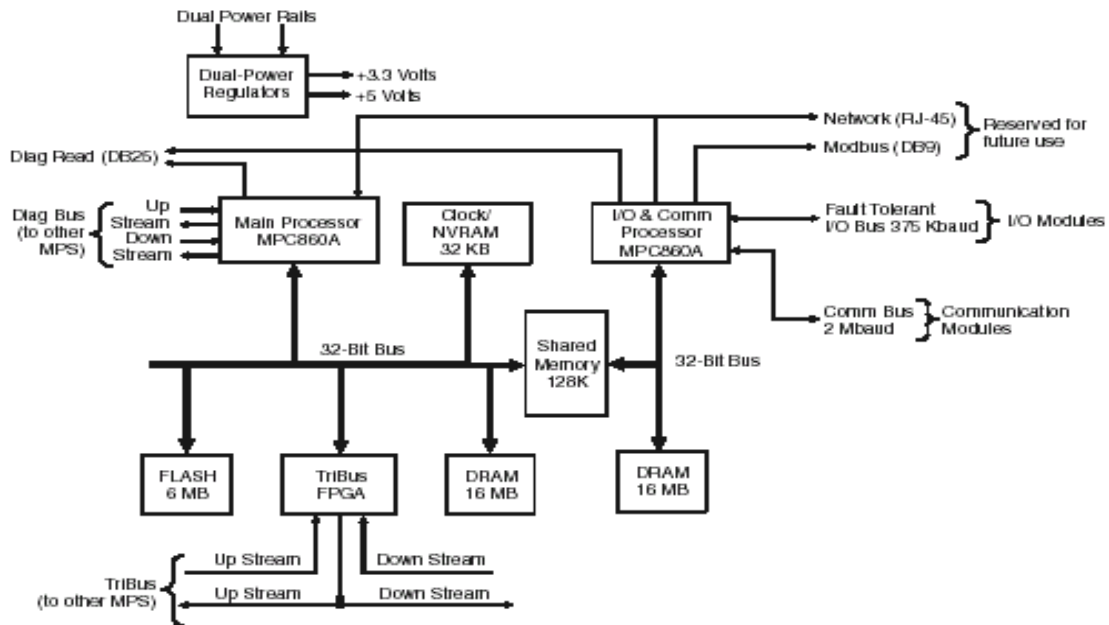


Fig III.5 : Architecture de processeur principal (modèle 3008)

Au début de chaque période de scrutation, les points d'entrées sont échantillonnés à la demande des trois modules processeurs principaux, via les trois chaînes du bus d'entrées/sorties. Les données de chaque modules d'entrées sont collectées dans une table au niveau de chaque processeur principal et stockées en mémoire afin d'être utilisées lors du vote.

La table d'entrées de chaque processeur principal est transférée aux deux processeurs principaux adjacents par l'intermédiaire du TRIBUS. Le vote physique des valeurs d'entrées Logiques est effectué pendant le transfert. Le TRIBUS a recours à une unité programmable d'accès mémoire directe pour synchroniser, transmettre, voter et comparer les données entre les trois processeurs principaux.

En cas de point de désaccord, la même valeur du signal trouvée dans des trois tables prévaut et la troisième table est corrigée en conséquence. Le système TRICON est capable de distinguer les différences ponctuelles dues aux variations de synchronisation de la période d'échantillonnage des différences répétées. Les trois modules processeurs principaux assurent la maintenance des données lorsque des corrections sont nécessaires dans la mémoire locale. Toute disparité est repérée et exploitée à la fin de la période de scrutation par les routines de l'analyseur de fautes intégré afin de déterminer l'existence et la localisation d'une possible faute.

Après le transfert et les corrections éventuelles lors du vote des valeurs d'entrées par le TRIBUS, les résultats obtenus sont utilisés par les processeurs principaux comme les nouvelles entrées du programme d'application. Le programme d'application est développé dans la Tristation 1131 et téléchargé dans les processeurs principaux. Le microprocesseur principal 32 bits et le coprocesseur arithmétique de chacun des trois modules exécutent en parallèle le programme d'application. Au fur et à mesure de l'exécution du programme d'application, une table des valeurs de sorties est générée.

A partir de la table des valeurs de sorties, le processeur de communication d'entrées/sorties de chaque processeur principal génère des sous-tables. Chacune correspond aux valeurs de chaque point de sortie d'un même module. Chacune de ces sous-tables est transmise par chaque chaîne au module de sortie à travers le bus d'entrées/sorties. Ainsi, le processeur principal A transmet la sous-table qui convient à la chaîne de chaque module de sorties via le bus d'entrées/sorties A. La transmission des données de sorties est prioritaire sur l'opération d'échantillonnage de tous les modules d'entrées/sorties.

Le processeur de communication d'entrées/sorties traite les données échangées entre les modules processeurs principaux et ceux de communication à travers le bus de communication qui supporte le mode « *broadcas* ».

La capacité mémoire SRAM est de 2 M octets pour chaque module processeur principal modèle 3006, des systèmes TRICON V9, et de 1 M octet seulement pour chaque module .

Le processeur principal modèle 3008 des systèmes TRICON V9 mono-châssis. Dans la mémoire SRAM réside le programme d'application écrit par l'utilisateur, les données des consignateurs d'états, les données d'entrées/sorties, les résultats des diagnostics et les registres de communication. En cas de perte de l'alimentation externe, la mémoire SRAM est sauvegardée grâce à deux piles au lithium installées sur le fond de panier du châssis principal. Ces piles garantissent l'intégrité du programme et la conservation des variables dites rétentrice pour une durée d'au moins six mois en l'absence d'alimentation du TRICON.

Les modules processeurs principaux sont alimentés par les alimentations duales via les rails d'alimentation du châssis principal.

III.6. Modules d'entrées : [11]

III.6.1. Modules d'entrées logiques :

Il existe deux types de modules d'entrées logiques de base : le module TMR et le module simple. Les paragraphes suivants décrivent en premier lieu les généralités communes des modules d'entrées logiques, puis les spécificités des modules TMR et « single ».

(Voir Fig III.6).

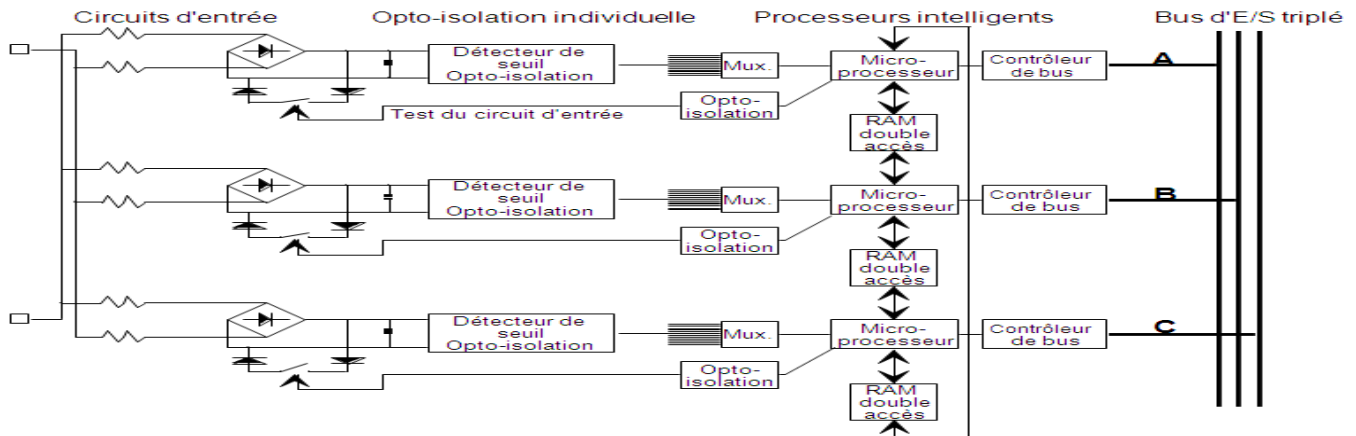


Fig III.6 : Architecture d'un module d'entrées logiques TMR

Chaque module héberge les circuits électroniques identiques des trois chaînes de traitement (A, B et C). Même si ses chaînes se trouvent sur le même module, elles sont totalement isolées les unes des autres et fonctionnent indépendamment les unes des autres. Une faute constatée sur une chaîne ne peut pas se transmettre à une autre. De plus, chaque chaîne est dotée d'un microprocesseur 8 bits, appelé processeur de communication d'entrées/sorties, qui assure la communication avec le module processeur principal qui lui est associée. Chacune des trois chaînes d'entrée A, B et C mesure séparément les signaux de chaque point sur le bornier de raccordement, identifie les états respectifs des signaux d'entrées et les stockés dans sa table d'entrées. Chaque table d'entrées est régulièrement échantillonnée via le bus d'entrées/sorties, situé sur le module du processeur principal correspondant. Par exemple, le processeur A interroge la table des valeurs et des états d'entrées de la chaîne A des modules via le bus d'entrées/sorties.

Sur les modules d'entrée logiques TMR, tous les éléments des circuits électroniques sont totalement triplés pour garantir une sécurité optimale et une disponibilité maximale. Chaque chaîne conditionne les signaux séparément et l'isolation optique entre les capteurs et le système TRICON est assurée. (Le module d'entrées logiques haute densité 64 points est l'exception qui confirme la règle, il n'est pas isolé.)

Les modèles en tension continue (DC) des modules d'entrées logiques TMR exécutent des diagnostics afin de détecter les conditions d'états figées à l'appel ou ON des circuits d'isolation lorsque les contacts sur site demeurent fermés pendant de longues périodes. Etant donné que la plupart des systèmes de sécurité sont configurés pour répondre à la condition sécurité à manque, la détection des points correspondant à l'état OFF est une fonction essentielle. Pour tester et identifier les entrées figées dans l'état ON, un circuit qui fait partie intégrante du module force l'entrée à zéro et permet de détecter une condition de défaut de l'opto-coupleur. Le dernier relevé de données est gelé dans le processeur de communication d'entrées/sorties pendant le déroulement du test.

Pour les modules d'entrées logiques *single*, seules les sections des chaînes de traitement des signaux nécessaires pour garantir un fonctionnement en toute sécurité sont Triplées. Les modules *single* sont optimisés pour les applications critiques pour lesquelles le critère coût d'investissement prime sur le niveau de disponibilité. Des circuits d'autodiagnostic spécifiques détectent en moins de 500 milli-secondes toutes les conditions de défauts ON ou OFF dans les sections non triplées. Cette caractéristique obligatoire est à la base même de la conception d'un système de sécurité qui doit détecter toutes les fautes de manière immédiate et qui, lorsqu'une erreur est détectée, doit forcer la valeur d'entrée mesurée pour replier en position de sécurité. Comme le TRICON est optimisé pour les applications *sécurité à manque*, la détection d'une faute dans le circuit d'entrée force le passage à l'état OFF de la valeur transmise par chaque chaîne aux modules processeurs principaux.

III.6.2. Modules d'entrées analogiques :

Sur un module d'entrées analogiques, chacune des trois chaînes mesure de manière asynchrone les signaux d'entrée et inscrit les résultats dans une table de valeurs d'entrées (Voir Fig III.7).

Chacune des trois tables d'entrées est transmise au module processeur principal qui lui est associé via le bus d'entrées/sorties correspondant. La table d'entrées de chaque module processeur principal est transmise à ses voisins via le TRIBUS. Chaque module processeur principal sélectionne la valeur médiane et la table d'entrées de chaque module processeur principal est corrigée en conséquence. En mode TMR, les valeurs médianes sont exploitées par le programme d'application, en mode duplex, c'est la valeur moyenne qui est exploitée.

Chaque module d'entrée analogique est équipé d'un circuit qui permet la compensation automatique du décalage du zéro du convertisseur analogique numérique. Les modules d'entrées analogiques et les borniers de raccordements associés sont disponibles pour supporter une large gamme de signaux d'entrées analogiques, qu'il s'agisse de versions isolées ou non : 0-5 Volts CC ,0-10 Volts CC, 4-20 mA, thermocouples (types K, J, T et E), et sondes à résistance RTD.

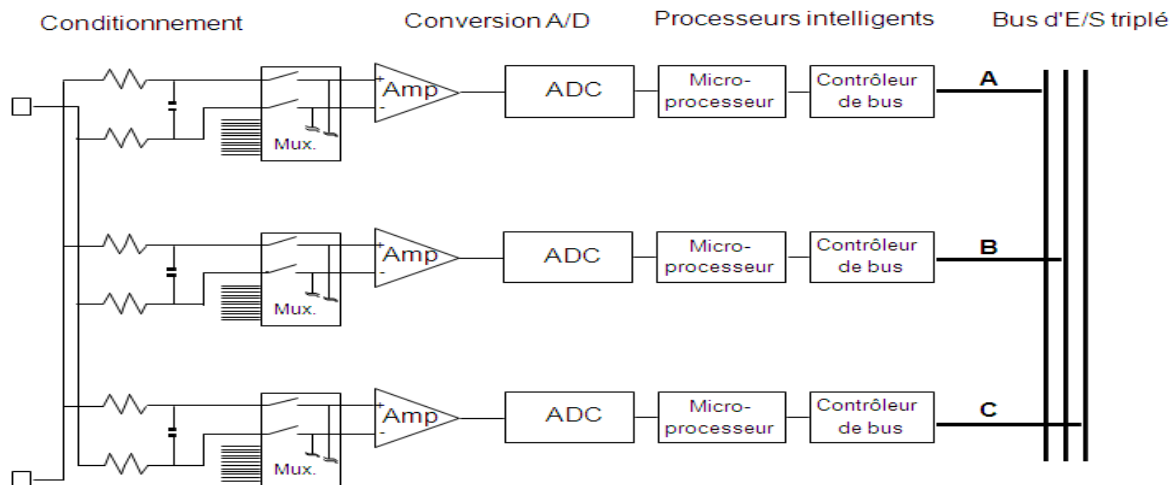


Fig III.7 : Architecture d'un module d'entrées analogiques TMR

III.6.3. Modules d'entrées impulsions :

Le module d'entrées impulsion est utilisé avec des capteurs de vitesse installés sur des machines tournantes comme les turbines ou les compresseurs. Le module compte les impulsions du capteur de vitesse, en général une bobine à induction située à proximité d'une roue dentée sur un arbre tournant. La sortie impulsion du capteur est proportionnelle à la vitesse de rotation de l'arbre et au nombre de dents de l'engrenage (Voir Fig III.8).

Le module d'entrées impulsion est totalement triplé comme l'illustre le schéma. Chaque chaîne du module accumule un nombre précis d'impulsions du capteur d'entrée (en général un nombre entier multiplié par des dents de l'engrenage affecté à la mesure). Le temps nécessaire pour accumuler le nombre d'impulsion voulu est également mesuré par un compteur à une microseconde près. Pour calculer la vitesse, il suffit de diviser le nombre d'impulsions accumulées par le temps nécessaire à leur accumulation, puis de multiplier le résultat obtenu par un facteur d'échelle égal au nombre d'impulsions par révolutions de l'arbre compte tenu de la précision du calcul du et sachant que le temps d'accumulation est généralement compris entre 20 et 40 millisecondes, il est possible de mesurer la vitesse avec

un niveau de précision égal à 0,01% de la vitesse de fonctionnement d'une turbine ou d'un compresseur classique.

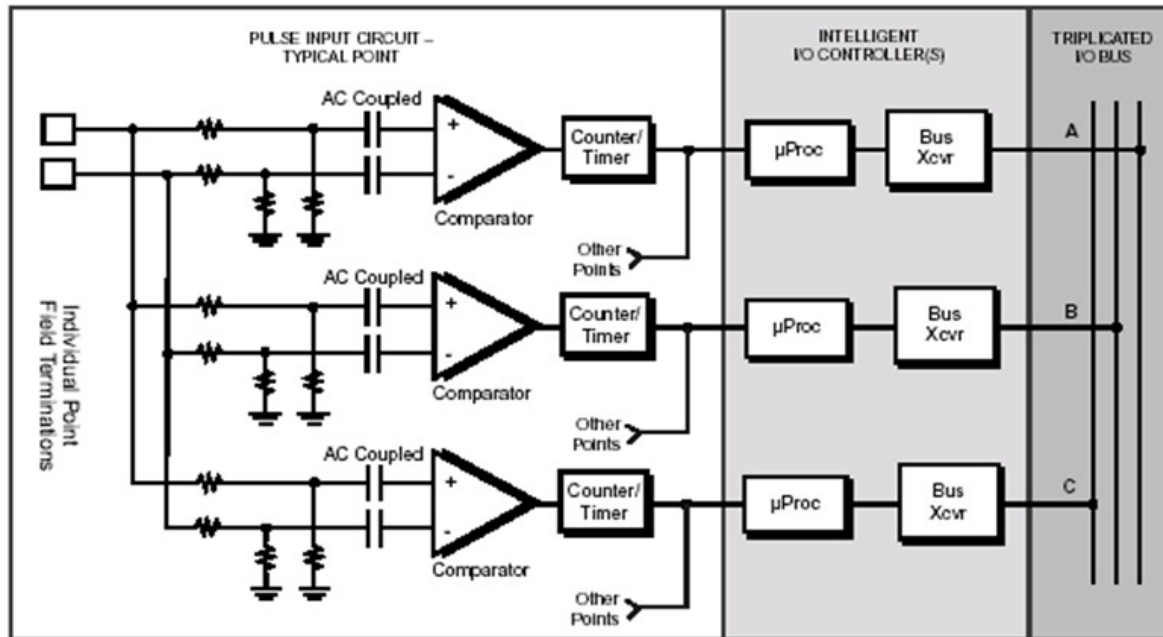


Fig III.8 : Architecture d'un module d'entrée Impulsion TMR

III.7. Modules de sorties : [11]

III.7.1. Modules de sorties logiques :

Il existe trois types de modules de sorties logiques : le TMR, le dual et le supervisé. Ces modules sont disponibles aussi bien en tension continue qu'en tension alternative. Voir la (Voir Fig III.9).

Chaque module de sorties logiques est constituées de trois chaînes de traitement identiques est isolées. Chaque chaîne est dotée d'un microprocesseur d'entrées/sorties qui reçoit sa table de valeur de sorties du processeur de communication d'entrées/sorties résidant sur le module processeur principal qui lui est associé. Tous les modules de sorties logiques, à l'exception des duales en tension continue, sont dotées d'un circuit de sortie à quatre éléments qui effectue un vote du signal physique envoyé sur l'organe de sortie à piloter. Ce circuit de vote est un montage série parallèle qui transmet l'alimentation. Si les drivers des chaînes A et B, ou B et C, ou encore A et B leur donnent l'ordre de se fermer. La redondance du circuit de vote garantit une sécurité et une disponibilité optimale.

Chaque module de sorties logiques effectue pour chacun de ses points un diagnostic complet du voteur de sortie, OVD (Output Voter Diagnostic). La chaîne de contre réaction de chaque point d'un module permet à chaque microprocesseur de relire la valeur du signal de sortie et de la comparer à la valeur votée et par là même de déceler l'existence d'une faute éventuelle.

Les modules de sorties logiques duals sont pourvus d'un voteur à deux éléments montés en série. Chacun des éléments ou interrupteur est piloté par le résultat d'un autre vote de type deux sur trois (2/3). Alors que le circuit de vote à quatre éléments offre une redondance multiple qui garantit à la fois la sécurité et la disponibilité, le circuit dual se limite à fournir la redondance nécessaire pour garantir un fonctionnement sécurisé. Les modules duals sont optimisés pour les applications critiques pour lesquelles l'aspect coût d'investissement prévaut sur l'aspect disponible.

Les modules de sorties logiques supervisées sont équipés de boucles de tests de mesure en tension et en courant. Ce qui permet une couverture complète des fautes aussi bien pour les conditions de défaut par appel ON que par le manque OFF. De plus, le module de sorties logique supervisé vérifie la présence de la charge en effectuant en permanence des vérifications au niveau de la continuité de la boucle. Toute perte de charge ou court-circuit est indiqué par le module quel que soit l'état de la commande.

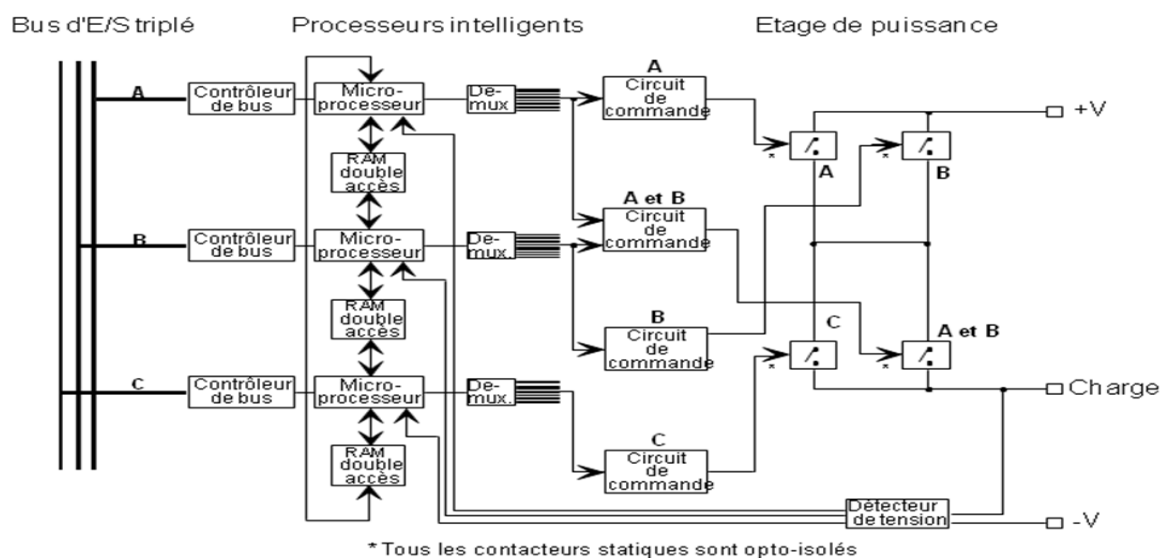


Fig III.9 : Architecture d'un module de sorties logiques TMR

III.7.2. Modules de sorties analogiques :

Le module de sorties analogiques reçoit trois de valeurs de sorties, une table pour chacune de ses chaînes de traitement en provenance du module processeur principal correspondant (Voir Fig.III.10).

Chaque chaîne a son propre convertisseur numérique/analogique. Une des trois chaînes est sélectionnée pour piloter les sorties analogiques. Les sorties sont continuellement vérifiées à l'aide d'un circuit de contre réaction présent sur chaque point relues. Si une faute se manifeste au niveau de la chaîne pilote, cette chaîne est déclarée en faute et une nouvelle chaîne est sélectionnée pour piloter l'organe à commander. Chaque chaîne est tour à tour chaîne pilote ce qui permet de tester toutes les chaînes.

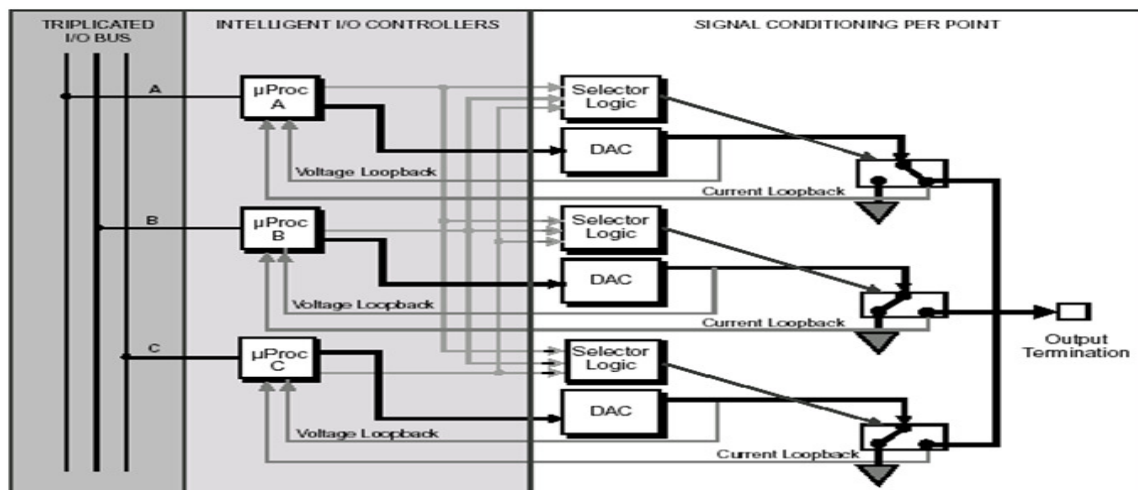


Fig III.10. Architecture d'un module de sorties analogiques TMR

III.8. Modules de communications : [12]

Les systèmes TRICON sont conçus pour pouvoir s'interfacer avec des systèmes variés, y compris avec d'autres systèmes TRICON, le poste Tristation 1131, les systèmes numériques de contrôle centralisé SNCC et systèmes tiers compatibles avec les protocoles 802.3 IEEE LAN et MODBUS.

- Connectivité avec les Systèmes Numériques de Contrôle Centralisé, SNCC (DCS) .

- **Module d'interface bus hiway, HIM (Hiway Interface Module) :**

Ce module est une interface intégrée entre le système TRICON et le Data Hiway du SNCC TDC 3000 de Honeywell et propose la même capacité fonctionnelle, quatre (4) adresses DHP étendues. La redondance des connections est supportée.

- **Module de gestion de sécurité, SMM (Safety Manager Module) :**

Ce module est une interface haute vitesse intégré entre le système TRICON et le réseau Universal Control Network, UCN, du SNCC TDC 3000 de Honeywell. Deux ports assurent une liaison redondante. Le module SMM permet au réseau de UCN d'identifier le système TRICON comme un nœud sécurisé ce qui permet l'échange de données du procédé et d'utiliser les résultats du diagnostic du système TRICON et son exploitation n'importe où sur le TDC 3000.

- **Module de communication avancée, ACM (Advanced Communication Modul) :**

Ce module est une interface haute vitesse intégré entre le TRICON et le Nodebus du SNCC Séries I/A de FOXBORO. Deux ports assurent une liaison redondante. Le module ACM permet au Nodebus d'identifier le TRICON comme un nœud sécurisé ce qui permet l'échange de données du procédé et d'utiliser les résultats du diagnostic du système TRICON et son exploitation n'importe où sur le I/A série.

Par ailleurs, d'autres ports permettent d'assurer la liaison avec le poste Tristation 1131, la liaison avec le réseau TRICON TSAA (Tricon System Access Application) et tout autre système qui supporte le protocole de communication TCP/IP.

- Le module ACM prévoit un port supplémentaire 802.3 pour assurer la connexion avec un réseau 802.3 sur lequel on peut raccorder le poste de Tristation ou des systèmes tiers .Le module ACM compte également deux ports série RS-232/422 pour la liaison maître/esclave MODBUS vers des systèmes tiers, ou une fois encore vers le poste Tristation 1131.

III.9. Diagnostic des voteurs des modules de sorties en « DC » et « AC » : [13]

Les modules de sorties logiques à courant continu (DC) ont été spécialement conçus pour contrôler les équipements dont les points demeurent figés dans un même état de commande pendant de longues périodes.

Les diagnostics exécutés (OVD) sur un module de sorties de tension continue garantissent une couverture totale des fautes même si l'état des points ne change jamais. Lors de l'exécution des testes, les sorties basculent dans l'état opposé à celui commandé pendant une durée inférieure à deux (2) millisecondes (en général 500 microsecondes). Le comportement est totalement transparent pour la plus grande part des organes pilotés sur un

site industriel. (Exceptionnellement, certains organes peuvent ne pas tolérer un changement d'état du signal quel qu'il soit. Dans ce cas, il est possible d'inhiber la fonction de diagnostic (OVD).

Sur les modules de sorties logiques en tension alternative (AC), lorsque le diagnostic (OVD) identifie un interrupteur du voter en faute, le signal de sortie change d'état et passe à l'état opposé pendant un laps de temps égal à la moitié d'un cycle de l'alimentation. Parfois ce changement d'état peut ne pas être transparent pour tous les organes pilotés. Le cas échéant, il est possible d'inhiber la fonction de diagnostic (OVD). Il est alors recommandé de procéder au basculement d'état des sorties lors de campagnes de tests afin de garantir une couverture totale des fautes. Dans tous les cas, une fois qu'une faute a été détectée, le module interrompt les itérations suivantes du diagnostic (OVD).

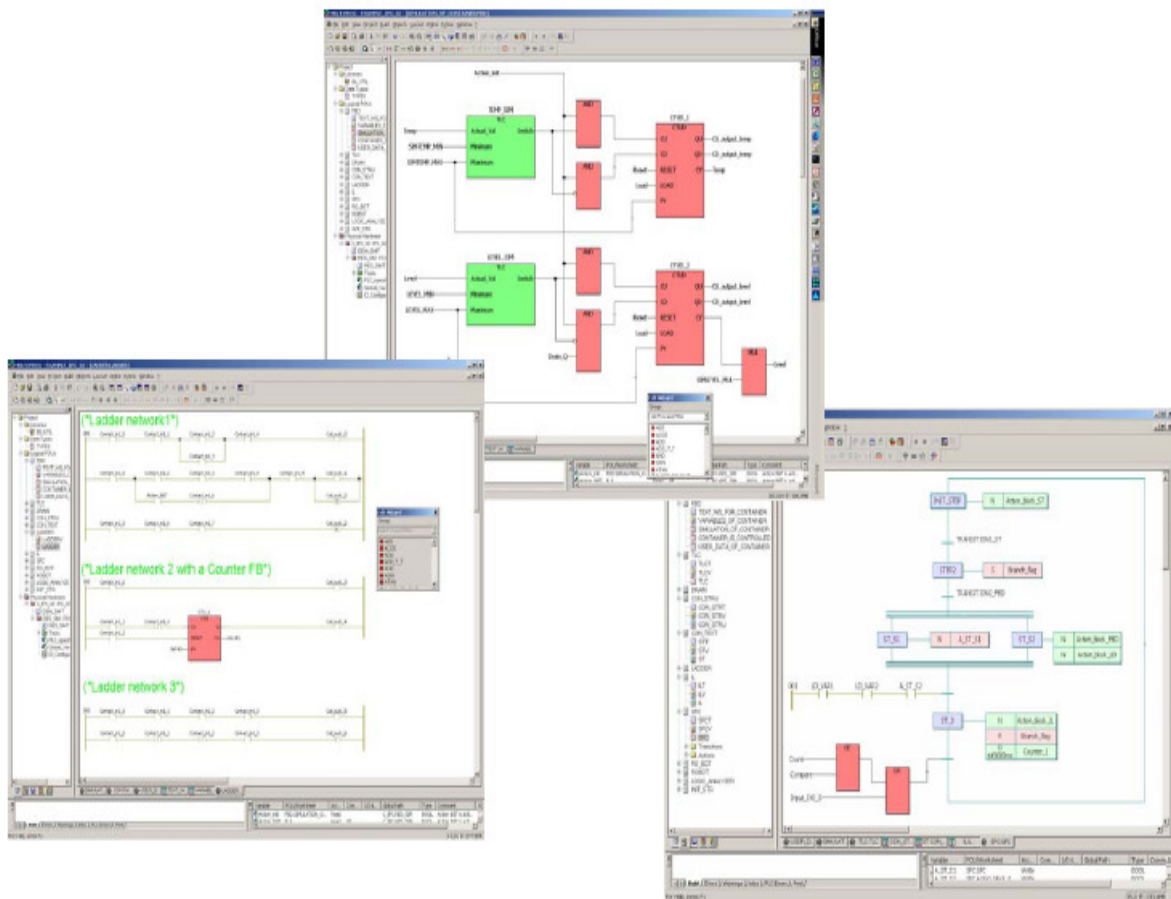
III.10. Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons décrit l'API Triconex d'une façon générale, son architecture TMR (principes de fonctionnement) et ses différents modules (processeurs principaux, alimentations, entrées, sorties). Cette étude nous aidera à suivre les étapes essentielles à la programmation et à la simulation, ces dernières feront l'objet du chapitre suivant.

CHAPITRE IV

Logiciel de programmation

"Tristation 1131"



IV.1. Introduction :

Comme tout système à microprocesseur, les Automates programmables fonctionnent sur la base d'un programme qui lui définit les tâches à exécuter. La structure logicielle qui assure le fonctionnement d'un automate se compose de deux parties bien distinctes :

- ✓ Programme système (ou système d'exploitation).
- ✓ Programme utilisateur.

Programmer un API, c'est écrire dans sa mémoire la description du travail qu'il aura à accomplir. Dès sa création, une attention particulière a été portée à la méthode de programmation. La devise technique stipule que le système devrait être facilement et rapidement programmable et reprogrammable grâce à son logiciel de programmation Tristation 1131 afin de pouvoir programmer la commande du four H401.

IV.2. Logiciel de programmation Tristation 1131 : [14]

Le logiciel de développement des applications utilisateur résidant dans l'automate de sécurité TRICON est la Tristation 1131. La Tristation 1131 propose des langages de programmation conforme à la norme IEC 1131-3. Les langages Diagramme Fonctionnel, à contact et littéral sont mis à disposition.

IV.3. Caractéristique de TriStation1131 :

Le système TRICON Version 9 est compatible avec la Tristation 1131 dont les principales caractéristiques sont les suivantes :

- Fonctionne avec le système d'exploitation Windows NT.
- Trois langages de programmation conforme à la norme CEI 1131-3 relative aux langages de programmation pour les automates programmables.
- Compatible avec un grand nombre de type de données comme :
 - ✓ Les entiers 16 et 32 bits.
 - ✓ Les réels à virgules flottante 32 et 64 bits.
 - ✓ Les chaînes de caractères et les bits.
 - ✓ Les durées, date et heure du jour.
- Composition d'un programme d'application à partir d'instances programmes.
- Offre une bibliothèque standard avec les fonctions suivantes : arithmétiques, logiques, conversion des données, décalage, sélection et comparaison. Les types de

bloc Comprennent les éléments bistables, les détecteurs de front, les temporisations et les compteurs.

- Permet aux utilisateurs de développer leurs propres fonctions, blocs fonctionnels, programmes et bibliothèques personnalisées.
- Permet l'émulation hors ligne des programmes sur le poste de travail Tristation.
- Contrôle l'accès de l'utilisateur aux projets et différents niveaux de fonctionnement de la Tristation 1131 par l'intermédiaire d'un système de sécurité intégré qui demande le nom et le mot de passe de l'utilisateur à chaque session de travail.
- Met à disposition un historique pour vérifier les modifications de version des programmes, avec possibilité d'annotation.
- La Tristation 1131 est certifiée classe 5 et 6 par la TÜV.
- Tristation peut se connecter au système TRICON avec une liaison série RS-232/422 (via le protocole MODBUS), directement par les modules EICM ou ACM ou via un réseau 802.3 supporté par un module NCM ou ACM.
- Modules de communication en réseau NCM et ACM. À travers le réseau 802.3 assurent la synchronisation du temps et la communication entre les systèmes TRICON. La communication entre les systèmes permet l'échange de données critiques.

IV.4. Application logicielle et protocole :

La suite logicielle et les protocoles proposés par Triconex permettent aux utilisateurs de collecter, transférer et d'afficher les valeurs de données des systèmes TRICON. Par ailleurs, l'utilisateur peut développer ses propres drivers de communication pour accéder aux données du système TRICON d'une manière personnalisée.

IV.4.1. Application d'accès au système Tricon TSAA (Tricon System Access Application) :

Le protocole maître/esclave qui permet à un système TRICON maître de communiquer avec les systèmes TRICON esclave du réseau. Chaque système est maître à tour de rôle. Ce réseau n'est pas accessible à tout système tiers.

IV.4.2. Serveur réseau DDE :

Ce serveur d'échange de données dynamiques permet aux applications clientes DDE Windows comme Excel par exemple, de lire et d'écrire des données dans des registres mémoire TRICON.

IV.4.3. Consignateur d'états (SOE) « Sequence Of Event » :

Il collecte les changements d'états des données entrées, mémoire, d'un système TRICON et transmet à la demande ces données aux postes externes dédiés à l'archivage, l'analyse et l'édition d'états. Ces données peuvent être transmises via un réseau 802.3 pouvant supporter jusqu'à dix systèmes TRICON.

IV.4.4. Archivage des données (SER) « Sequence Event Recorder » :

Il permet aux utilisateurs d'extraire un historique d'évènements ainsi que des données d'un système TRICON unique et de les stocker dans un fichier historique sur un poste externe. Les données archivées peuvent ensuite être affichées et/ou imprimées suivant différents formats. La suite logicielle SER utilise une liaison 802.3 pour transférer les données depuis le système TRICON vers le poste dédié SER.

IV.4.5. Synchronisation du temps :

Le protocole TSAA maître/esclave permet d'assurer la synchronisation du temps entre les systèmes TRICON installés en réseau et raccordés entre eux à l'aide d'un module NCM.

Ou encore entre un système numérique de contrôle centralisé SNCC et le système TRICON.

IV.5. Langages de programmation :

Tristation 1131 possède quatre langages de programmations pour développer, tester, et documenter les applications qui sont exécutées sur un contrôleur Triconex :

- Langage Bloc Diagramme Fonctionnel FBD (Function Block Diagram).
- Langage à Contact LD (Ladder Diagram).
- Langage Littéral ST (Structured Text).
- Matrice Cause et Effet CEMPLE (Cause and Effect Matrix).

Les langages FBD, LD, et ST sont conformes à la norme IEC 61131-3 niveau international sur les langages de programmation pour les contrôleurs programmables.

CEMPLE est un langage optionnel spécifique à TRICONEX.

IV.5.1. Langage Bloc ou Diagramme Fonctionnel FBD :

Ce langage permet de programmer graphiquement à l'aide de blocs, représentant des variables, des opérateurs ou des fonctions. Il permet de manipuler tous les types de variables.

Les éléments utilisés dans ce langage sont des blocs installés ensemble pour former des circuits (Voir Fig. IV.1).

Les connexions entre blocs peuvent communiquer en binaire et en d'autres types de données entre les éléments FBD. Dans l'FBD, un groupe d'éléments visiblement interconnecté par les liaisons (wires) est connu comme un réseau. Un FBD diagramme peut contenir un où plusieurs réseaux.

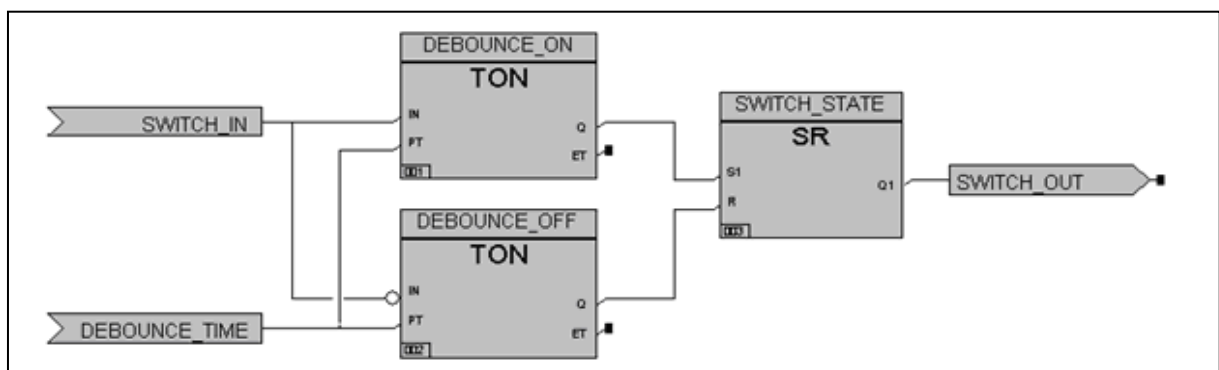


Fig IV.1 : Réseau FBD simple.

IV.5.2. Langage LD « ladder Diagram » ou schéma à relais :

Ce langage graphique est essentiellement dédié à la programmation d'équations booléennes (true/false), qui utilise un ensemble standard de symboles pour représenter la logique à relais. Les éléments de base sont les bobines et les contacts qui sont reliés par des liens (Voir Fig. IV.2).

Les liaisons de LD sont différentes de celles utilisées dans FBD, parce qu'elles transfèrent seulement des données binaire entre symboles LD, qui suivent les caractéristiques du relais logique. Les éléments blocs de fonction et les fonctions qui ont une seule entrée et une seule sortie binaire peuvent être utilisés dans le diagramme LD.

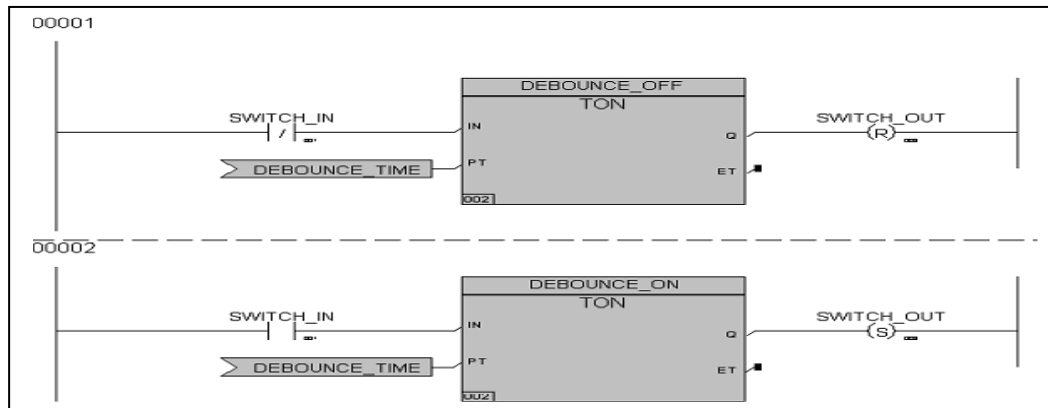


Fig IV.2 : Réseau LD (ladder Diagram)

IV.5.3. Le langage ST « structured text » ou texte structuré :

Ce langage est un langage textuel de haut niveau. Il permet la programmation de tout type d'algorithme plus ou moins complexe ; semblable au PASCAL ou C (Voir Fig IV.3). Le langage ST est particulièrement utile pour les calculs de l'arithmétique complexes, et peut être utilisé pour rendre effectif des procédures compliquées qui ne sont pas exprimées facilement dans les langages graphique telles que FBD ou LD.

ST nous permet de créer des expressions booliennes et arithmétiques, aussi bien des constructions telles que les déclarations conditionnelles (SI... ALORS... AUTREMENT).

```

FUNCTION_BLOCK DEBOUNCE_ST
(* External Interface *)
VAR_INPUT
    SWITCH_IN : BOOL ;
    DEBOUNCE_TIME : TIME;
END_VAR

VAR_OUTPUT
    SWITCH_OUT : BOOL ;
END_VAR

VAR
    DEBOUNCE_OFF : TON;
    DEBOUNCE_ON : TON;
END_VAR

(* Function Block Body *)
DEBOUNCE_OFF(IN := NOT SWITCH_IN, PT := DEBOUNCE_TIME);
IF DEBOUNCE_OFF.Q THEN SWITCH_OUT := FALSE; END_IF;
DEBOUNCE_ON(IN := SWITCH_IN, PT := DEBOUNCE_TIME);
IF DEBOUNCE_ON.Q THEN SWITCH_OUT := TRUE; END_IF;

END_FUNCTION_BLOCK

```

Fig IV.3 : Langage ST

IV.5.4. CEMPLE (Cause and Effect Matrix Programming Language Editor) :

CEMPLE est un éditeur de langage de programmation qui est basé sur une méthodologie de Matrice de causes et effets. C'est un langage propre à Triconex. Utilisées communément dans l'industrie du contrôle du processus, pour des applications tel que les

systèmes du gaz et de feu pour lesquels la logique de la programmation est simple, mais le volume d'entrées, sorties contrôlés est grand.

CEMPLE nous permet d'associer un problème dans un processus avec une action ou plus qui doit être prise pour corriger le problème. Le problème est connu comme une cause et l'action est connue comme un effet. Dans une matrice typique, une cause est représentée par une ligne dans la matrice et un effet est représenté par une colonne. Un X dans l'intersection d'une ligne de la cause et une colonne de l'effet établit un rapport entre la cause et l'effet (Voir Fig IV.4).

				Effect					
		Description		UNIT_1_ALARM	UNIT_2_ALARM	UNIT_3_ALARM	UNIT_4_ALARM	UNIT_5_ALARM	
Cause	Description								
LEVEL_1_	TRUE=Fluid level in tank 1 is high	C01	X						
LEVEL_2_HI	TRUE=Fluid level in tank 2 is high	C02		X					
LEVEL_3_HI	TRUE=Fluid level in tank 3 is high	C03			X				
LEVEL_4_HI	TRUE=Fluid level in tank 4 is high	C04				X			

Loc	Terminal	Var/Const	VarType	DataType	Description
C01		P1_LEVEL_1_HI	Tagname	BOOL	

Fig IV.4 : Langage CEMPLE

IV.6. Éléments d'une application :

Cette section décrit les éléments d'une application et les étapes dans le développement de cette dernière. Les sujets incluent :

- Espace de travail de l'application.
- Arbre de la Déclaration.
- Arbre de la Mise en œuvre.
- Différentes parties d'une Application.
- Applications de sécurité et de Contrôle.

IV.6.1. Espace de travail de l'application :

Le développement d'une application se fait dans l'Application « Workspace » ou espace de travail. Cette application inclut des fichiers pour le programme utilisateur, les fonctions, blocs de fonction, données, tagnames, ...,etc. L'arbre inclut aussi la Tristation 1131,

une bibliothèque de fonctions, blocs de fonctions et donnée (data types) qui peuvent être utilisées dans le projet.

IV.6.2. L'Arbre de Déclaration :

L'arbre de la déclaration inscrit les déclarations pour les programmes, fonctions et blocs de fonctions (Voir Fig IV.5).

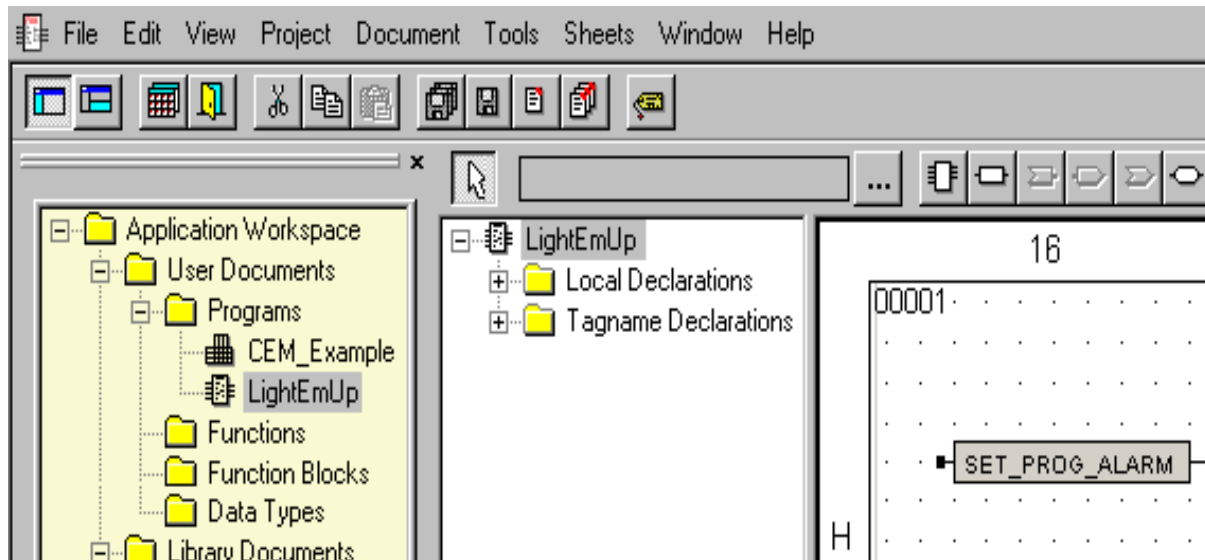


Fig IV.5 : Arbre de déclaration

IV.6.3. L'Arbre de la Mise en œuvre :

L'arbre de la mise en œuvre inscrit les éléments qui peuvent être spécifiés pour l'application, y compris, la Liste de l'exécution (liste des programmes et temps du scan), Configuration SOE (Sequence Of Event), et la configuration Fiche à fiche « Peer-to-peer » (Voir Fig IV.6).

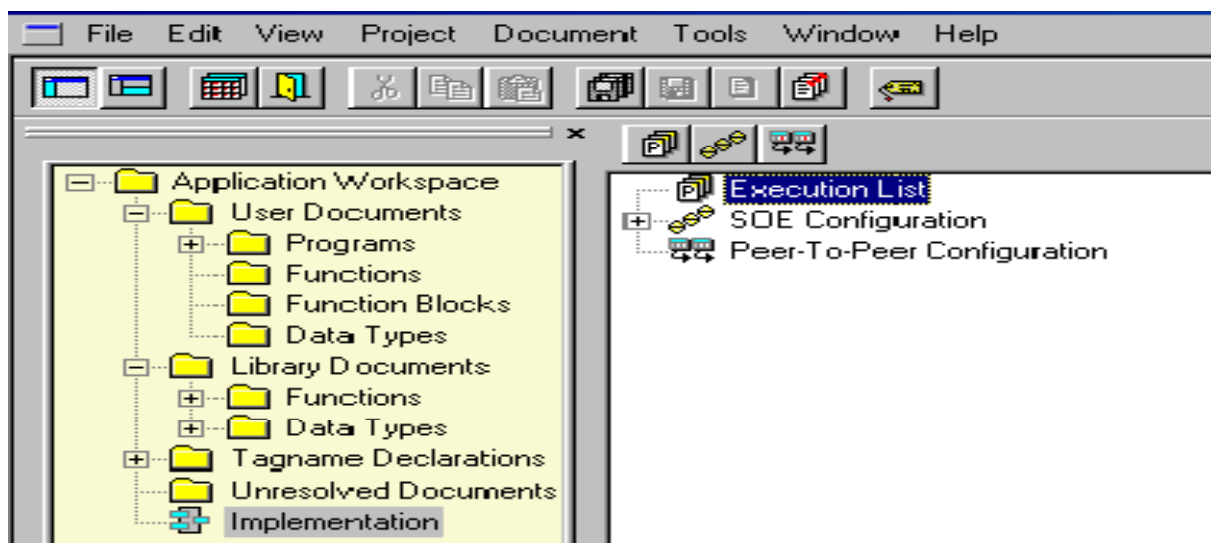


Fig IV.6 : Arbre de mise en oeuvre

IV.6.4. Parties d'une Application :

La majorité des éléments dans une application sont les programmes, fonctions, blocs de fonction, tagnames, variables, information sur la mise en œuvre, et configuration du contrôleur.

➤ **Application :**

Une application inclut les éléments de l'application et information de la configuration, qui est ensuite transformée (compilé) en code exécutable, téléchargée et exécutée sur un contrôleur Triconex.

Le nombre maximal de programmes dans une application est de 250.

➤ **Programme :**

Un programme est un élément exécutable qui inclut un ou plusieurs fonctions ou blocs de fonction. Un programme peut contenir des fonctions et blocs de fonction mais ne peut pas contenir un autre programme. Il est initialisé à partir de la Liste d'Exécution. (Exécution liste)

Le nombre maximal de variables qui peuvent être utilisées dans un programme est 2,000 qui inclut les variables locales et tagnames.

➤ **Fonctions et Blocs de fonction :**

– Une fonction est un élément exécutable qui donne exactement un seul résultat. La valeur de fonction existe seulement lorsque la fonction est exécutée.

– Un bloc de fonction est un élément exécutable qui rend une valeur ou plusieurs et retient les valeurs dérivées pendant une évaluation pour usage dans la prochaine évaluation.

Le nombre maximal de variables qui peuvent être utilisées dans une fonction ou bloc de fonction est de 400, qui inclut les entrées, les sorties et variables locales.

➤ **Les Bibliothèques Tristation 1131 :**

Tristation 1131 inclut des bibliothèques de fonctions, blocs de fonction, et types de données qui sont automatiquement inclus avec chaque projet.

➤ **Tagnames :**

Les Tagnames identifie les entrées, les sorties et les points de la mémoire qui sont accessibles à tous les programmes dans une application. Dans la terminologie IEC, les tagnames sont appelés des variables globales.

➤ **Variables :**

Une variable est un espace mémoire qui entrepose une valeur ou lien assigné à cette variable.

➤ **Configuration du Contrôleur :**

La configuration du contrôleur spécifie les caractéristiques pour mémoire, configuration des modules et autres matériel. Quand l'application est construite, cette information est exigée.

IV.6.5. Applications de sécurité et du Contrôle :

Une application peut inclure un programme pour la sécurité seulement, pour le contrôle seulement, ou une combinaison des deux.

– Les applications de la sécurité sont de type le plus restrictif parce qu'elles sont conçues pour garder le processus à un état sûr en d'hors des situations critiques. Tout les éléments de l'application (les programmes, fonctions, fonctionnent blocs et tagnames) doivent être spécifiés pour la sécurité.

– Les applications de contrôle sont conçues pour contrôler un processus et peuvent utiliser les fonctions et blocs de fonction de contrôle et celles de la sécurité. Les tagnames doivent être spécifiés comme tagnames du contrôle.

IV.7. Création du projet :

Les procédures qui permettent de créer un projet sous Tristation, sont données par les étapes suivantes :

1. Lancer **Tristation1131** par un double clic sur son icône.



2. La fenêtre suivante permet de passer aux étapes de la création du projet, en entrant le nom de l'utilisateur et le mot de passe par défaut « MANAGER, PASSWORD » (Voir Fig.IV.7).

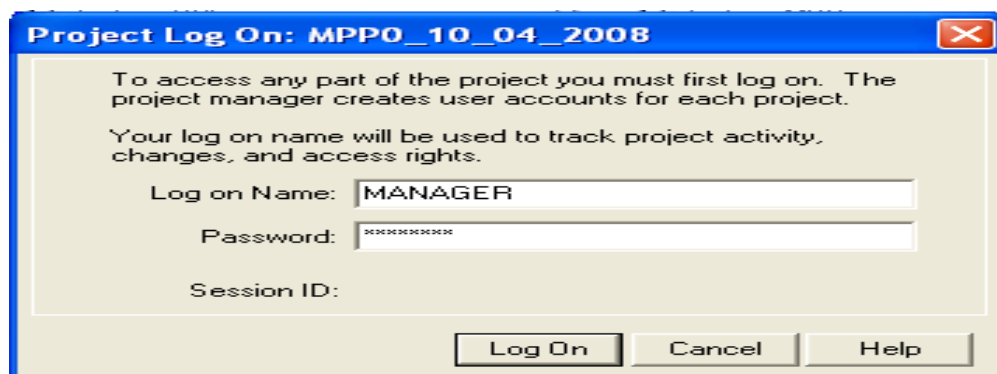


Fig IV.7 : Saisie du nom de l'utilisateur et du mot de passe

3. Pour créer un nouveau projet cliquer sur **File / New Project** (Voir Fig.IV.8).

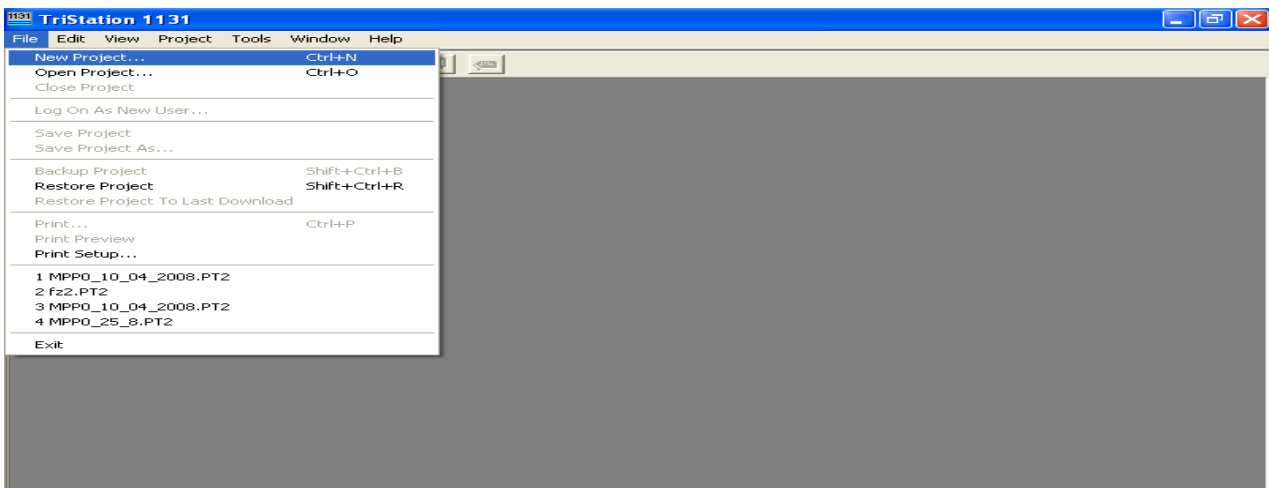


Fig IV.8 : Création d'un nouveau projet

4. La fenêtre qui s'affiche permet de choisir l'architecture de l'automate (Voir Fig.IV.9).

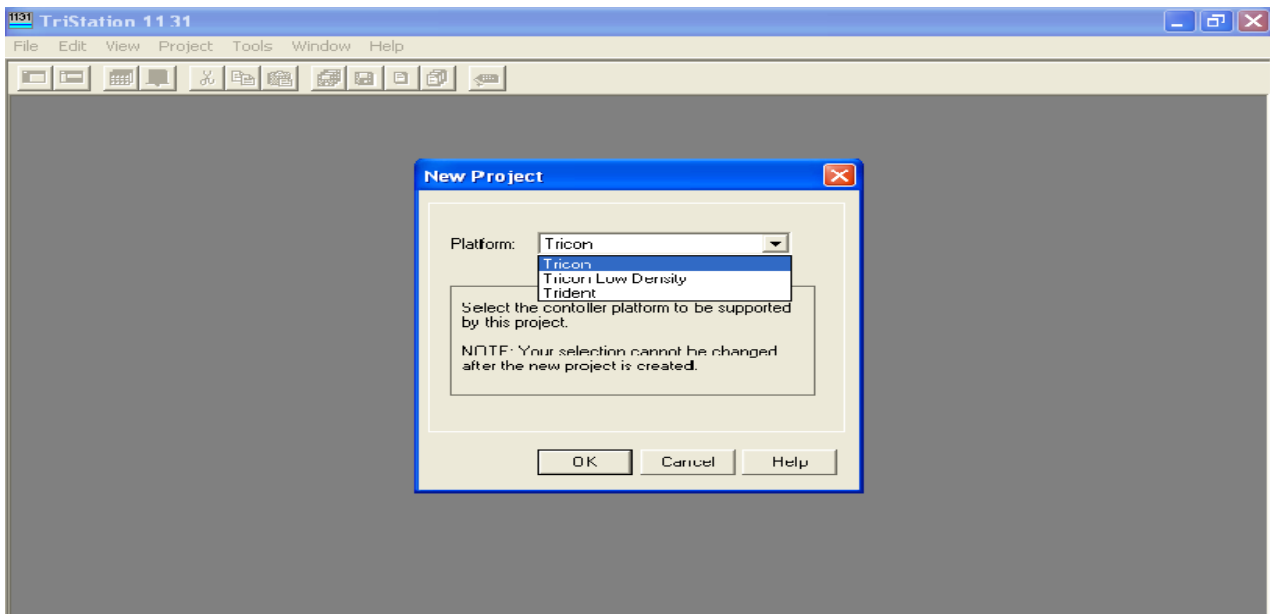


Fig IV.9 : Choix de l'architecture de l'automate

5. la figure qui suit permet de nommer le projet (Voir Fig.IV.10).

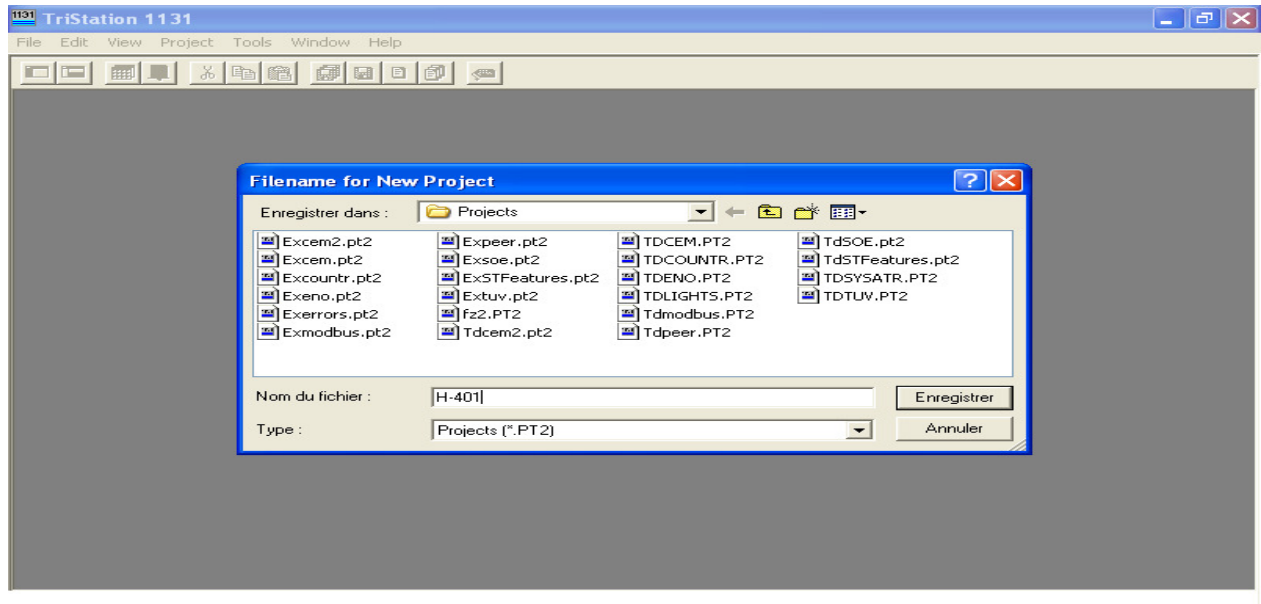


Fig IV.10 : Appellation du projet

6. pour créer un nouveau document aller sur **Project/ New Document** (Voir Fig.IV.11).

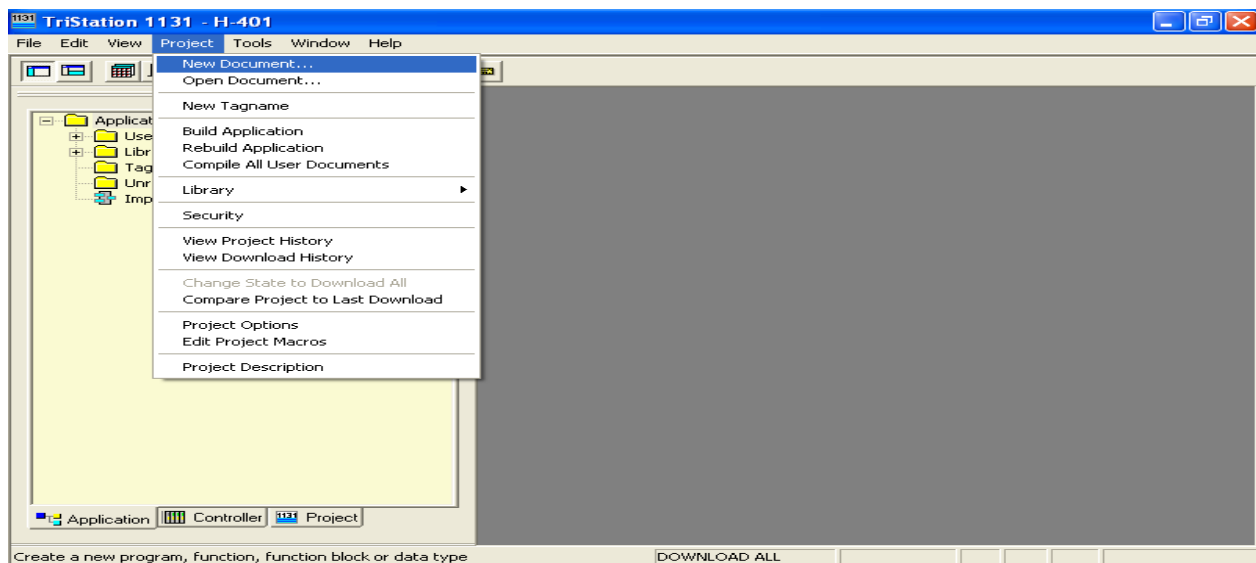


Fig IV.11 : Création d'un nouveau document

7. la fenêtre suivante s'affiche automatiquement, le choix du type du document et du langage de programmation (FBD, LD, ST et CEM) à partir de la fenêtre suivante et valider en cliquant sur OK (Voir Fig.IV.12).

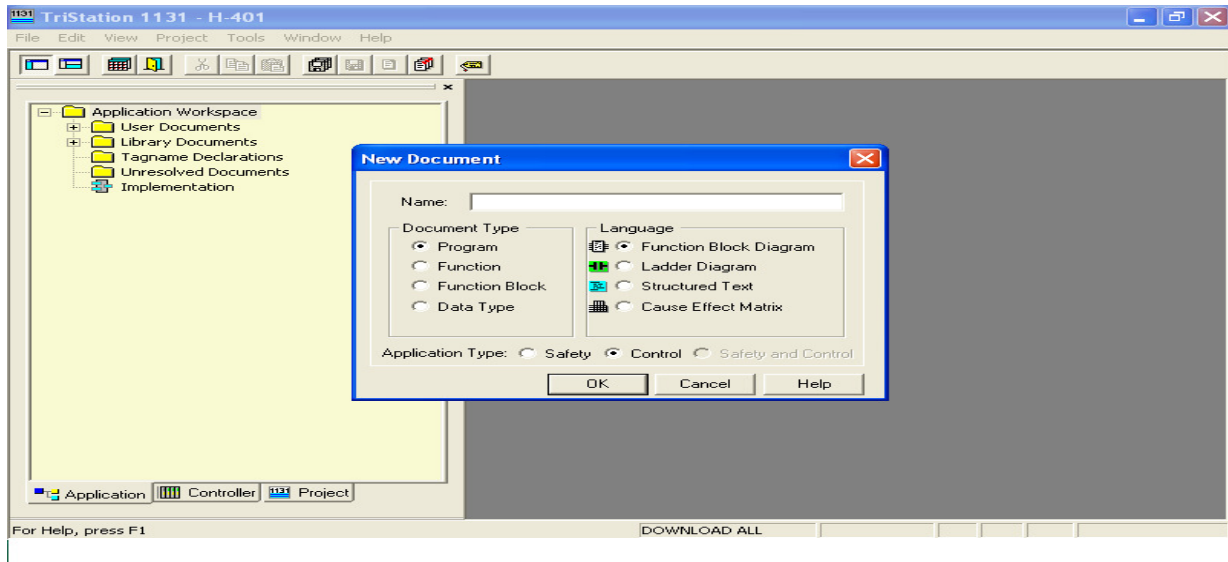


Fig IV.12 : Choix du type du document et du langage de programmation

8- Après la validation du Langage de programmation, la fenêtre de l'espace du travail s'ouvre (Voir Fig.IV.13).

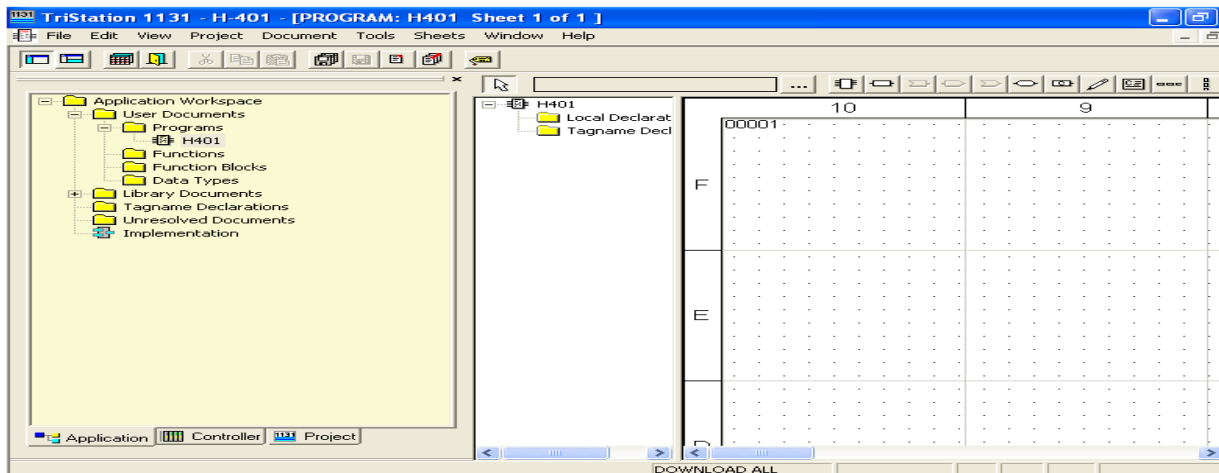


Fig IV.13 : Fenêtre de l'espace du travail

9. Configuration matérielle :

Aller sur « **Controller/Configuration/Hardware Allocation /Chassis /Slot/ Module / Insert**», une liste des modules d'entrées/sorties s'affiche qui nous permet de choisir les modules dont on a besoin (Voir Fig.IV.14).

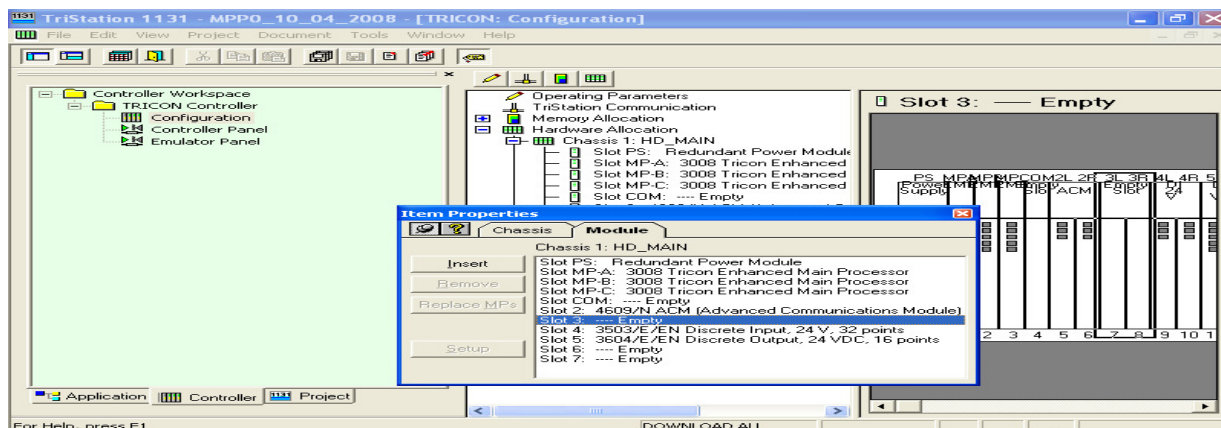


Fig IV.14 : Configuration matérielle

10. Déclaration des entrées, sorties, mémoires :

- Aller sur « **Project / New Tagname** », qui nous permet de choisir le type de variable (entrée, sortie et mémoire).
- Pour donner une adresse physique à notre variable (entrée ou sortie), aller sur « **Point Assignment / Physical Adress** » (Voir Fig. IV.15).

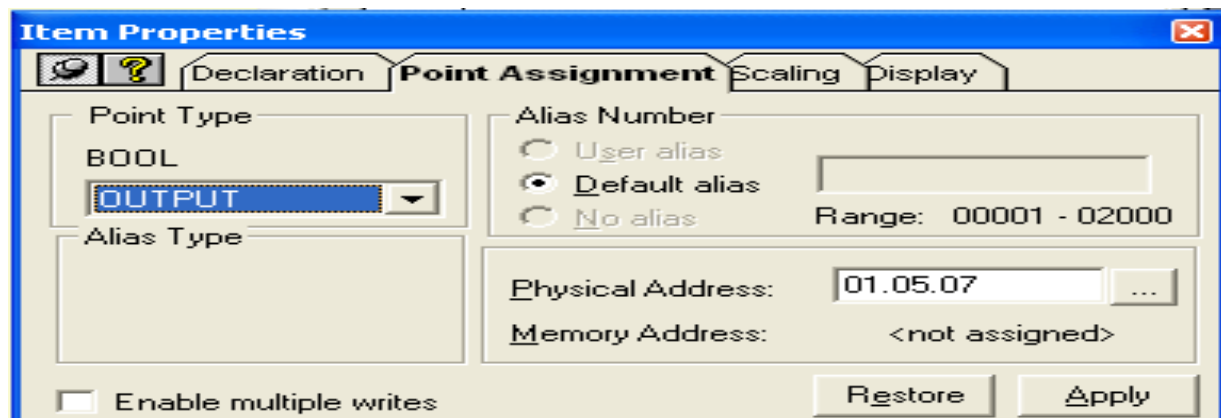
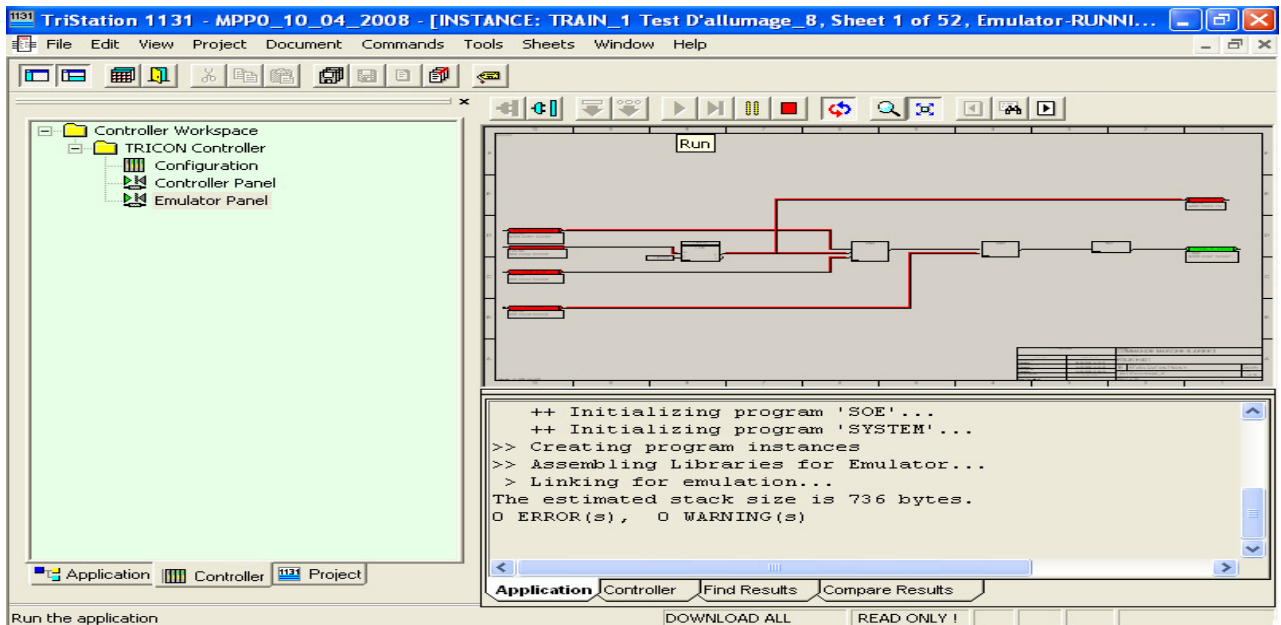


Fig IV.15 : Déclaration des entrées, sorties et mémoires

11. Simulation :

Pour simuler aller sur « **Controler / Emulator Panel / Programme** (sélectionner le programme à simuler) / **Connect / Download All / Display Program Document / Run** » (Voir Fig.IV.16).

**Fig IV.16 : Simulation**

IV. 8. Conclusion :

Ce chapitre nous a permis de se familiariser avec le logiciel de programmation Tristation 1131 V9. Il nous permet de connaître les différentes étapes de création d'une application et de sa simulation. Il représente une base pour le prochain chapitre qui est la programmation et la simulation.

CHAPITRE V

Programmation et Simulation

V.1. Introduction :

Après la description du four et de son mode de fonctionnement (les séquences de démarrages et d'arrêt) , ainsi que l'API TRICONEX et son logiciel de programmation Tristation113, ce chapitre consiste à l'élaboration du programme de commande du four. Le langage utilisé pour la programmation est le FBD "Function Block Diagram".

V.2. Programmation du démarrage et d'arrêt d'urgence du Four H401 sous Tristation :

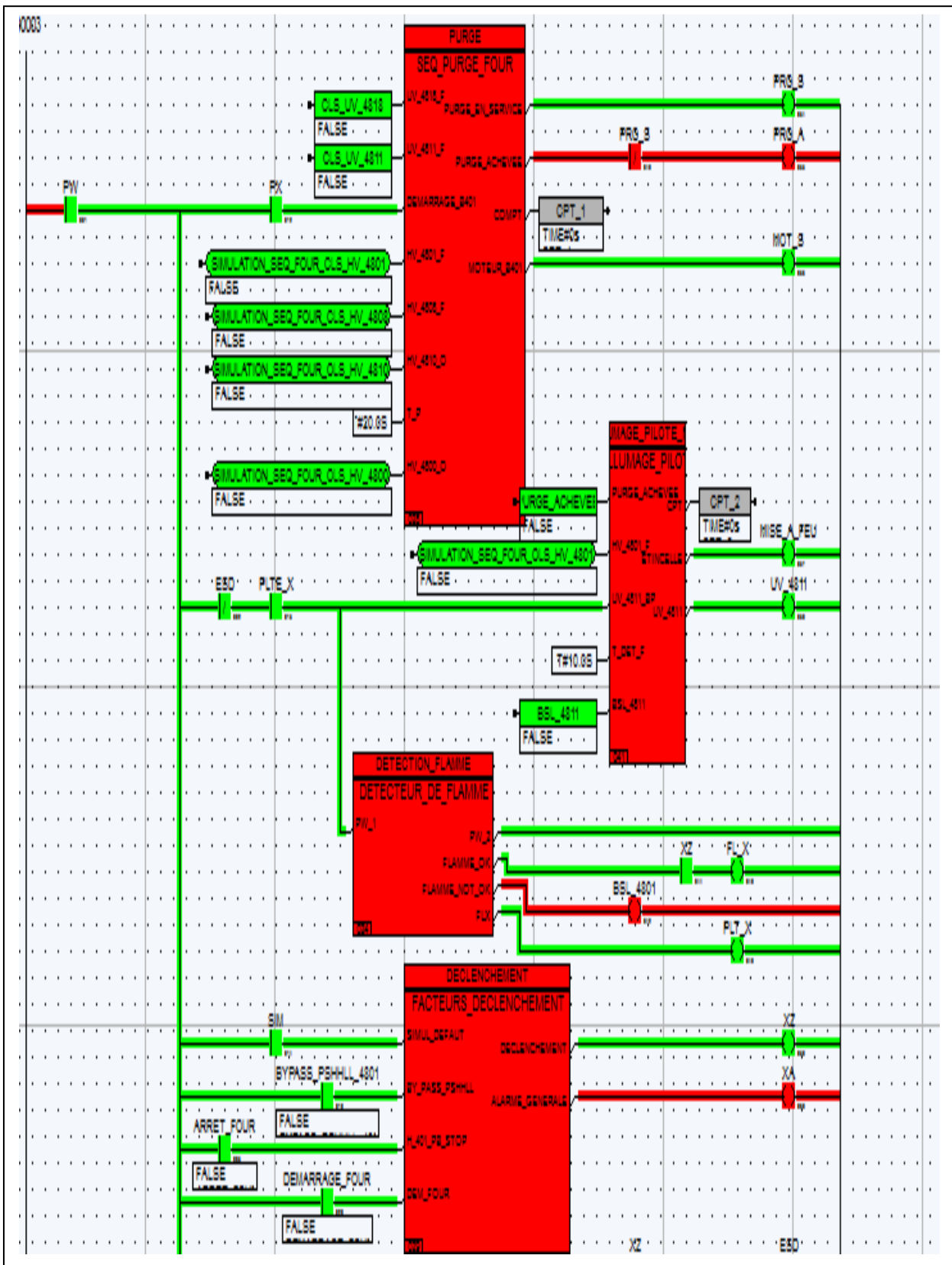
Les variables utilisées dans la programmation sont représentées dans le tableau suivant :

VARIABLE	SIGNIFICATION
PW	Alimentation
PX	Maintien du PW
ESD	By-pass
PLT_X	Pilote
XZ	Flamme OK
FLX	Maintien de la flamme
XA	Alarme générale
AL	Alarme
R_VAL	Four en veilleuse
RX	Témoin

Les différents éléments utilisés dans le programme sont donnés ci-dessous :

001	<p>PROJET_FIN_ETUDES_MASTER_II_ELECTRONIQUE SIMULATION_COMMANDE_SEQUENTIELLE_FOUR_MODULE_0 ANNEE_2012_2013</p>
	<ul style="list-style-type: none"> - HV BRULEURS PRINCIPAUX - HV_4801 a 4808 - UV PILOTES HV_4811 a 4818 - HV REGISTRE HV_4800 - UV GAZ COMBUSTIBLE PRINCIPALE UV_4800 - UV GAZ COMBUSTIBLE TORCHE UV_4802 - UV GAZ COMBUSTIBLE SECONDAIRE UV_4801 - SOUFFLANTE B_401 - VANNÉ DE REFOULEMENT SOUFFLANTE HV_4810 - VANNE DE REGULATION DE TEMPERATURE TCV_4104 - H_401 MAN/STOP BP - TSHH_4806 210°C - TSHH_4109 condensat - 550°C cheminée - PSHLL_4801 gaz combustible - FSLL_4801 condensat - BSL_4811 a 4818 pas de flamme - HS 1000 ARRET MODULE - HS 4100 ARRET TRAIN_1

La figure ci-dessous représente les différents blocs fonction constituant le programme :



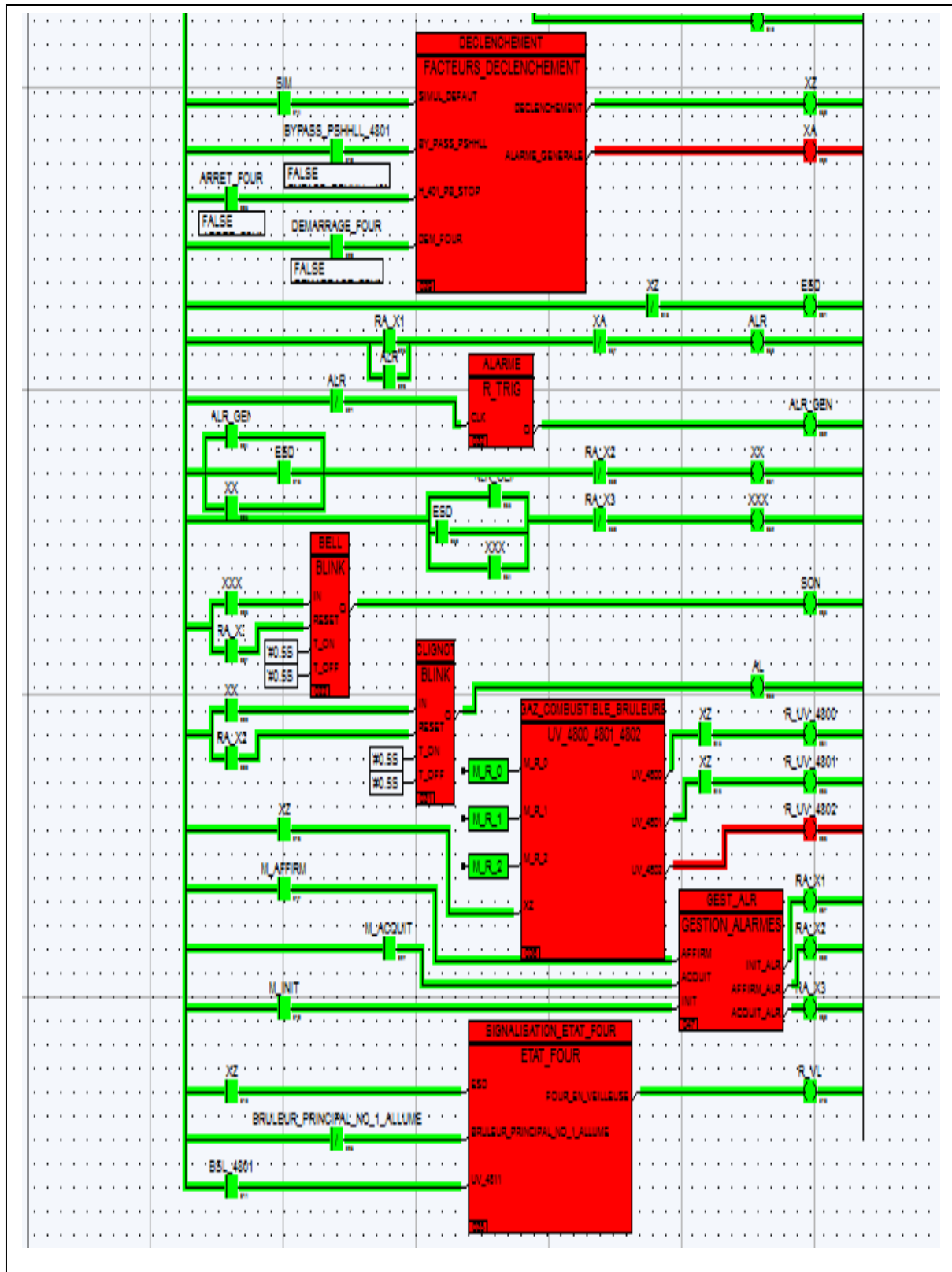


Fig V.1 : Les différents blocs fonction

Toutes les conditions nécessaires pour démarrer la purge sont représentées dans la figure ci-dessous :

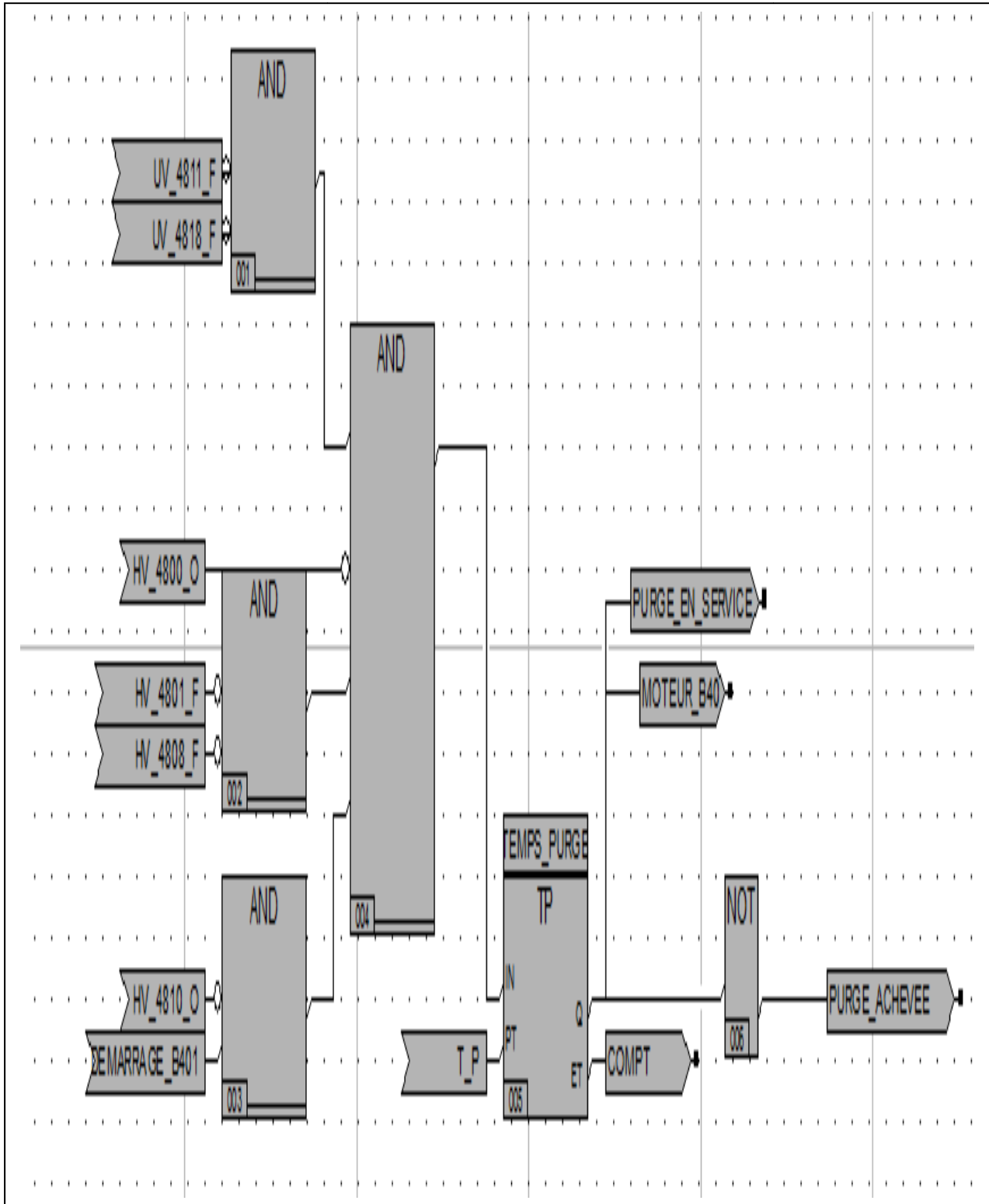


Fig V.2 : Bloc purge

Toutes les conditions nécessaires pour allumer le pilote sont représentées dans la figure ci-dessous :

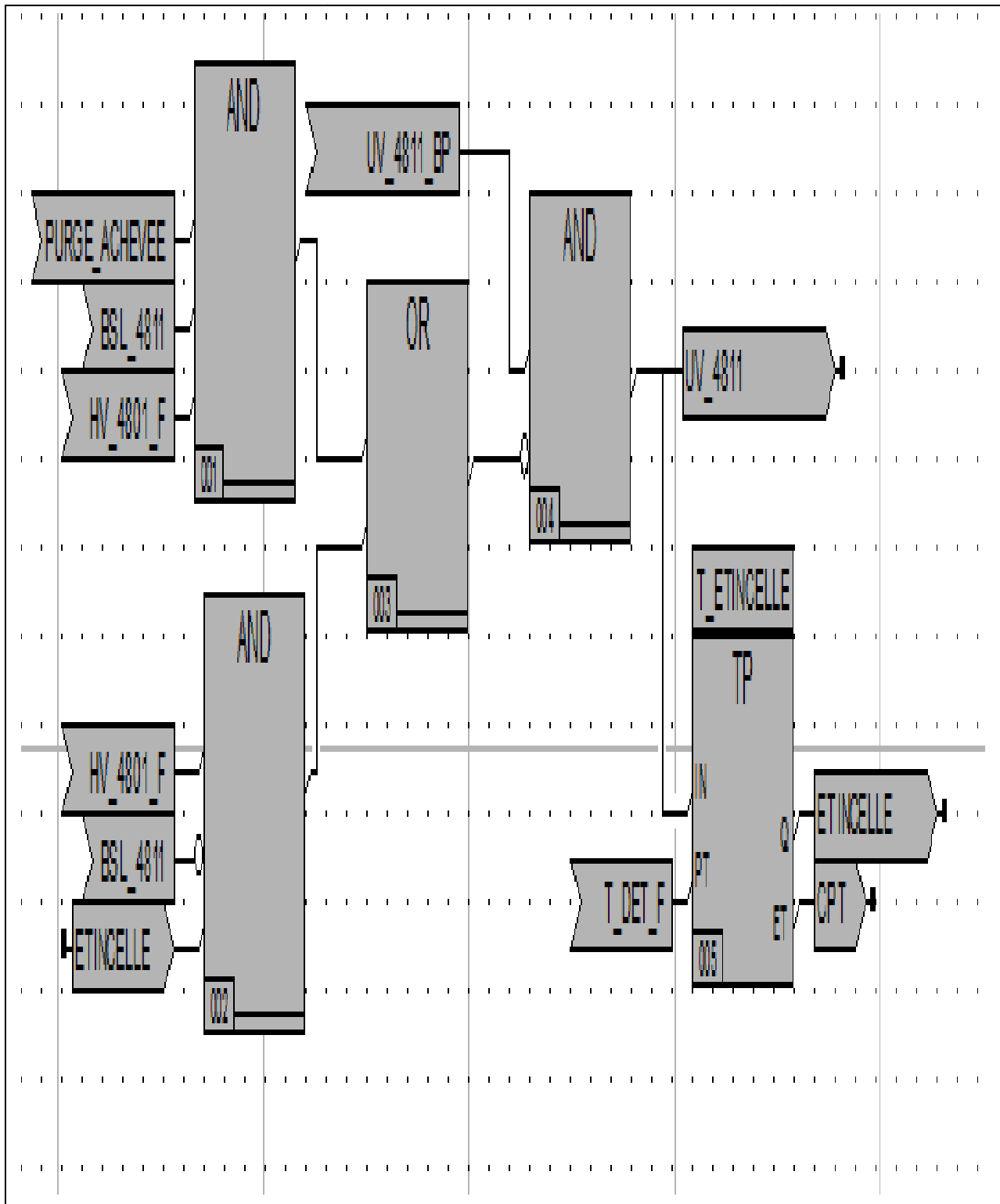


Fig V.3 : Bloc allumage pilote

La figure ci-dessous représente le bloc détecteur de flamme :

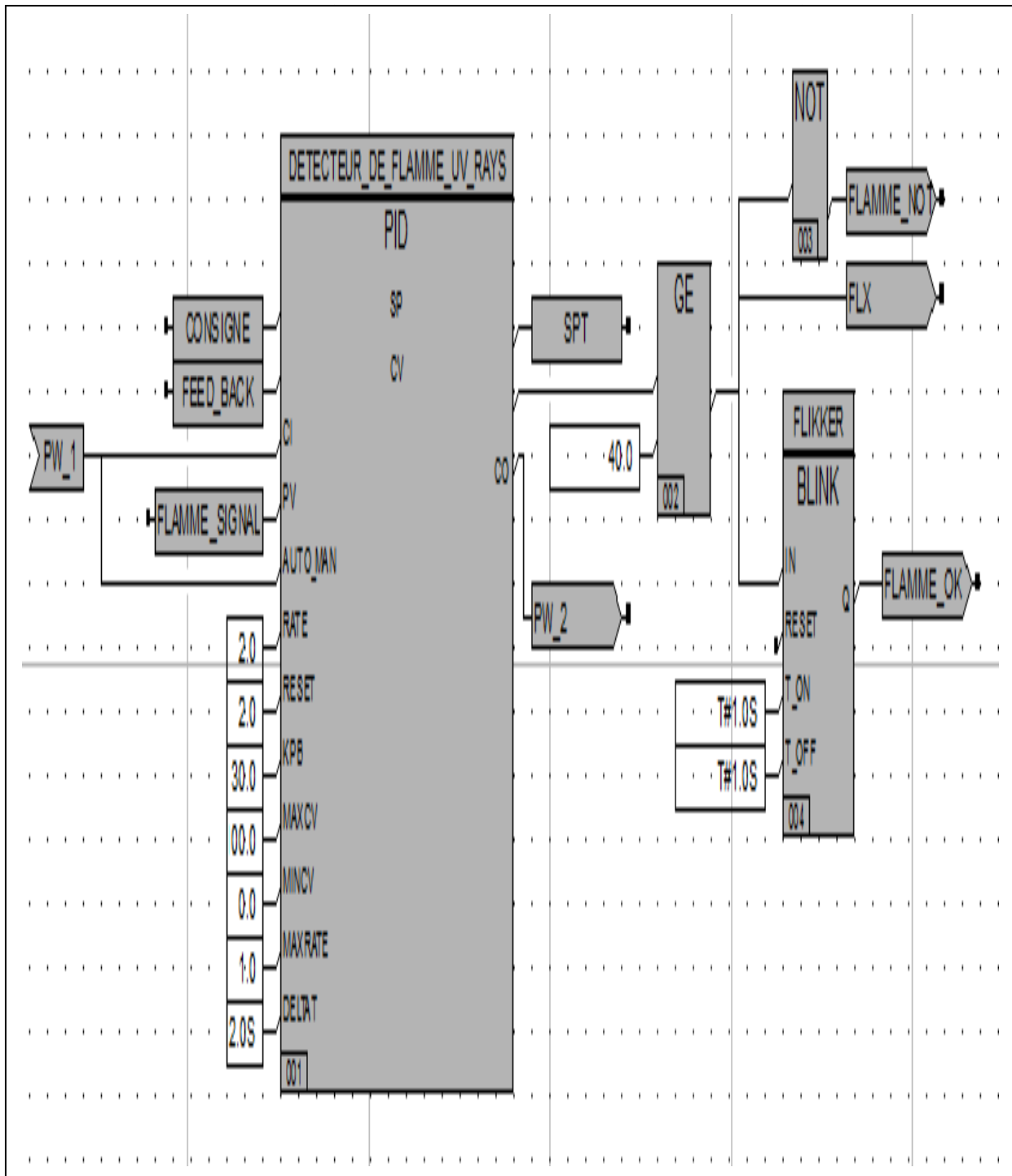


Fig V.4 : Bloc détecteur de flamme

Toutes les conditions nécessaires du bloc fuel gaz- bruleur sont représentées dans la figure ci-dessous :

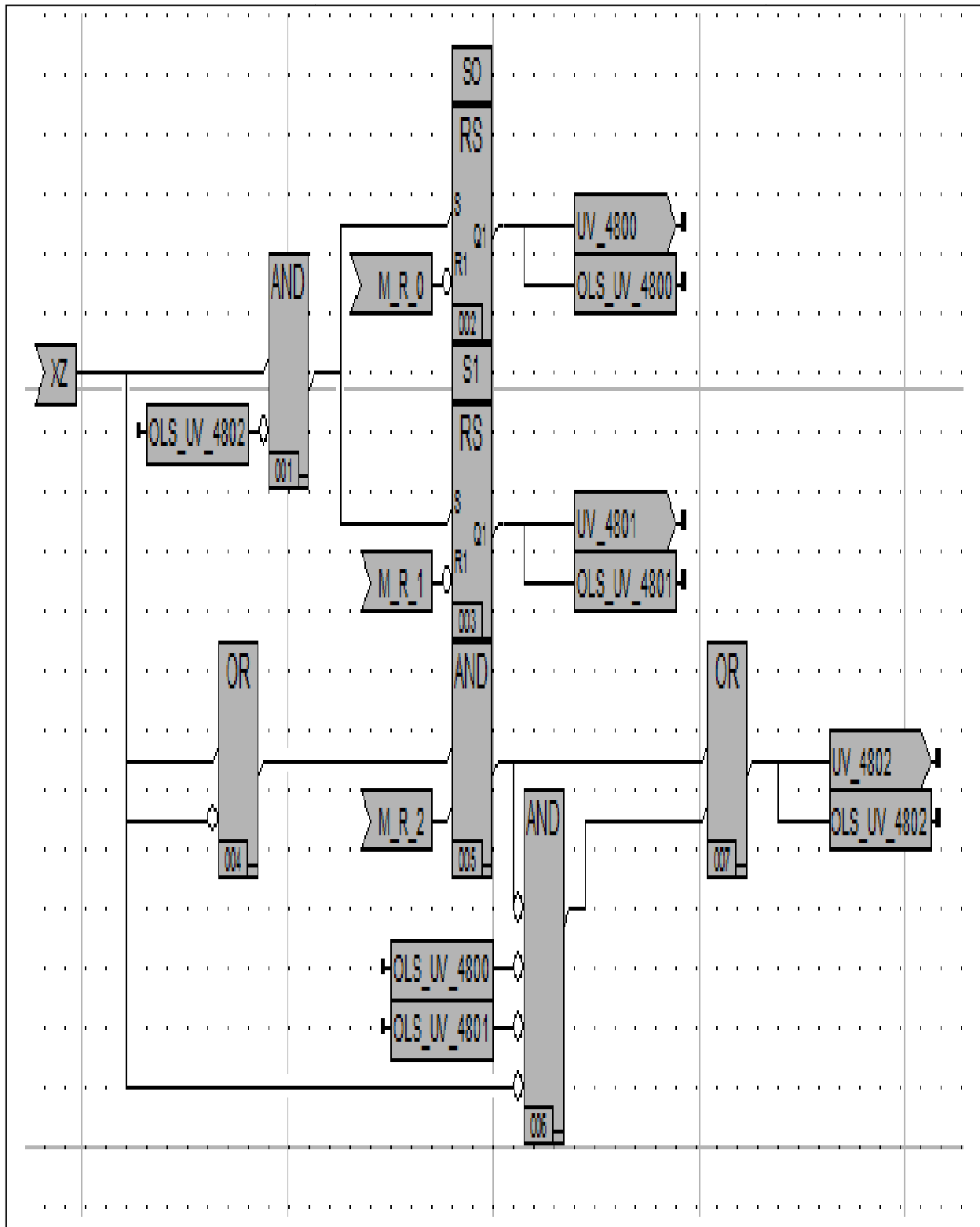


Fig V.5 : Bloc fuel gaz -bruleur

Le bloc état du four représente dans la figure ci-dessous :

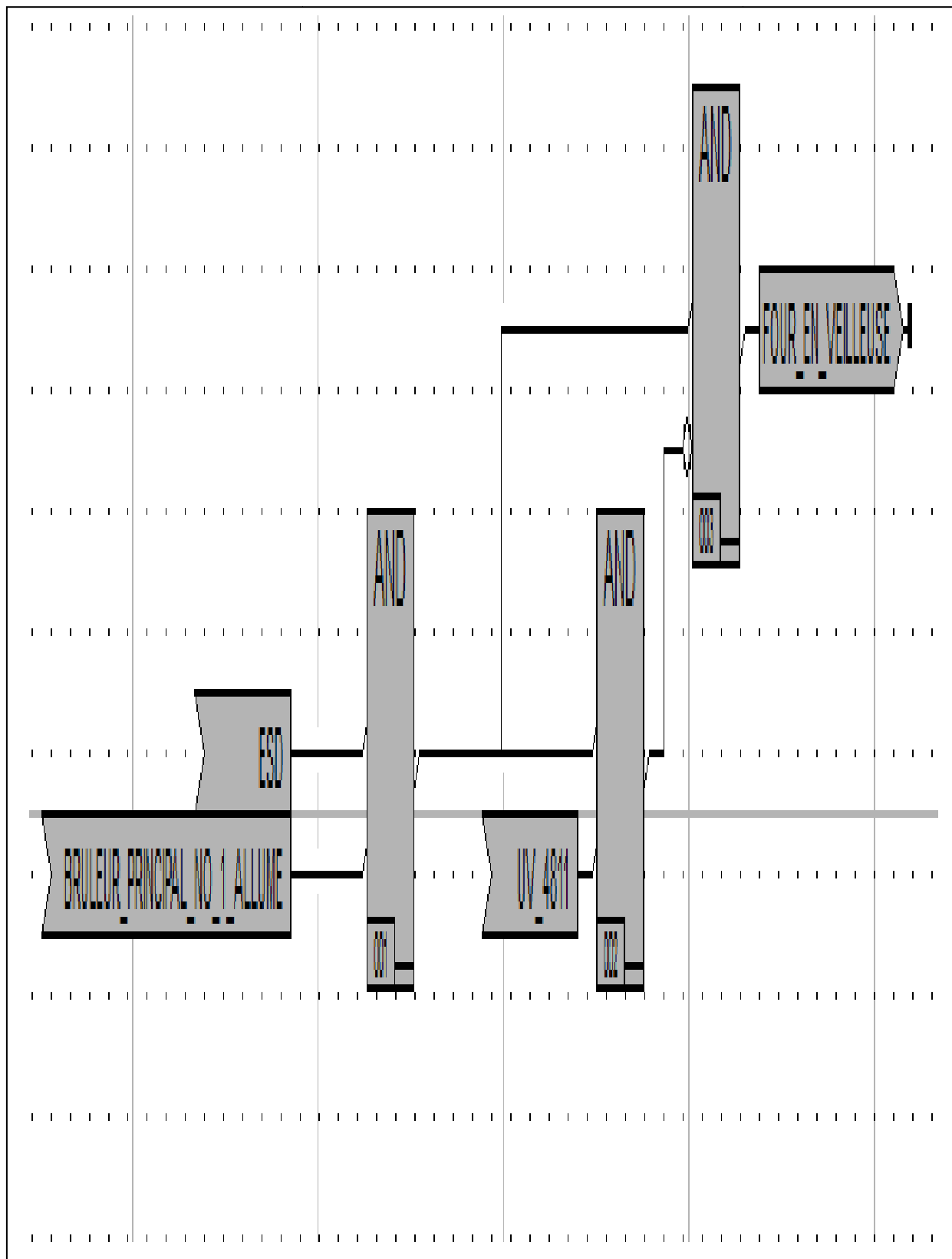
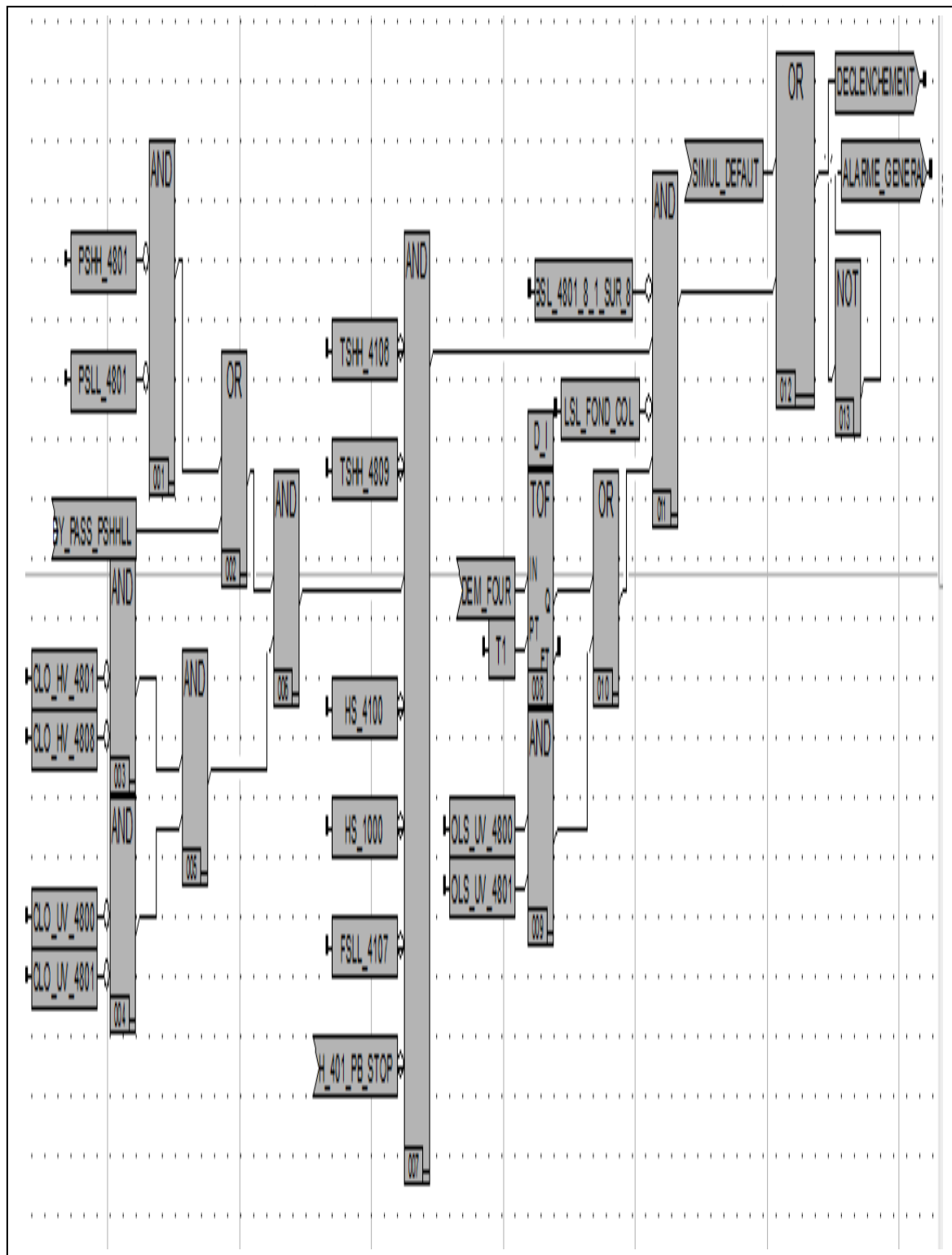


Fig V.6 : Bloc état du four

Les facteurs susceptibles de provoquer le déclenchement du four sont représentés par la figure ci-dessous :



FigV.6 : Bloc facteurs de déclenchements

Les différentes alarmes visuelles et sonores sont représentées par le bloc suivant :

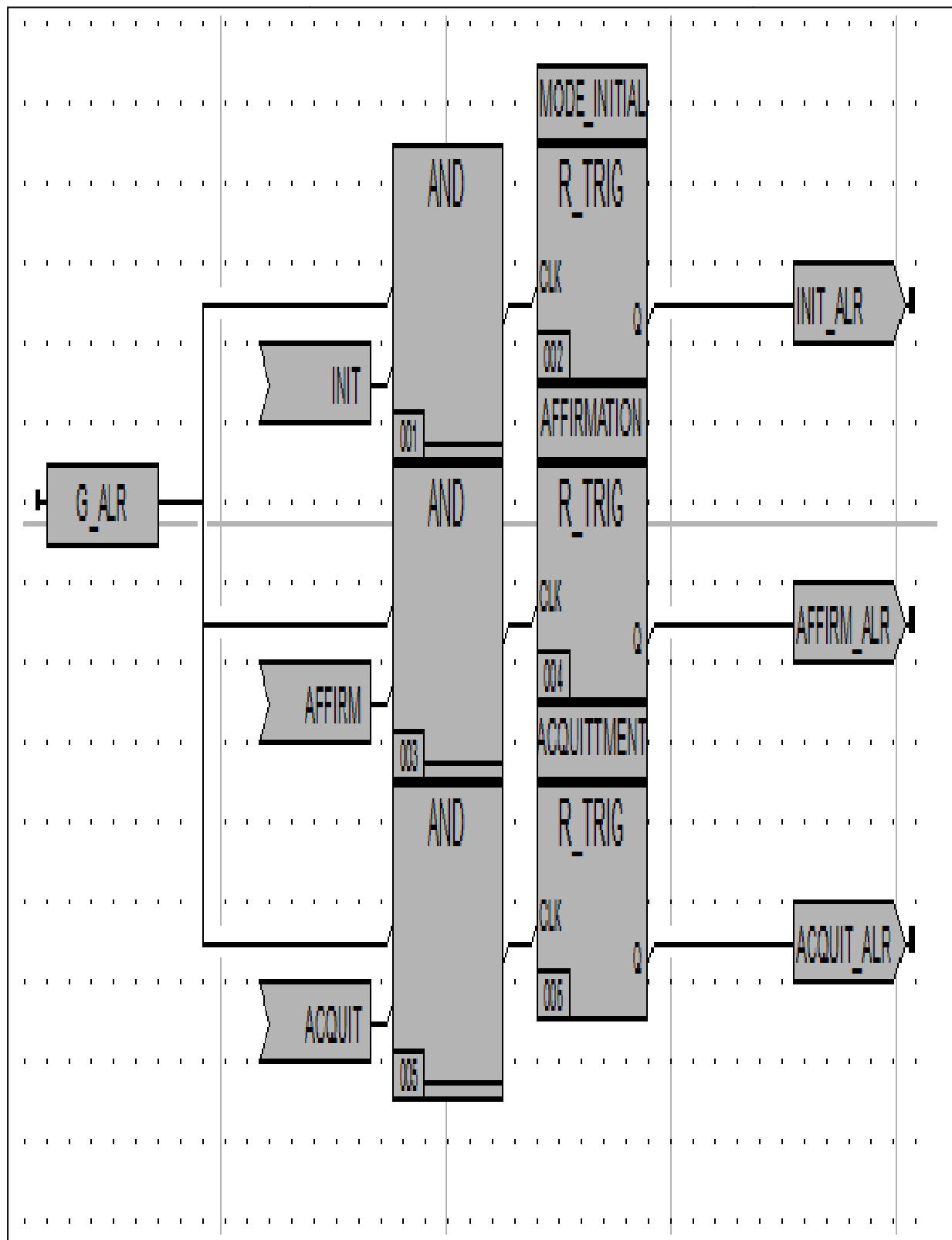


Fig V.7 : Bloc de la gestion des alarmes

Après avoir définie les différents blocs passons a la simulation du démarrage du four la première étape consiste a l'alimentation du four, la figure ci-dessous représenté l'état avant alimentation :

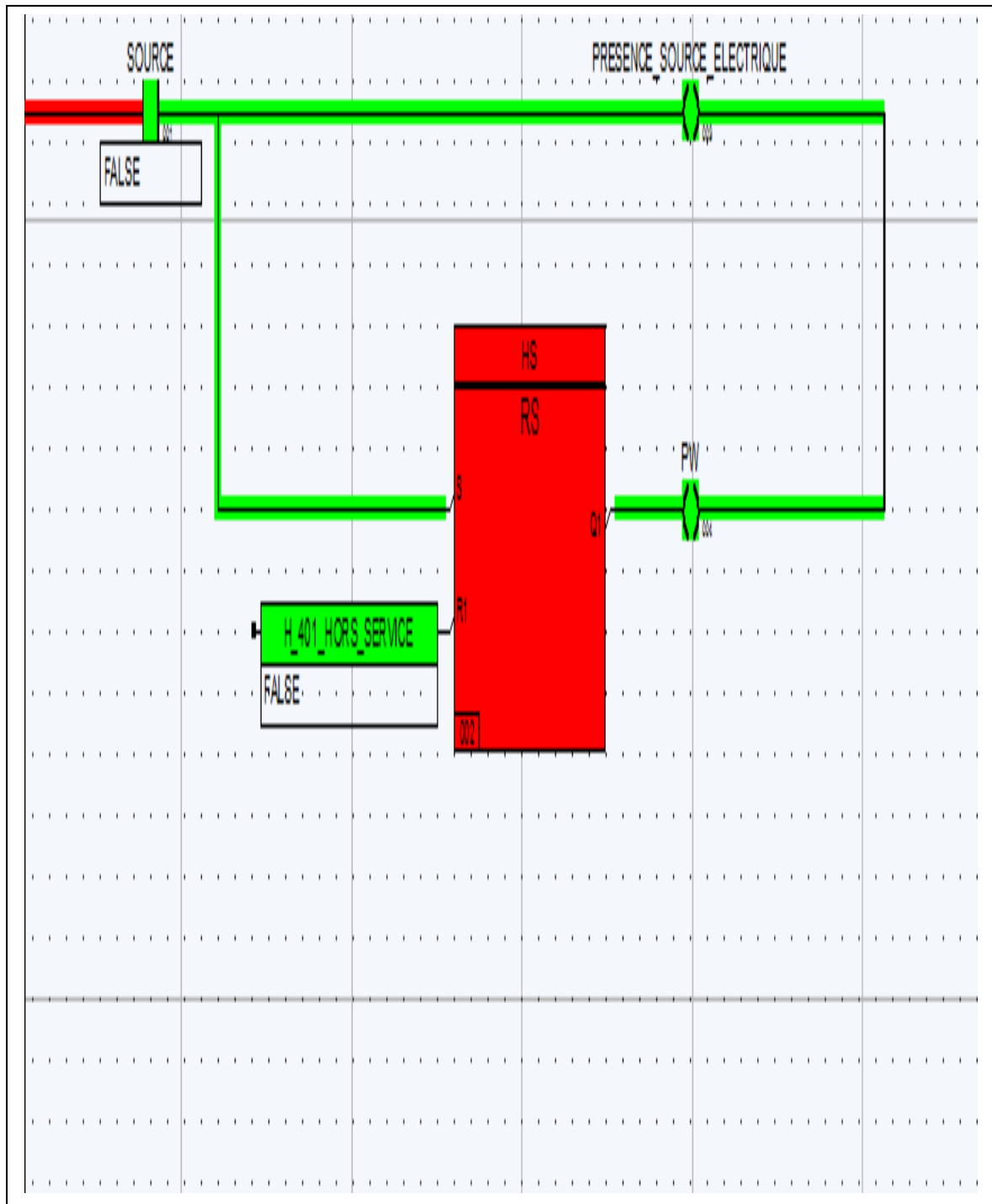


Fig V.8 : Avant alimentation

La figure ci-dessous présente après l'alimentation :

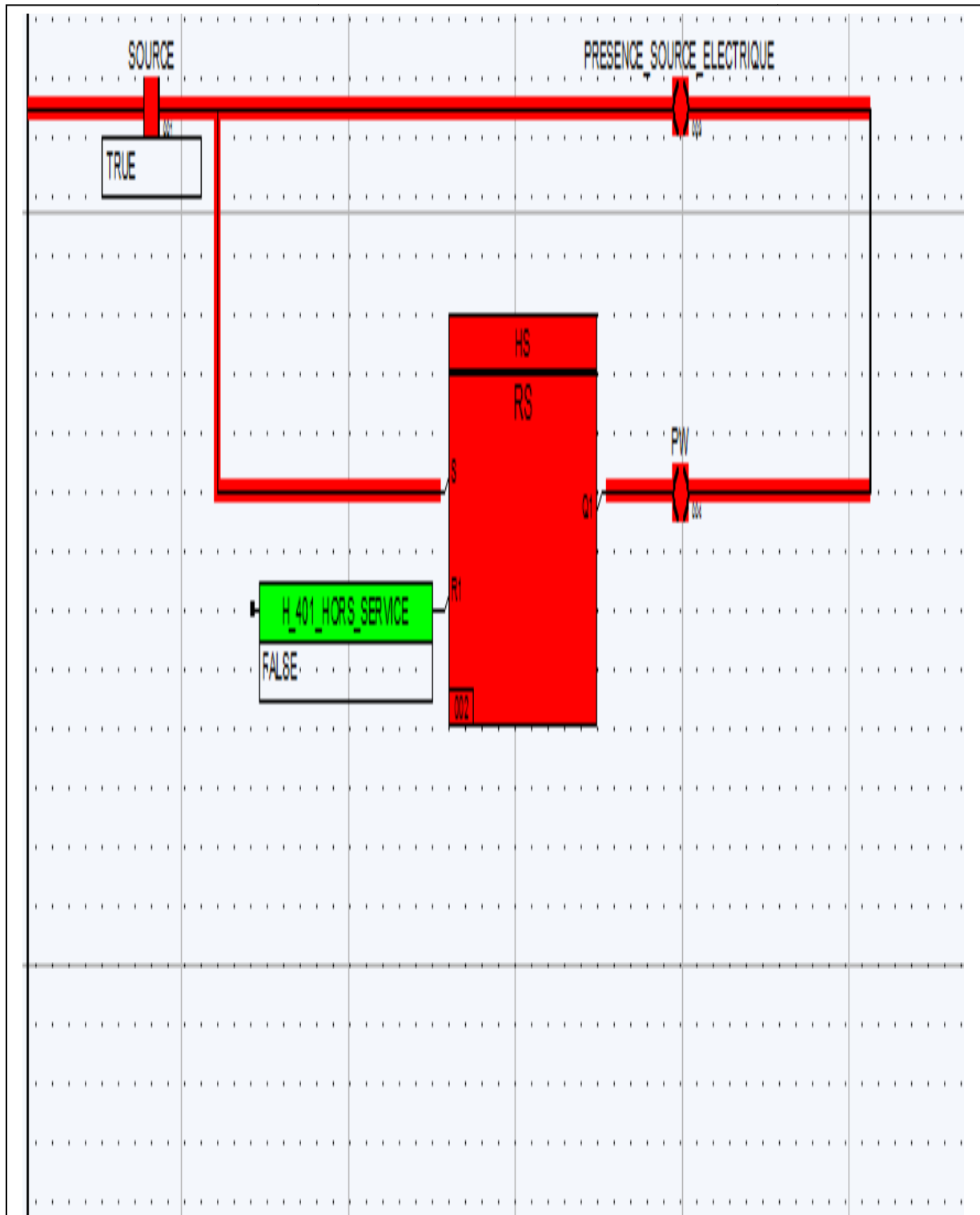


Fig V.9 : Après alimentation

La figure ci-dessous montre le programme avant simulation :

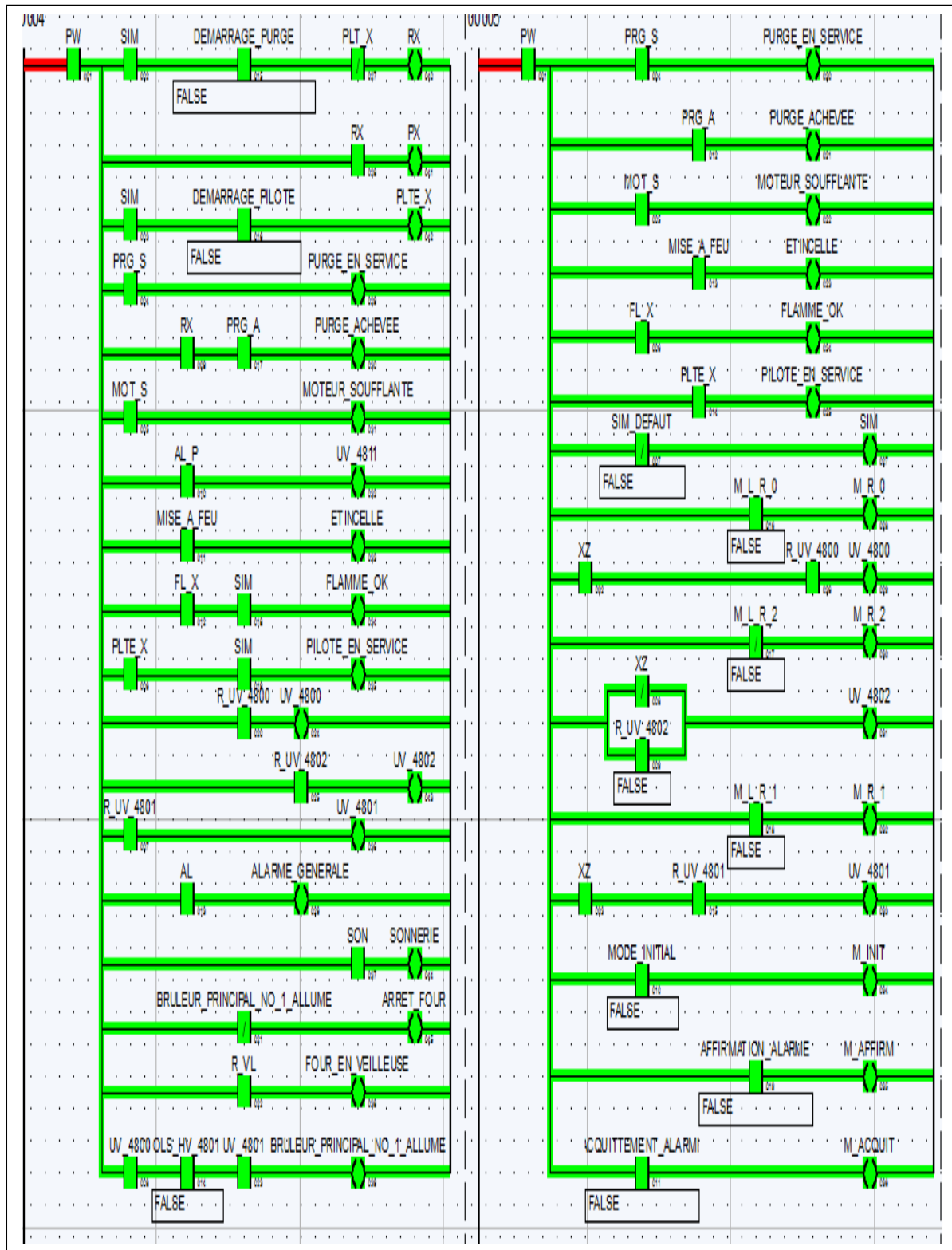


Fig V.10 : Avant simulation

Avant de démarrer le four on la deuxième étape est d'éliminer toute anomalie (alarmes) détectée la figure ci-dessous illustre la présence d'une alarme.



Fig V.11 : Présence d'une anomalie

La figure ci-dessous illustre l’acquittement des alarmes visuelles et sonores :



Fig V.12 : L’acquittement des alarmes

La troisième étape est le démarrage de la soufflante (purge), la figure ci-dessous l'illustre :



Fig V.13 : Démarrage de la soufflante

Après un temps choisit (20 secondes) nous constatons l'achèvement de la purge comme le montre la figure ci-dessous :



Fig V.14 : Purge achevée

La figure ci-dessous représente la quatrième étape qui est l'ouverture des deux vannes du fuel gaz :



Fig V.15 : Ouverture des vannes du fuel gaz

La figure ci-dessous représente l'allumage des pilotes (1/8) :



Fig V.16 : Allumage pilote

La figure ci-dessous représente l'allumage des bruleurs (1/8) :



Fig V.17 : Allumage bruleur

La figure ci-dessous illustre l'arrêt du four suite a la simulation d'un facteur de déclenchement :



Fig V.18 : Arrêt du four par simulation d'un facteur de déclenchement

La figure ci-dessous représente un petit exemple d'une boucle de régulation de

température à l'aide d'un P.I.D :

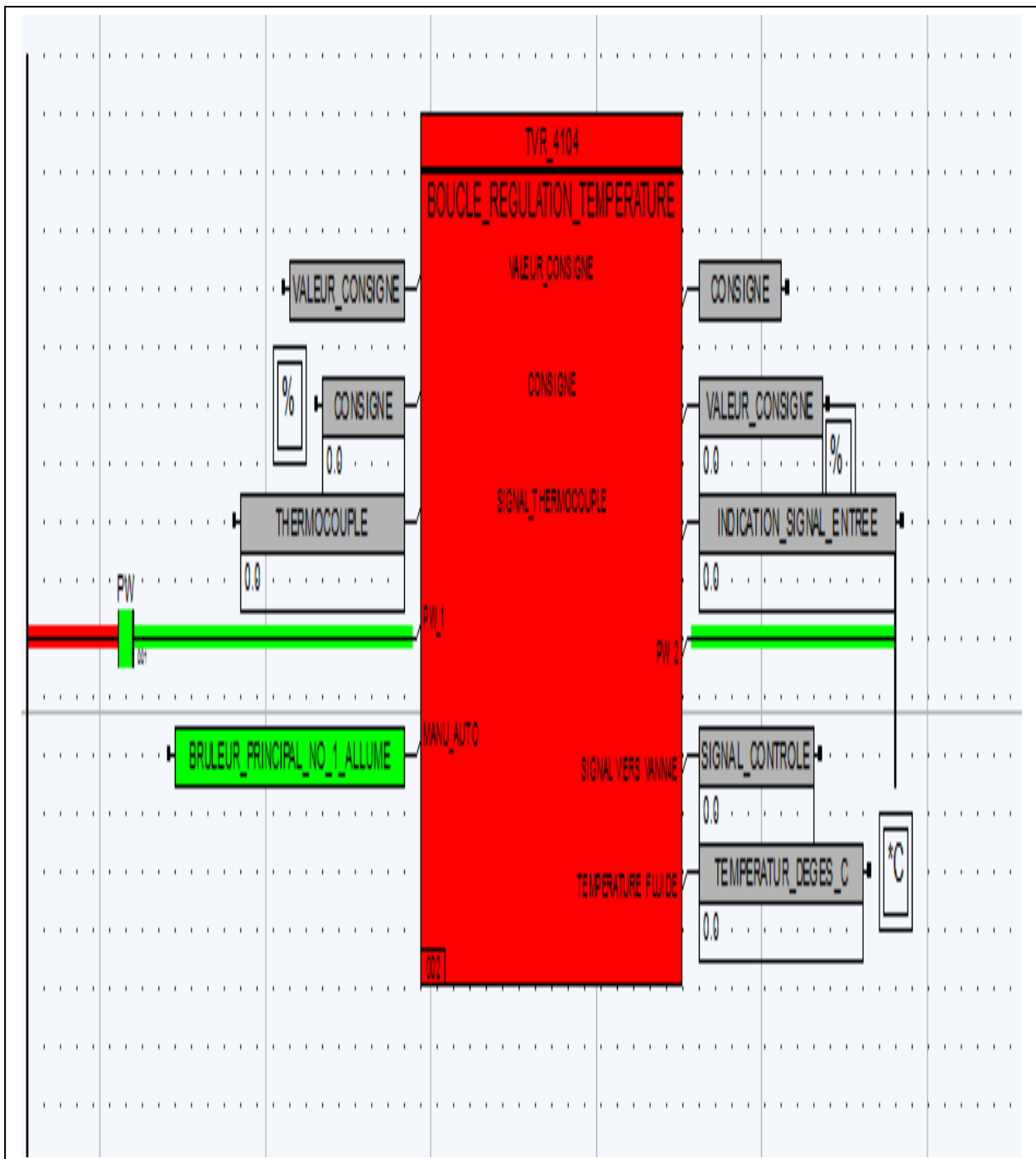


Fig V.19 : Boucle de régulation de la température

Ce programme est réalisable dans la pratique, mais la présence de l'opérateur est toujours indispensable par mesure de sécurité.

V.3. Conclusion :

Ce chapitre, nous a permis de constater que la programmation du démarrage et d'arrêt d'urgence du four sont indépendants du système de contrôle.

Enfin, pour tester ce programme afin de corriger d'éventuelles erreurs commises te d'apporter les modifications appropriées, emulator panel du logiciel Tristation 1131 a été utilisé pour la simulation.

Conclusion générale

Conclusion générale :

Notre travail a été mené au sein de la division de production de SONATRACH (Hassi R'Mel).

La commande actuelle est de conception ancienne et est basée sur des produits actuellement obsolètes et dont la maintenance est rendue difficile par la vétusté des appareils et le manque de pièces de rechange.

Basé sur des considérations technico-économiques, notre choix s'est porté sur les produits TRICON d'INVENSYS qui ont déjà un large succès où le niveau de sécurité exigé est très élevé, tel que les installations de raffinage, de traitement de gaz, les turbomachines, installations nucléaire,...etc.

Pour répondre au cahier des charges du projet en termes de commande, nous avons opté pour une architecture modulaire triple redondante à base du Triconex. Ce choix est motivé par les raisons suivantes :

- La défaillance de n'importe quel composant de l'architecture n'a aucune influence sur le bon fonctionnement de l'ensemble du système Tricon.
- Un très haut niveau de sécurité, grâce à son architecture TMR et sa puissance de diagnostic, le système Tricon atteint le niveau d'intégrité de sécurité (system integrity level, SIL3).
- Un très haut niveau de disponibilité, grâce à son architecture TMR. Les modules en défauts peuvent être remplacés sans interruption de fonctionnement du système. En général, le temps moyen observé entre deux défaillances (MTTF, Mean Time To Failure) d'un système est de plus de 200 ans, selon les calculs effectués à partir des valeurs des taux de défaillance MTL-MSD selon la norme CEI 61508 .
- Une maintenance à moindre coût, grâce aux systèmes de diagnostic intégrés, qui détectent automatiquement les modules en défaut.
- Une capacité mémoire étendue, avec une capacité mémoire jusqu'à deux Mégas octets, les processeurs principaux fournissent l'espace suffisant pour le programme d'application et à la configuration d'états.
- L'architecture des données séquence d'entérinement SER, le consigneur d'état SOE utile à la fois pour la maintenance du système et à l'analyse des causes de l'arrêt du procédé.

- Des liaisons vers d'autres systèmes Triconex, les systèmes numériques de contrôle centralisés (SNCC) ou (Distributed Control System, DCS) et autres équipements.
- La possibilité de déporter les châssis jusqu'à 12 Km du châssis principal, par liaison FO (fibre optique).

La configuration de la solution et la programmation ont été effectuées par Tristation 1131 Version 9 de TRICON.

Ce stage pratique a été une occasion pour nous d'appliquer nos connaissances acquises durant notre formation. Cette expérience nous a permis d'une part d'acquérir de nouvelles connaissances dans le domaine de la pratique et de tirer profit de l'expérience des personnes du domaine et d'autre part d'apprendre une méthodologie rationnelle à suivre pour l'élaboration des projets d'automatisation sur des processus industriels complexes où la sécurité est une donnée extrêmement importante.

Sur le plan purement théorique, notre travail pouvait être implémenté et permettre l'automatisation du processus de commande et de supervision du four. Cependant pour des raisons de très haute sécurité dus à la manipulation d'hydrocarbure à très haute pression, la présence de l'opérateur est indispensable. Nous espérons avoir apporté notre modeste contribution par ce travail d'une part pour les techniciens de **SONATRACH** et d'autre part sur le plan pédagogique aux étudiants de notre faculté.

GLOSSAIRE

H401: le four rebouilleur.

MPP 0: Modul Processing Plant 0.

DCS: Distributed Control System.

GMAO : Gestion de Maintenance Assistée Par Ordinateur.

HIS : Humen Interface Station.

ACM: Advanced Communication Module.

DNBI: Dual Nodebus Interface.

TMR: Triple Module Redondant.

TSAA: Tricon System Access Application.

LCN: Local Control Netwprk.

ESD: Emergency Shudowon.

MTBF: Mean Timee Between Failure.

HIM (Hiway Interface Module): Module d'interface bus hiway.

SMM (Safety Manager Module) Module de gestion de sécurité.

EICM (Enhanced Intelligent Communication Module): Module de communication intelligente avancée.

NCM (Network Communication Module) : Module de communication en réseau.

OVD : diagnostics exécutés.

DDE : serveur d'échange de données dynamiques.

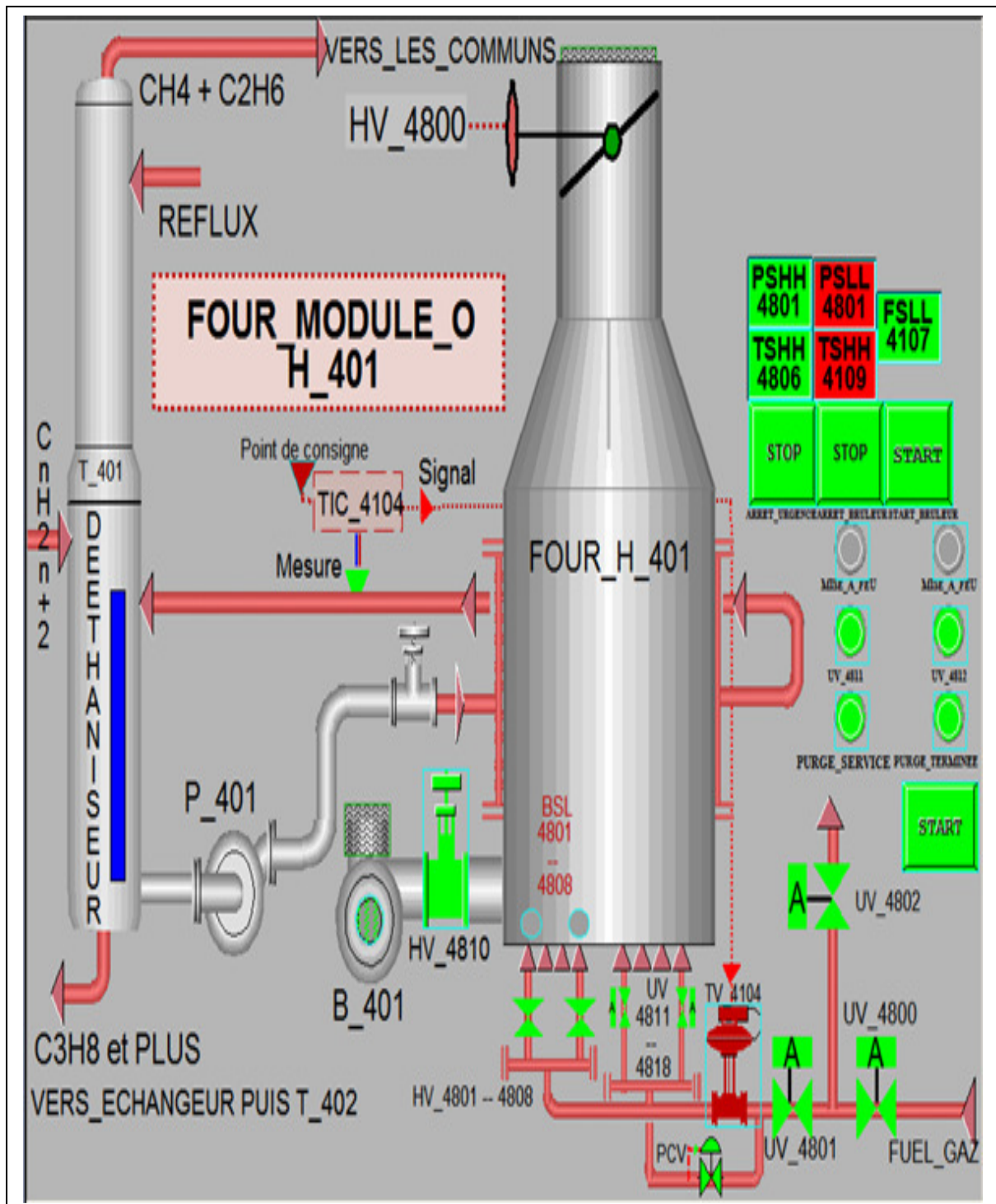
SNCC : Système Numérique de Contrôle Centralisé.

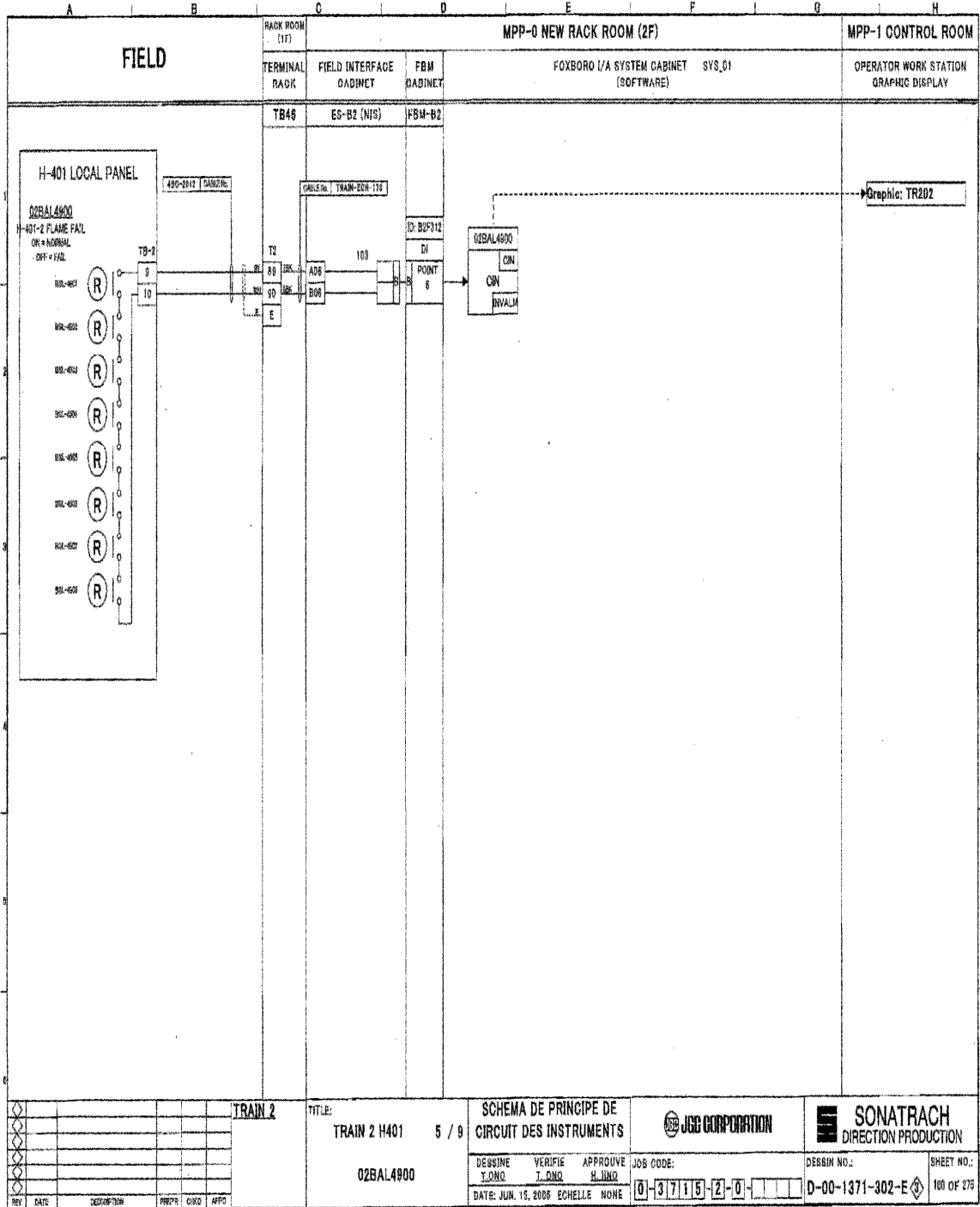
DC: Diagnostic Coverage.

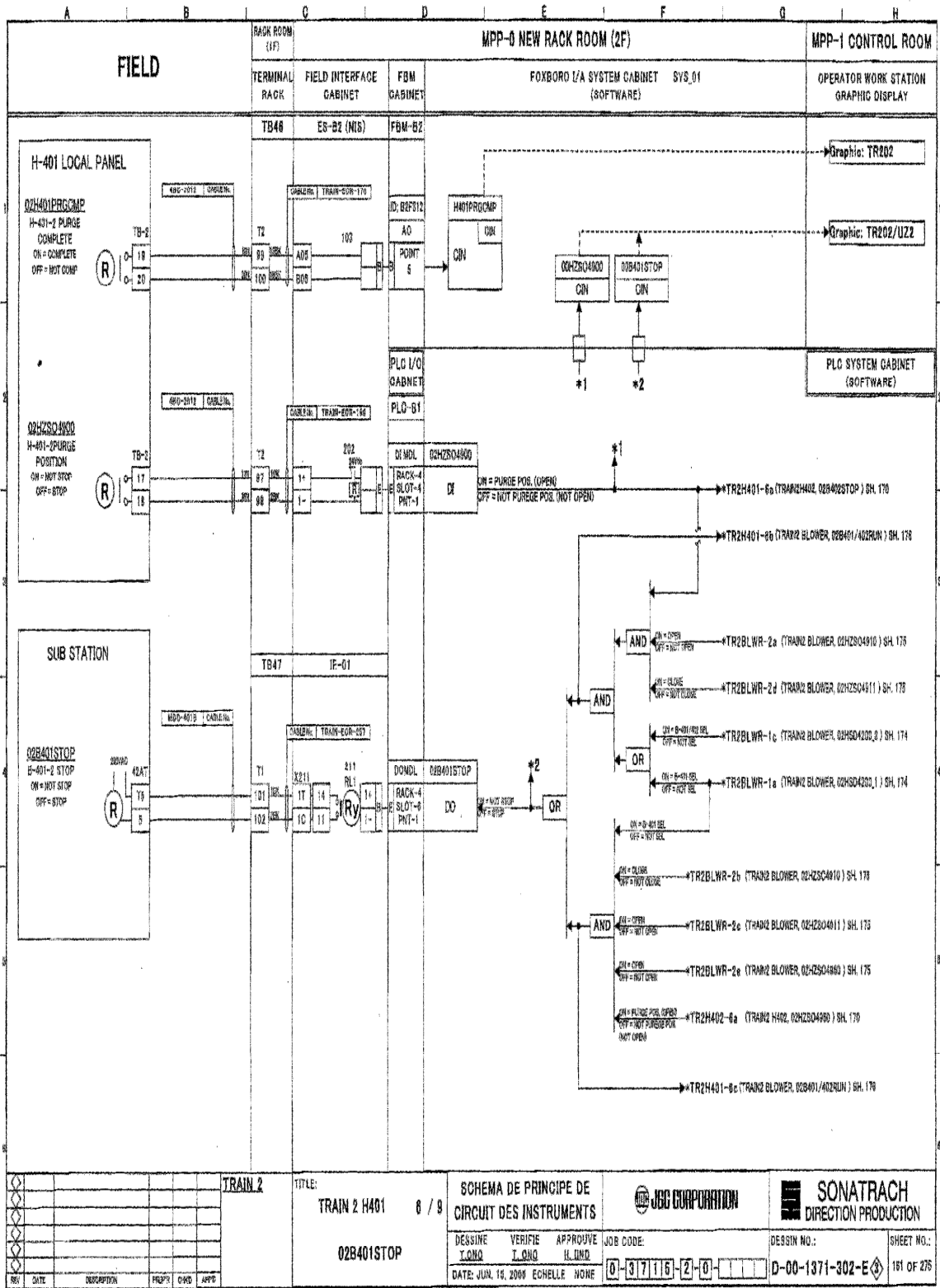
IEC: International Electrotechnique Commission.

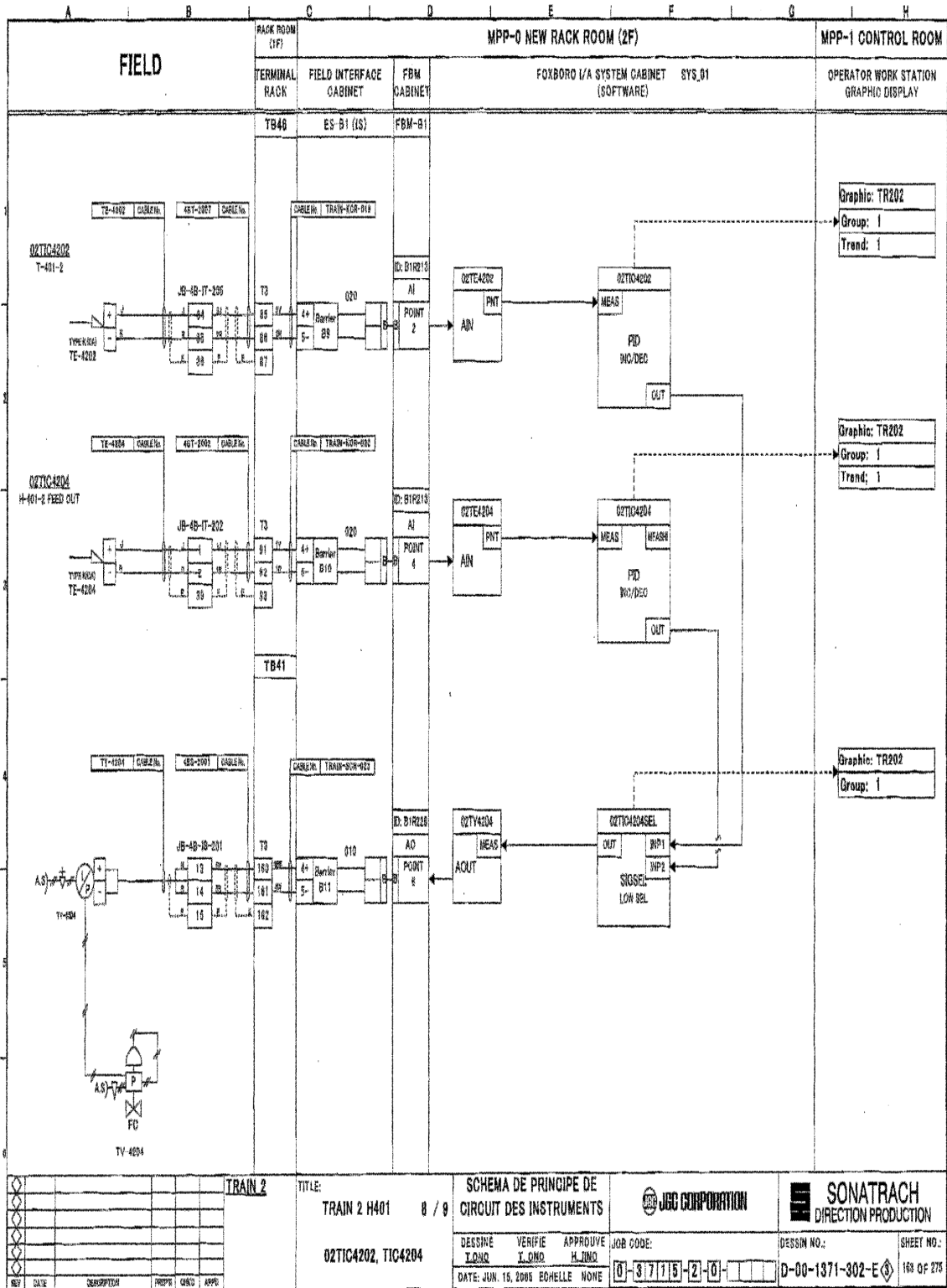
GPL : Gaz Pétrole liquéfié.

Schéma synoptique du Four H-401

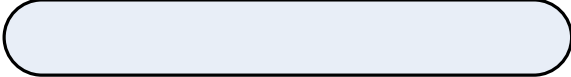
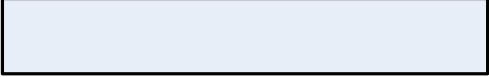
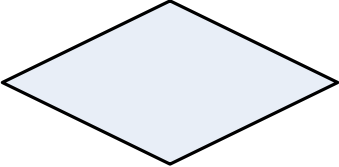
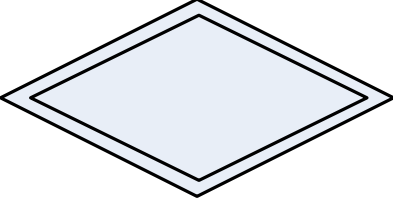














Le tableau des symboles de l'organigramme du chapitre 2 :

SYMBOLE	REMARQUES
	fonctionnement manuel
	Fonctionnement automatique
	Contrôle manuel
	Contrôle automatique
	Lampe blanche
	Lampe rouge
	Lampe verte
	Klaxon
	Etendue de KSL
	ET circuit

Facteur	Identification	Description	Plage de l'instrument utilisé	Set point
température	TSHH 4809	Température de cheminée	0..800°C	550°C
	TSHH 4106	Température sortie H401	0..250°C	210°C
pression	PSHH 4801	Pression Fuel GAZ	0..2Kg /cm ²	1.45 Kg/cm ²
	PSLL 4801	Pression Fuel GAZ	0..2Kg /cm ²	0.150 Kg/cm ²
Débit	FSSL 4107	Débit d'entrée H401	0..3500mmH ₂ O	380 m ³ /h
Niveau	LSLL 4102	Niveau du fond T401	0...100%	50%
	LSHH 4013	Niveau dans V405	0...100%	50%
HS-401	Hand Switch	Arrêt d'urgence H401		
HS-1000	Hand Switch	Arrêt du module		
HS-4100	Hand Switch	Arrêt du train		

Tableau : Plage des instruments utilisés et leurs points de déclenchements.

Bibliographie

Ouvrages et mémoires :

- [1]. Fichier de présentation du champ de Hassi R'mel, année 2003.
- [2]. Manuel exploitation de procédé (MPP0), année 1986.
- [3]. Manuel du four H401 du MPP0, année 1986.
- [4]. **J. LE NOGUES** « Publication de l'Institut Français du Pétrole » études des fours pétroliers et pétrochimiques, année 1961.
- [5]. Instrumentation-Régulation-Automatique, cours de l'Institut Français du Pétrole (IFP), année 2012.
- [6]. **G.MICHEL** « Architecture Applications des Automates Programmables Industriels », année 1988.
- [7]. **M.BERTRAND** «Automates Programmables Industriels », technique de l'ingénieur, Ecole Nationale Supérieure des Arts et Métiers **ENSAM**, Centre d'Enseignement et de Recherche de Lille, année 2001.
- [8]. Documentation technique tricon d'invensys, année 2006.
- [9]. Manuel de formation I/A séries du MPP0, année 2006.
- [10]. **A.CHERIK, Y.DJENANE**, « Etude de l'API (DCS) et son application sur le four rebouilleur H401 », mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme d'état en automatisation, Boumerdès , année 2008.

Sites internet consultés :

- [11]. Site web: www.tricon.com.
- [12]. Site web: www.foxboro.com.
- [13]. Site web: www.invensys.com.
- [14]. logiciel Tristation 1131 version 9 du MPP0, Année 2006.

RÉSUMÉ

Ce sujet de mémoire de fin d'études porte sur le remplacement du système de commande conventionnel (commande câblée) du four rebouilleur H401 par un Automate Programmable Industriel « TRICONEX ».

Le système de commande existant (logique câblée) présente plusieurs inconvénients à savoir :

- Câblage compliqué.
- Mauvaise précision de la mesure et temps de réponse très lent.
- Diagnostic et la recherche des pannes très difficiles.
- Manque de la pièce de rechange.
- Mauvaise fiabilité du système.
- Logique figée, ne permet pas les modifications des processus.
- Occupation de l'espace.
- Difficulté dans les interventions sur site et le risque de déclenchement du four.
- Très influencée par les facteurs externes (vibration, humidité...,etc).

Le besoin de faire appel aux technologies avancées de type numérique, d'un niveau de sécurité élevé dont l'efficacité est vérifiée nous oblige à basculer vers un système de commande de technologie récente, répondant aux exigences et aux normes actuelles à savoir les Automates Programmables Industriels.