

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



Faculté de Génie Electrique et d'Informatique
Département d'Electronique

MÉMOIRE DE FIN D'ETUDES

En vue d'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en électronique

Option : Instrumentation

THÈME

**COMMANDE DU FOUR H401 AVEC UN AUTOMATE
PROGRAMMABLE INDUSTRIEL
« TRICONEX »**

Présenté par :

- NAIT BELAID Madjid
- RAOUI Samir
- LAKROUT Menad

Encadrés par :

Y.AIT BACHIR

Proposés par :

I.MEBARKI et K.HANOUTI
SONATRACH. DP. Hassi R'mel

Promotion 2011

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

Remerciements

*Nous remercions tout d'abord par excellence sa grandeur « **le bon dieu** », qui nous a donné le courage et la patience tout au long de notre vie.*

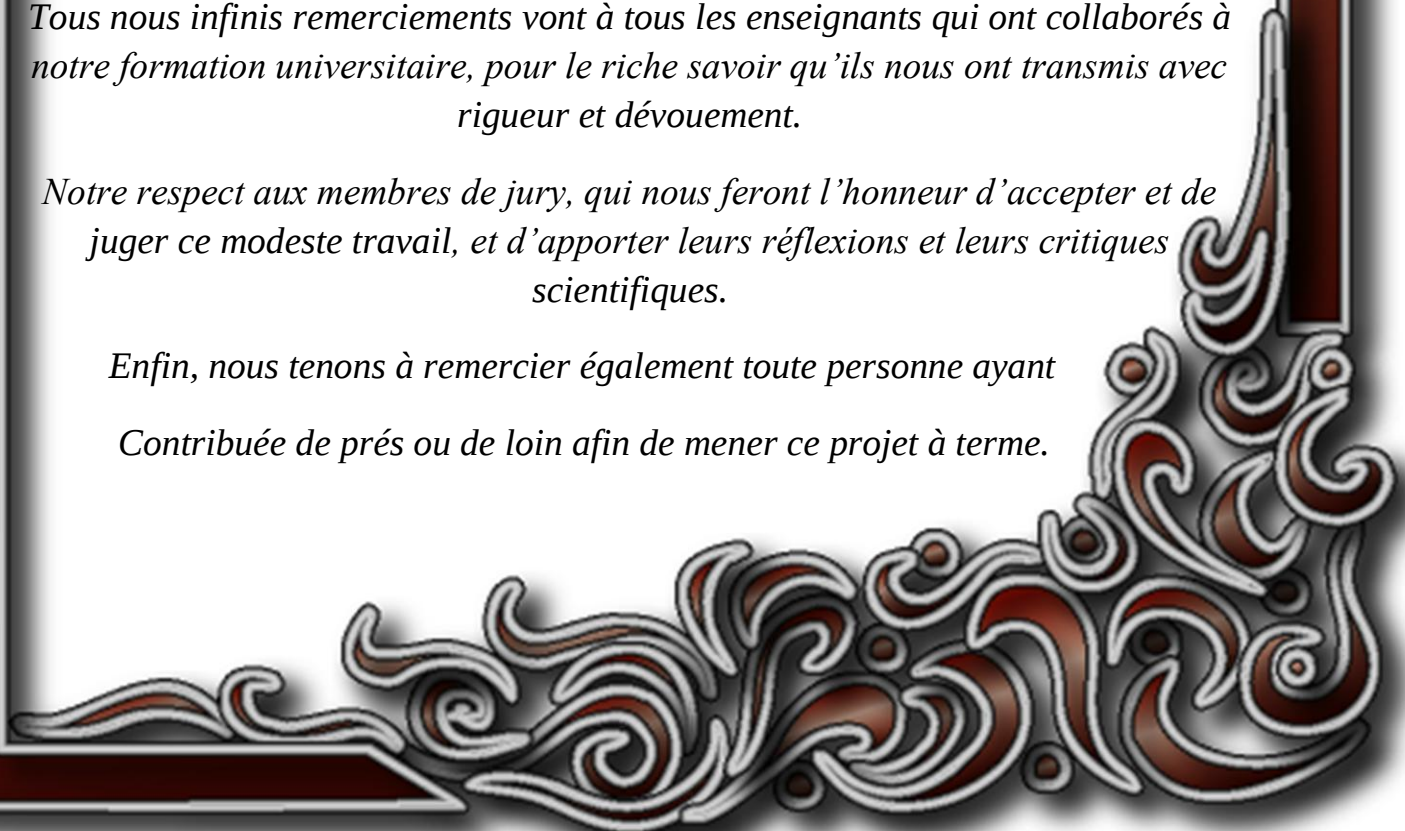
*Nos premiers remerciements vont à notre promoteur **M^r AIT BACHIR Youcef** .qui a veillé sur le bon déroulement de ce travail avec ses conseils et ses remarques constitutives. Ainsi qu'à nos Co-promoteurs **M^r MEBARKI Idir** et **M^r HANOUTI Kamel** pour leurs conseils avisés ce qui nous a permis de réaliser notre travail dans sa meilleure forme.*

*Nos remerciements s'adressent également au personnel de la division maintenance « **MPP0** » **SONATRACH** de la région de Hassi R'mel et particulièrement aux membres du service Instrumentation du MPP0, **M^r H.MERCHELA**, **M^r M.BAGOU**, **M^r R.LHADJ**, **M^r Y.HAMITER**, **M^r F.BEN SMINA**, **Mr B.OULD HAMOUDA**, **M^r A.HADJADJ**, **M^r S.BERBERI**, **M^r B.FAKHAR**. Ainsi que tout le personnel d'exploitation et spécialement **M^r OUKIL**, **M^r N.TALEB**. Qui ont contribué à notre formation durant tout le stage.*

Tous nos infinis remerciements vont à tous les enseignants qui ont collaborés à notre formation universitaire, pour le riche savoir qu'ils nous ont transmis avec rigueur et dévouement.

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

Enfin, nous tenons à remercier également toute personne ayant Contribué de près ou de loin afin de mener ce projet à terme.



Dédicace



Je dédie le fruit de mes années d'études à mes très chères parents qui m'ont tout offert de leurs amour et leurs sacrifices éternels afin que je puisse suivre mes études dans les meilleurs conditions possibles, et qui ne cessent pas de m'encourager et de veiller pour mon bien, sans leurs soutient ce travail n'aurait jamais vue 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 : Achour, Youva et M^{ed} Ouamer.**
 - + Mes sœurs : Ouerdia, Malha, Sylina et Dihia.**
 - + Mes grand Mères.**
 - + Mon grand Père.**
 - + Mon meilleurs ami MEBAKKI Sofiene ainsi tout sa famille.**
 - + Tous mes amis (es) et surtout ceux du sport « vô-Viêtnam ».**
 - + Tous ceux qui m'ont aidé pour l'obtention de ce diplôme d'ingénieur.**
 - + Mes deux camarades Samir et Menad et leurs familles, et à toutes ces personnes et à celles que j'ai peut être oublié, j'adresse mes sentiments les plus chaleureux.**
- 

NAIT BELAID Madjid

DEDICACE



*J'ai toujours **pensé** faire où **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.*

***A ceux** qui m'ont donné la **vie**, symbole de beauté, et de fierté, de sagesse et de patience.*

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

- ☺ *A mes **parents**.*
- ☺ *A mon frère **HOCINE**.*
- ☺ *A mes sœurs **ZOHRÀ, LAMIA, DANIA et LYDIA**.*
- ☺ *A mon oncle **Kamel RAKA**, sa femme et ses enfants **M^d Saïd, Kaïssa et Salem**.*
- ☺ *A mes grandes mères.*
- ☺ *A toute ma famille **RAOUI et RAKA**.*
- ☺ *A tous mes **Amis sans exception**.*
- ☺ *A mes deux camarades **MENAD et MADJID** ainsi que leurs familles, et à toutes ces personnes et à celles que j'ai peut être oublié.*

RAOUI Samir



DEDICACE



*J'ai toujours **pensé** faire où **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.*

*A **ceux** qui m'ont donné la **vie**, symbole de beauté, et de fierté, de sagesse et de patience.*

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

☉ A mes **parents**.

☉ A mes frères **Samir, Krimou, Younes et Salim**.

☉ A mes grandes mères.

☉ A mes grands pères.

☉ A toute ma famille **LAKROUT** et **MEROVANE**.

☉ A tous mes **Amis sans exception**.

☉ A mes deux camarades **SAMIR** et **MADJID** ainsi que leurs familles, et à toutes ces personnes et à celles que j'ai peut être oublié.

LAKROUT Menad



SOMMAIRE

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

Chapitre I : Description de l'Unité.

I.1. Situation géographique de Hassi R'Mel	03
I.2. Historique du champ de Hassi R'Mel	04
I.3. Développement du champ de Hassi R'Mel	05
I.4. Les installations de Hassi R'Mel	06
I.5. Organisation de la direction régionale de Hassi R'Mel	06
I.6. Les modules de traitement de gaz	09
I.6.1. Généralités sur les modules	09
I.6.2. Les salles de contrôles des modules	10
I.6.3. Unité de Boosting	10
I.7. Présentation du module 0	10
I.8. Services du module 0	11
I.8.1. Service d'exploitation	11
I.8.2. Service de securit	11
I.8.3. Service de maintenance	12
I.8.3.1. Mission	12
I.8.3.2. Système de gestion de la maintenance	12
I.8.3.3. Préparation des travaux	12
I.8.3.4. Maintenance préventive	13
I.8.3.5. Maintenance curative	13
I.9. Description du procédé de traitement du gaz au module 0	13
I.9.1. Traitement du gaz brut au module 0	14
I.9.1.1. Zone de séparation du condensât	14

I.9.1.2. Zone de stabilisation du condensât et de séparation de GPL	16
I.9.1.3. Zone des stockages intermédiaire du condensât et du brut des CTH	17
I.9.1.4. Zone d'eau huileuse et fausse de brûlage	17
I.9.1.5. Laboratoire et spécification des produits	18

Chapitre II :Description du four

II.1 Description générale du four H401.....	19
II.1.1 Partie rebouilleur.....	21
II.1.2 Partie commande et signalisation.....	21
II.1.3 Les soufflantes d'air.....	22
II.2 Description du circuit du fuel gaz.....	22
II.2.1 Circuit brûleur principal.....	22
II.2.2 Circuit brûleur pilote.....	22
II.3 Régulation dans le four H401.....	23
II.3.1 Régulation de chauffe.....	23
II. 3.2 Régulation de débit de charge.....	23
II.4 Instrumentation.....	23
II.4.1 Les Capteurs.....	23
II.4.1.1 Capteur de pression	23
II.4.1.2 Capteur transmetteur de débit	25
II.4.1.3 Capteur de température.....	26
II.4.1.4 Détecteur de flamme.....	28
II.4.1.5 Interrupteur de niveau à flotteur.....	28
II.4.1.6 Fin de course.....	29
II.4.2 Les Actionneurs.....	29
II.4.2.1 Les électrovannes.....	29
II.4.2.2 Vanne Tout ou Rien (TOR).....	30

II.4.2.3 Vérin simple effet.....	31
II.4.2.4 Bouton poussoir.....	32
II.5 Démarrage du four H401.....	32.
II.5.1 Inspection Générale.....	32
II.5.2 Préparation à la mise en service.....	32
II.5.2.1 Préparation	32
II.5.2.2 Inspection de fuite du gaz par la robinetterie.....	32
II.5.2.3 Inspection de fuite du gaz dans le four H401.....	33
II.5.2.4 Evacuation de l'air de l'intérieure du four H401.....	33
II.5.2.5 Mise en service.....	34
II.5.2.6 Allumage du brûleur principal	35
II.6 Sécurité des fours.....	37
II.6.1 Facteur de déclenchement du four H401.....	38
II.6.1.1 Les facteurs propres au four H401.....	39
II.6.1.2 Les facteurs externes du four H401	39
II.7Arrêt du four H401	40
II.7.1 Arrêt d'urgence	41
II.7.2 Arrêt normale	42

Chapitre III: Automate programmable industriel "TRICONEX".

III.1. Définition de l'Automate Programmable Industriel 'API'	43
III.1.1.TRICONEX.....	44
III.2. Architecture Triplée Modulaire Redondante 'TMR' du Triconex	44
III.2.1. Principe de fonctionnement	45
III.2.2. Configuration du système	46
III.2.3. Bus système et distribution de l'alimentation	47
III.2.4. Bus système sur fond de panier, châssis principal Tricon et bus de distribution.....	48

III.3. Modules d'alimentations	49
III.4. Modules processeurs principaux	50
III.5. Modules d'entrées	52
III.5.1. Modules d'entrées logiques	52
III.5.2. Modules d'entrées alogiques	54
III.5.3. Modules d'entrées impulsion	55
III.6. Modules de sorties	56
III.6.1. Modules de sorties logiques	56
III.6.2. Modules de sorties analogiques	58
III.7. Modules de communications	58
III.8. Diagnostic des voteurs des modules de sorties en 'DC' et 'AC'	60

Chapitre IV: Logiciel de programmation 'TRISTATION 1131'.

IV.1. Logiciel de programmation Tristation 1131	61
IV.2. Caractéristiques de Tristation 1131	61
IV.3. Application logiciel et protocole	62
IV.3.1. Application d'accès au système Tricon TSAA	62
IV.3.2. Serveur réseau DDE	62
IV.3.3. Consignateur d'états (SOE)	63
IV.3.4. Archivage des données (SER)	63
IV.3.5. Synchronisation du temps	63
IV.4. Langage de programmation	63
IV.4.1. Langage Bloc ou Diagramme Fonctionnel FBD	63
IV.4.2. Langage LD (Ladder Diagram), ou schéma à relais	64
IV.4.3. Langage ST (Structured Text) ou texte structuré	65
IV.4.4. Cause and Effect Matrix Programming Langage Editor	66
IV.5 Elément d'une application.....	67

IV.5.1 Espace de travail de l'application.....	67
IV.5.2 L'arbre de déclaration.....	67
IV.5.3 L'arbre de la mise en œuvre.....	67
IV.5.4 Parties d'une application.....	68
IV.5.5 Application de sécurité et du contrôle.....	69
IV.6 Création du projet.....	70

Chapitre V: Programmation et simulation.

V.1.Listes des entrées, sorties et mémoires.....	76
V.1.1 Listes des entrées logiques... ..	76
V.1.2 Listes des sorties logiques.....	78
V.1.3 Listes des mémoires logiques.....	80
V.2. Configuration matériels.....	81
V.3. Programmation de démarrage et d'arrêt d'urgence du Four H401.....	83

Conclusion générale	109
Glossaire	110
Annexe 01	111
Annexe 02	112
Annexe 03	116
Annexe 04	117
Bibliographie	118

Introduction générale

Le gaz naturel joue un rôle énergétique croissant. L'importance de ces réserves et les avantages qu'il pose sur le plan de l'environnement favorisent son utilisation, notamment dans des secteurs à forte valeur ajoutée : industrie de précision, production de l'électricité.

Comme l'économie de notre pays dépend complètement des exploitations des hydrocarbures, Il convient donc de prendre soins des moyens humains et matériels qui assurent la production.

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

L'augmentation de la productivité, l'amélioration de la qualité, la mondialisation de la compétition et le souci de protection de l'environnement à nécessité une évolution phénoménale dans le secteur des équipements de contrôle des procédés au sein de l'industrie.

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...).

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.

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 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 discutées dans une conclusion générale.

CHAPITRE I

Présentation du complexe de HASSI R'MEL



L'énergie occupe une place primordiale dans le développement économique en Algérie qui dépend essentiellement de la valorisation des hydrocarbures. Le gaz naturel est composé essentiellement du 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 toutefois élevés et représentent un handicap.

I-1 Situation géographique de Hassi R'Mel :

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 (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 $+45^{\circ}\text{C}$ en été. Les vents dominants sont de direction nord-ouest.

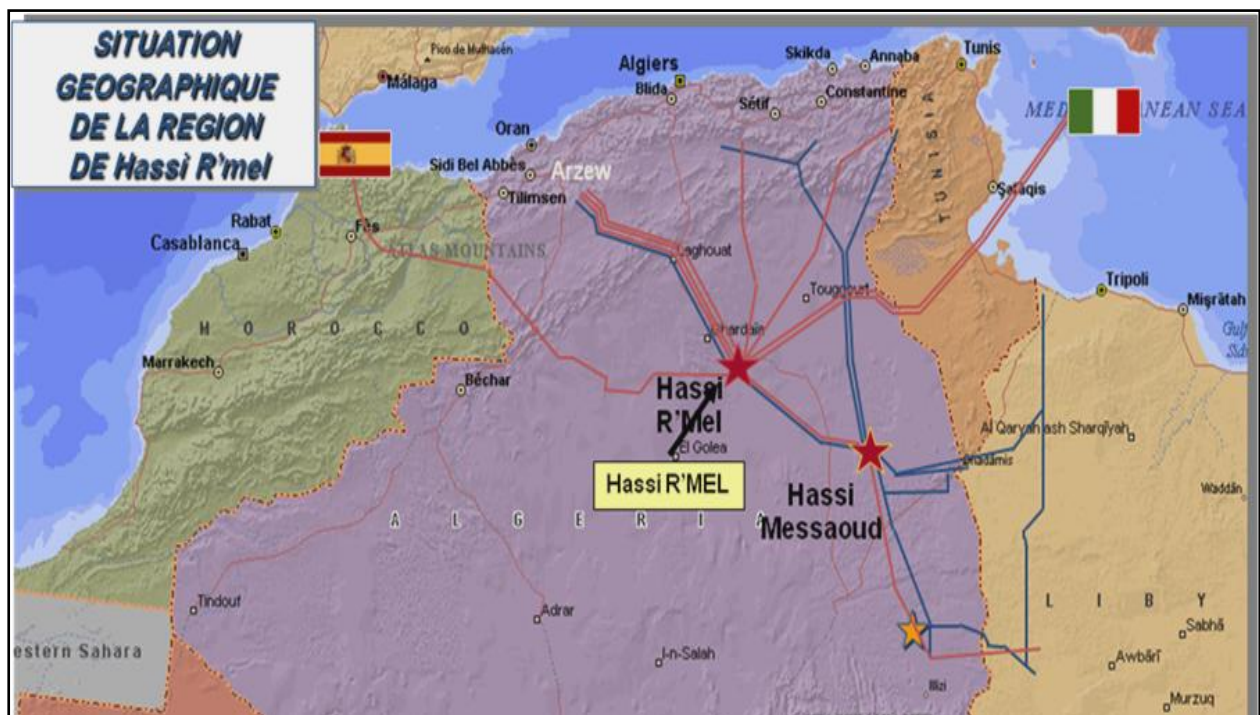


Figure I.1 : Situation géographique de HASSI R'MEL

I-2 Historique du champ de Hassi R'Mel :

La première campagne géophysique dans la région a eu lieu en 1951. En 1952, le forage du premier puits d'exploitation à quelques kilomètres de Berriane a mis en évidence la présence d'un trias graisseux qui présentait toutes les caractéristiques d'un excellent réservoir d'hydrocarbures (figure I-2).

En 1956, fut entrepris le forage du puits HR1 à une dizaine de kilomètres à l'est du point d'eau de Hassi R'Mel.

La profondeur de 2132 m révéla la présence d'un réservoir de gaz humide sous une forte pression. Cette hypothèse fut vérifiée par une prospection sismique et confirmée par le forage d'autre puits.

Ces opérations ont permis la réalisation d'études plus précises sur les niveaux géographiques et d'autres caractéristiques techniques du gisement.

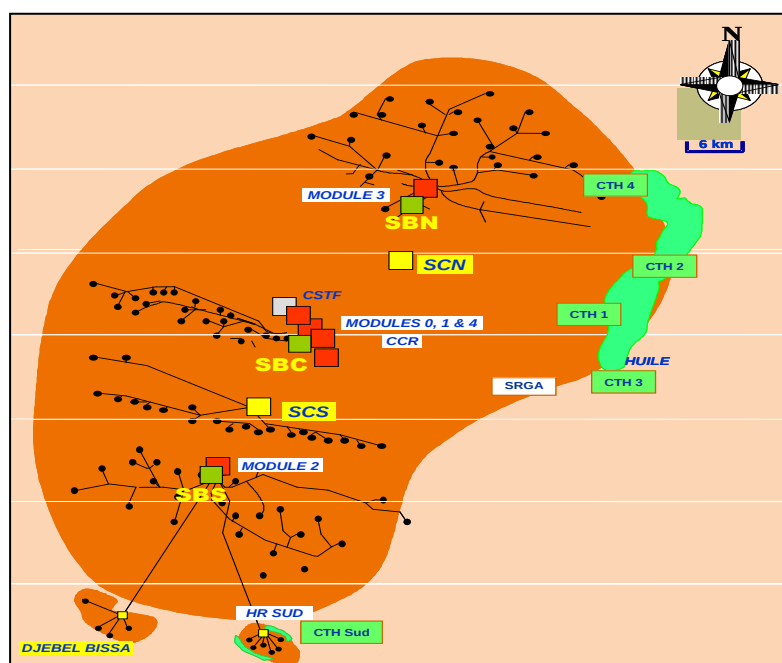


Figure I-2 Les différents modules du champ de HASSI R'MEL

I-3 Développement du champ de Hassi R'Mel :

Les réserves importantes révélées par le gisement découvert, constituent le socle de l'économie national et placent le pays parmi les quatre 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 de pays. Quatre étapes importantes ont marqués le développement du champ :

➤ 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 / 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 par :

- 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.4 Les installations de Hassi R'Mel :

Les importantes installations de Hassi R'Mel révèlent son 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, GPL et le condensat.

Le champ est divisé en trois zones de production :

♦ **zone centrale :**

Cette zone se compose :

- Des usines de traitement du gaz tel que le module 0, module 1, les communs et le module 4.
- 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 expédie comme gaz brut vers le module 4.

♦ **zone nord :**

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

♦ **zone sud :**

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

I-5 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 par l'organisation présentée par la figure I-3.

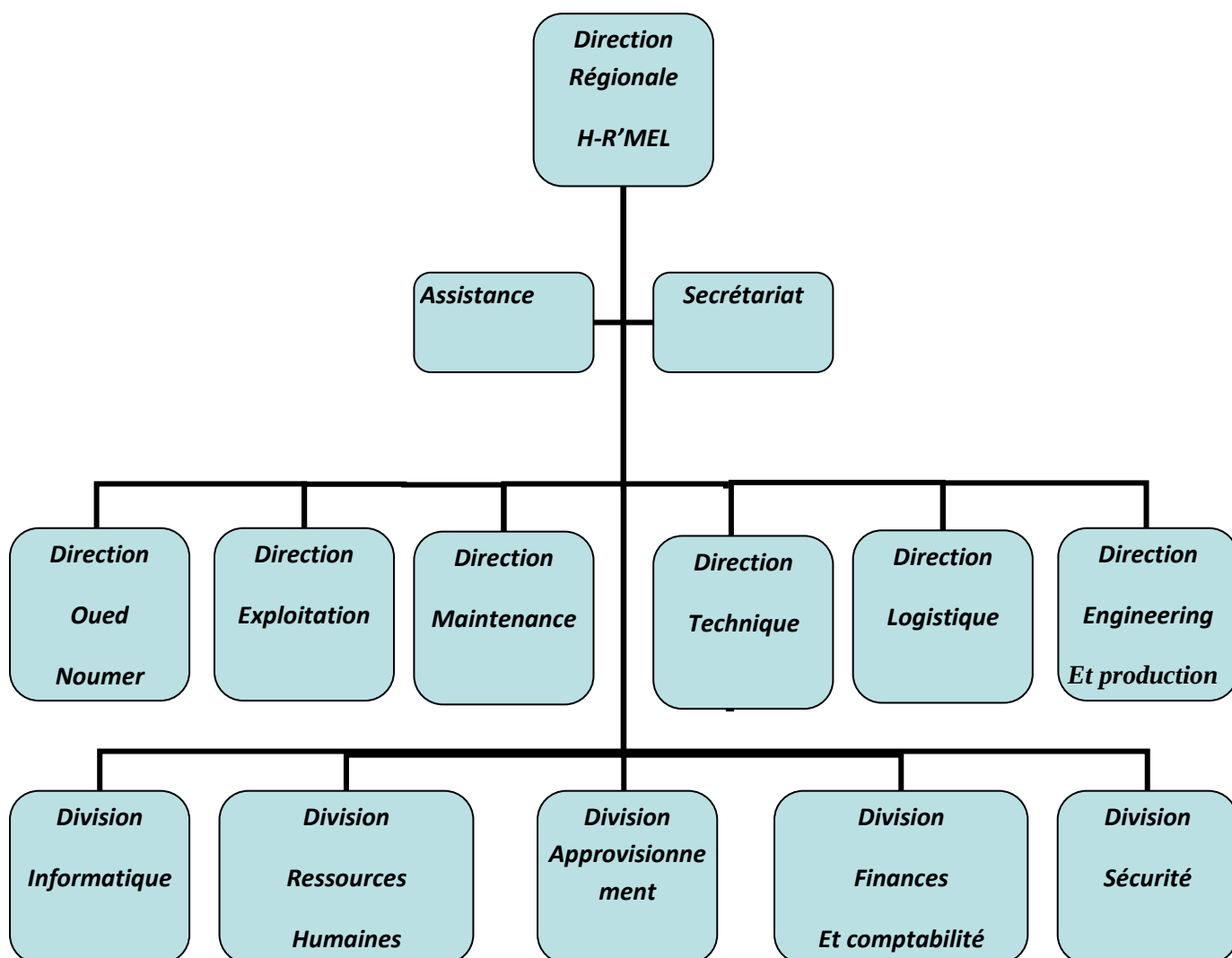


Figure I-3 La direction régionale de HASSI R'MEL

Missions et tâches des structures :

- secrétariat régional.
- assistant au directeur régional.

Division approvisionnement :

Elle a pour but l'approvisionnement ; le développement ; l'organisation et la mise en disposition des matériels ; des équipements ; outillage de construction et des gros engins.

Direction Technique :

Elle a comme mission la planification ; le développement ; l'organisation et la mise en œuvre d'une capacité de construction pétrolière répondant aux besoins de développement du champ de HR.

Direction Engineering et production :

La planification le développement ; l'organisation et la mise œuvres des services techniques opérationnels et d'intervention sur toutes les installations des puits et le centre de traitement d'huile (CHT).

Direction Exploitation :

Sa tâche principale est la réalisation des programmes de production de traitement et d'injection des hydrocarbures établis par la région.

Direction maintenance :

La planification le développement ; l'organisation et la mise en œuvre des réserves de maintenance pétrolière liés aux besoins actuels et futurs de la région dans différentes activités : mécanique ; électromécanique ; électricité ; instrumentation...

Direction logistique :

Elle a pour objectif la réalisation des travaux non pétrolières et de génie civil ; l'entretien de tous les locaux et logement ; électricité bâtiments ; plomberie menuiserie...

Division sécurité :

Le contrôle ; l'organisation et maintien d'un haut niveau de sécurité ; sont les principales tâches de la division sécurité.

Division information :

Elle a pour objectif la gestion ; le développement et la maintenance de l'outil informatique dans toute la région.

Division intendance :

La prestation de service de restauration : d'hébergement et la gestion des patrimoines.

Division finance :

La prestation de service de trésorier ; de comptabilité générale ; de comptabilité de gestion et de contentieux au niveau de la gestion.

Division ressources HUMAINES :

L'organisation et le control des activités de la région en manière de recrutement, formation, gestion du personnel, prestation social, activité culturelles et administration générale.

I-6 Les modules de traitement de gaz :**I-6-1 Généralités sur les modules :**

Le module dénommé « MPP » est le diminutif de « Module Processing Plant ». 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 de mètres-cubes et datant des années 1979-1990.

Le cinquième module (MPP0), qui est le plus ancien, à une capacité de 30 millions de mètres-cubes.

Un sixième module dessert le petit gisement de DJEBEL BISSA, en rapport avec sa capacité modeste de 6 millions de mètres-cubes. 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 Condensât) aux stations de réinjection (Stockage de Compression Nord et Sud) de capacité de 90 millions de mètres-cubes chacune pour réinjections 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...)
- ◆ 5000 appareils machines tournantes (moteurs, compresseurs, turbines...)
- ◆ 1600 appareils d'instrumentation (capteurs, thermos, vannes...)
- ◆ 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-6-2 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, fonctionnent désormais en système numérique pour les modules 2 et 4 (système DCS: Destributed contrôle Système). Le système DCS est en cours de réalisation progressive pour les salles de contrôle des autres modules.

I-6-3 Unité de Boosting :

Cette station assure la compression du gaz brut provenant des puits producteurs pour alimenter les modules, tenant compte de deux paramètres de pression 102kg/cm^2 et de température $60\text{-}65^\circ\text{C}$ pour les modules 0,1 et de 2, 3, 4 et d'environ 40°C c'est des paramètres conçus pour le fonctionnement des unités de traitement de gaz.

I-7 Présentation du module 0 :

Le module 0 ou MPP0 (Module Processing Plant) désigne une installation de traitement de gaz. Il est le premier à être construit a 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 condensât et la récupération du 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 condensât et la récupération du 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 m³/ jour de gaz brut.

Le module 0 est alimenté par 16 puits qui sont situés dans la zone centrale HASSI R'MEL, et regroupés dans trois collecteurs : E4 (HR : 11, 16, 12, 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 de gaz brut le MPP0 est devisé en différentes zones qui sont :

- Zone de séparation de condensât ;
- Zone de stabilisation de condensât ;
- Zone de régénération du glycol (DEG) ;
- Zone des stockages intermédiaire du condensât et du brut des CTH ;
- Zone des eaux huileuses (bourbier) et fosse de brûlage ;
- Zone torches.

Les utilités du MPP0 viennent de la phase B (phase commune) tel que :

Propane liquide (HP et MP), eau de refroidissement, fuel gaz, azote et air instrument.

I-8 Services du module 0 :

Le Module0 comprend trois services principaux :

I-8-1 Service d'exploitation :

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

I-8-2 Service de sécurité :

Son rôle est la prévention et l'intervention

I-8-3 Service de maintenance :**I-8-3-1 Missions :**

Le service de maintenance a pour rôle :

- Le maintien des équipements en état de fonctionnement optimal ;
- L'application des politiques de maintenance arrêtées par la direction ;
- L'application des procédures d'entretien des équipements ;
- L'analyse des causes de défaillance ;
- La mise en place des procédures d'entretien ;
- L'analyse des coûts.

I-8-3-2 Système de gestion de la maintenance :

L'entretien des équipements est assuré par la gestion de maintenance assistée par ordinateur. Le logiciel en place « logiciel D7i » (système modulaire) assure les fonctions suivantes :

- Module objet permettant l'identification des équipements du site ;
- Module travaux permettant d'effectuer la maintenance préventive selon la planification préétablie ;
- Module document permettant l'édition des rapports mensuels, les états, les historiques des équipements et les bilans.

I-8-3-3 Préparation des travaux :

Il est à noter que toute intervention est subordonnée par l'établissement d'une autorisation de travail approuvée par les structures : exploitation et sécurité.

I-8-3-4 maintenance préventive :

L'ordre de travail (O T) est généré automatiquement par le système GMAO (Gestion de la Maintenance Assistée par Ordinateur) en fonction de la planification (horaire ou calendaire) préétablie :

- Le préparateur édite l'ordre de travail ;
- Edite la liste d'instructions des tâches à effectuer ;
- Edite la liste de la pièce de rechange préalablement définie pour chaque type de maintenance ;
- Met à disposition de la section les documents et pièces de rechange sorties du stock.

A la fin des travaux effectués par la section concernée, il procède à :

- L'introduction des résultats techniques des travaux ;
- L'introduction des hommes – heures réalisés et des coûts, ces paramètres constitueront une base de données pour l'historique des équipements.

I-8-3-5 maintenance curative :

L'opérateur d'exploitation constate la défaillance, il avise son responsable, établit un ordre de travail qui est transmis à la section préparation du service maintenance pour programmation selon l'ordre de priorité. Une fois les moyens matériels et humains sont définis, le préparateur remet l'ordre de travail à la section pour l'exécution des travaux. Les résultats des travaux sont introduits dans les fichiers pour besoins d'analyses des défaillances des équipements alimentant ainsi la banque de données.

I-9 Description du procédé de traitement du gaz au module 0 :

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

- Taux de récupération des hydrocarbures liquides visés ;
- Spécification des produits finis ;
- 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 du Module0 ;
- ✓ Procédé de HUDSON qui est utilisé au niveau des Modules 1,3 et 4.

Procédé PRITCHARD :

Ce procédé est basé sur 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 d'une détente à travers une machine dynamique appelée TURBO-Expendeur 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-9-1 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 condensât stabilisé et augmentent la production de gaz de vente par la récupération des produits au par avant torchés au Module 0.

I-9-1-1 Zones de séparation du condensât :

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

Le gaz brut prévenant de la station de Boosting centre (SBC) pénètre dans l'installation sous forme de mélange bi phasique 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 homogénéisation, est distribué d'une manière égale aux six chaînes identiques de séparation de condensât (chaines1100/1600) a un débit de 5millions Sm^3/j .

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

Le séparateur d'admission V-1101 fonctionnant à 65°C maximum et 100KG/cm² a séparé le liquide de mélange d'alimentation. Les liquides prévenant du séparateur d'admission V-1101 sont détendus adiabatiquement à 86.5Kg /cm²A dans les séparateurs de condensât 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 33,4 Kg/cm² vers les séparateurs condensât/eau V-1012 A/B/C. l'eau est drainée vers puisard zone borbier 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 de propane moyen pression (MP). Tous ces échangeurs fonctionnent en série. Les vapeurs sont détendues 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 de diéthylène glycol dans la plaque tubulaire d'entrée de chaque échangeur afin d'éviter la formation des hydrates.

Le gaz de V-1103 refroidit à contre courant dans les échangeurs HE-1101 B/C/D pour récupérer les frigories qu'il contient et il pénètre dans le pipeline de gaz de vente à une température voisine de 60°C et 72,3Kg/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 33Kg/cm². Les hydrocarbures gazeux et le condensât 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 condensât sont envoyés au ballon tampon d'alimentation V-401, avec récupération de DEG dans l'appendice du V-401 qui sera envoyé vers régénération.

I-9-1-2 Zone de stabilisation du condensât et de séparation de GPL :

Cette zone a pour but de stabiliser le condensât et de produire de 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. Et 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 et fourni par le système de réfrigération au propane des installations communes.

Le rebouillage auxiliaire des produits de fond 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 module1.

Les produits de tête du débutaniseur T-402 sont entièrement condensés dans les aérocondenseurs E-407. le liquide GPL est collecté 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'aérorefrigérant de condensât 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 déethaniseur comme huile d'absorption le reste est envoyé au CSTF ou vers le stockage intermédiaire de condensats du Module0.

I-9-1-3 Zone des stockages intermédiaire du condensât et du brut des CTH :

✓ 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 condensât :

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

✓ Stockage intermédiaire du brut :

Cette section contient trois bacs de stockage T-3002, T-3003, T-3006 et les pompes d'expédition P-3003 A, B, C, D, P 3002 A, B, C, P-3001, P-2404. On reçoit le brut des « C T H » après stockage et un temps de rétention l'eau est drainée du fond des bacs par la pompe P 2404 vers borbier, ensuite on fait l'expédition vers les stations de pompage avec les pompes P-3003, P-3002, P-3001, en gardant toujours un volume bien déterminé dans les bacs de 18 mètre de hauteur total.

I-9-1-4 Zone d'eau huileuse et fosse de brûlage :

L'eau huileuse provenant des installations communes et des modules 0 et 1 est dirigé vers le puisard zone borbier S-452 puis vers le séparateur d'huile S-403 où 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 module0 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 partir du séparateur de purge des liquides V-409 au module0, du séparateur du condensât excédentaire V-230 et de séparateur de torche à basse pression au module1 et du ballon de torche des produits froids aux installations communes y sont brûlés également.

I-9-1-5 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 Module0 est de coopérer avec le service de production au moyen d'analyses en continu, la concentration du glycol, le condensât stabilisé et le gaz de vente, afin de maintenir les conditions favorables pour avoir une bonne qualité du produit.

CHAPITRE II

Description générale du Four H401



Les fours jouent un rôle très important dans les unités pétrolières, pétrochimiques et traitement de gaz. La défaillance du four ou l'un de ses accessoires entraîne des arrêts de l'unité. Les conséquences économiques de ces arrêts sont d'autant plus grandes que l'unité est importante.

Les usages des fours sont multiples mais chaque cas nécessite une étude particulière dans le but de concevoir le four le plus économique et le mieux adapté aux conditions imposées.

II .1 Description générale du four H401 : (voir schéma synoptique **Annexe 01**)

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

Il est composé essentiellement de trois grandes parties différentes :

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

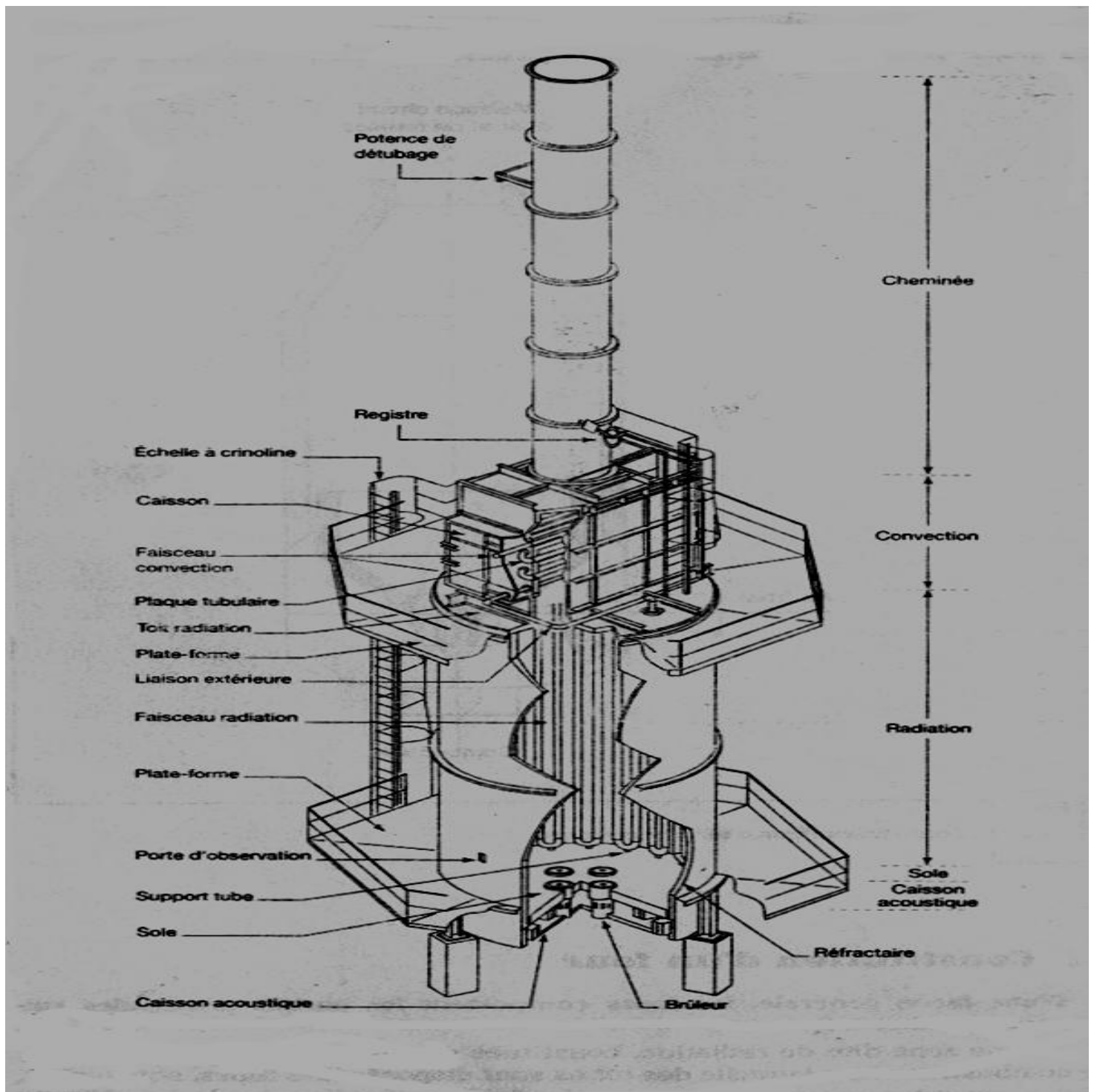


Figure II.1 : Four cylindrique à tubes verticales.

II.1.1 Partie rebouilleur :

Cette partie contient les éléments nécessaires pour l'allumage des fours.

- ✓ 8 pilotes.
- ✓ 8 brûleurs principaux.

II.1.2 Partie commande et signalisation :

Le contrôle dans les fours est constitué par un ensemble de fonctions dont l'importance est grande. Elles permettent de s'assurer de la bonne marche du four et de déceler toutes les anomalies de fonctionnement, lesquelles peuvent être la conséquence d'un mauvais réglage d'une panne (Fig. II.2).(voir l'annexe 04).

Au niveau de tableau local qui sert à la commande et à la signalisation des différents événements tels que la détection de flamme de chaque brûleur, la purge, alimentation principale, arrêt du four...etc.

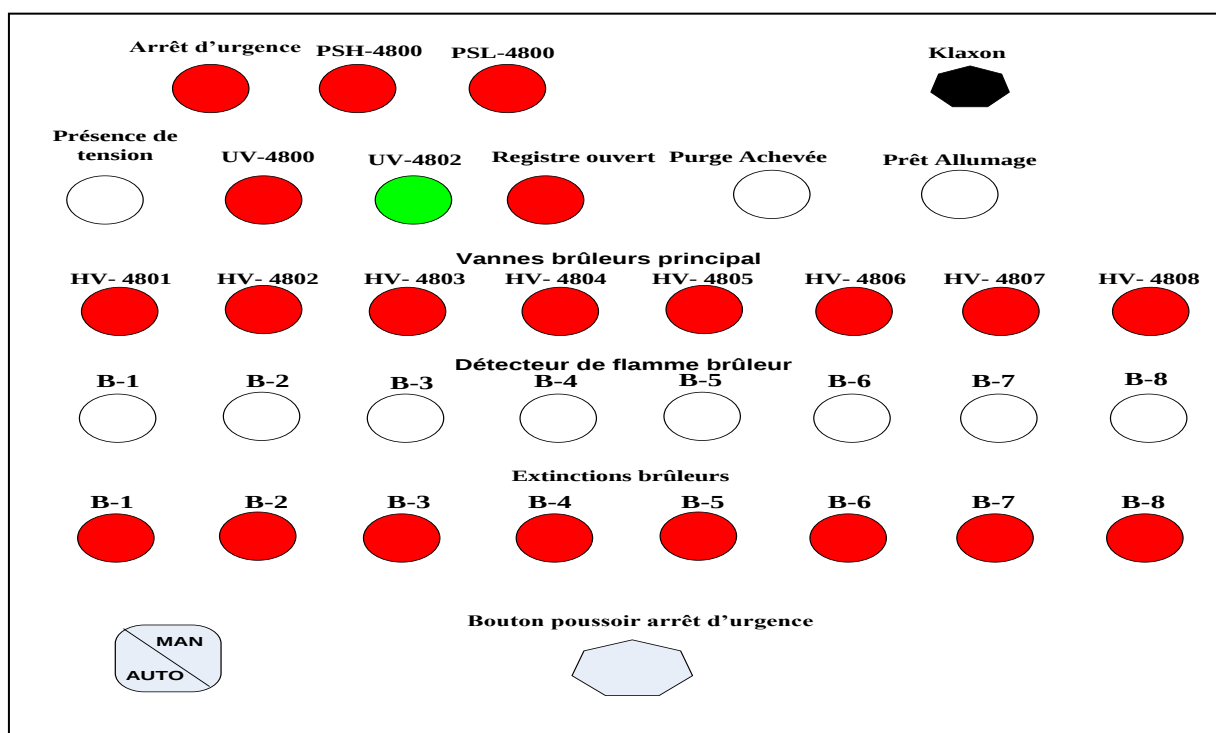


Figure II.2 : Illustration du tableau local

II.1.3 Les soufflantes d'air :

Les soufflantes d'air B-401 1 / 2 sont utilisées pour purger l'intérieur des fours après chaque arrêt. Cette procédure est très importante pour la sécurité des fours et ses installations.

II.2 Description du circuit du fuel gaz :

Le fuel gaz passe par deux circuits différents :

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

II.2.1 Circuit brûleur principal :

Le passage de fuel gaz dans le circuit est commandé par les vannes tout ou rien (UV-4800, UV-4801, UV-4802 et HV-4801/4808) et une vanne régulatrice de débit TV-4104 et de vanne auto régulatrice pression PCV4800.

II.2.2 circuit brûleur pilote :

Le passage de fuel gaz dans ce circuit est commandé par des vannes toute ou rien (UV-4811/4818), la pression du fuel gaz est commandée par une vanne régulatrice de pression PCV-4801.

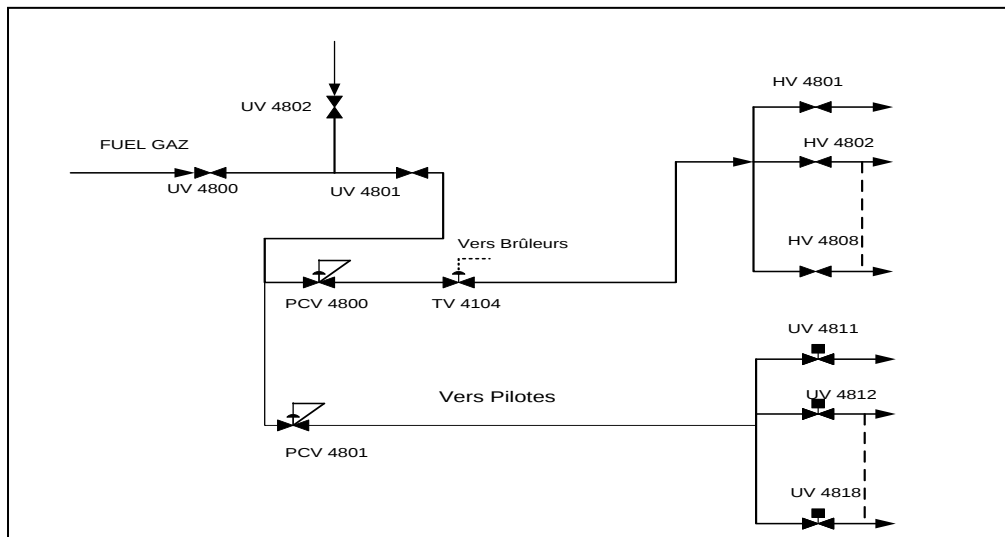


Figure II.3 : Circuit Fuel Gaz

II.3 Régulation dans le four H401 :

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 de fluide process dans le four.

II.3.1 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 quel 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.3.2 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.4 Instrumentations : (voire Annexe 2 : schéma de principe de circuit des instruments)

II.4.1 Capteurs :

II.4.1.1 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, 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 de 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.

➤ **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 de micro-interrupteurs à haute sensibilité.

On trouve deux modèles, celui à un contact et celui à deux contacts, ces pressostats sont de type résistant au feu par sa 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 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'une vis de réglage.

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

➤ **Le déprenomètre :**

Le four H-401 est doté d'un transmetteur linéaire de pression intelligent PT-4800 (YOKOGAWA) alimenté en 24 VCC (Fig. II.4).

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.



Figure II.4 : Transmetteur de pression

II.4.1.2 Capteur-transmetteur de débit :

➤ transmetteurs de pression différentielle :

Pour mesurer le débit au niveau de la ligne de charge (FT-4108) et au niveau de ligne fuel gaz (FT-4115), on utilise un transmetteur de pression différentielle Rosemount, le principe de fonctionnement est le suivant (Fig. II.5) :

Le principe utilisé est celui de la technique capacitive à deux fils. La pression du procédé est transmise à travers les membranes isolantes et un fluide de remplissage constitué d'huile de silicone à une membrane détectrice placée au centre de la cellule. La membrane détectrice agit comme un ressort étiré qui fléchit en réponse à une pression différentielle qui la traverse.

Le déplacement de la membrane détectrice est proportionnel à la pression différentielle. Sa position est détectée par les plaques de condensateur qui sont situées de part et d'autre de la dite membrane. La différence de capacité entre la membrane détectrice et les plaques de condensateur est convertie électroniquement en un signal 4-20 mA.

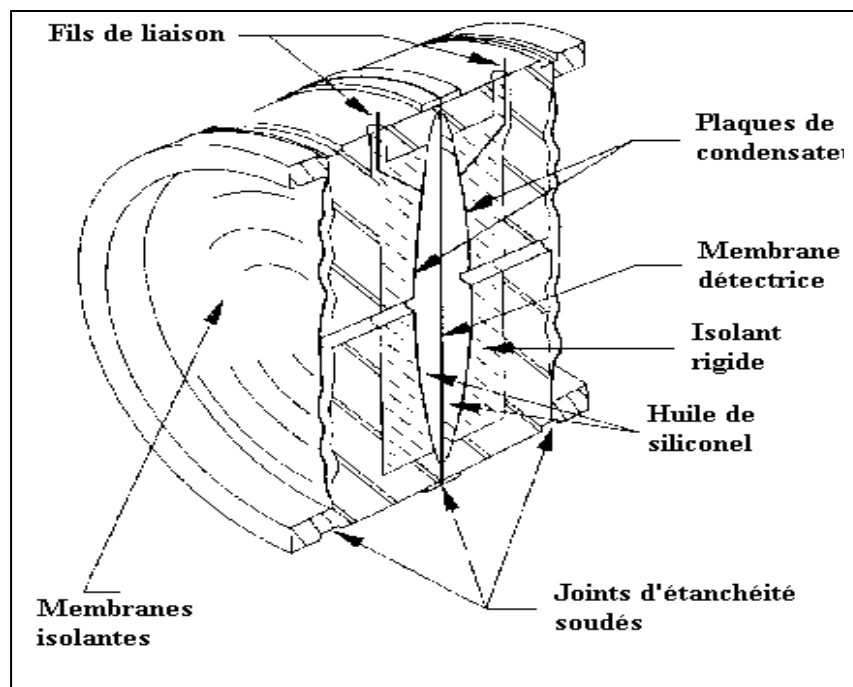


Figure II.5 : transmetteurs de pression différentielle

Deux sources de pression agissent de chaque côté du capteur à diaphragme. Les différences de pression d'un côté à l'autre déplaceront le diaphragme et l'aimant qui lui est fixé en fonction du changement de débit. Un aimant à flèche, situé dans une cavité séparée du corps, est mis en rotation par le mouvement de l'aimant du capteur et indique la pression différentielle sur le cadran d'un galvanomètre.

II.4.1.3 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.

Pour tous les thermocouples, leur nature est du type K Chromel /Alumel (0 :1100°C)

Les thermocouples sont accessibles et difficilement remplaçables.

➤ 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, appareils contre les températures qui sont susceptibles de provoquer des anomalies. Ils sont du à bulbe sensible + capillaire sur soufflet ou membrane (Fig. II.6).

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.

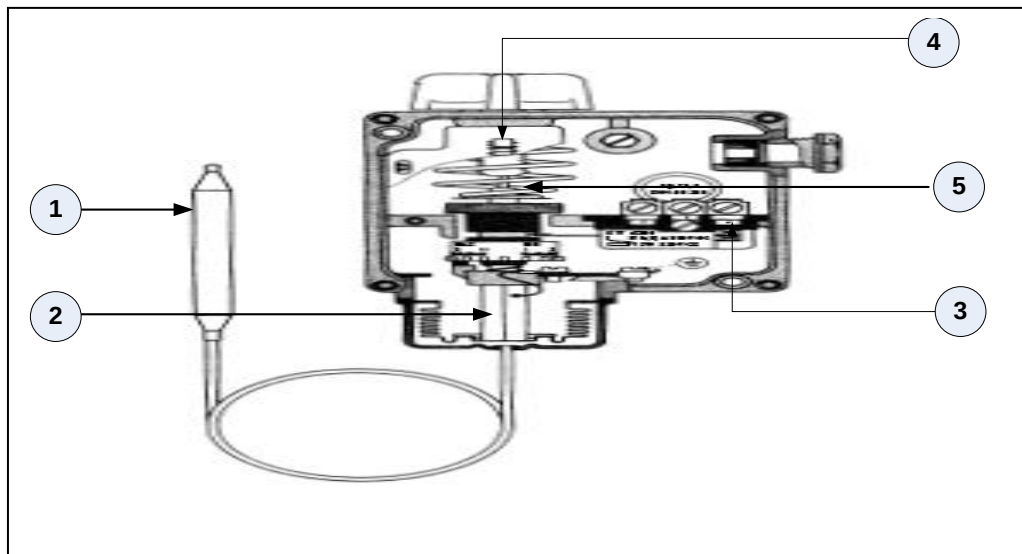


Figure II.6 : Thermostat.

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 une vis de réglage de seuil.

II.4.1.4 Détecteur de flamme :

La détection de flamme est un facteur de déclenchement du four elle est assurée par des détecteur ultraviolet « purple peeper » transistorisés qui sont situés au niveau de chaque brûleur. Dans les atmosphères dangereuses son boîtier est anti-déflagration. Le détecteur est monté hors de la chambre de combustion grâce à son tube de perception qui détecte la radiation ultraviolette produite et ensuite il produit un signal qui sera envoyé à l'amplification situé dans la commande.

II.4.1.5 Interrupteur de niveau à flotteur :

Utilisée au niveau du fond de la colonne de déethaniseur pour protéger du niveau très bas LSL4102 et dans le ballon V405 pour le très haut niveau LSHH4013 (Figure II.7).

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, un mécanisme pneumatique ou à une ampoule à mercure, qui va provoquer l'action de contrôle souhaitée, alarme ou sécurité.

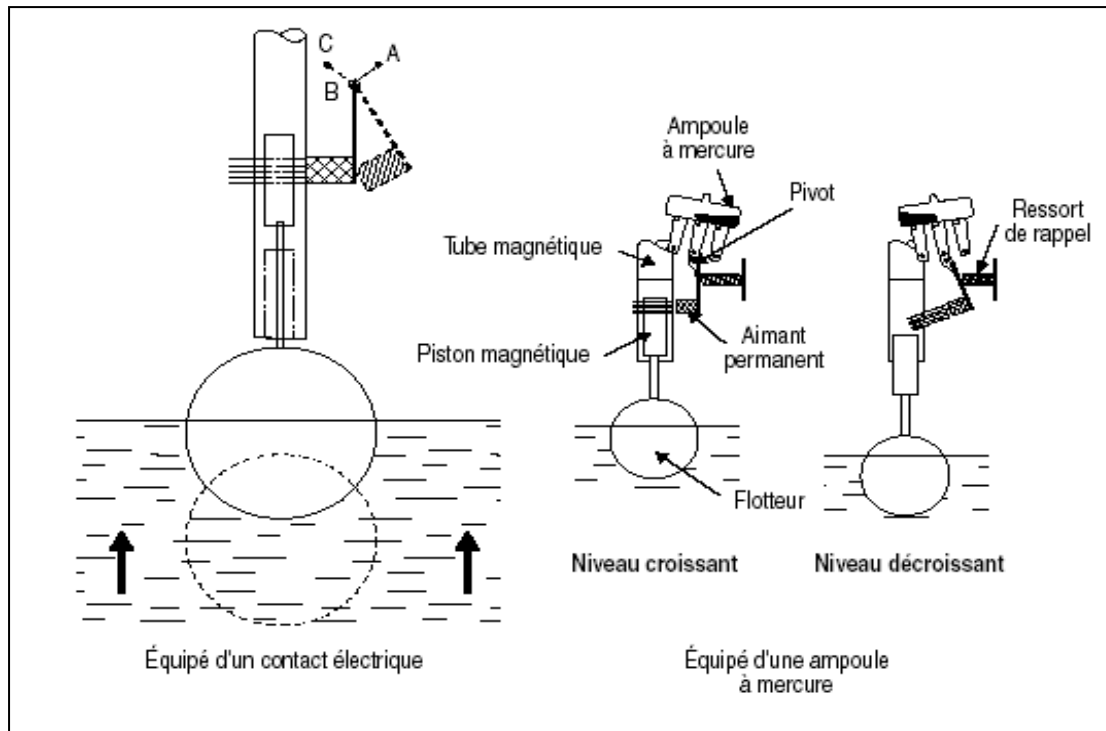


Figure II.7 : contrôleurs de flotteur et piston magnétique.

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. Il indique l'ouverture ou la fermeture de la vanne, existant en deux modèles celui du 110 VCC et 24 VCC (Fig. II.8).



Figure II.8 : Fin de course

II.4.2 Les actionneurs :

II.4.2.1 Les électrovannes :

Composition : Une électrovanne est composée de quatre éléments principaux (Fig. II.9) :

- ✓ 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 rappelant le noyau en position repos après la disparition du signal électrique de commande.

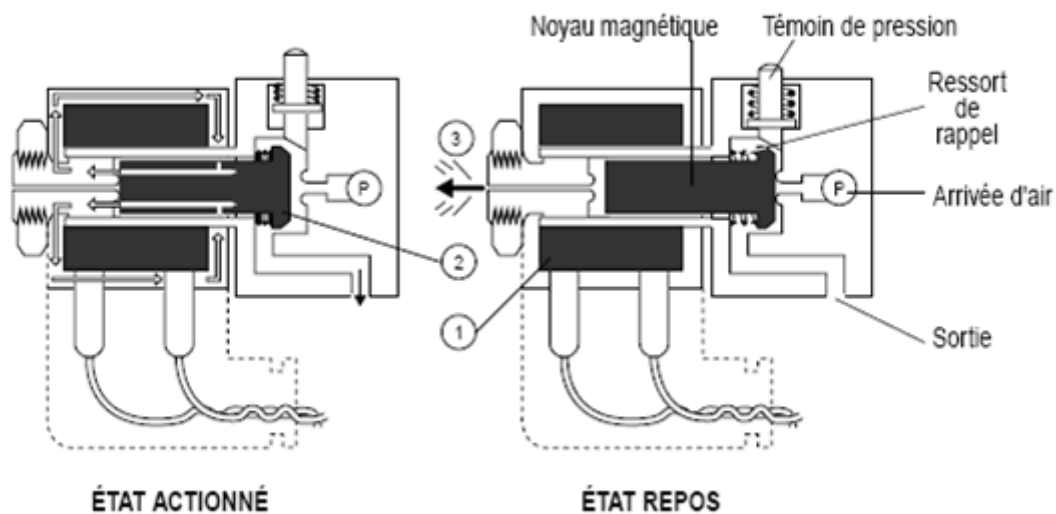


Figure II.9 : Electrovanne.

- 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) :

Les vannes automatiques tout ou rien UV4800- 4801 vannes de fermeture d'urgence, 4802 vanne d'ouverture d'urgence, sont montés 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 boisson sphérique (Fig. II.10)

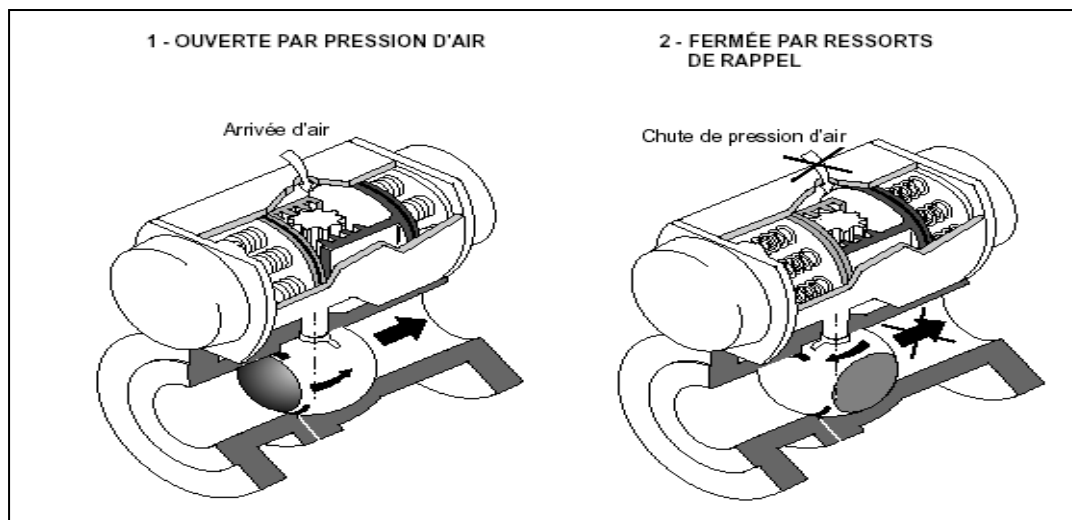


Figure II.10 : Vanne Tout ou Rien.

➤ **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, sa 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 Vérin à simple effet :

Le vérin à simple effet n'a qu'une entrée d'air lequel n'agit donc que d'un seul côté du piston, le retour de la tige étant assuré par un ressort (Fig. II.11).

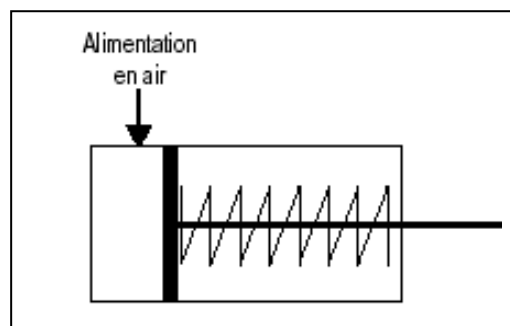


Figure II.11 : Vérin

II.4.2.4 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 Démarrage du four :**II.5.1. Inspection avant le démarrage :**

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

II.5.2. Préparation à la mise en service :**II.5.2.1. 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.5.2.2. Inspection de fuite de gaz par la robinetterie :

➤ Fermeture de disjoncteur principal et l'interrupteur général. La mise de 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 à 7 kg/cm²) 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.5.2.3. Inspection de fuite de gaz dans le four :

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

II.5.2.4. Evacuation d'air de l'intérieur du four :

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

➤ Démarrage de la soufflante.

Voici les conditions pour l'inter verrouillage de démarrage de la soufflante :

Electrovanne sur la ligne de pilote (UV- 4811- 4818) «Fermées »

Vanne sur la ligne principale (HV- 4801- 4818) « Fermées » (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 ».

➤ Evacuation 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.

➤ L'arrêt de la soufflante.

➤ s'assurer de l'absence de gaz combustible dans le réchauffeur.

II.5.2.5. Mise en service :

➤ Ouverture légère de l'évent du bruleur pour empêcher PSHH/LL 4801, mais ne pas oublier de sa fermeture lorsque le brûleur est allumé.

➤ Ouverture légère de la TV-4114. (En manuel à ¾ psi)

➤ mise des vannes à fermeture de secours UV- 4800 et UV- 4801 en position ouverte au moyen de l'interrupteur de commande.

➤ Allumage de 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 vanne d'arrêt, l'électrovanne, registre de cheminée, etc. ne soient pas ajustées dans les conditions mentionnés aux points 4-1 à 5-1 ci-dessus.

2- Fermeture de 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- Ouverture des électrovannes (UV- 4811-4818) sur la ligne de pilote.

4- Allumage de 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, ouverture de 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.5.2.6. Allumage du brûleur principal :

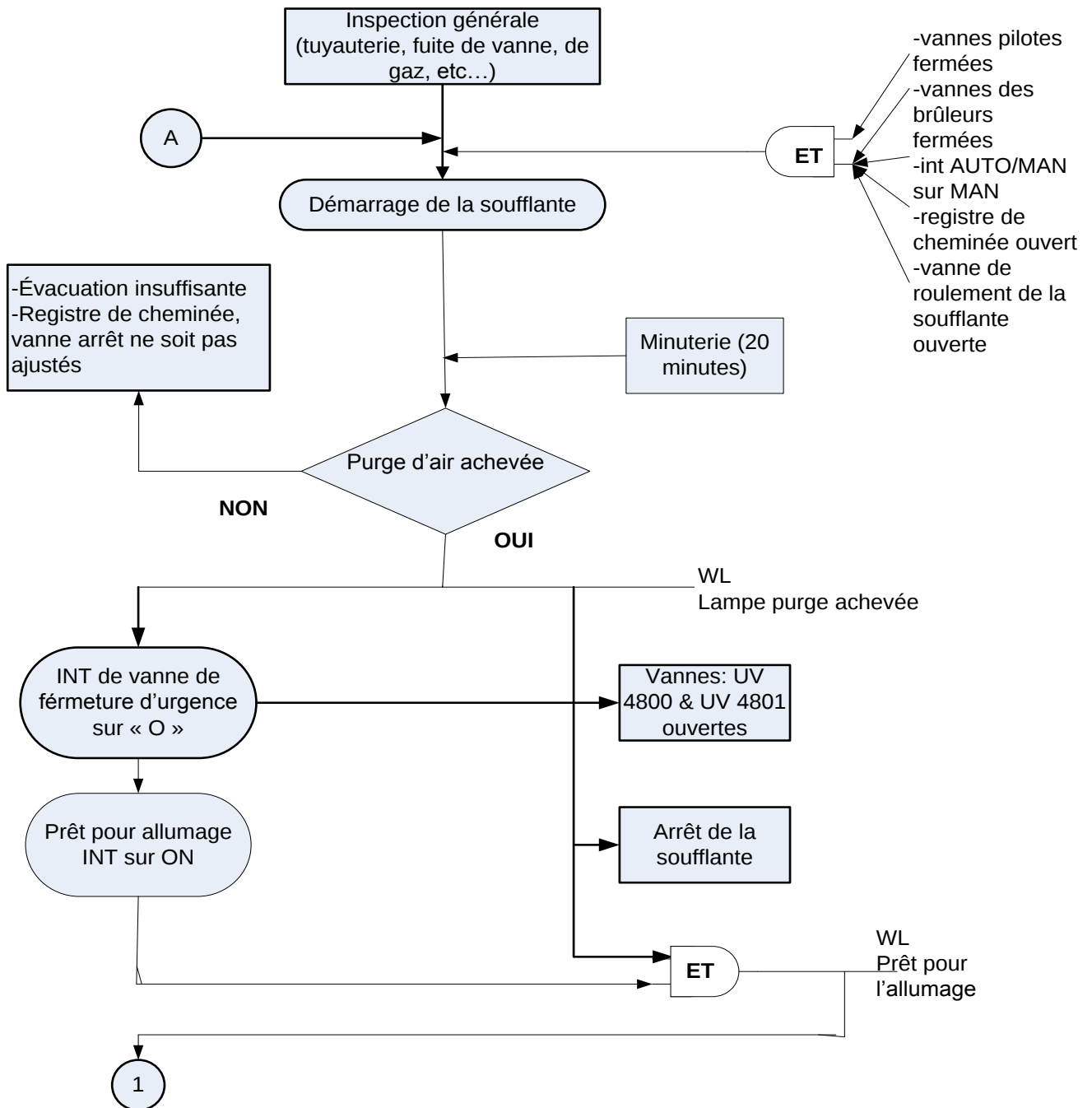
1- Ouverture manuelle des vannes de brûleur principal (HV- 4801- 4808). L'état d'ouverture de cette vanne peut être vérifié par l'allumage d'une lampe rouge.

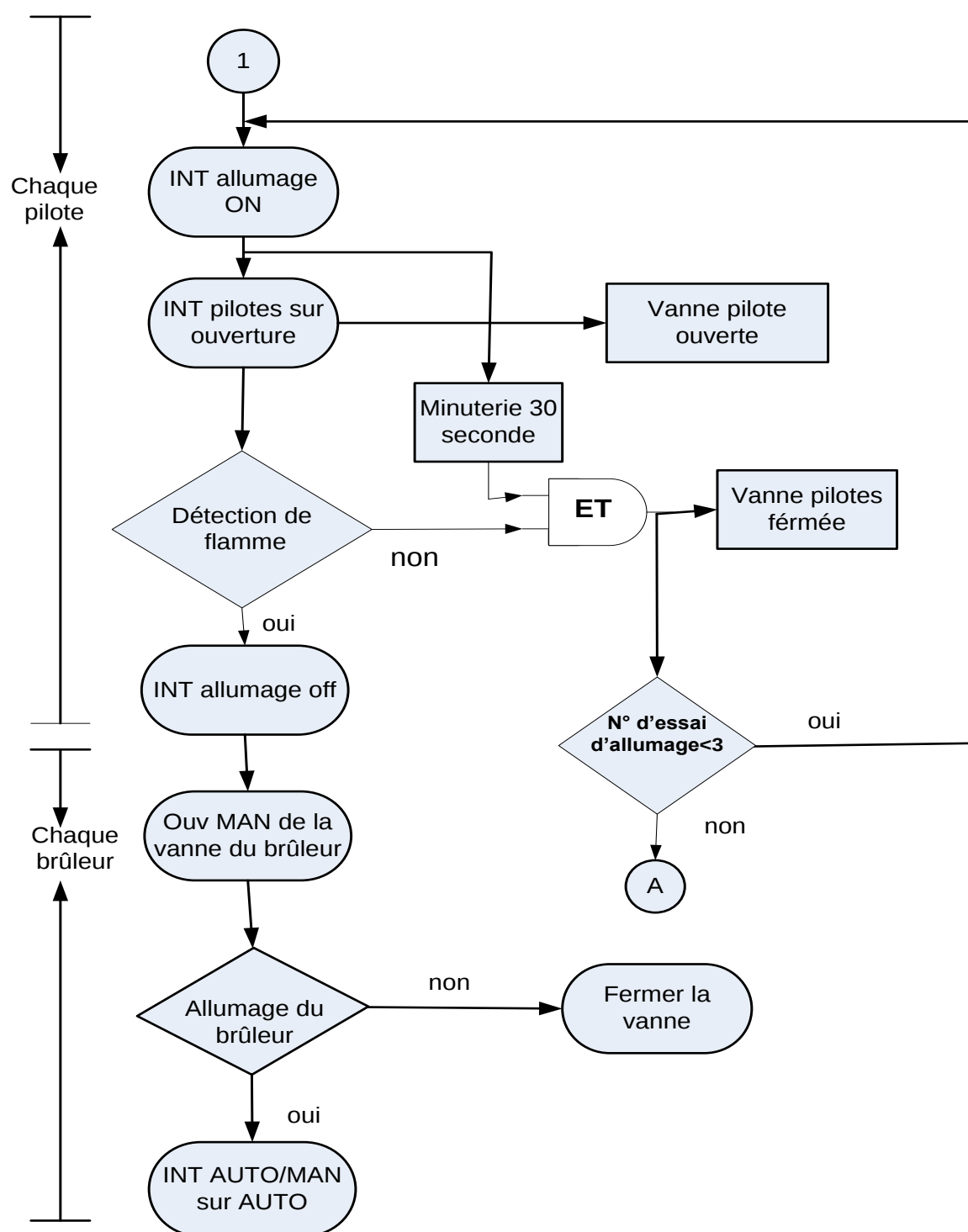
2- Vérification visuelle de l'état d'allumage du brûleur à travers la porte d'observation.

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

4- La mise de sélecteur auto/manu en automatique pour faire fonctionner le circuit d'arrêt.

Organigramme de démarrage du four :





Pour les symboles voir annexe 03

II.6 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.6.1. Facteurs de déclenchement du four :

On a deux types de facteur qui déclenche le four :

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

II.6.1.1. 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.6.1.2. Les facteurs externes du four H-401 :

Ce sont des facteurs provoquant 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.

- LSSL-4102 : le niveau très bas de la colonne T-401.

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

II.7. Arrêt du four :

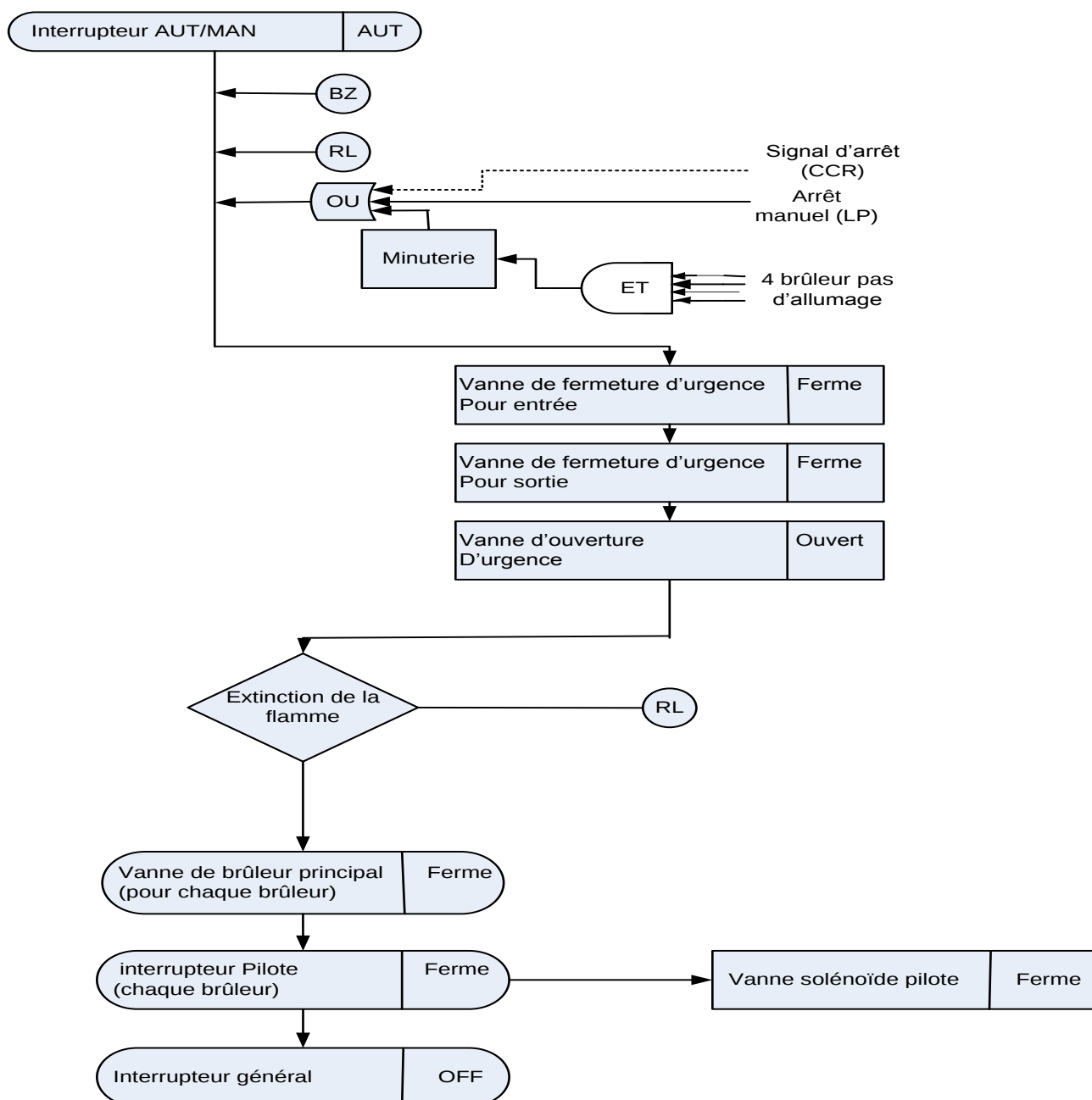
II.7.1 Arrêt d'urgence :

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 :

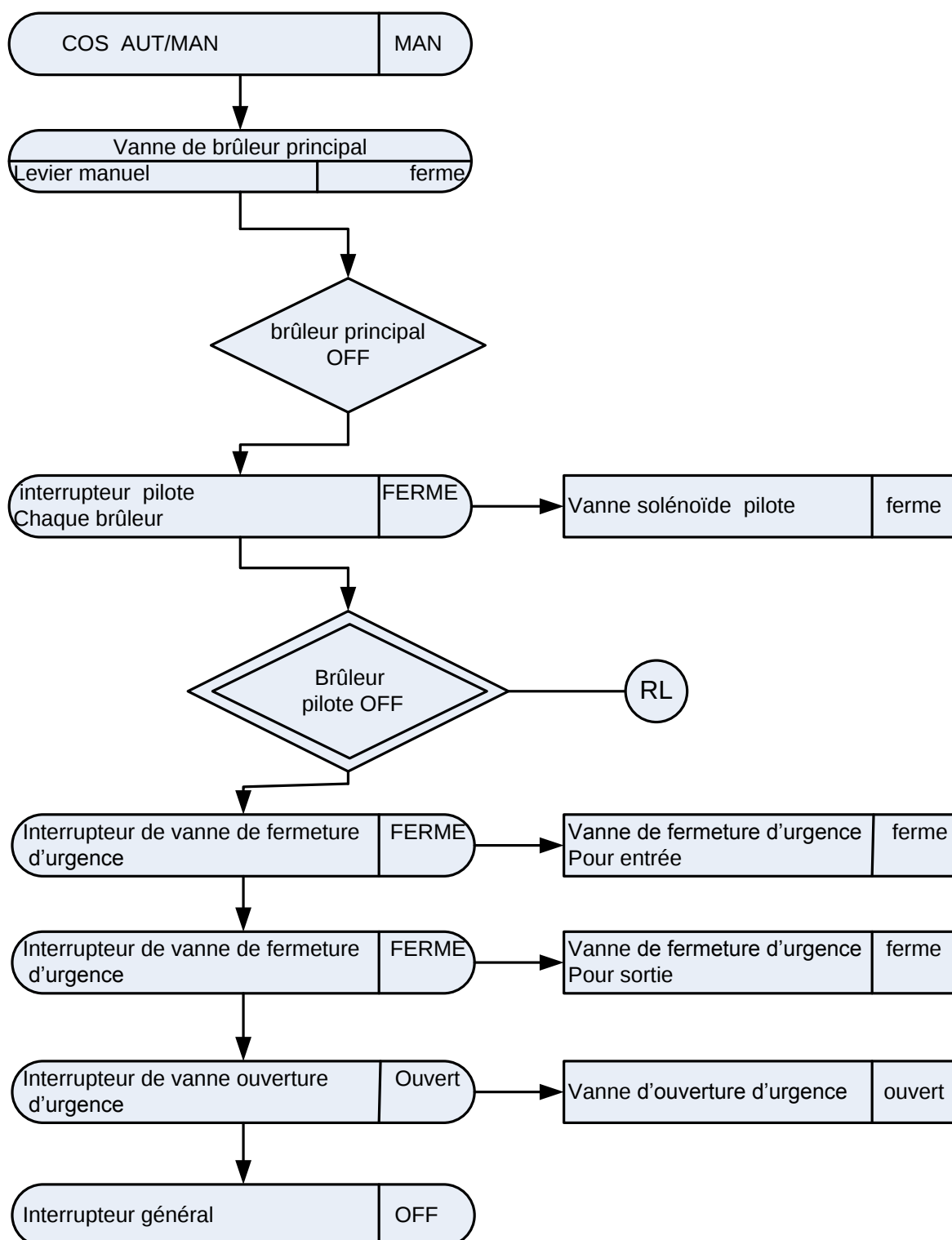
- La fermeture des vannes UV-4800 et UV-4801, ce qui coupe l'alimentation en gaz combustible ;
- L'ouverture de la vanne UV-4802 pour dégager le gaz combustible restant dans la conduite entre les vannes UV-4800 et UV-4801 vers l'évent ;
- Fermeture des vannes pilotes UV-4811/4818 ;
- fermeture manuelle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

Organigramme d'arrêt d'urgence du four :



II.7.2 Arrêt normal :

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



Dans ce chapitre on a 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.

CHAPITRE III

Automate programmable industriel "TRICONEX"



L'automate programmable industriel 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 nombreux d'activités économiques actuelles.

III.1. Définition de l'Automate Programmable Industriel (API) :

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 ordinateur 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 substituée aux armoires à relais en raison de sa souplesse (mise en œuvre, évolution...), 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.1.1. TRICONEX :

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 (typiquement SIL 3 selon IEC 61508). 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, installations nucléaires...

Depuis que 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, opèrent globalement dans plus de 7000 installations. Il est le Système de Sécurité du Système du Contrôle de l'Entreprise Infusion.

III.2. Architecture Triplée Modulaire Redondante (TMR) de TRICONEX :

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, puis envoient le résultat aux borniers de sorties et de là aux organes à commander sur site. (Voir Figure III.1)

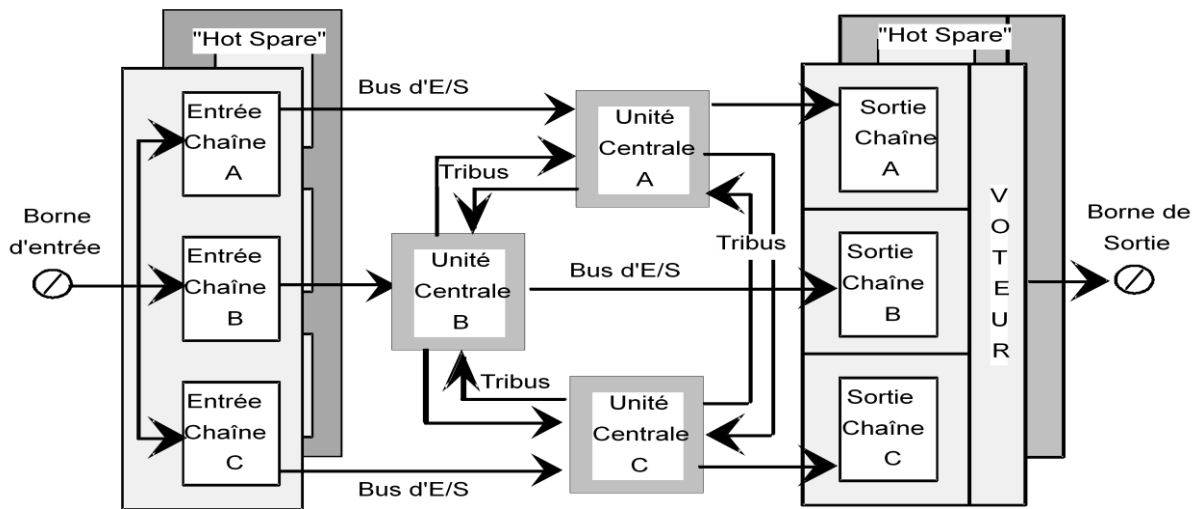


Figure III.1 : Architecture Triplée Modulaire Redondante (TMR).

III.2.1. Principe de fonctionnement :

Le TRICONEX est un système tolérant aux fautes grâce à son architecture Triplée Modulaire Redondante 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 (Figure 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.

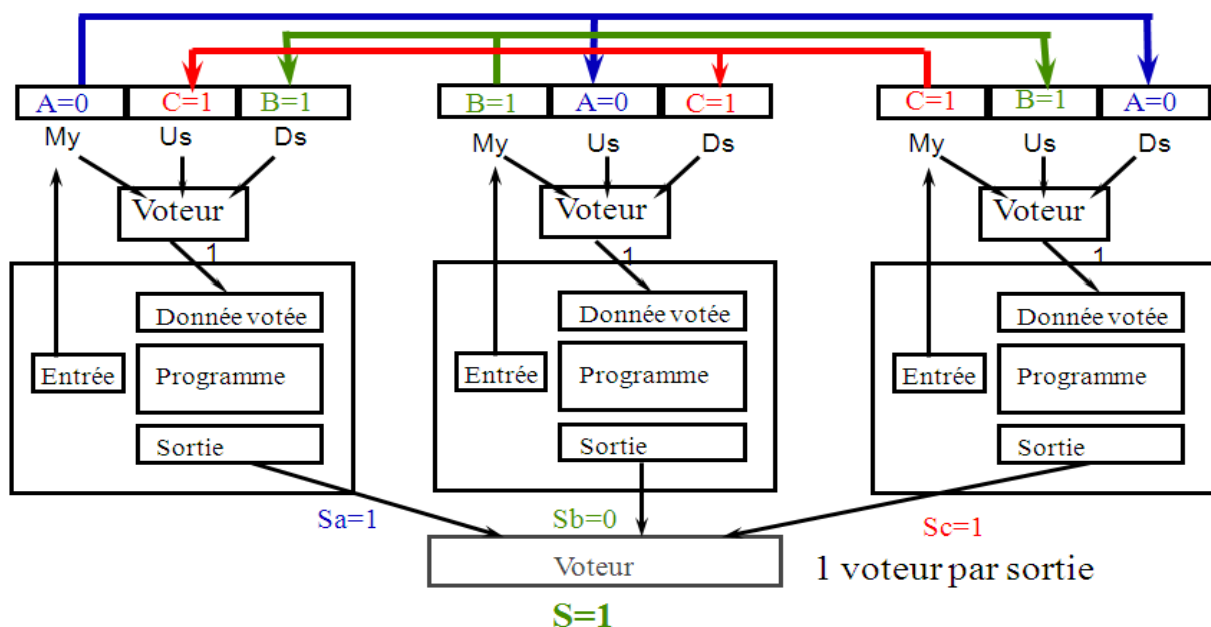


Figure III.2 : Illustration du système de vote de TRIBUS

III.2.2. 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.2.3. Bus système et distribution de l'alimentation :

Trois bus systèmes triplés sont gravés sur le fond de 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.2.4. 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 de 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 chaude associée (Figure III.3).

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

Le bus d'entrées/sorties à 375kbaud 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.

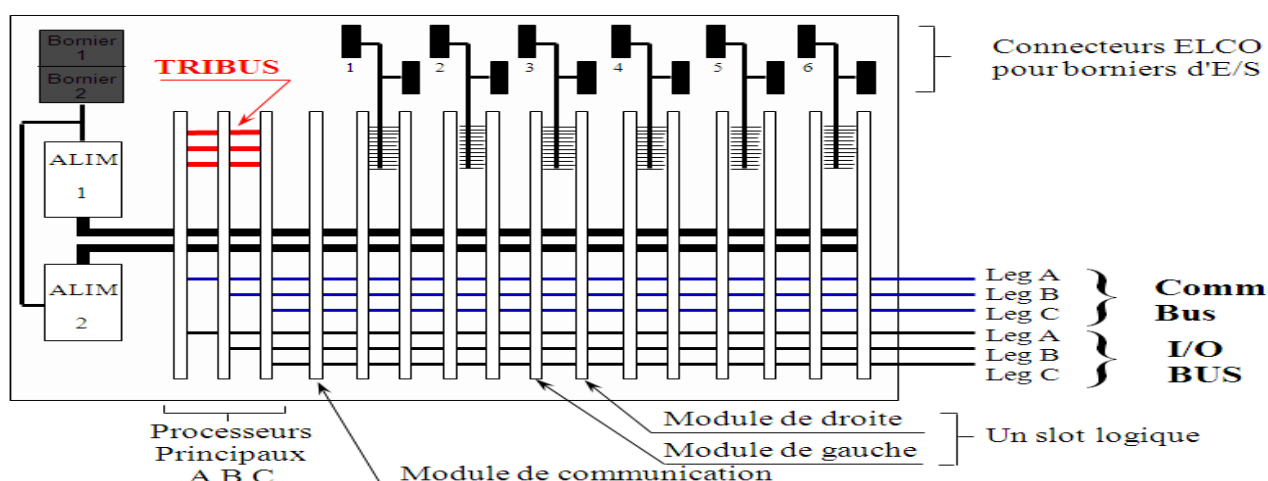


Figure III.3 : Illustration de fond du panier du TRICON

III.3. Modules d'alimentations :

L'alimentation du châssis est distribuée par deux rails d'alimentation distincts situés sur la partie centrale du fond de 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 (Figure 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.

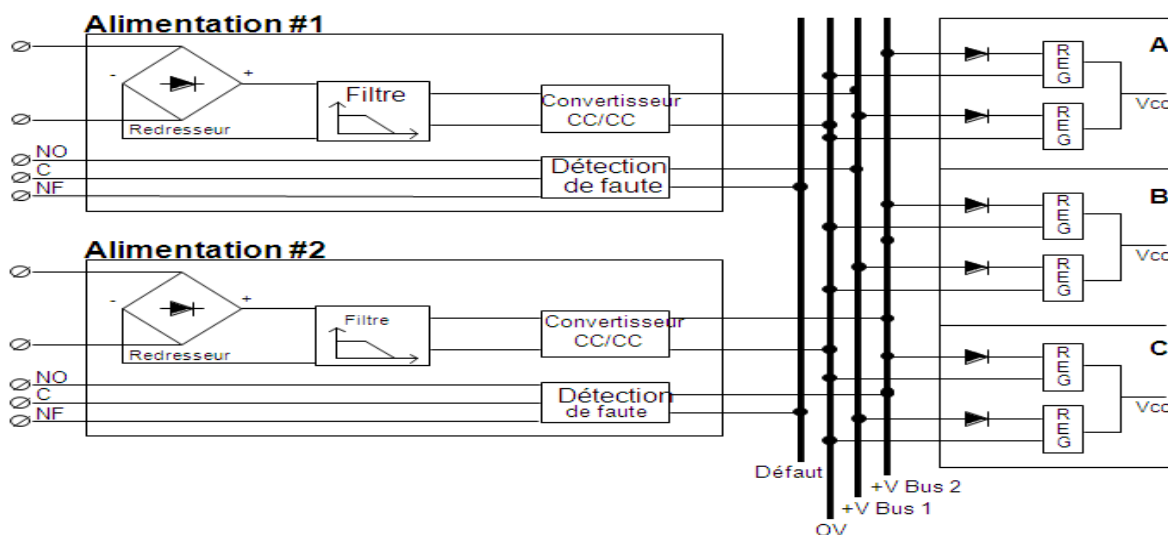


Figure III.4 : Architecture des modules d'alimentation.

III.4. Modules processeurs principaux :

Un système TRICON comporte trois modules processeurs principaux ou Main Processeur 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 (Figure 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 de panier du châssis est étendu d'un châssis à l'autre par l'intermédiaire des câbles du bus d'entrées/sorties.

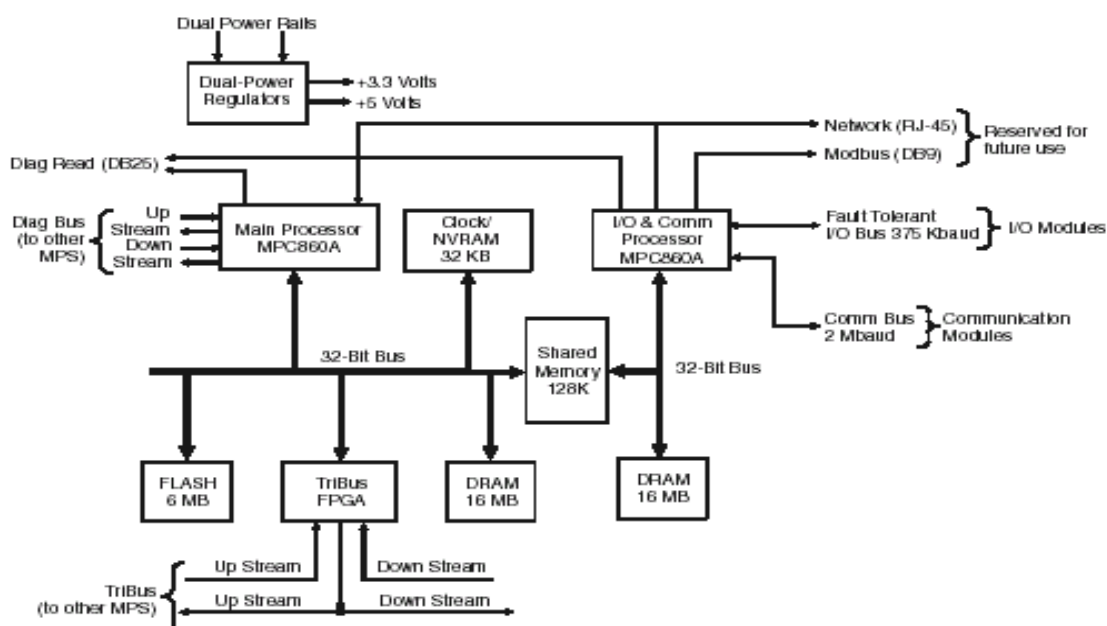


Figure III.5. Architecture de processeur principal (modèle 3008).

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'un 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 correspondant 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 à 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 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 consigneurs 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.5. Modules d'entrées :

III.5.1. 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 » (Figure III.6).

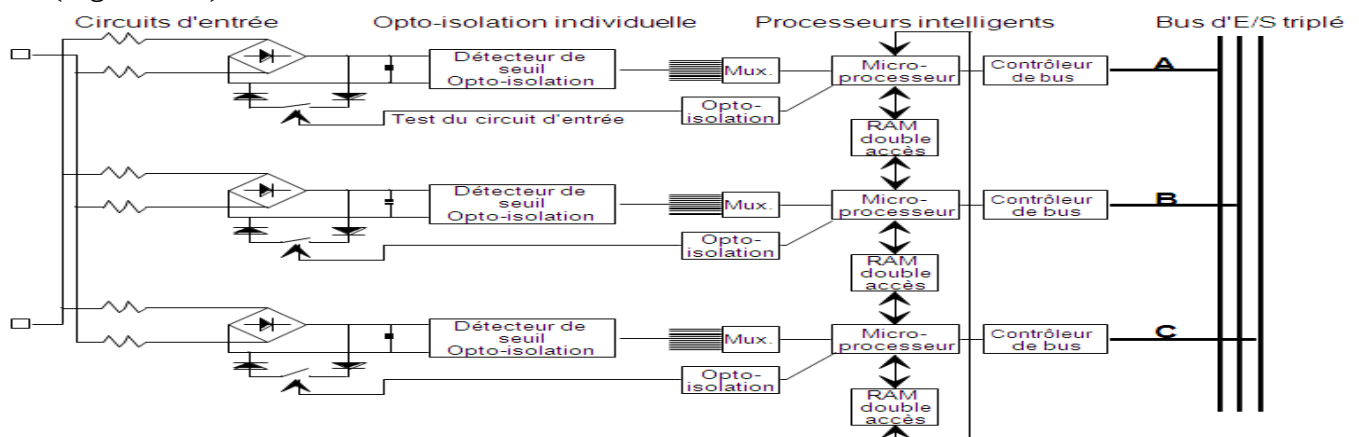


Figure III.6 : Architecture d'un module d'entrées logiques TMR.

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 isolation optique entre 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 de 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 500milli-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.5.2 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 (Figure 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.

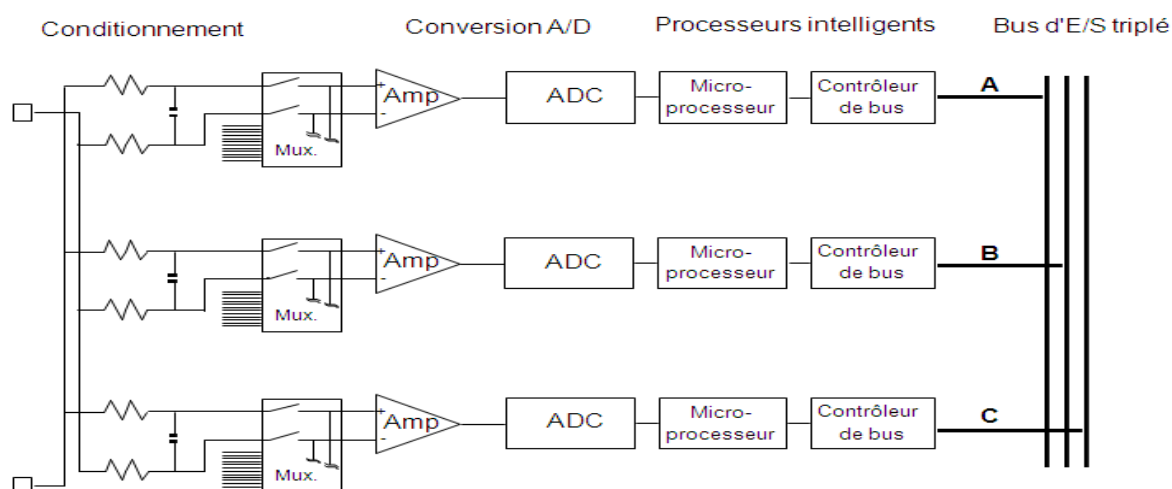


Figure III.7 : Architecture d'un module d'entrées analogiques TMR.

III.5.3. 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 (Figure 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 le nombre de 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 μ seconde 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 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.

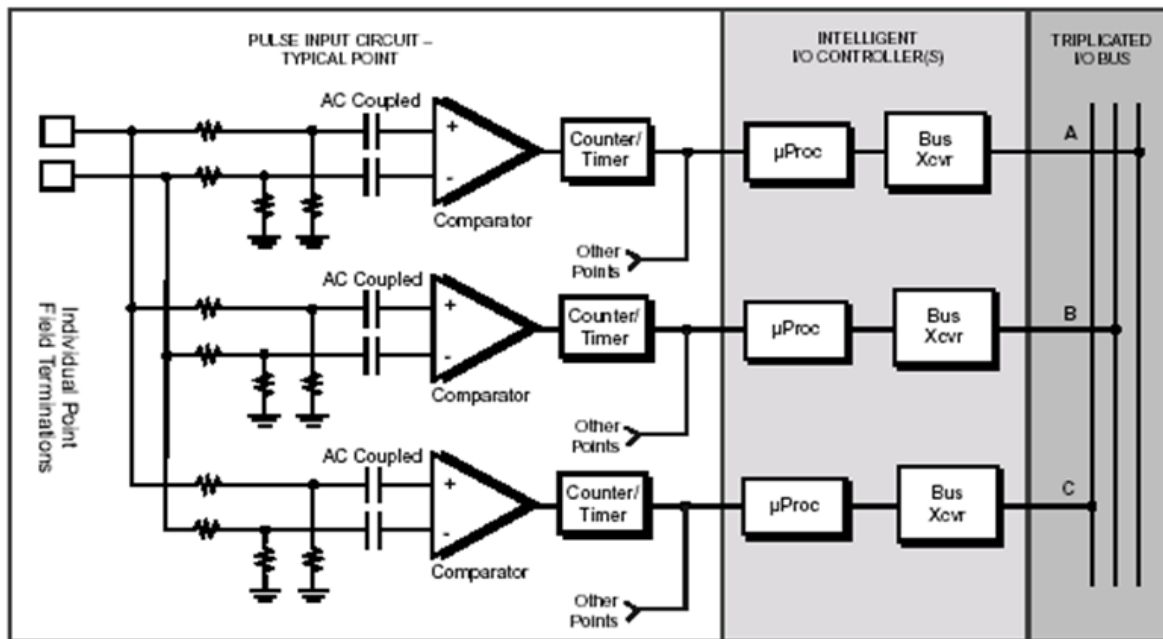


Figure III.8 : Architecture d'un module d'entrée Impulsion TMR.

III.6. Modules de sorties :

III.6.1. 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 (Figure 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 garantie 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.

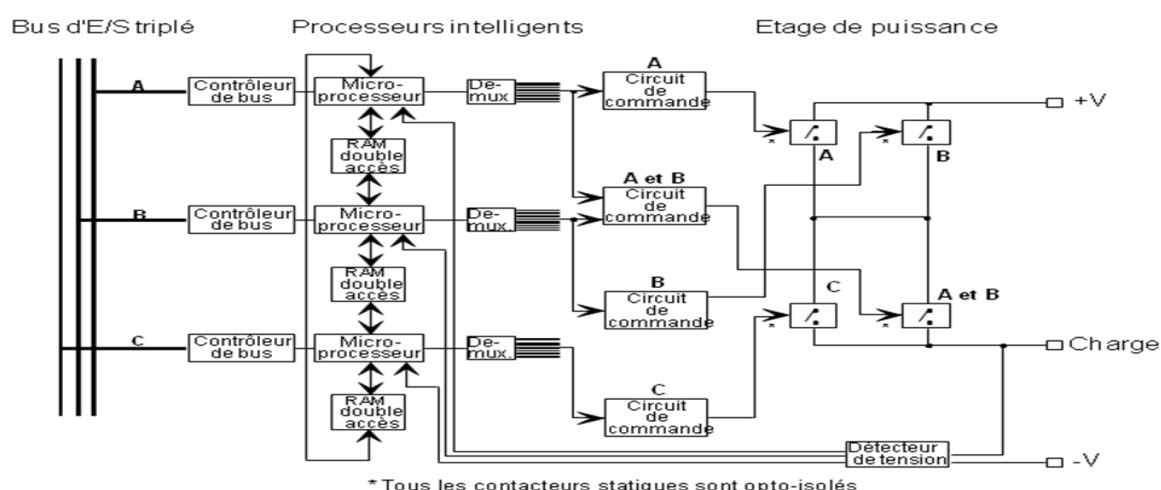


Figure III.9 : Architecture d'un module de sorties logiques TMR.

III.6.2 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 (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.

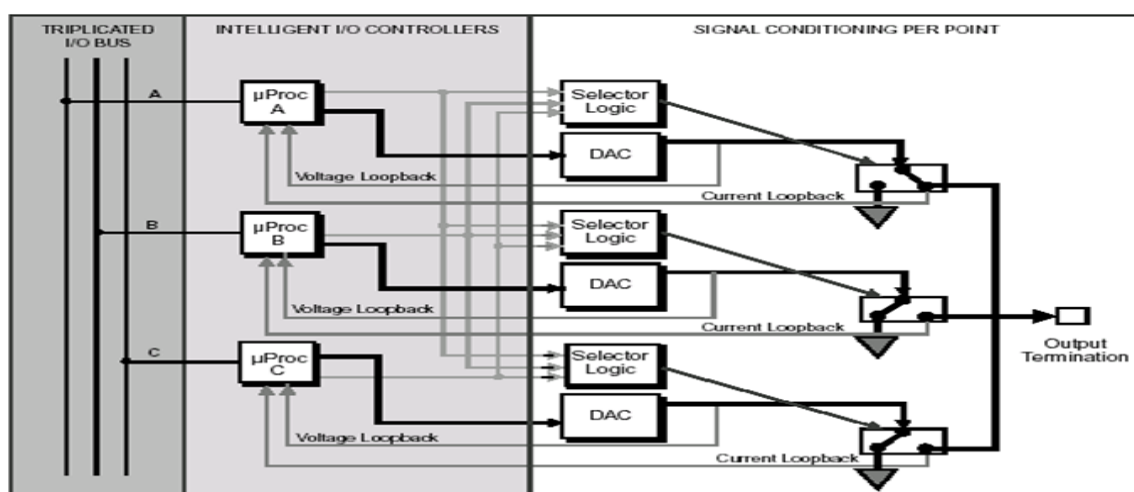


Figure III.10. Architecture d'un module de sorties analogiques TMR.

III.7. Modules de communications :

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.8. Diagnostic des voteurs des modules de sorties en « DC » et « AC » :

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 μ secondes). 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).

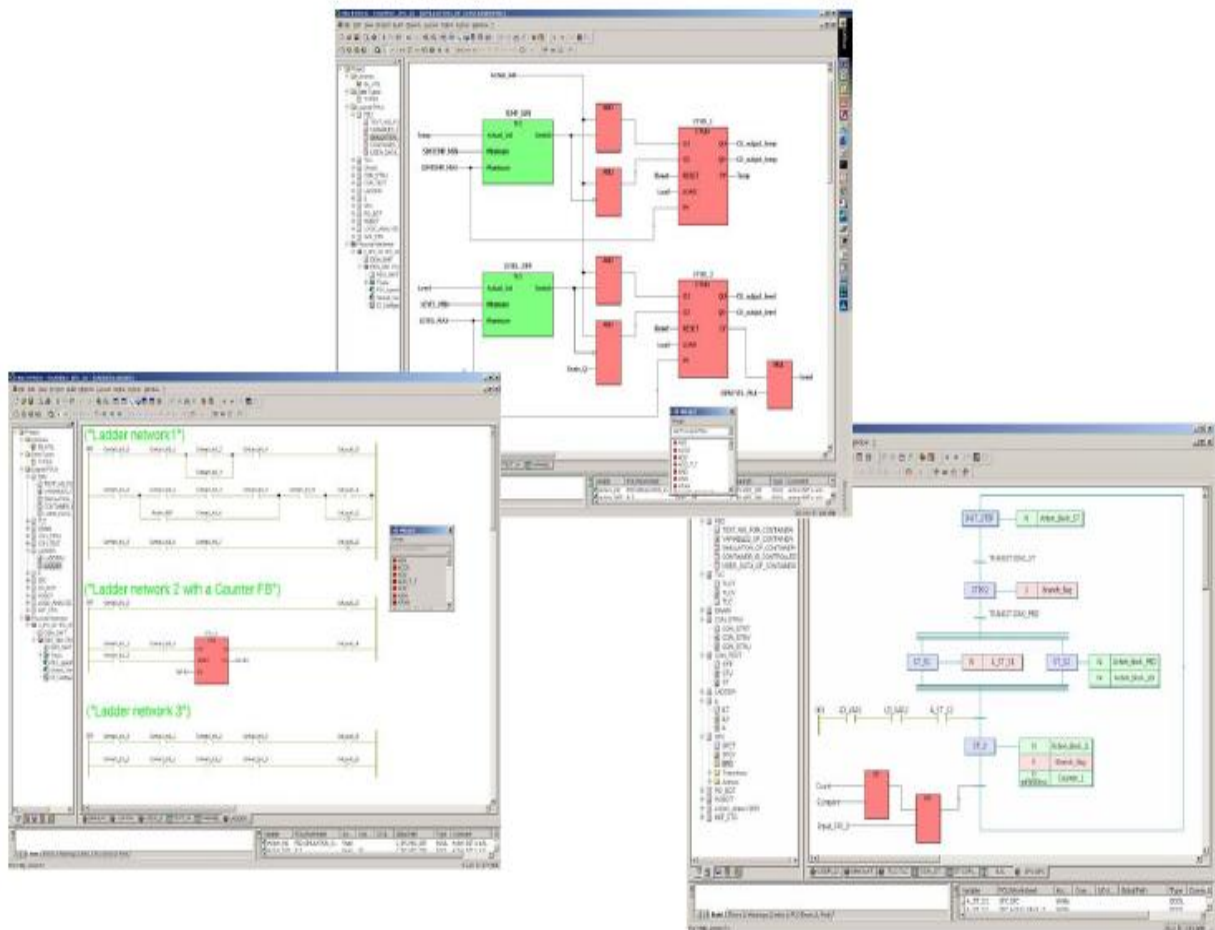
Sur les modules de sorties logiques en tension alternative (AC), lorsque le diagnostic (OVD) identifie un interrupteur du voter en faute, le signal de sortie change d'état et passe à l'état opposé pendant un laps de temps égal à la moitié d'un cycle de l'alimentation. Parfois ce changement d'état peut 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).

Dans ce chapitre on a décrit l'API Triconex d'une façon générale, de son architecture TMR (principes de fonctionnement), et ses différents modules (processeurs principaux, alimentations, entrées, sorties). Cette étude nous aidera pour élaborer la configuration matérielle pour la programmation.

CHAPITRE IV

Logiciel de programmation

"Tristation 1131"



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.

IV.1. Logiciel de programmation Tristation 1131 :

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.2. 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.3. 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.3.1. 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.3.2. 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.3.3. Consignateur d'états (SOE) « Sequence of event » :

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

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.3.5. 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.4. 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.4.1. 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 ensembles pour former des circuits (Fig. IV.1).

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

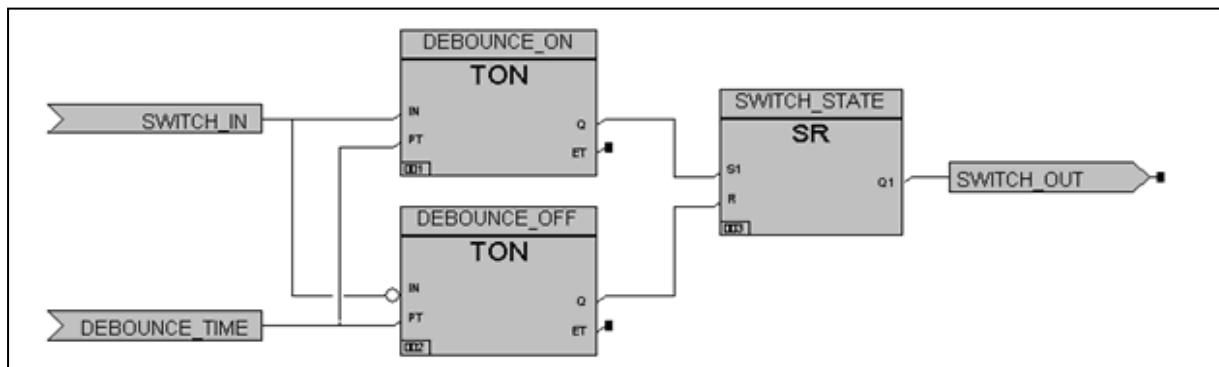


Figure IV.1 : Réseau FBD simple.

IV.4.2. 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 bobines et contacts qui sont reliés par des liens (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 fonction qui ont une seule entrée et une seule sortie binaire peuvent être utilisés dans le diagramme LD.

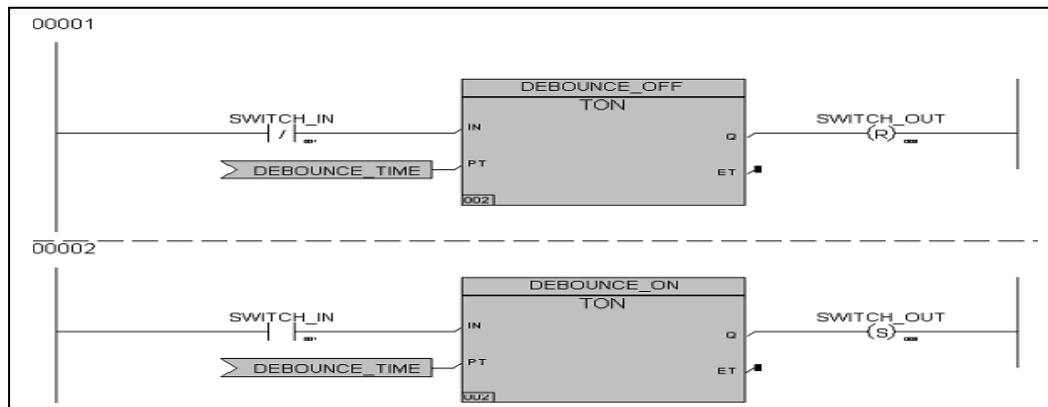


Figure IV.2 : Réseau LD (« ladder Diagram »,

IV.4.3. 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 (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

```

Figure IV.3 : Langage ST.

IV.4.4. 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 (Fig IV.4).

			Effect	OR	OR	OR	OR	OR
			Description	High level alarm indicator for tank 1	High level alarm indicator for tank 2	High level alarm indicator for tank 3	High level alarm indicator for tank 4	High level alarm indicator for tank 5
Cause	Description		E01	E02	E03	E04	E05	
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				

Figure IV.4 : Langage CEMPLE.

IV.5. 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.5.1. 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.5.2. L'Arbre de Déclaration :

L'Arbre de la Déclaration inscrit les déclarations pour les programmes, fonctions et blocs de fonctions (Fig IV.5).

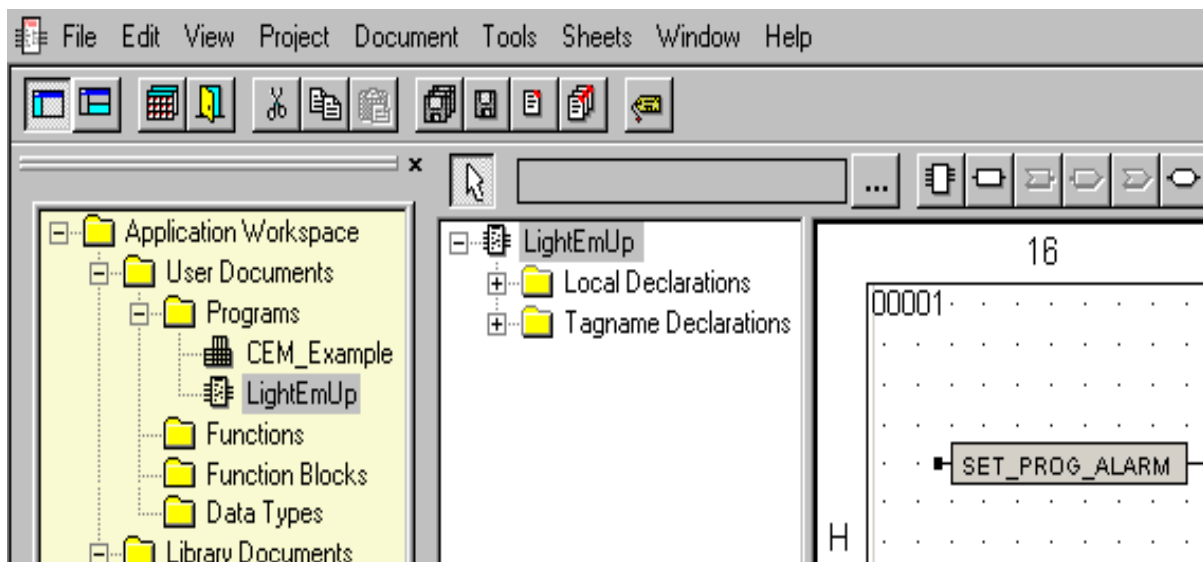


Figure IV.5 : L'arbre de déclaration.

IV.5.3.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 » (Fig IV.6).

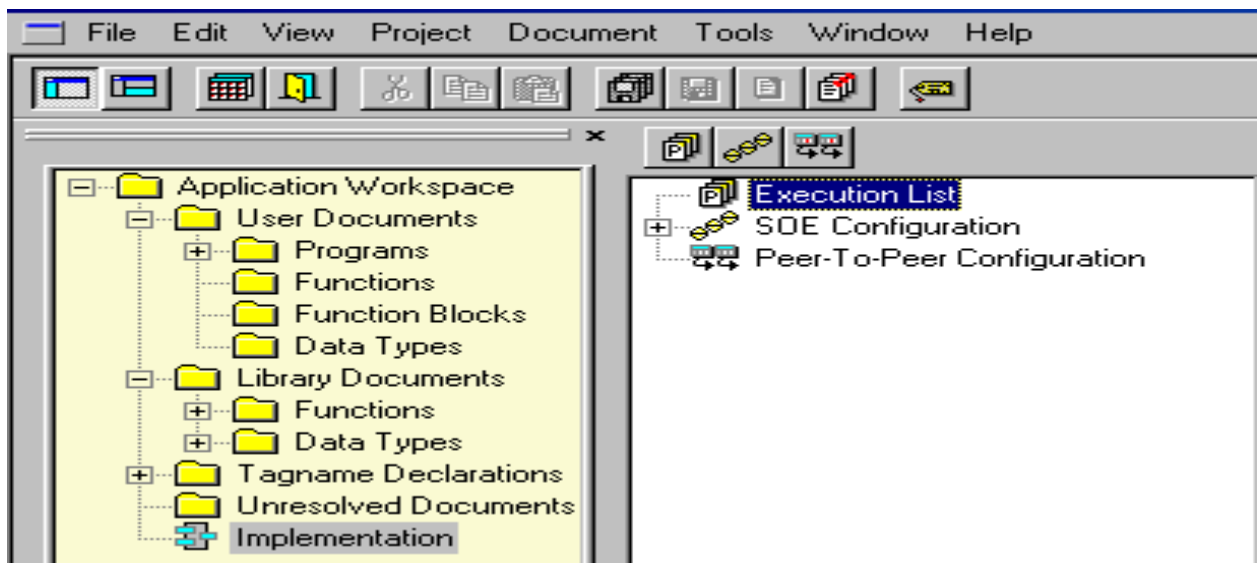


Figure IV.6 : Arbre de déclaration

IV.5.4. 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.5.5. 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.6. 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 » (Fig.IV.7).

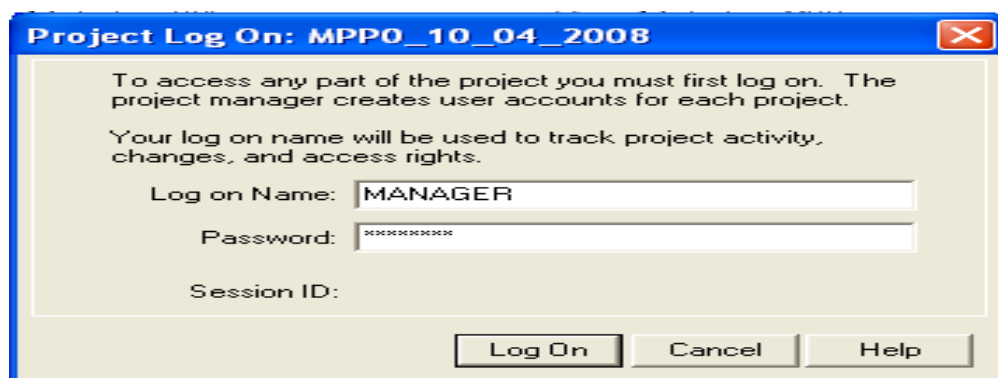


Figure IV.7

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

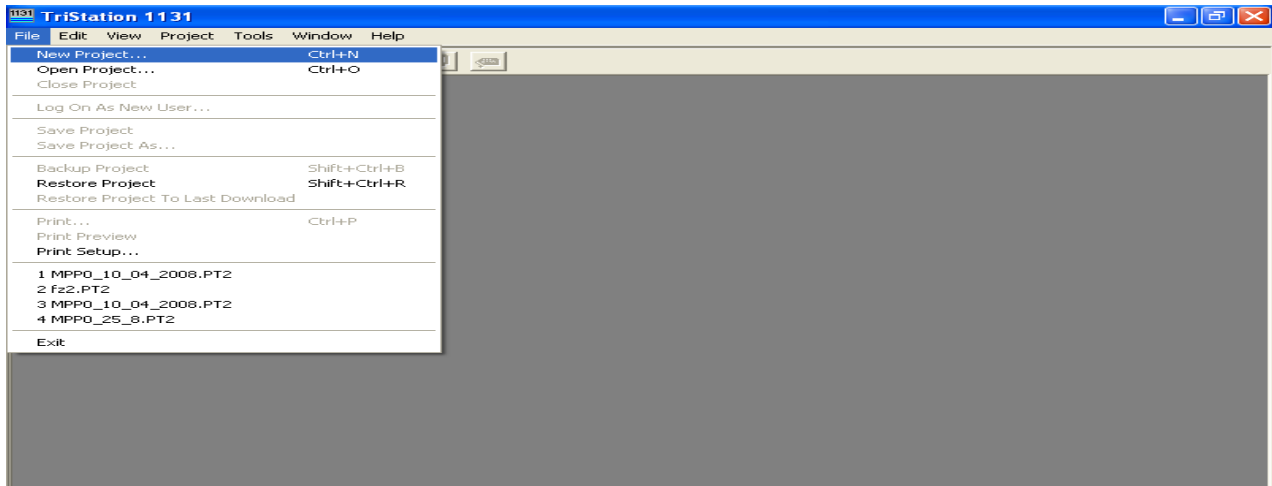


Figure IV.8

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

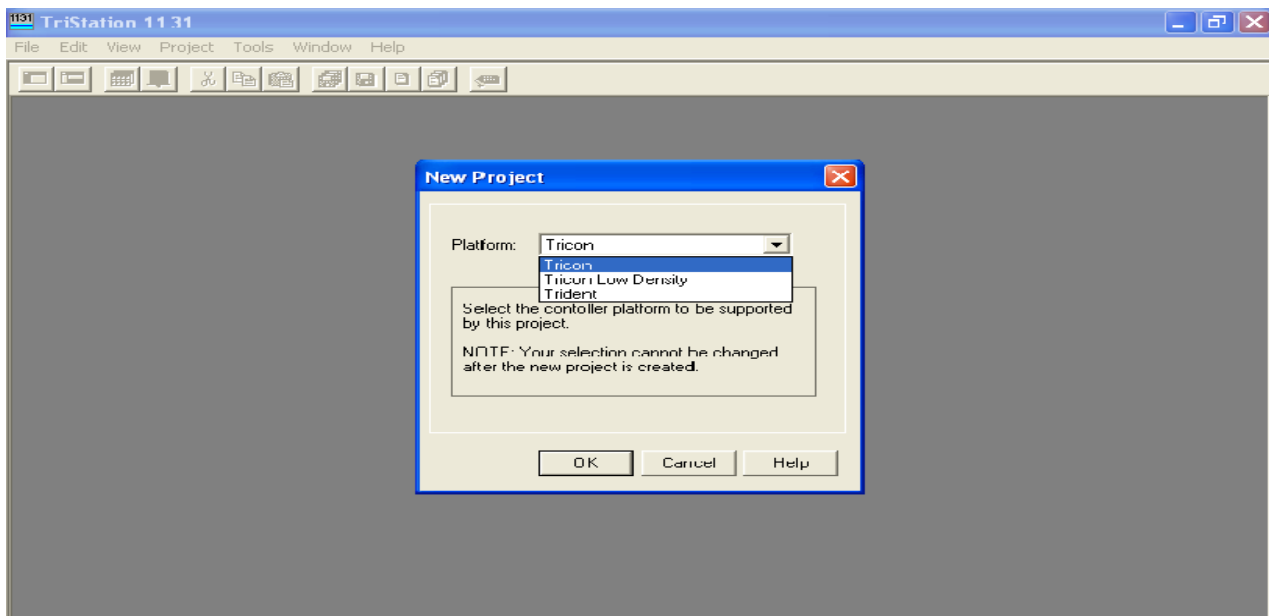


Figure IV.9

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

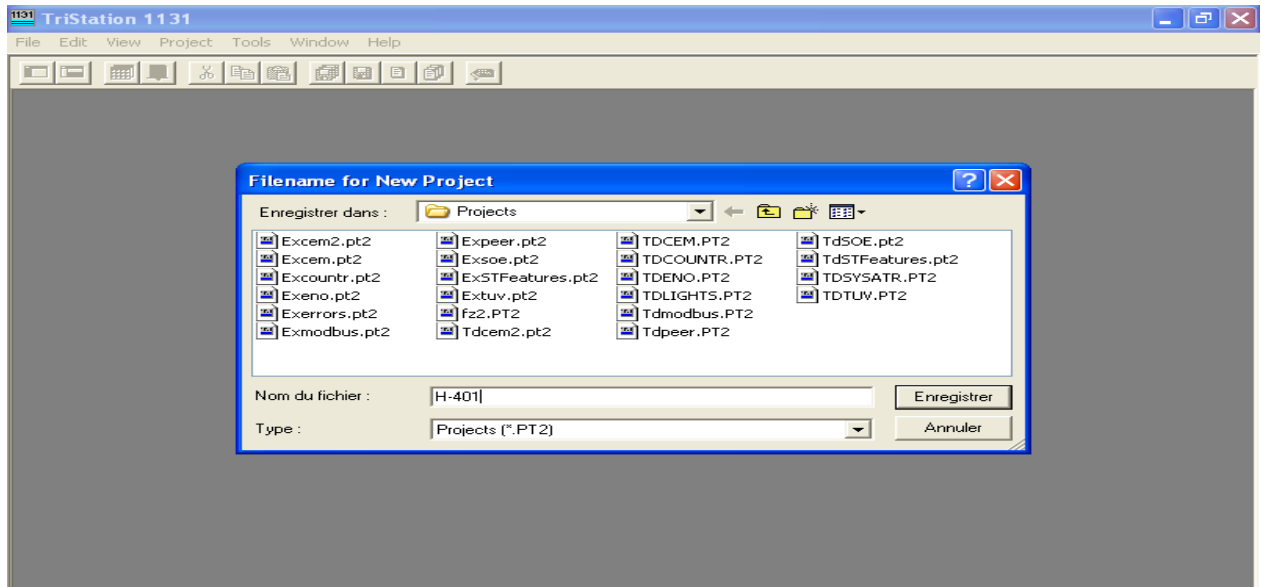


Figure IV.10

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

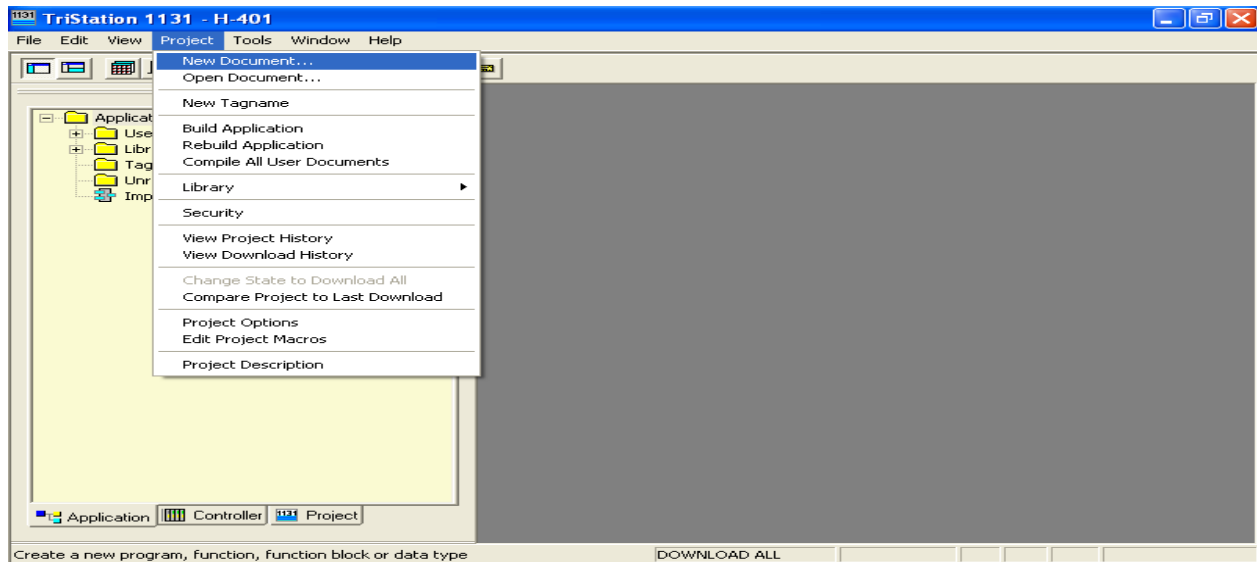


Figure IV.11

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

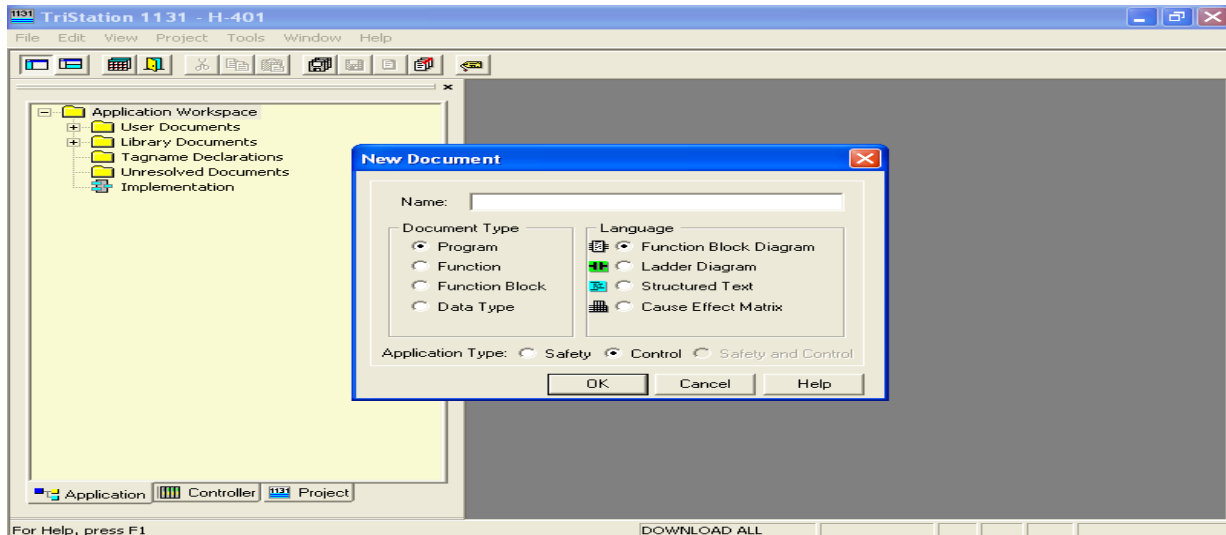


Figure IV.12

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

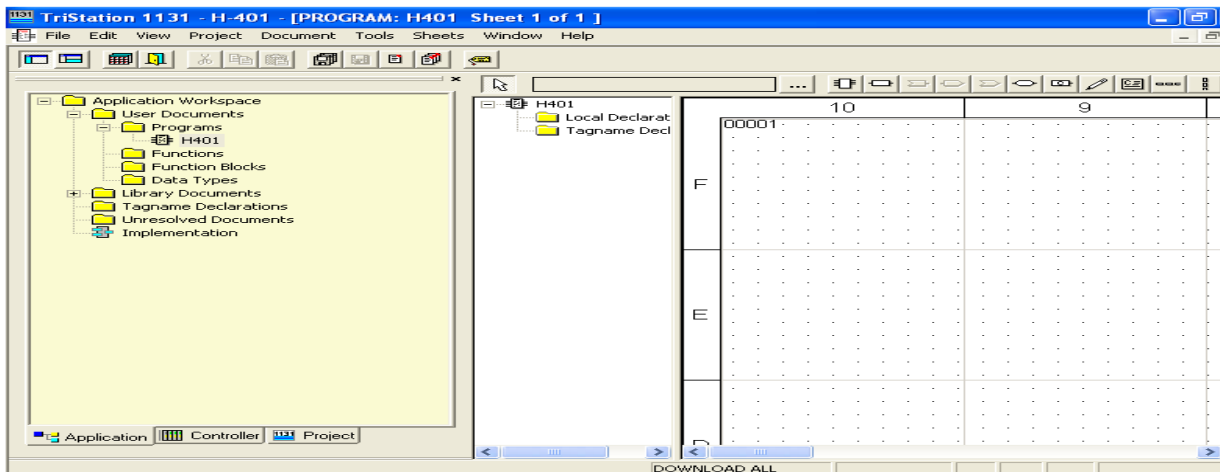


Figure IV.13

9. configuration matériel :

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 (Fig.IV.14).

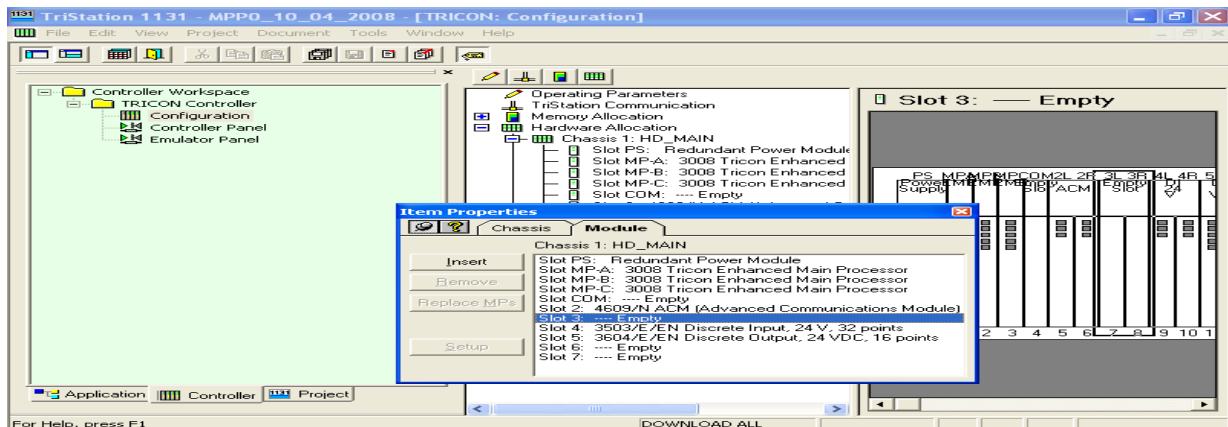


Figure IV.14

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** » (Fig. IV.15).

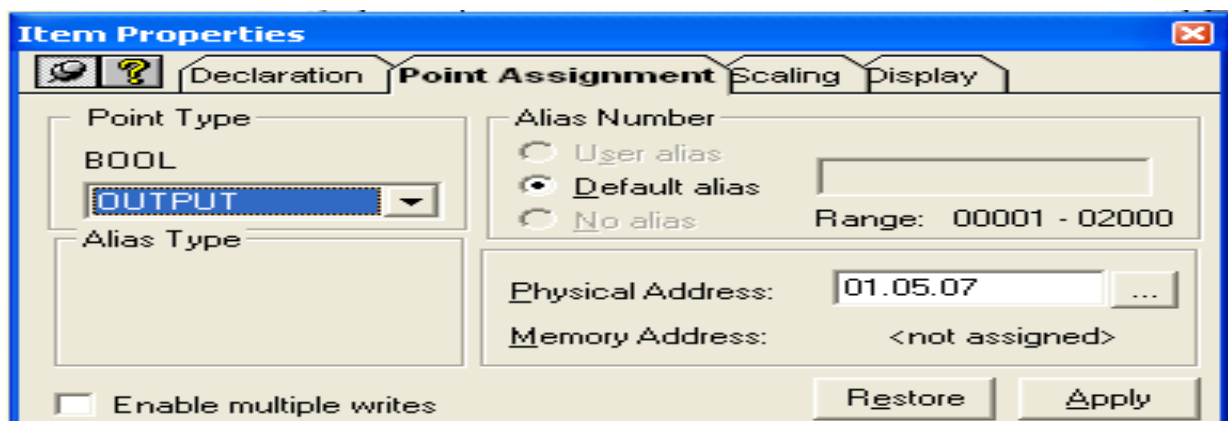


Figure IV.15

11. Simulation :

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

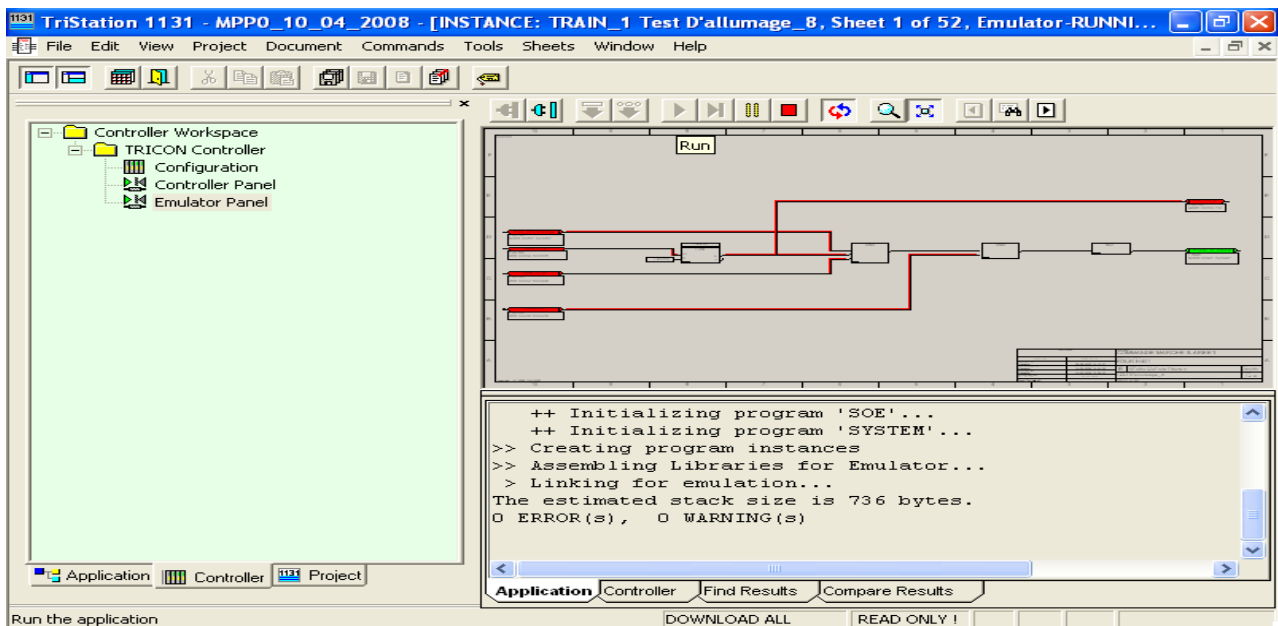
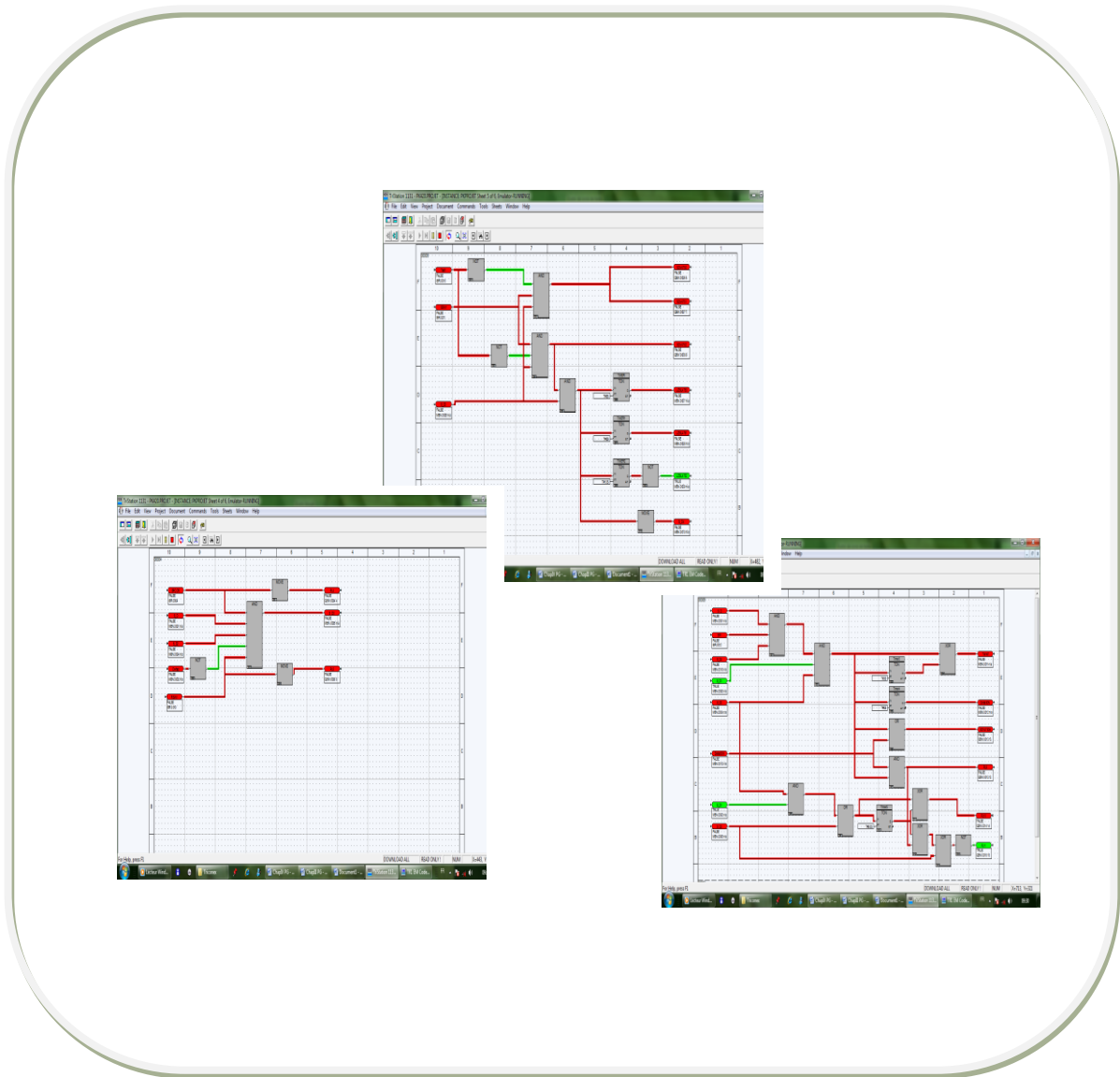


Figure IV.16

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

CHAPITRE V

Programmation et Simulation



Après la description du four et son mode de fonctionnement (les séquences de démarrage et d'arrêt), l'API TRICONEX et son logiciel de programmation Tristation1131, ce présent chapitre consiste à l'élaboration de programme de commande du four.

Le langage utilisé pour la programmation est le FBD « Function Block Diagram».

V.1 Listes des entrées, sorties et mémoires :

V.1.1.Liste des entrées logiques :

TAGNAME	DESCRIPTION
LES FINS DE COURSE	
HV4801	Vanne brûleur principal 1 (fin de course HZSL4801)
HV4802	Vanne brûleur principal 2 (fin de course HZSL4802)
HV4803	Vanne brûleur principal 3 (fin de course HZSL4803)
HV4804	Vanne brûleur principal 4 (fin de course HZSL4804)
HV4805	Vanne brûleur principal 5 (fin de course HZSL4805)
HV4806	Vanne brûleur principal 6 (fin de course HZSL4806)
HV4807	Vanne brûleur principal 7 (fin de course HZSL4807)
HV4808	Vanne brûleur principal 8 (fin de course HZSL4808)
HV_4810	Vanne de refoulement de la soufflante.
Registre_Open	Fin de course HZSH4800
HV4801_Open	Fin de course HZSL4801
HV4802_Open	Fin de course HZSL4802
HV4803_Open	Fin de course HZSL4803
HV4804_Open	Fin de course HZSL4804
HV4805_Open	Fin de course HZSL4805
HV4806_Open	Fin de course HZSL4806
HV4807_Open	Fin de course HZSL4807
HV4808_Open	Fin de course HZSL4808

LES SELECTEURS	
Cos_3_1	Sélecteur ON / OF Allumage Pilote 1
Cos_3_2	Sélecteur ON / OF Allumage Pilote 2
Cos_3_3	Sélecteur ON / OF Allumage Pilote 3
Cos_3_4	Sélecteur ON / OF Allumage Pilote 4
Cos_3_5	Sélecteur ON / OF Allumage Pilote 5
Cos_3_6	Sélecteur ON / OF Allumage Pilote 6
Cos_3_7	Sélecteur ON / OF Allumage Pilote 7
Cos_3_8	Sélecteur ON / OF Allumage Pilote 8
Cos_4_1	Sélecteur ON / OF Pilot 1
Cos_4_2	Sélecteur ON / OF Pilot 2
Cos_4_3	Sélecteur ON / OF Pilot 3
Cos_4_4	Sélecteur ON / OF Pilot 4
Cos_4_5	Sélecteur ON / OF Pilot 5
Cos_4_6	Sélecteur ON / OF Pilot 6
Cos_4_7	Sélecteur ON / OF Pilot 7
Cos_4_8	Sélecteur ON / OF Pilot 8
AUTO_MAN_SW	Sélecteur AUTO / MAN

BOUTON POUSSOIR	
B_10	Bouton poussoir test Lampe

LES FACTEURS DE DECLENCHEMENTS	
FZLL_4107	H_401 IN
TZHH_4106	H_401 Feed OUT (sortie des passes)
TZHH_4809	H_401 Flue Gaz (cheminée)
LZLL_4102	T_401 Bot
LZHH_4013	V405

DETECTEURS DE FLAMMES	
BE4801	Détecteur de Flamme 1
BE4802	Détecteur de Flamme 2
BE4803	Détecteur de Flamme 3
BE4804	Détecteur de Flamme 4
BE4805	Détecteur de Flamme 5
BE4806	Détecteur de Flamme 6
BE4807	Détecteur de Flamme 7
BE4808	Détecteur de Flamme 8

LES ELECTROVANNES	
Pilote_1_Open	Electrovanne Pilote 1 Désexcité
Pilote_2_Open	Electrovanne Pilote 2 Désexcité
Pilote_3_Open	Electrovanne Pilote 3 Désexcité
Pilote_4_Open	Electrovanne Pilote 4 Désexcité
Pilote_5_Open	Electrovanne Pilote 5 Désexcité
Pilote_6_Open	Electrovanne Pilote 6 Désexcité
Pilote_7_Open	Electrovanne Pilote 7 Désexcité
Pilote_8_Open	Electrovanne Pilote 8 Désexcité

V.1.2.Les sorties Logiques :

TAGNAME	DESCRIPTION
LES LAMPES	
RL_4	Lampe registre Open
RL_16	Lampe HV_4802 Open
RL_17	Lampe HV_4803 Open
RL_18	Lampe HV_4804 Open
RL_19	Lampe HV_4805 Open
RL_20	Lampe HV_4806 Open
RL_21	Lampe HV_4807 Open
RL_22	Lampe HV_4808 Open
RL_23	Lampe HV_4801 Open
WL_5	Purge Achevée
WL_6	Près Allumage
WL_7_1	Pilote 1 Allumer
WL_7_2	Pilote 2 Allumer
WL_7_3	Pilote 3 Allumer
WL_7_4	Pilote 4 Allumer
WL_7_5	Pilote 5 Allumer
WL_7_6	Pilote 6 Allumer
WL_7_7	Pilote 7 Allumer
WL_7_8	Pilote 8 Allumer

LES ELECTROVANNES	
Pilote_1_Close	Electrovanne Pilote 1 Excité
Pilote_2_Close	Electrovanne Pilote 2 Excité
Pilote_3_Close	Electrovanne Pilote 3 Excité
Pilote_4_Close	Electrovanne Pilote 4 Excité
Pilote_5_Close	Electrovanne Pilote 5 Excité
Pilote_6_Close	Electrovanne Pilote 6 Excité
Pilote_7_Close	Electrovanne Pilote 7 Excité
Pilote_8_Close	Electrovanne Pilote 8 Excité
H401_SD	H401 Shut Down
B_6	Mettre le sélecteur en AUTO

V.1.3.Les mémoires :

TAGNAME	DESCRIPTION
Start_Soufflante	Démarrage de la Soufflante
Module_SD	Arrêt Module
Train1_SD	Arrêt Train1
HS_H401_SD	Arrêt Four H401 (Bouton poussoir)
TSHH_4809	Très Haute Température des Passes
TSHH_4106	Très Haute Température de Cheminée
PSLL_4801	Très Basse Pression de Fuel Gaz
PSHH_4801	Très Haute Pression de Fuel Gaz
FSSL_4107	Très Bas Débit du Condensât
LSLL_4102	Très bas Niveau dans la Colonne
LSHH_4013	Très Haut Niveau dans le V405
UV_4800_Open	Electrovanne
UV_4801_Open	Electrovanne

V.2. configuration matériel :

Dans notre projet on dispose de :

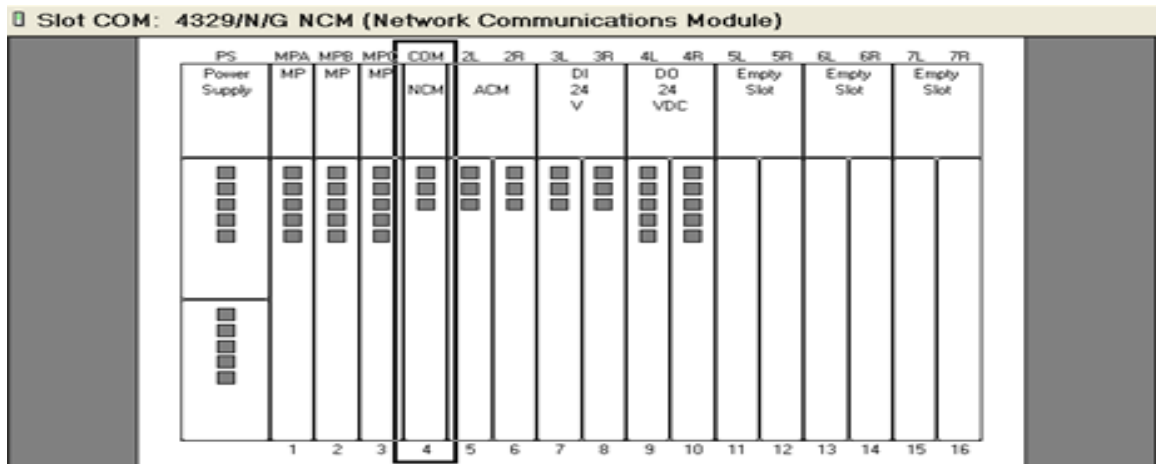
- Nombre d'entrées logiques : 57
- Nombre de sorties logiques : 29

Vu le nombre d'entrées dont on dispose, notre choix de configuration est le suivant :

MODULE	DESCRIPTION	NOMBRE
3503/E/EN	Entrée discrète 24V, 32 points	1
3504/E/EN	Entrée discrète 24V, 64 points	1
3604/E/EN	Sortie discrète 24V, 16 points	4
4609/N/ACM	Advanced communications module	1

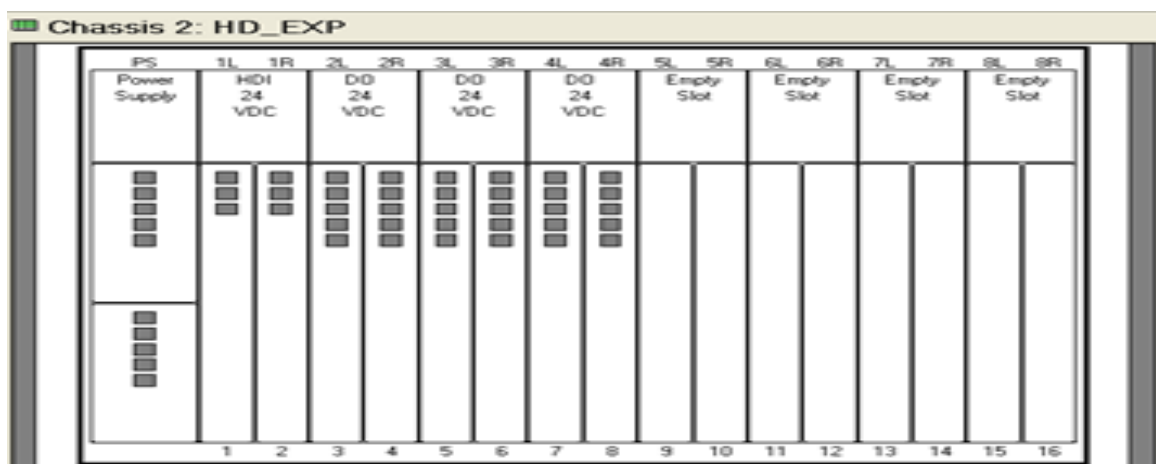
La configuration des châssis et la suivantes :

- **Châssis 1** : comporte les modules suivant de gauche vers la droite :
 - ✓ Slot PS : module redondant d'alimentation ;
 - ✓ Slot MP-A : 3008, Tricon processeur principal ;
 - ✓ Slot MP-B : 3008, Tricon processeur principal ;
 - ✓ Slot MP-C : 3008, Tricon processeur principal ;
 - ✓ Slot 2 : 4609/N ACM (Advanced communication module) ;
 - ✓ Slot 3 : 3503/E/EN discrète input, 24V ,32 points ;
 - ✓ Slot 4 : 3604/E/EN discrète output, 24V ,16 points ;



Châssis 1

- **Châssis 2** : comporte les modules suivant de gauche vers la droite :
 - ✓ Slot PS : module redondant d'alimentation ;
 - ✓ Slot 1 : 3504/E/EN discrète input, 24V ,64 points ;
 - ✓ Slot 2 : 3604/E/EN discrète output, 24V ,16 points ;
 - ✓ Slot 3 : 3604/E/EN discrète output, 24V ,16 points ;
 - ✓ Slot 4 : 3604/E/EN discrète output, 24V ,16 points ;

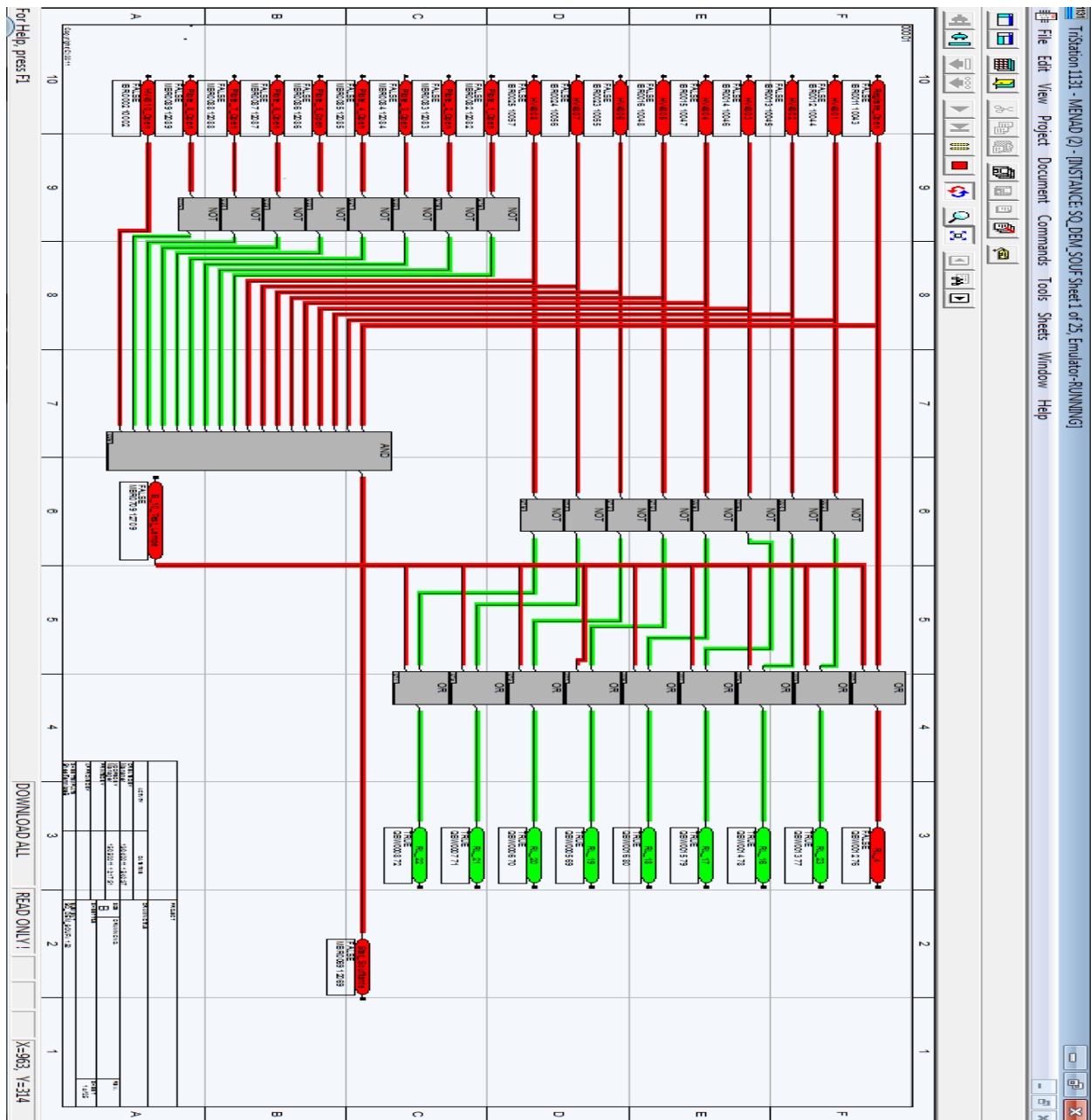


Châssis 2

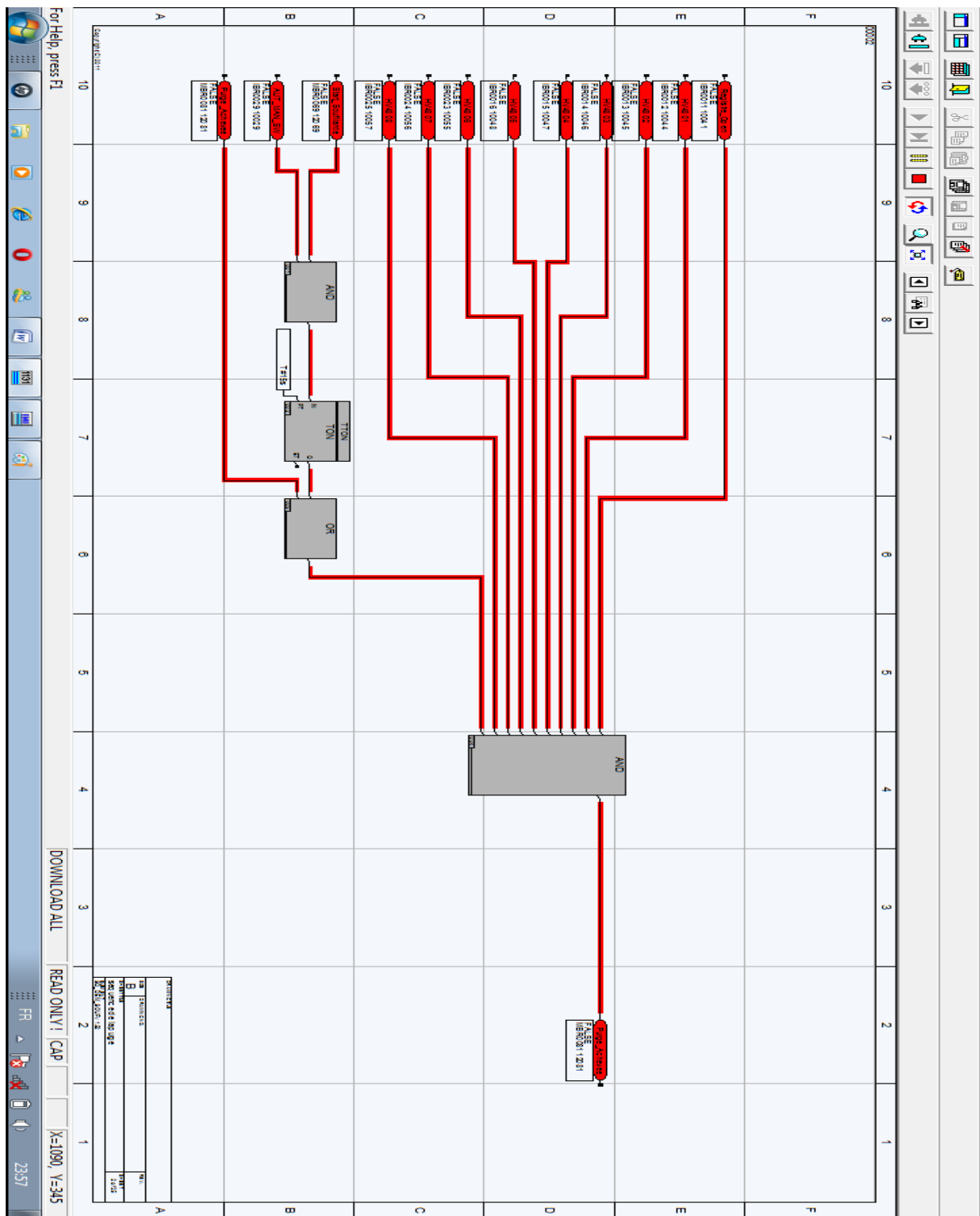
V.3. Programmation de démarrage et d'arrêt d'urgence du Four H401 :

Les différentes séquences du démarrage du Four H-401.

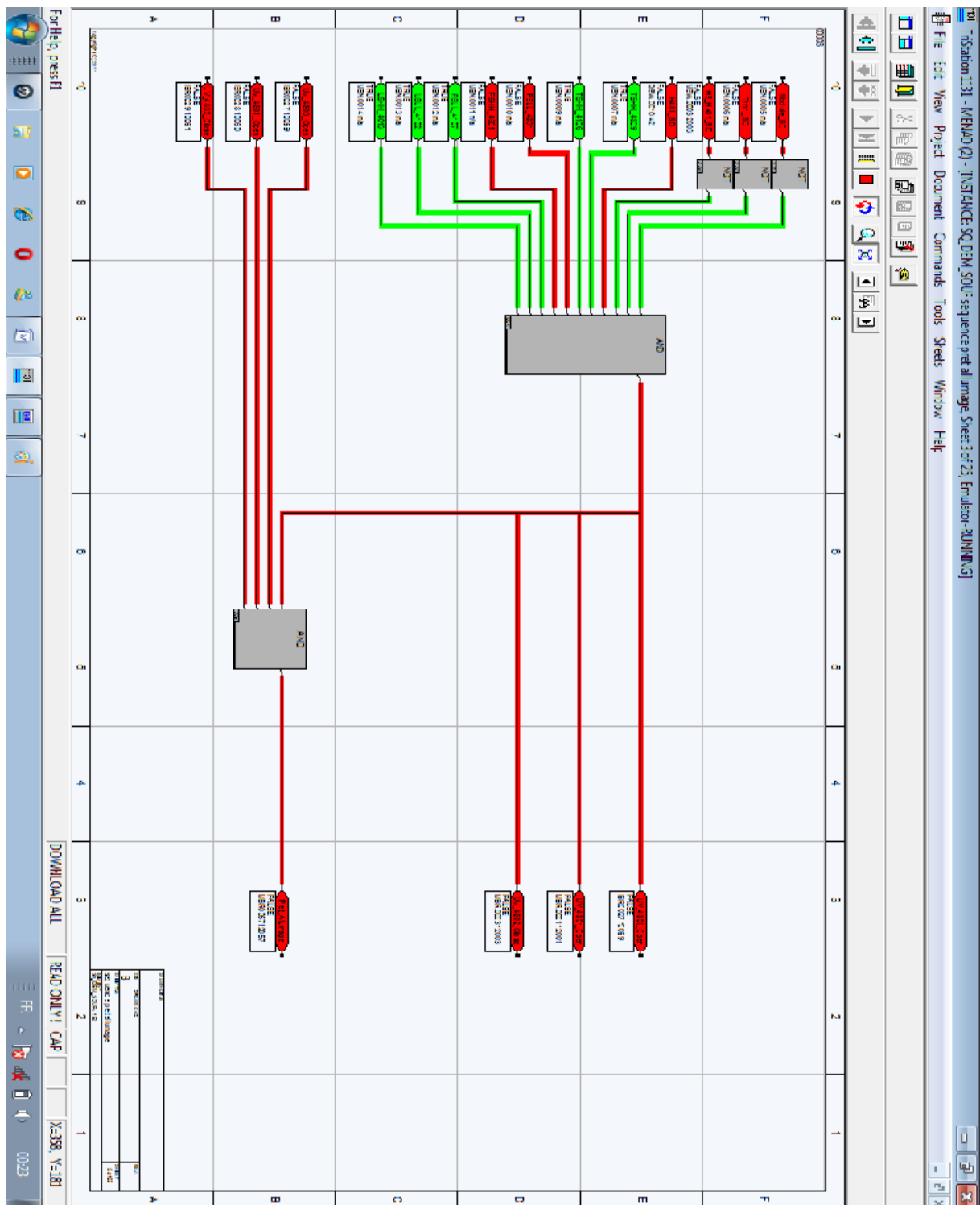
DEMARRAGE DE LA SOUFFLANTE



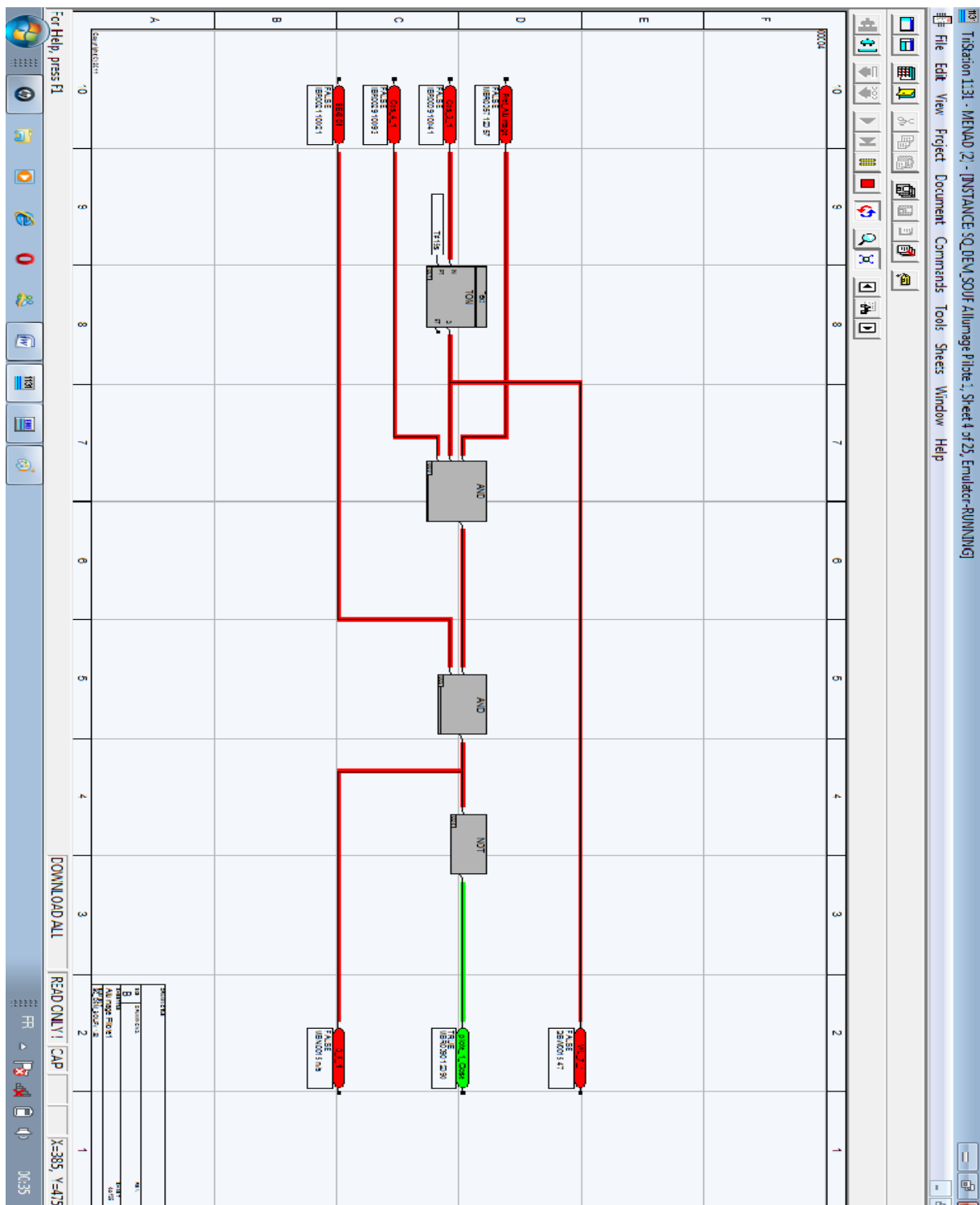
SEQUENCE DE LA PURGE



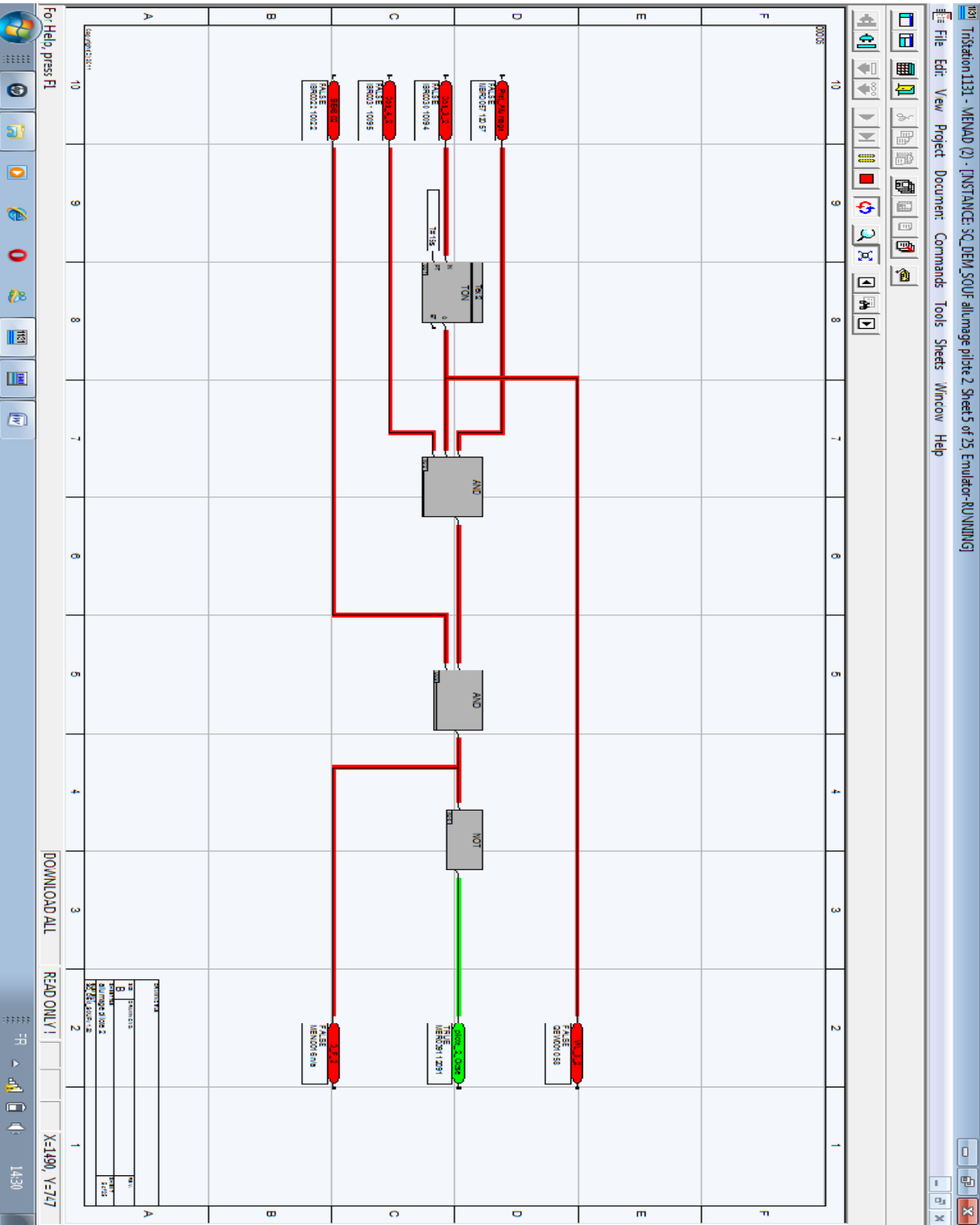
SEQUENCE DE PRET ALLUMAGE



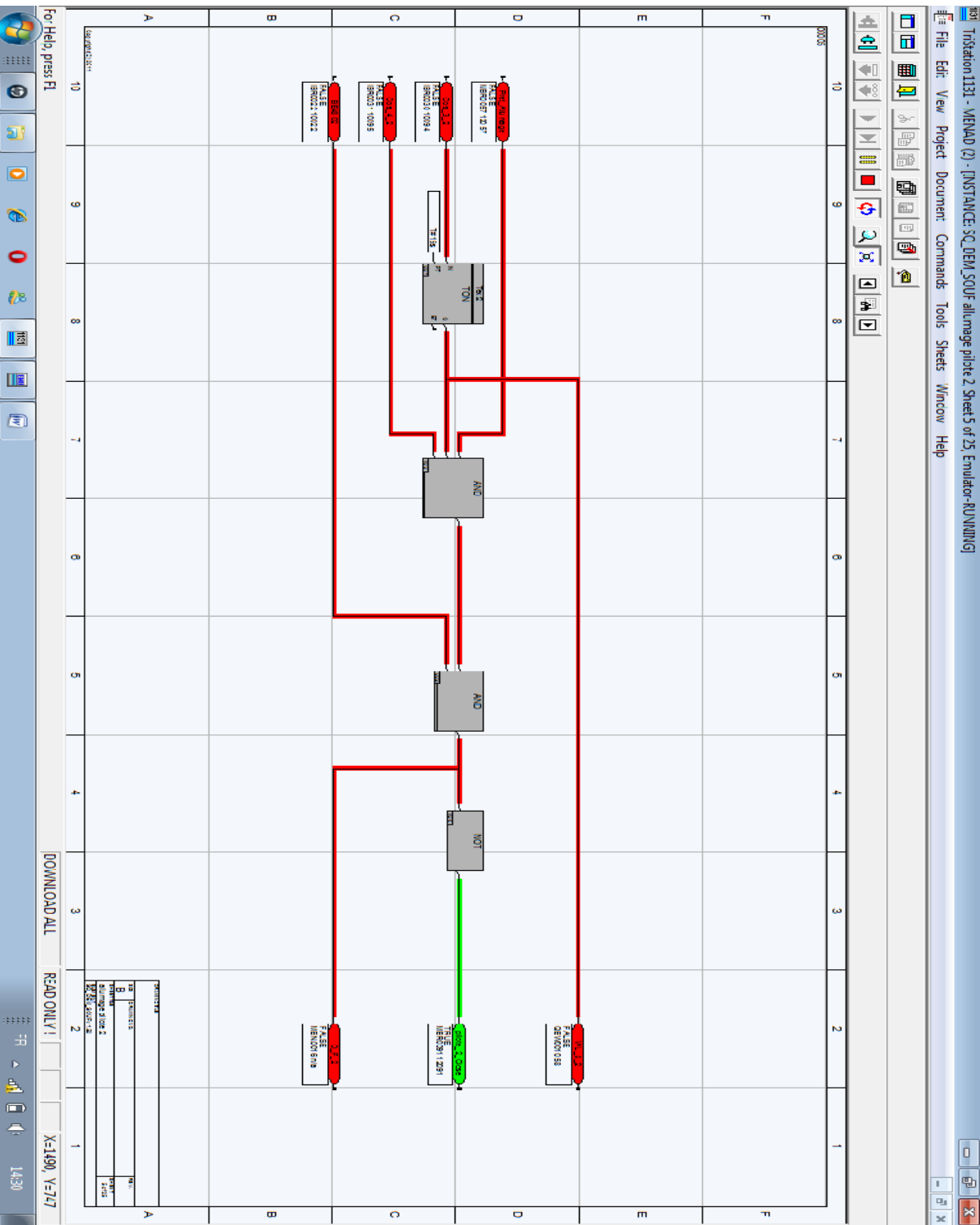
ALLUMAGE PILOTE-1



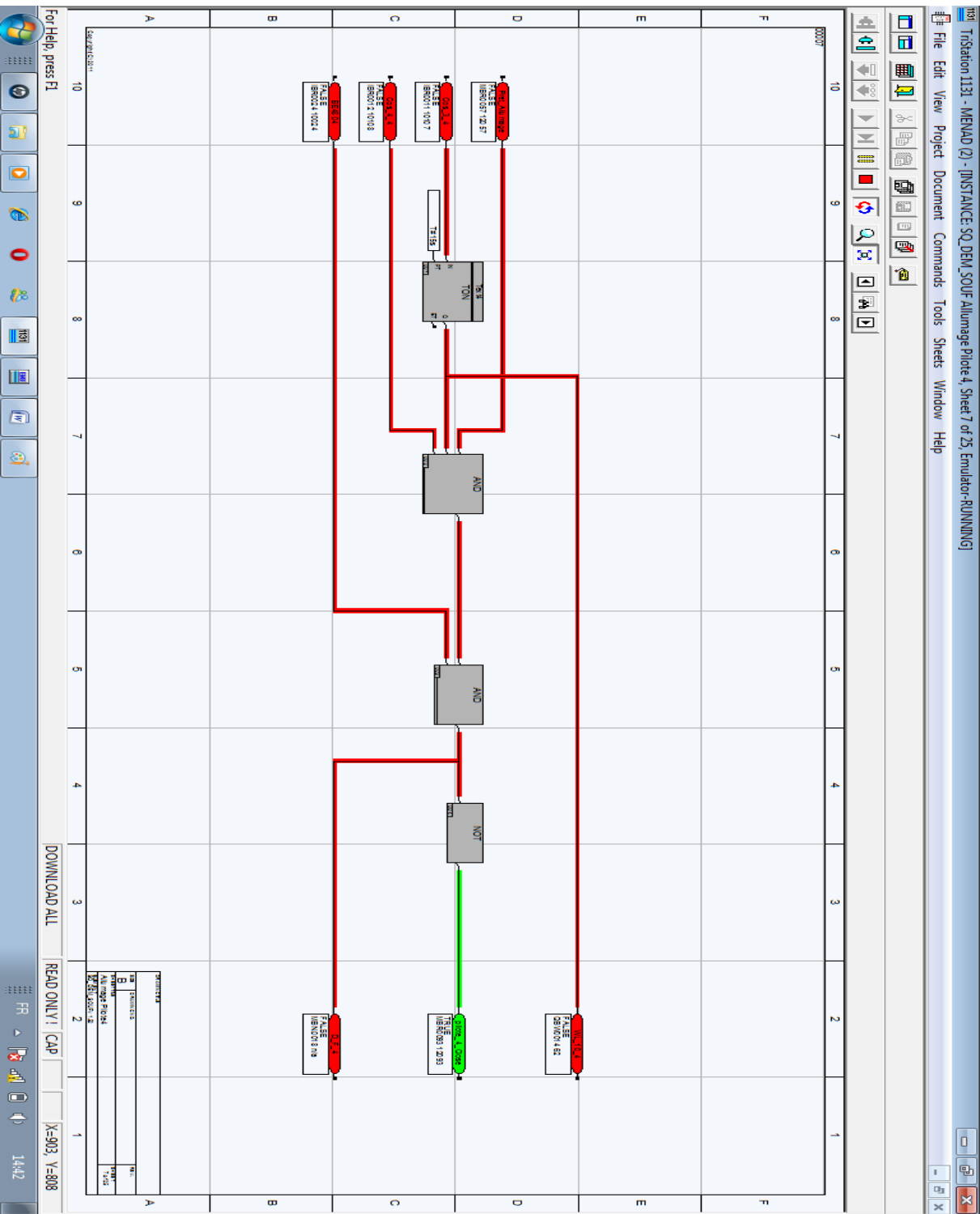
ALLUMAGE PILOTE-2



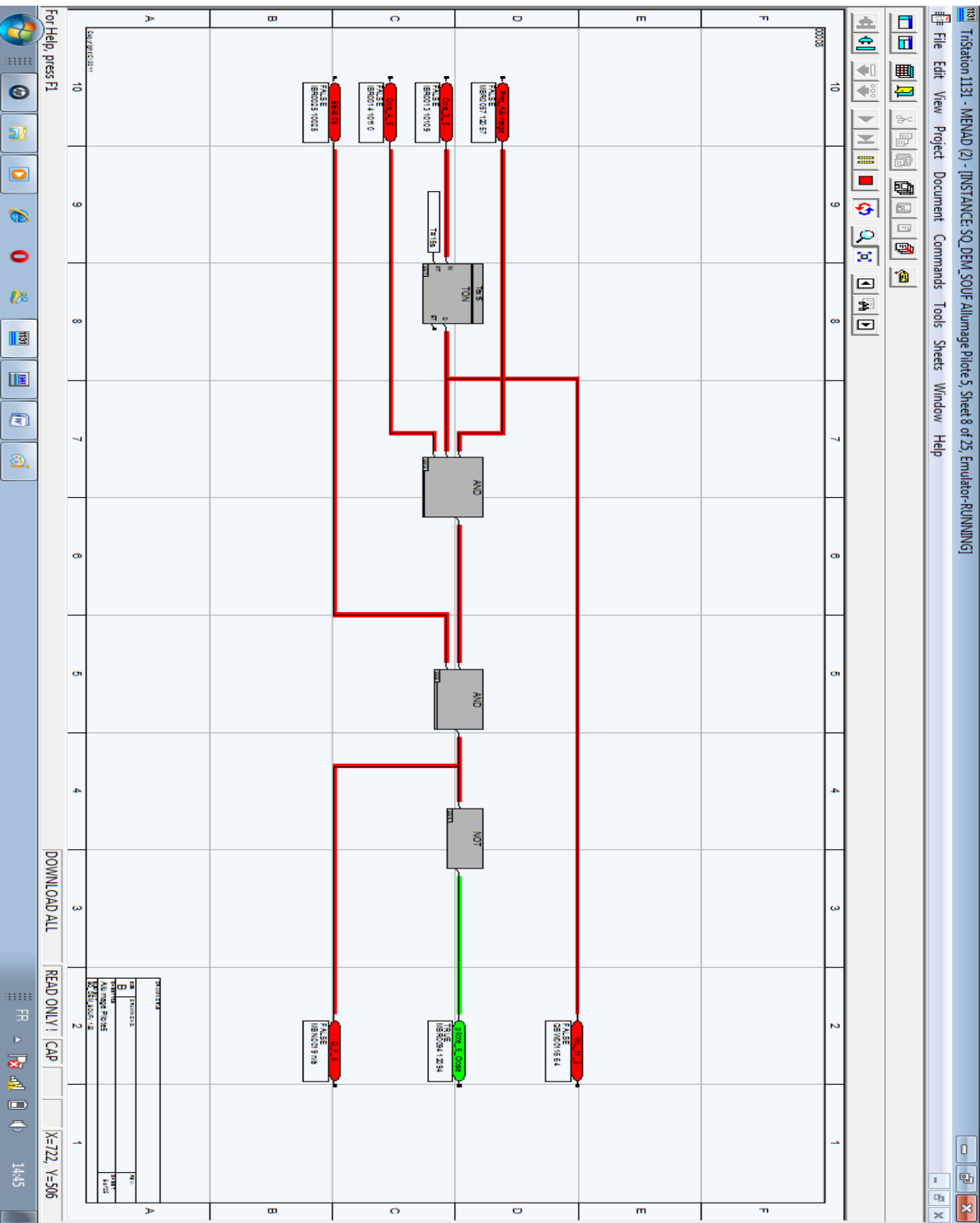
ALLUMAGE PILOTE-3

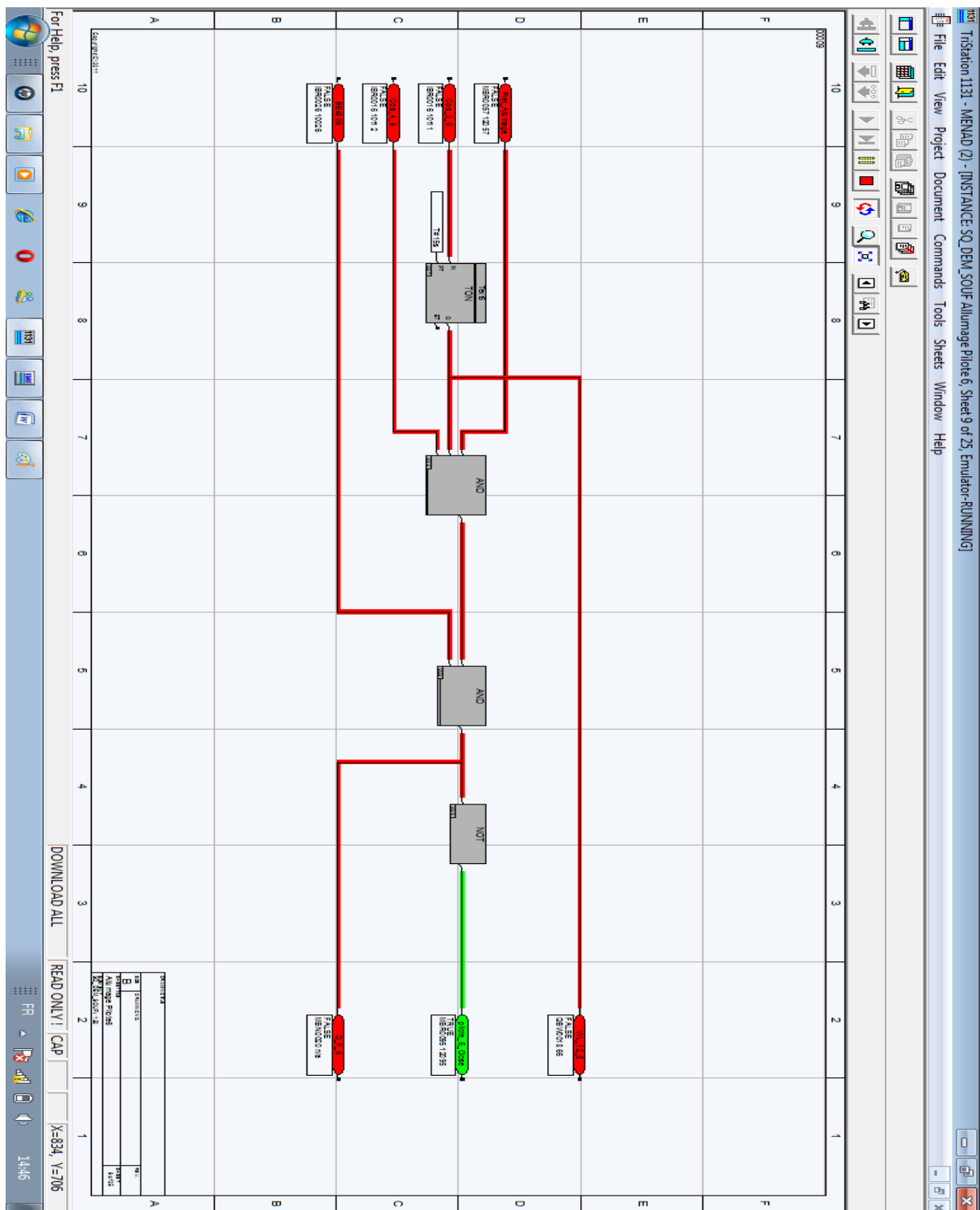


ALLUMAGE PILOTE-4

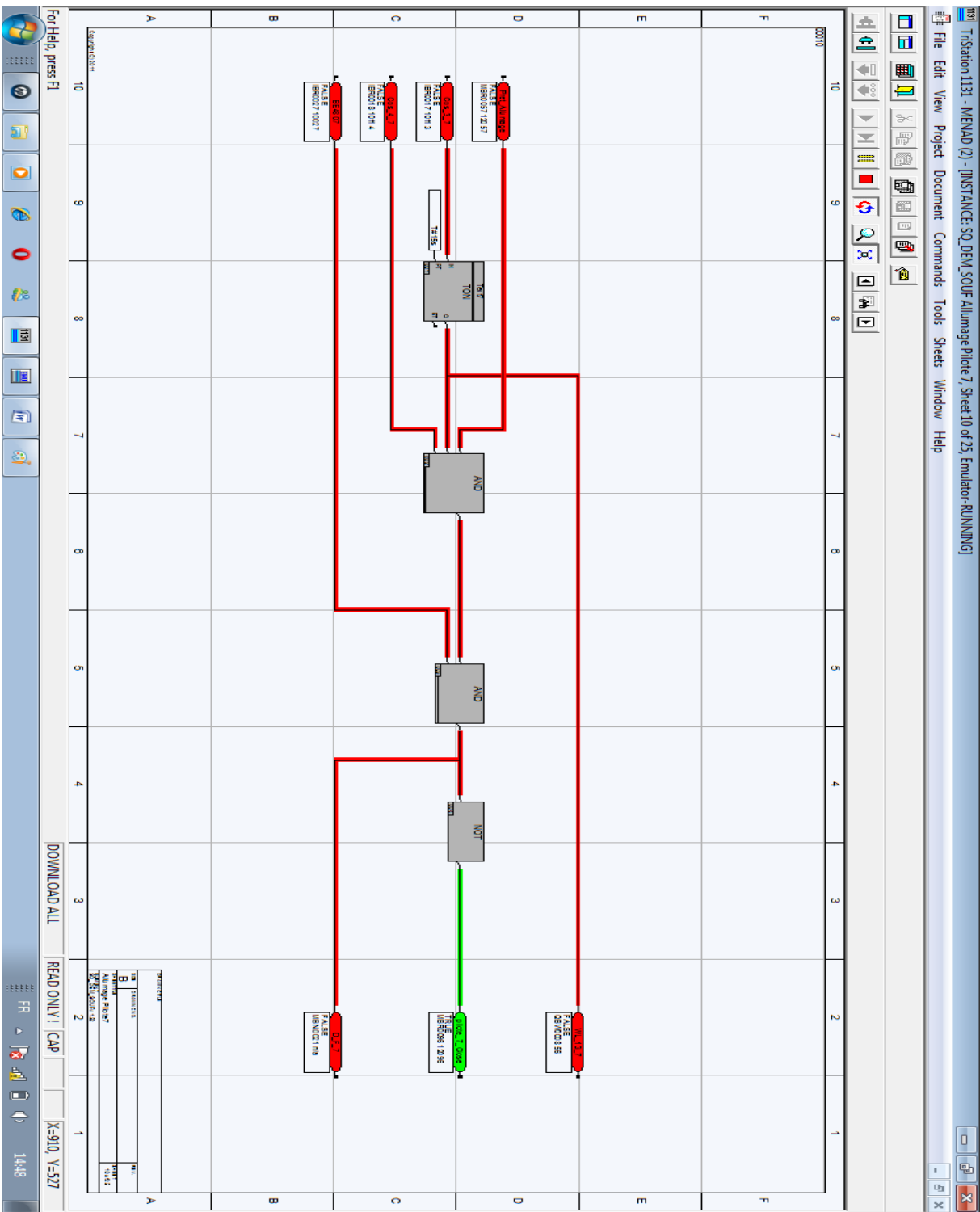


ALLUMAGE PILOTE-5

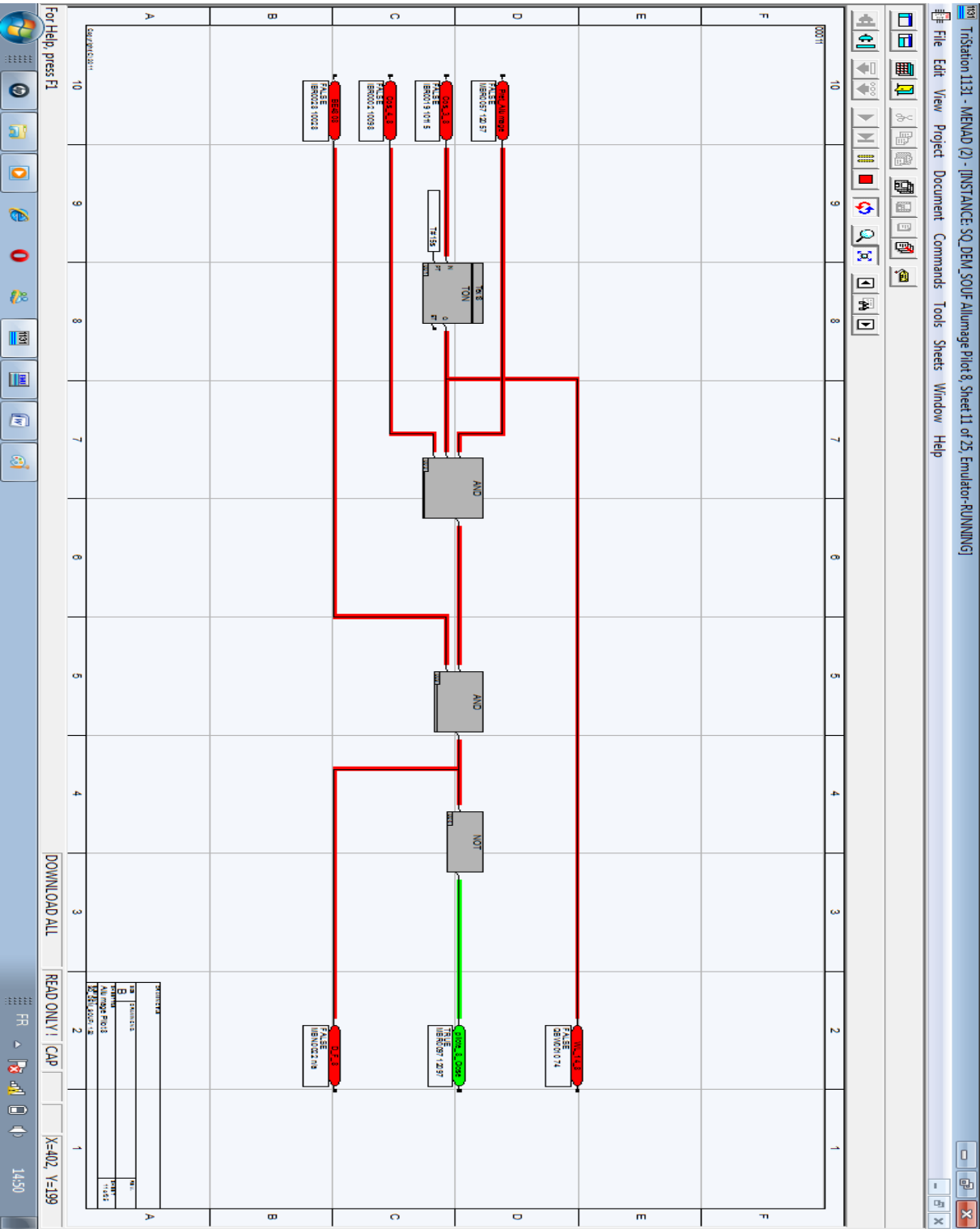


ALLUMAGE PILOTE-6

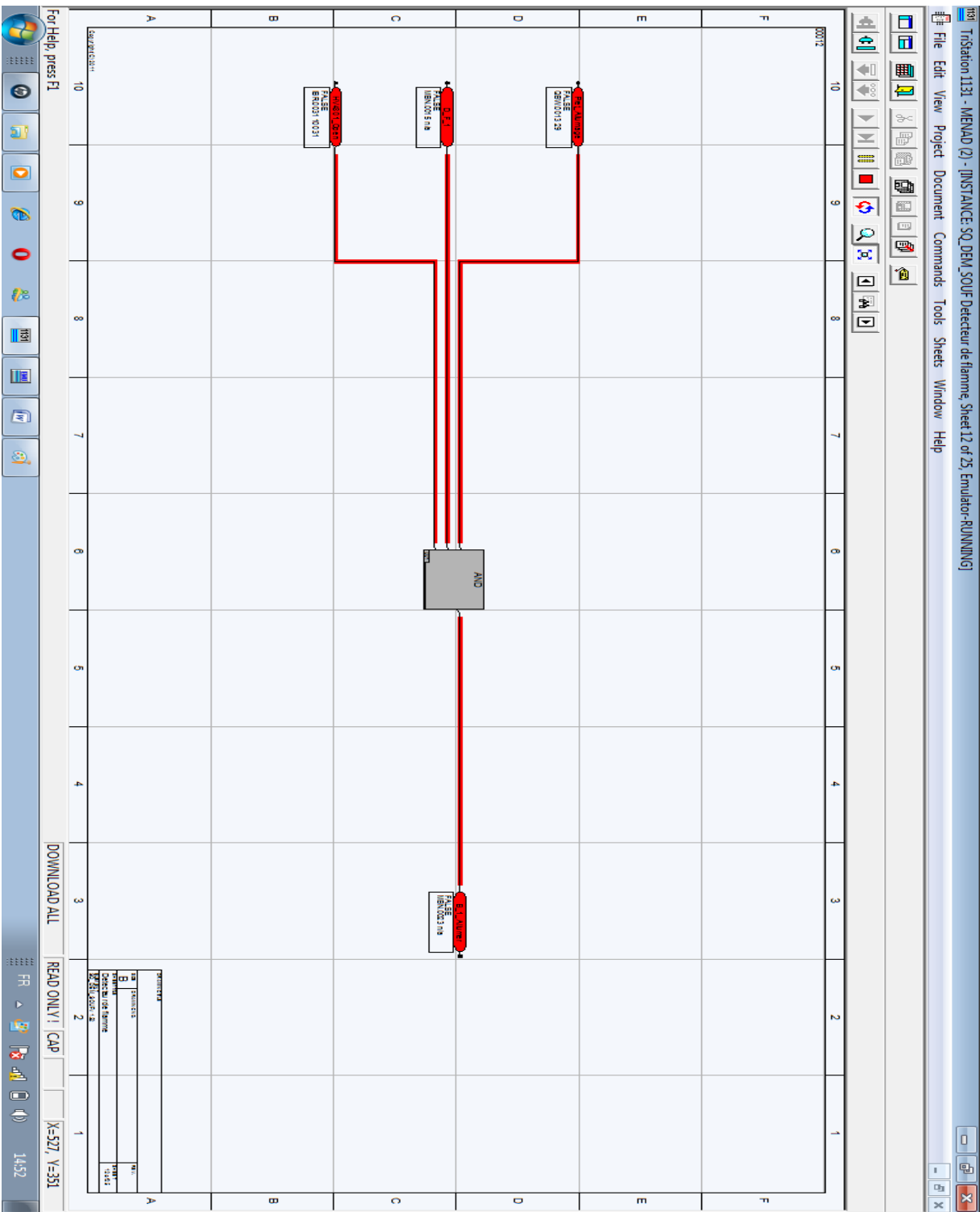
ALLUMAGE PILOTE-7



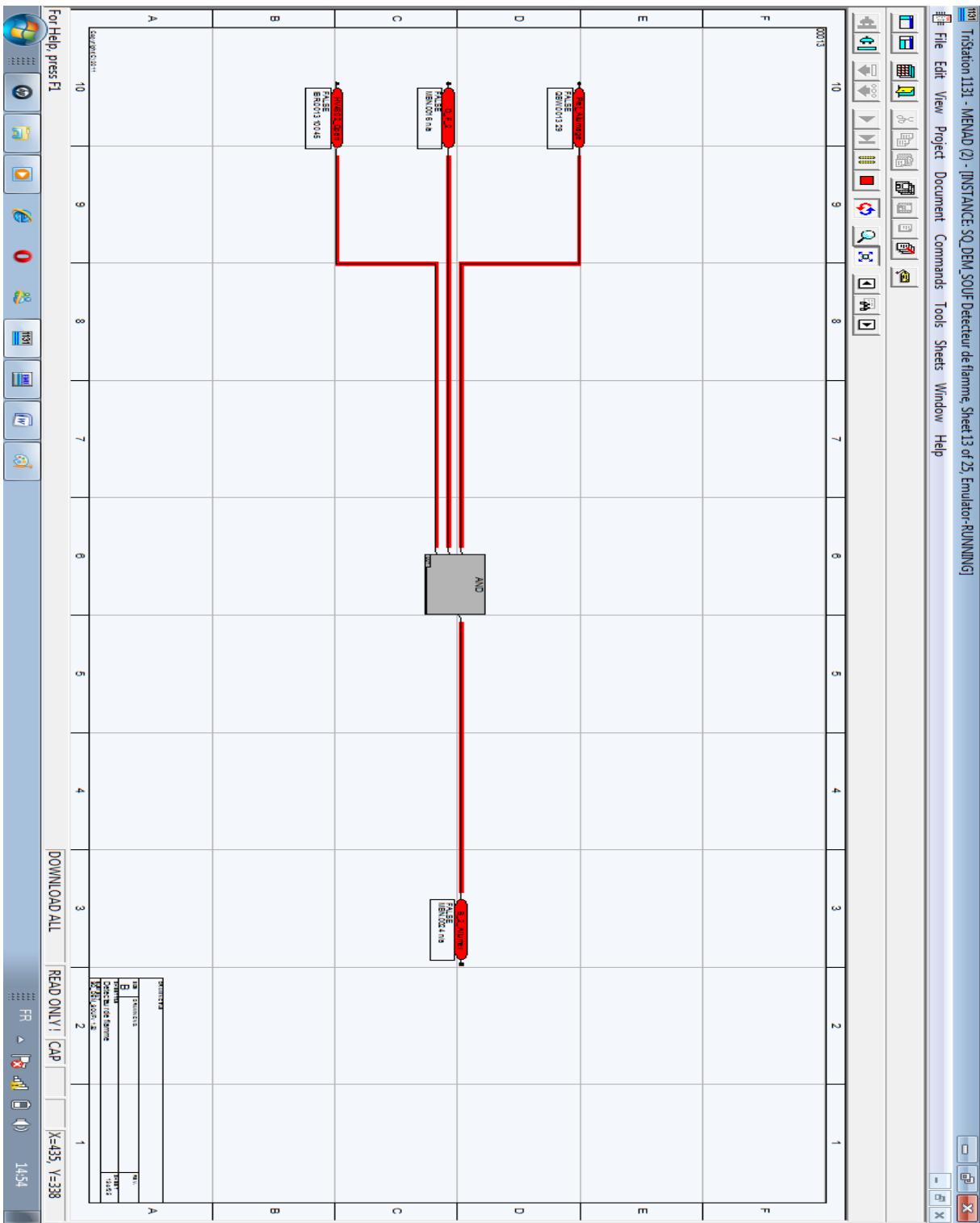
ALLUMAGE PILOTE-8



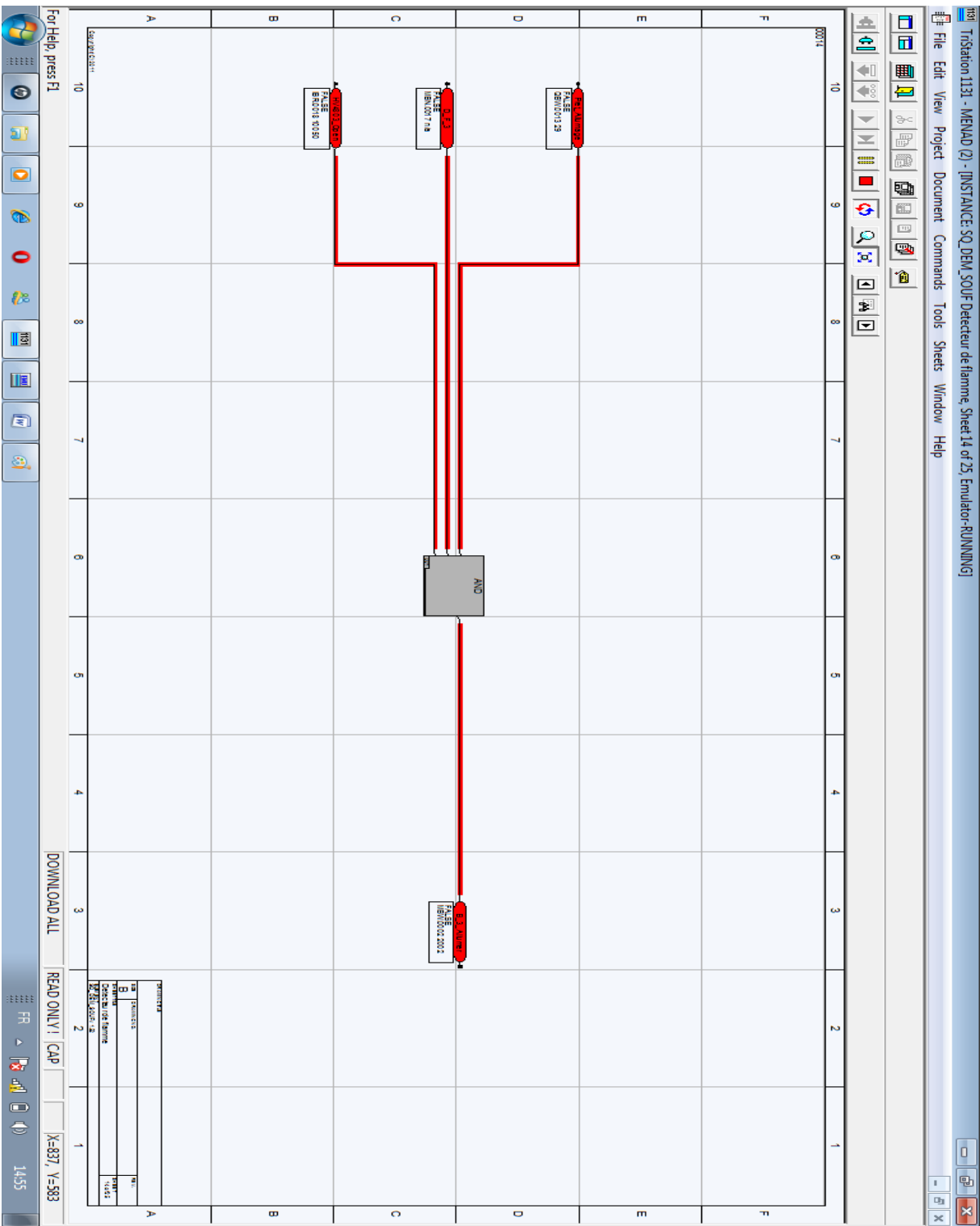
DETECTEUR DE FLAMME-1



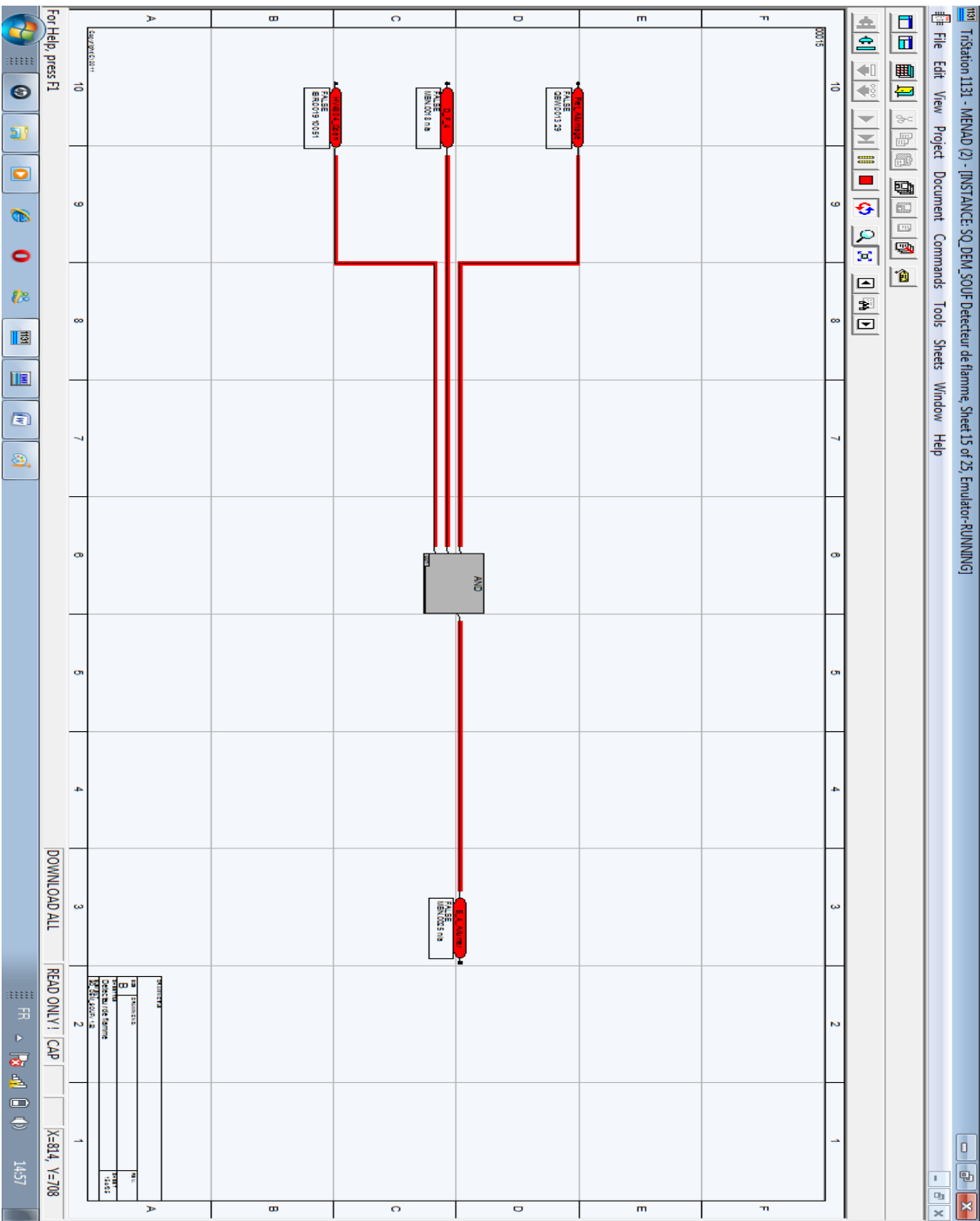
DETECTEUR DE FLAMME-2



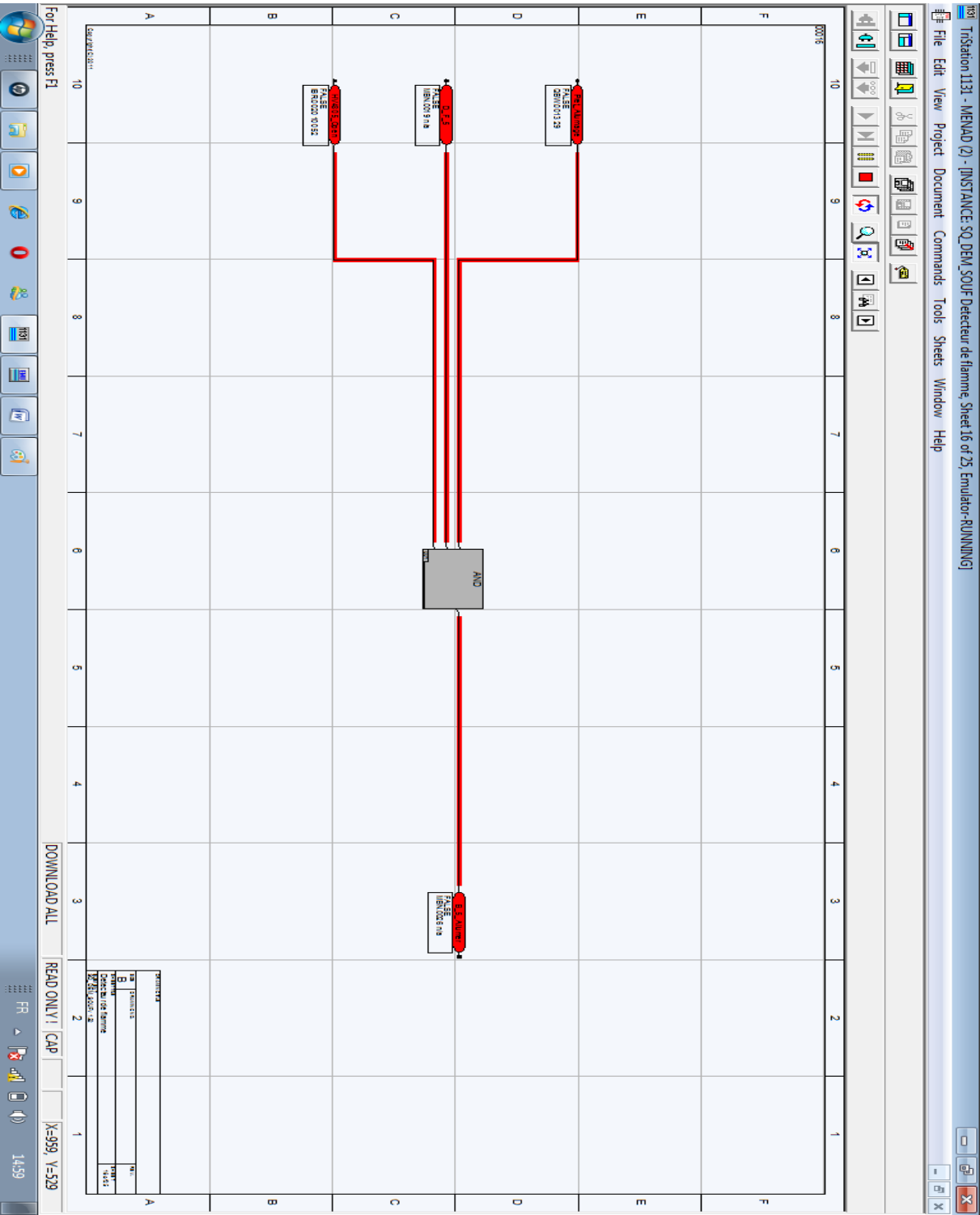
DETECTEUR DE FLAMME-3



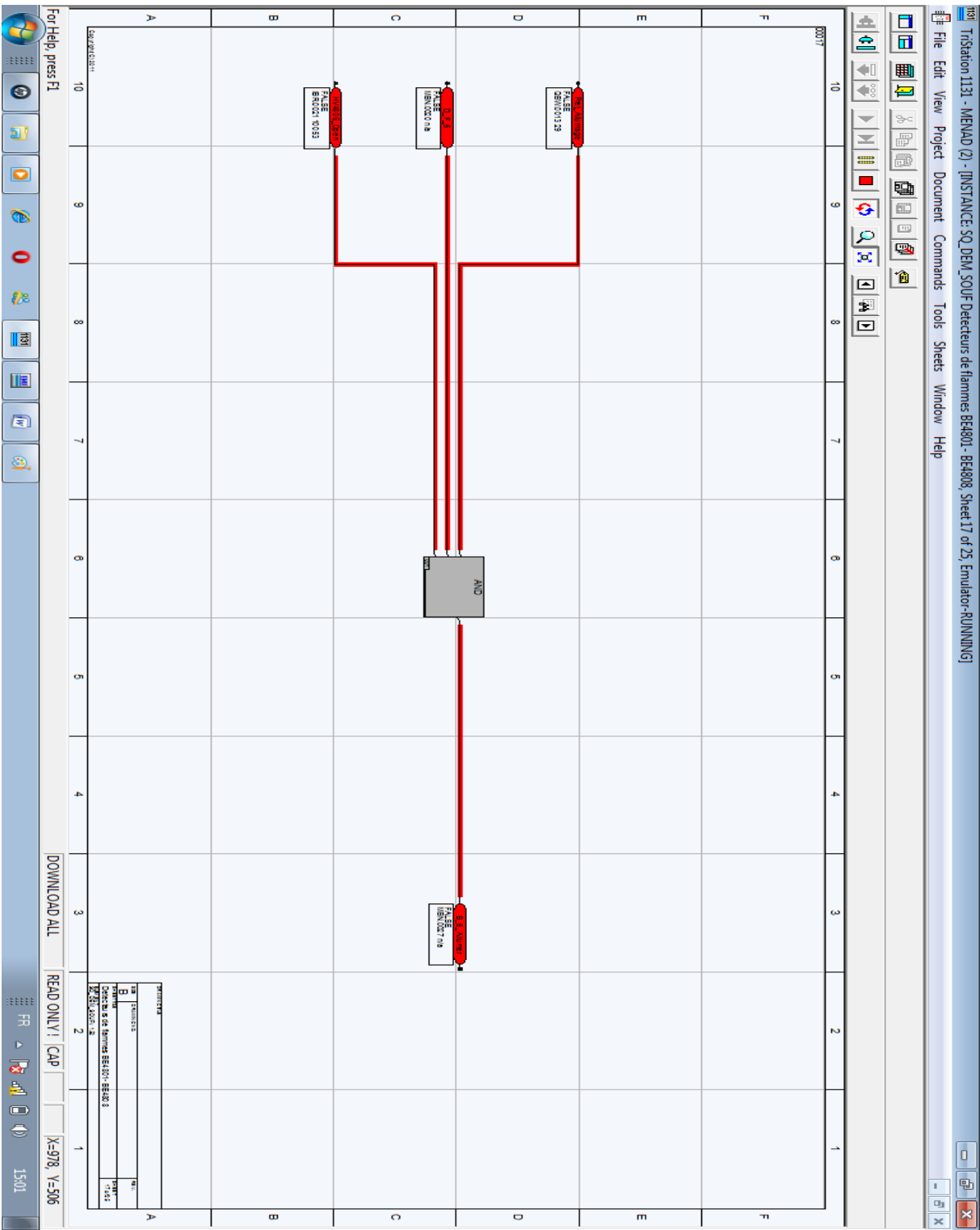
DETECTEUR DE FLAMME-4



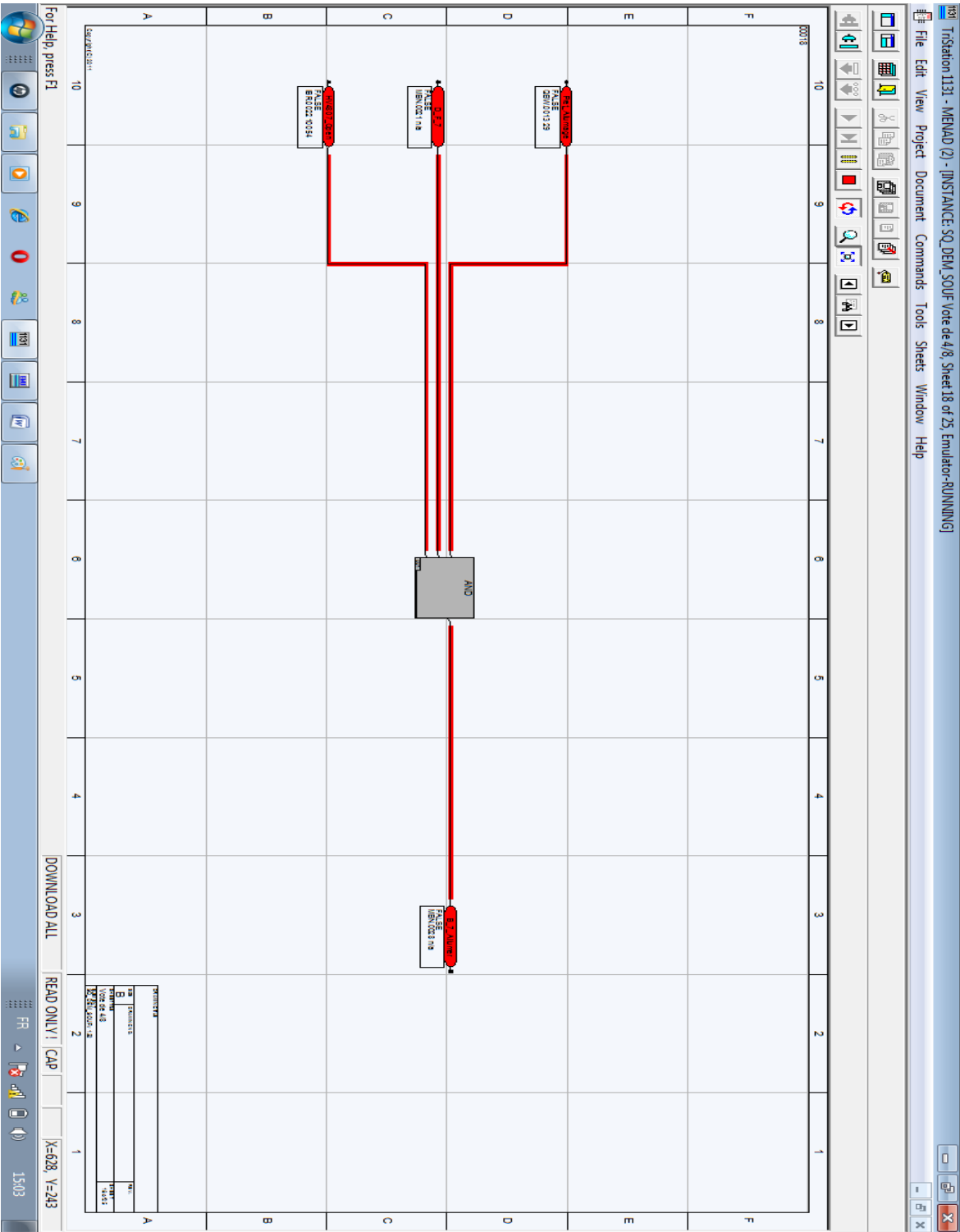
DETECTEUR DE FLAMME-5



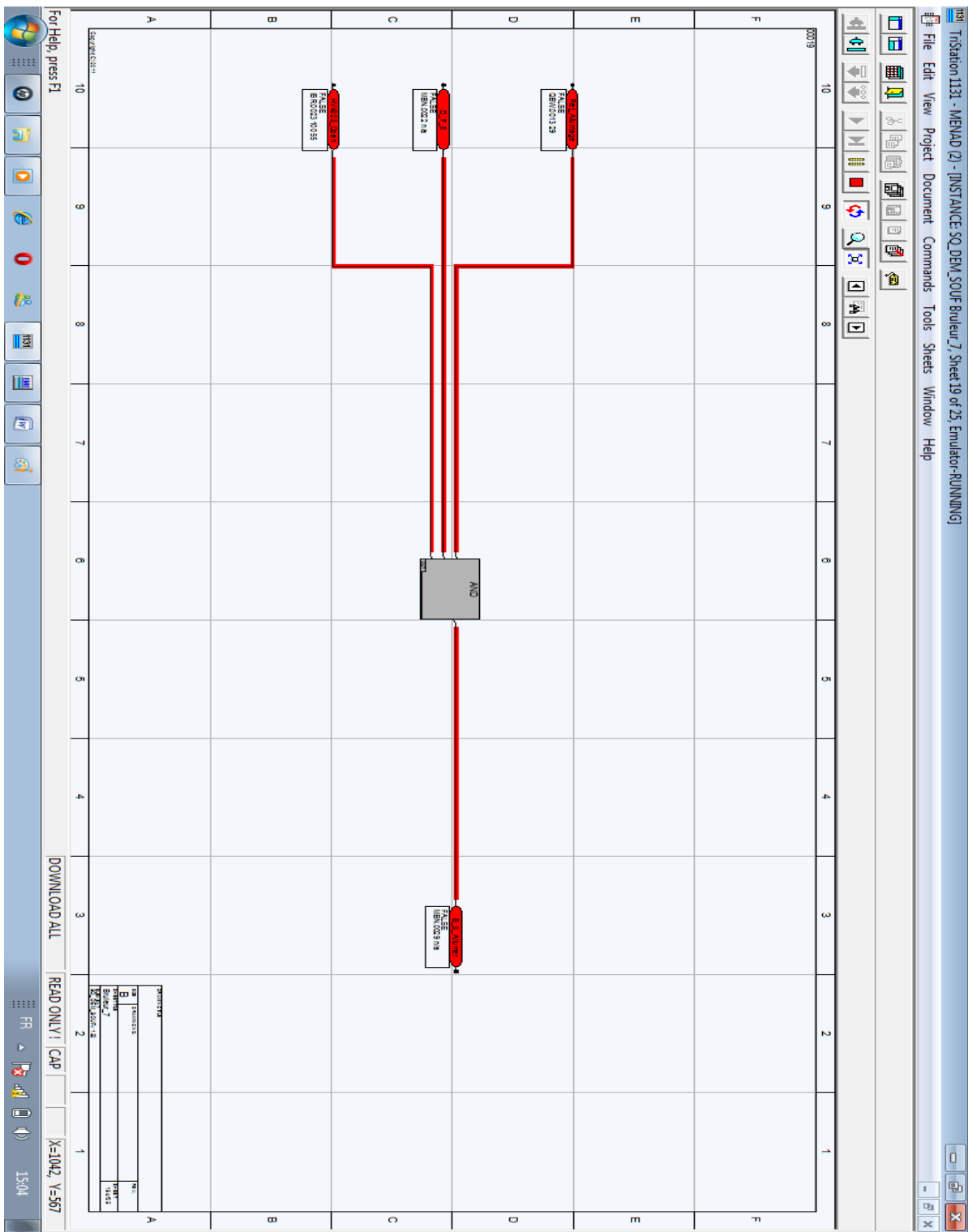
DETECTEUR DE FLAMME-6



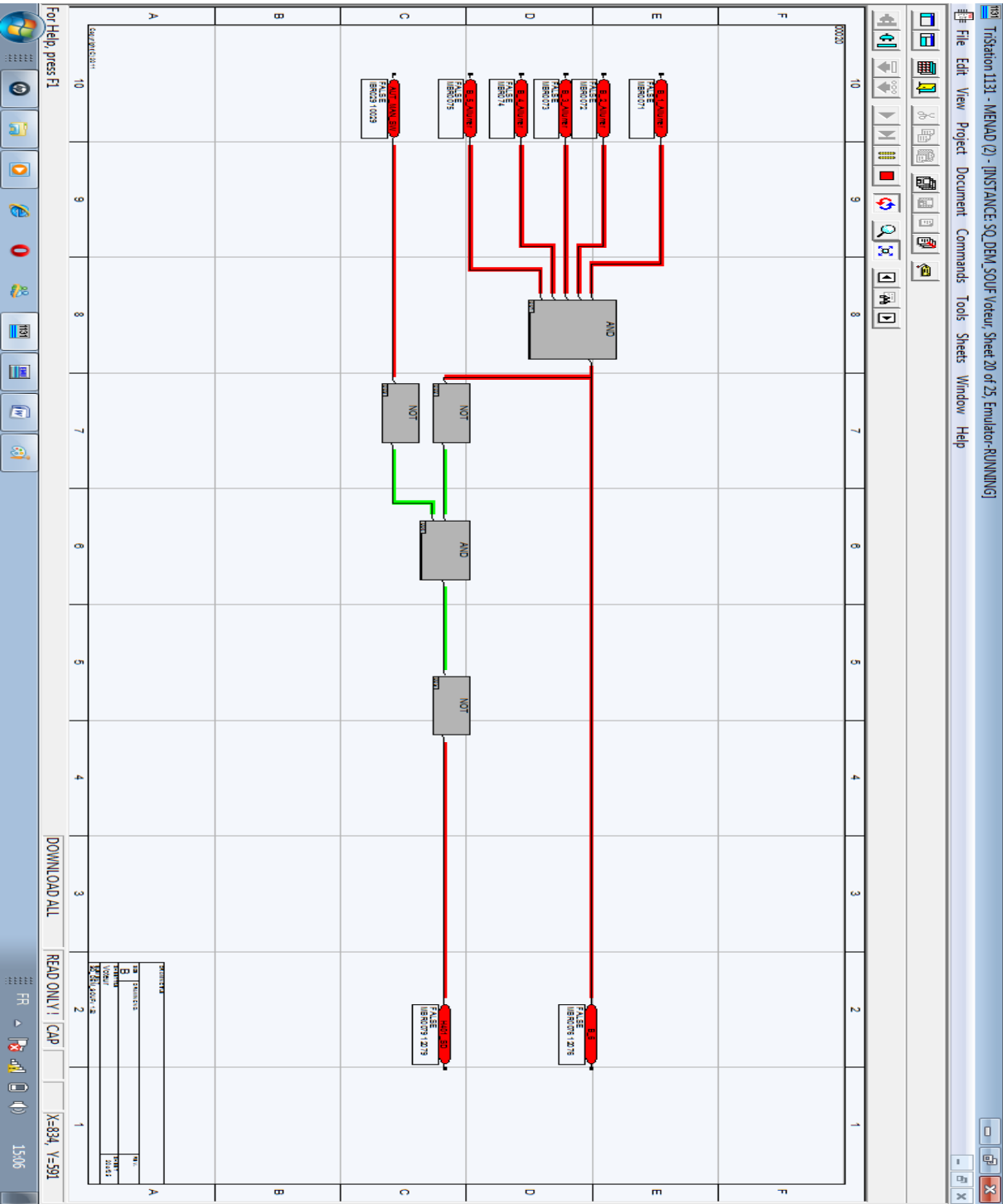
DETECTEUR DE FLAMME-7



DETECTEUR DE FLAMME-8



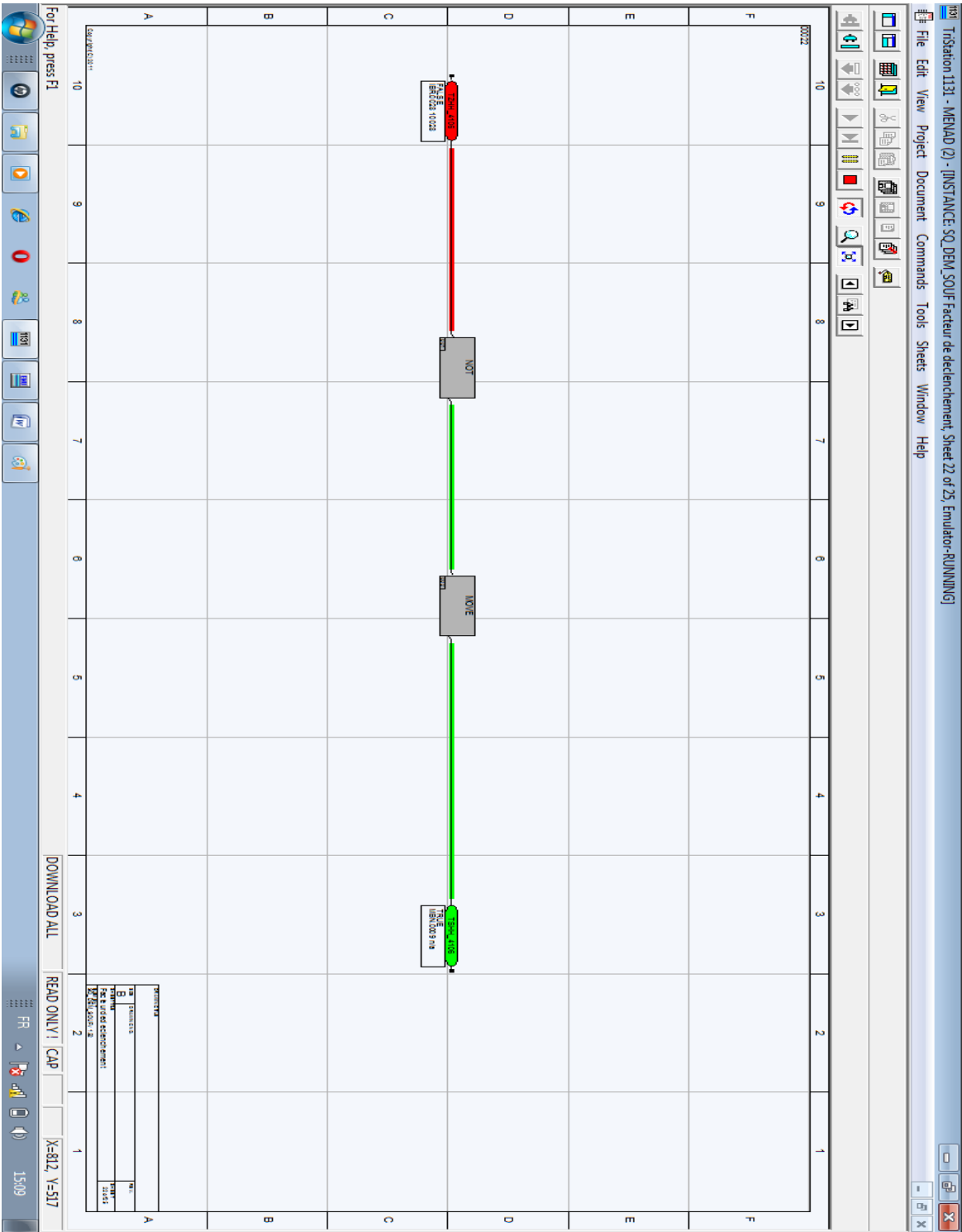
LE VOTEUR 4/8



FACTEUR DE DECLENCHEMENT FSLL_4107



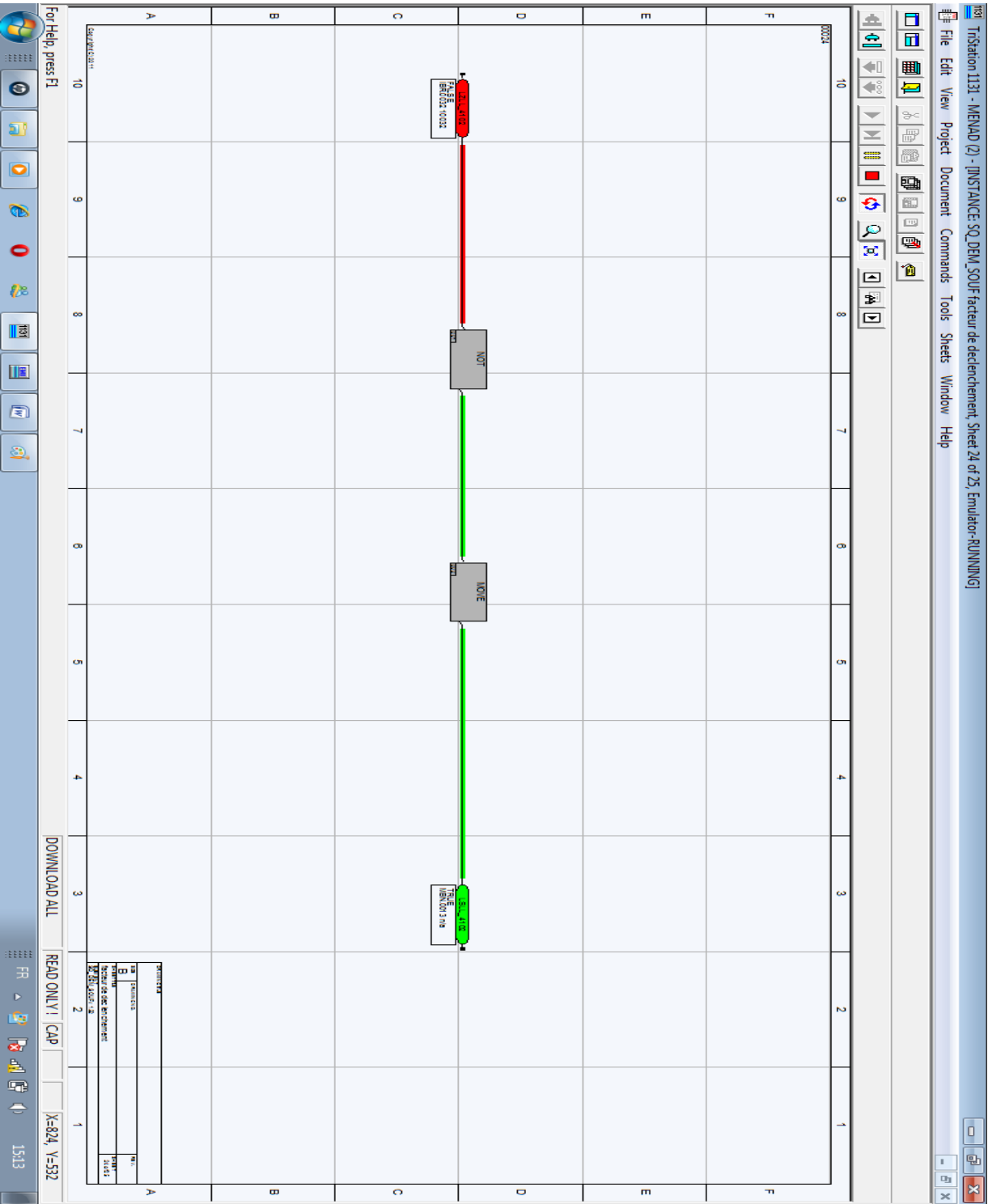
FACTEUR DE DECLENCHEMENT TSHH_4106



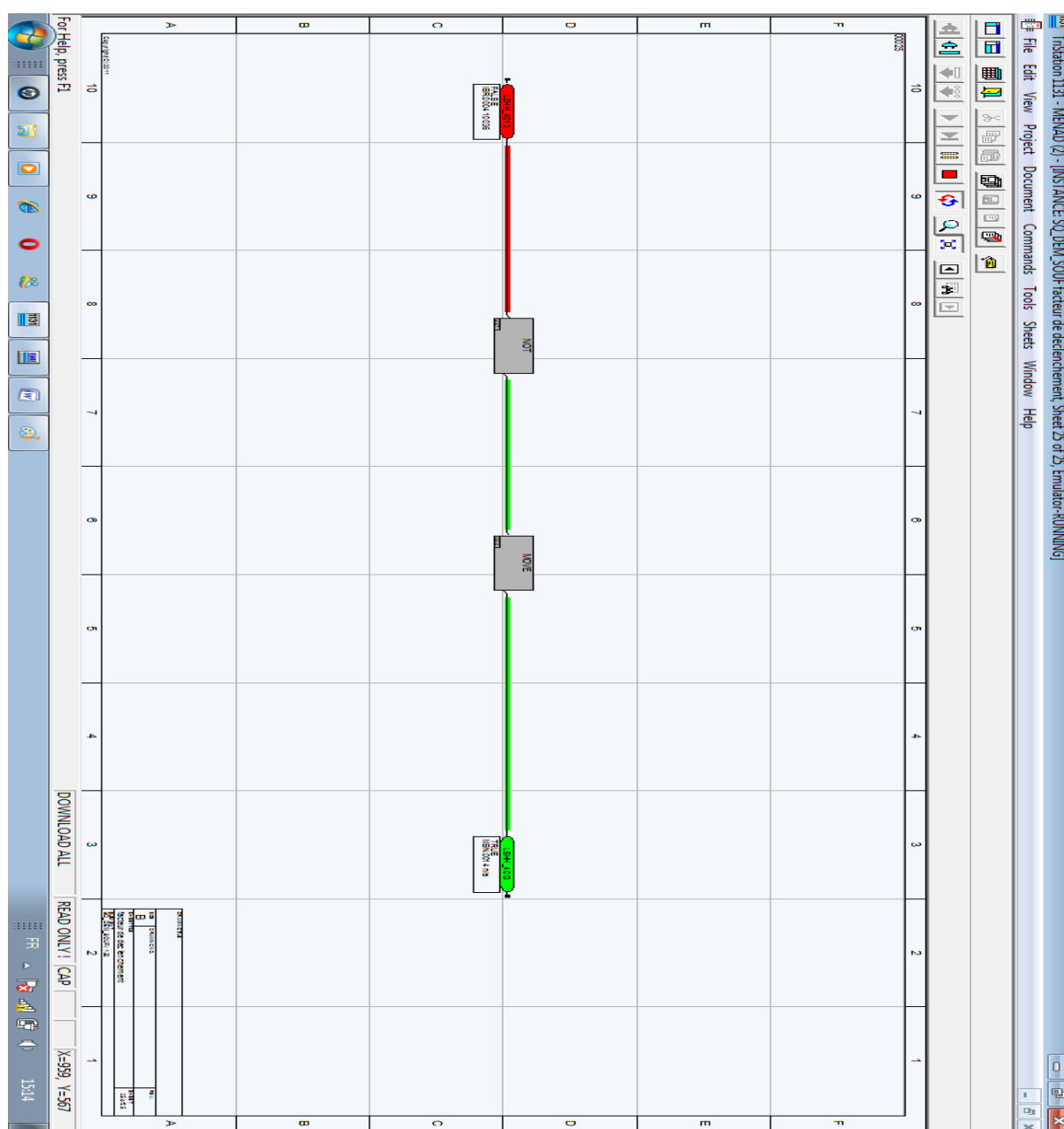
FACTEUR DEDECLenchement TSHH_4809



FACTEUR DE DECLENCHEMENT LSL_4102



FACTEUR DE DECLENCHEMENT LSHH_4013



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

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,...

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 générale, le temps moyen observé entre deux défaillances (MTTF, Mean Time To Failure) d'un système est de plus de 200ans 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 consignateur 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.

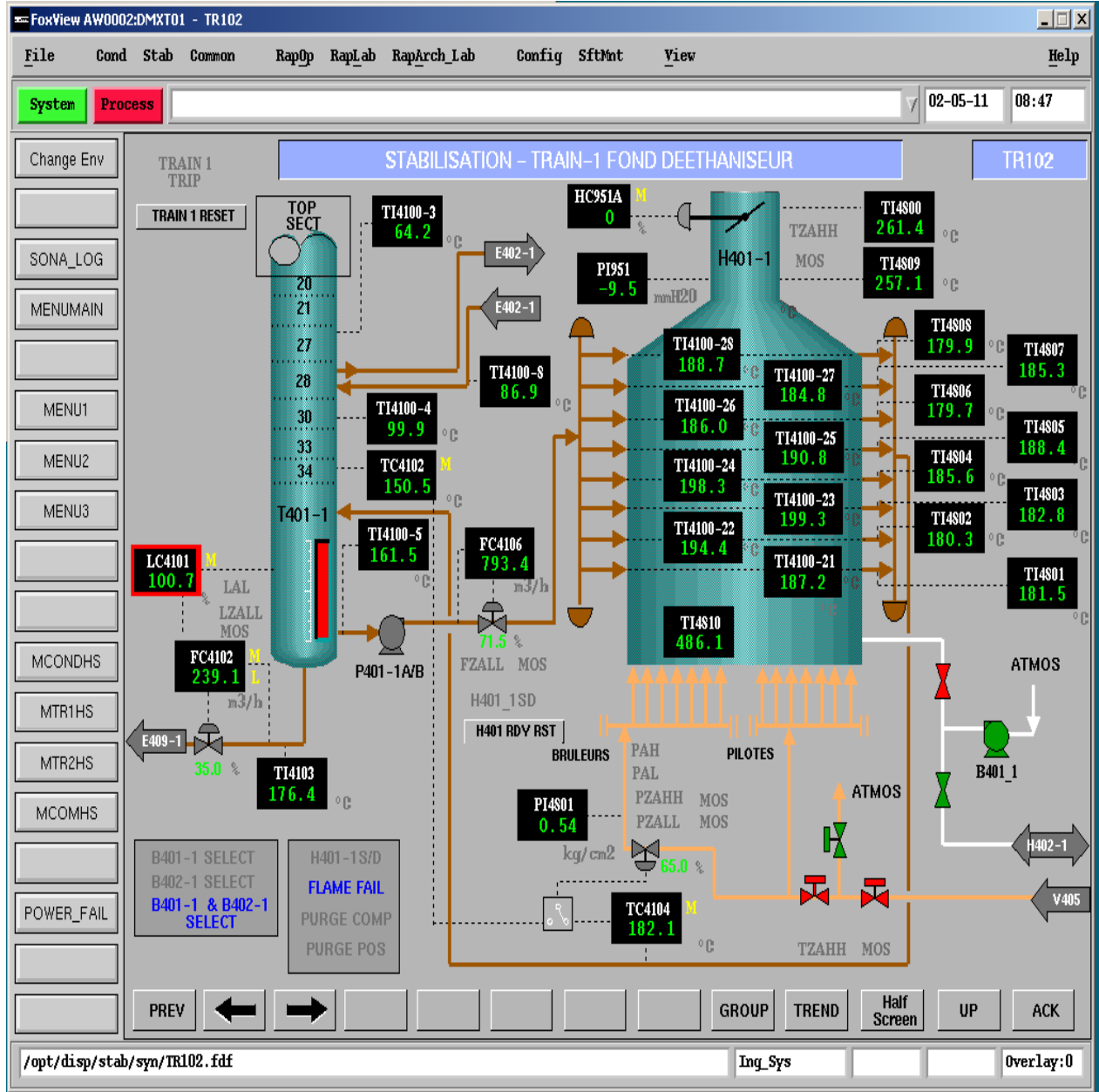
DC: Diagnostic Coverage.

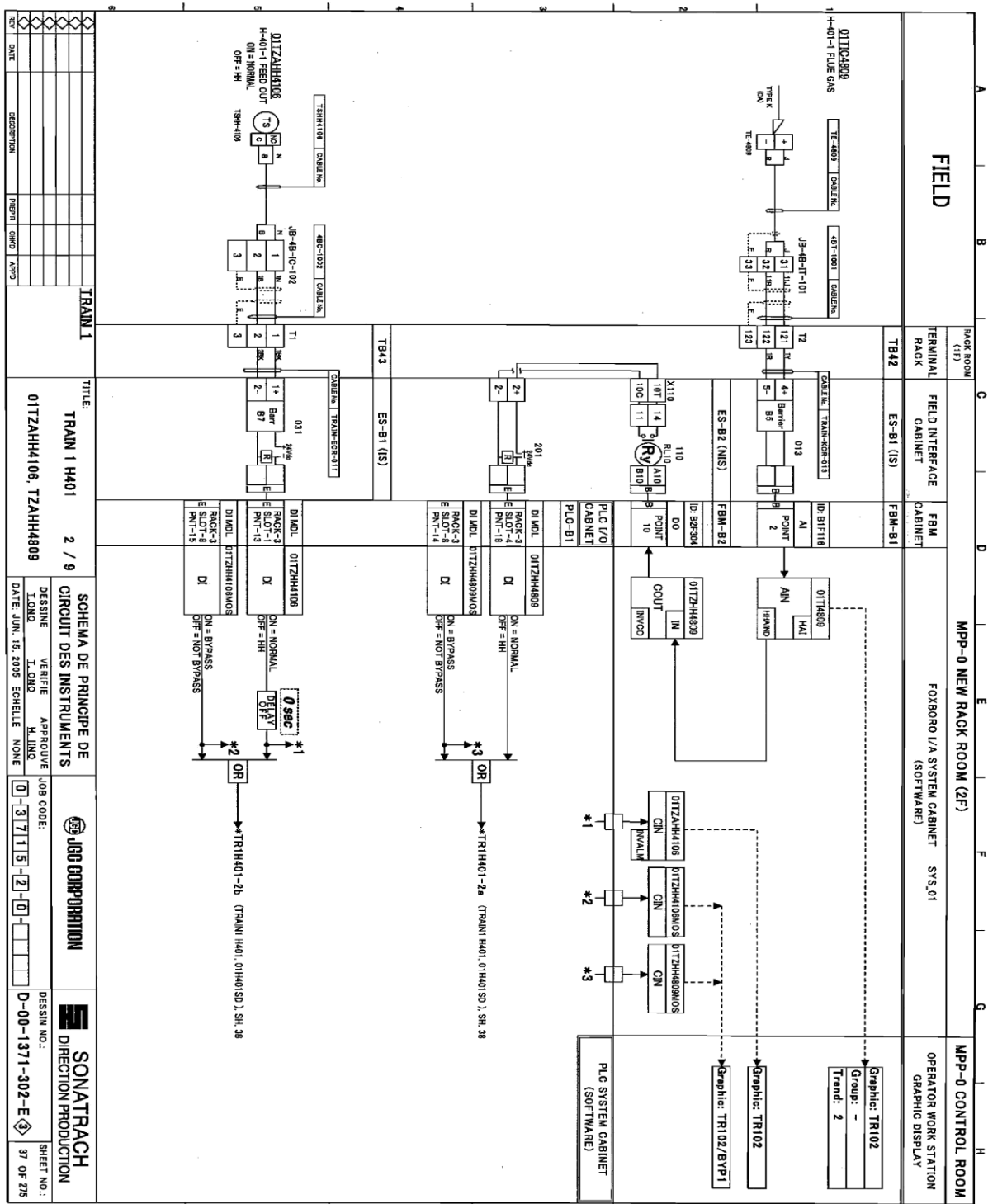
IEC: International Electrotechnique Commission.

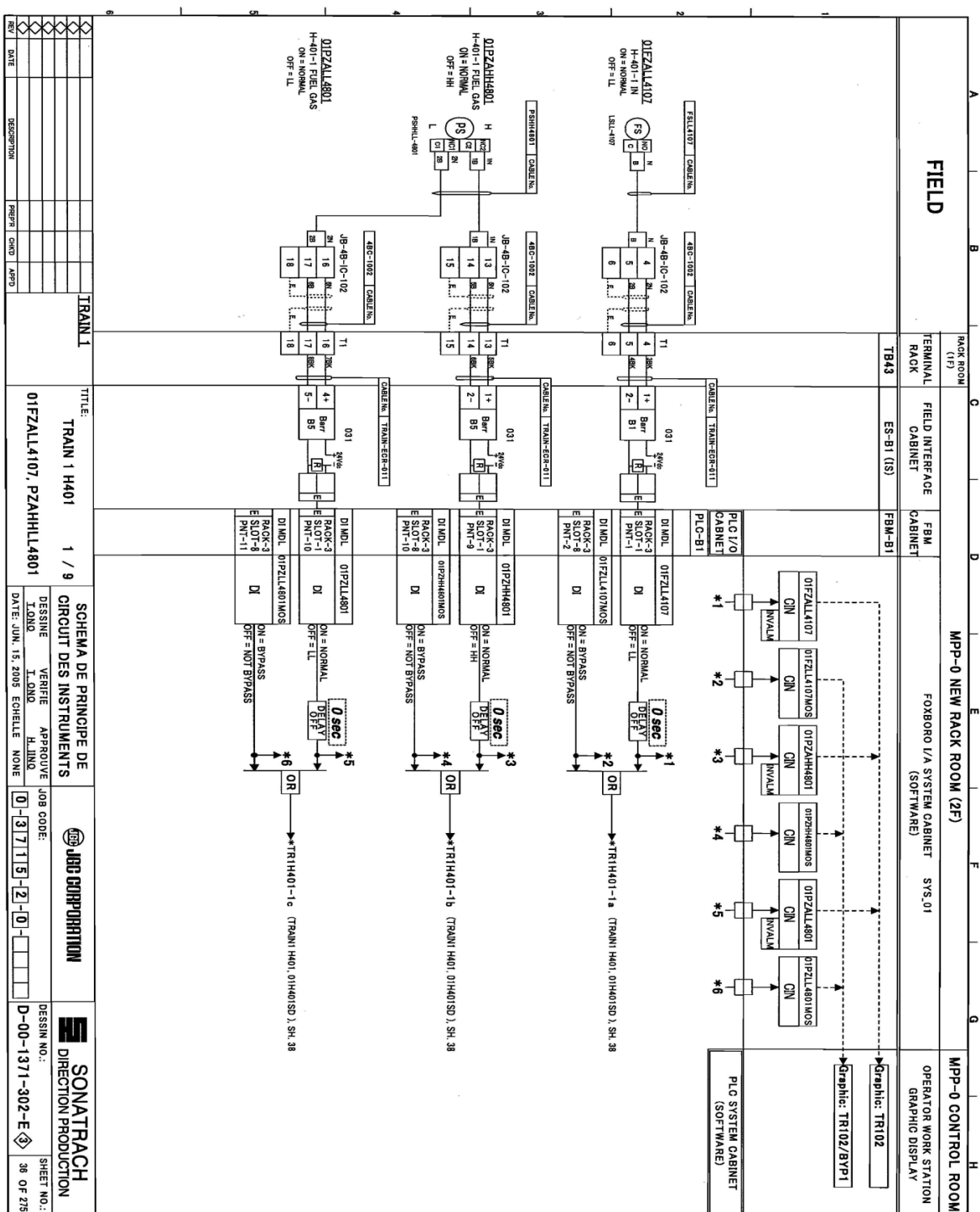
GPL : Gaz Pétrole liquéfié.

Annexe

Schéma synoptique du Four H-401

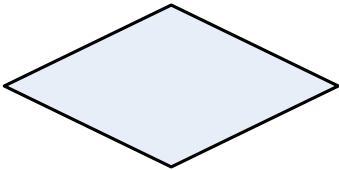
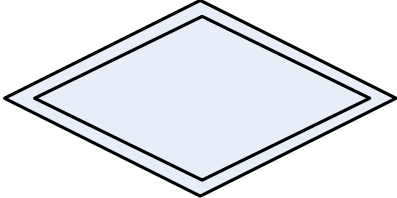










SYMBOLE	REMARQUES
	fonctionnement manuel
	Fonctionnement automatique
	Contrôle manuel
	Contrôle automatique
	Lampe blanche
	Lampe rouge
	Lampe verte
	Klaxon
	Etendue de KSL
	ET circuit

Annexe-04

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	FSLH 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

Ouvrage :

[1]. **J. LE NOGUES** « Publication de l'Institut Français du Pétrole » études des fours pétroliers et pétrochimiques, Année 1961.

[2]. **G.MICHEL** « Architecture Applications des Automates Programmables Industriels », Année 1988.

[3]. **Michel BERTRAND** « Technique de l'ingénieur » : Automates Programmables Industriels. Ecole Nationale Supérieure des Arts et Métiers **ENSAM**, Centre d'Enseignement et de Recherche de Lille.

Documentations :

[4]. Fichier de présentation du champ de Hassi R'mel, Année 2003.A

[5]. Manuel exploitation de procédé (MPP0), Année 1986.

[6]. Manuel du four H401 du MPP0, Année 1986.

[7]. Documentation technique tricon d'invensys, Année 15 juin 2006

[8]. Manuel de formation I/A séries du MPP0, Année 2006.

[9]. Instrumentation-Régulation-Automatique cours de l'Institut Français du Pétrole (IFP).

[10]. logiciel Tristation 1131 version 9 du MPP0, Année 2006.

Site Web:

[11]. Site web: www.tricon.com.

[12]. Site web: www.foxboro.com.

[13]. Site web: www.invensys.com.

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...).

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.