

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET  
POPULAIRE**

**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université Mouloud MAMMERRI de Tizi-Ouzou**



**Faculté de Génie Electrique et d'Informatique  
Département d'Automatique**

**PROJET DE FIN D'ETUDES**

En vue de l'obtention du diplôme

*D'INGENIEUR D'ETAT EN AUTOMATIQUE*

*Thème*

*COMMANDE D'UNE TURBINE A GAZ  
Par l'automate programmable Mark VI*

Proposé par :  
M.KHELLAF

Présenté par :  
M<sup>elle</sup> BOUSSAMET CHABHA  
M<sup>elle</sup> REZIK ALDJA

Dirigé par :  
M<sup>r</sup>. HASNAOUI

Soutenu le 30/06/2009 Devant le jury d'examen composé de :

Mr BENSIDHOUM  
Mr AKROUF  
Mr Lakhlef

*Promotion 2009*

## *Remerciements*

*Nous tenons à remercier notre bon Dieu,  
le tout puissant pour nous avoir donné  
la volonté de mener ce projet.*

*Pour nous avoir guidées et  
encouragées tout au long de ce stage,  
nous remercions notre  
promoteur Mr M.HASNAOUI Mr  
M.HACHED, Mr S.KAOUBI, Mr  
M.KHELLAF, Mr. F.DJAFRI et Mr.  
L.ELGUED ainsi que tout le  
personnel du service de maintenance  
du MPPII.*

*C'est avec ferveur que nous  
tenons à exprimer notre  
reconnaissance et gratitude à  
Mr R. BOUSSAMET pour nous  
avoir offert l'opportunité de  
suivre notre stage.*

# *Dédicaces*

*Je dédie ce modeste travail*

*A ma petite famille qui ne pourra pas  
être là*

*Mon admirable sœur Kahina*

*Mon très cher père pour m'avoir guidé et  
encouragé tout au long de mon parcours*

*Mon adorable mère pour m'avoir soutenu*

*Mes petits frères M'hend & Nora.*

*A mon frère Ali et ma sœur Malika.*

*A toute ma famille.*

*A tout mes amis(es).*

*A tous mes voisins particulièrement tata  
Malika, Tonton Khellifa et leurs enfants.*

*A tata Dalila et toute sa famille ainsi que  
mes ancien voisin de Hassi R'mel.*

*C. BOUSSAMET*



# *Dédicaces*

*Je dédie ce mémoire à mes chers parents qui se sont sacrifiés pour que je puisse terminer mes études et réussir ma vie professionnelle.*

*A mes sœurs qui sont encore en plein parcours scolaire et à qui je souhaite de réussir.*

*A Yémma Aldji.*

*A mes proches et aux êtres que j'aime le plus au monde.*

*A toi mon M.B*

*Sans oublier tout le personnel de l'enseignement supérieur qu'ils soient enseignants ou autres.*

*Et une grande dédicace à mes camarades de classe et à tous les anciens et nouveaux amis (es) de l'université Mouloud Mammeri.*

*Aldja REZIK.*

# Sommaire

<b>Introduction</b> .....	page 1
<b><u>Chapitre I : Présentation du site et description du process de production du gaz</u></b>	
Introduction .....	page 2
I-1 Situation géographique de Hassi R'mel.....	page 2
I-2 Historique du champ de Hassi R'mel.....	page 3
I-3 Présentation du champ de Hassi R'mel.....	page 4
I-4 Organisation de la direction régionale de Hassi R'mel.....	page 4
I-5 Organisation fonctionnelle du MPPII .....	page 8
I-6 Procédés de traitement du gaz .....	page 8
a- Procédé « HUDSON ».....	page 9
b- Procédé « PRITCHARD » .....	page 9
I-7 Composition du gaz brut de Hassi R'mel.....	page 9
I-8 Description du process.....	page 10
1-symbolisation .....	page 10
2- Description du fonctionnement d'un train.....	page 10
3- Section de séparation à haute pression.....	page 13
4- Description technique du ballon .....	page 13
5- Section commun .....	page 14
6- Section utilités .....	page 15
7- Section injection glycol .....	page 15
8- Section régénération glycol .....	page 15
9- Boosting .....	page 16
Conclusion.....	page 16
<b><u>Chapitre II : Etude de la turbine à gaz</u></b>	
Introduction.....	page 17
II-1 Généralité sur les turbines à gaz .....	page 17
II-2 Etude de la turbine à gaz 5002 .....	page 18
II-2-1 Système de démarrage (turbine de lancement) .....	page 18
II-2-2 Section compresseur .....	page 18
a- Rotor .....	page 18

b- Stator .....	page 18
c- Section combustion.....	page 19
II-2-3 Section turbine .....	page 20
II-2-4 Les paliers .....	page 20
II-2-5 Compartiment d'admission .....	page 20
II-2-6 Compartiment d'échappement .....	page 20
II-2-7 Circuit de ventilation.....	page 21
II-3 Instrumentation .....	page 21
II-3-1 Mesure de pression .....	page 21
1- Manomètre à déformation d'un solide élastique .....	page 21
a- Manomètre de Bourdon .....	page 21
b- Manomètre à membrane .....	page 22
c- Manomètre à capsule .....	page 22
d- Manomètre différentiel .....	page 23
2- Manostat.....	page 23
3- Transmetteur de pression .....	page 23
II-3-2 Mesure de débit .....	page 24
II-3-3 Mesure de niveau .....	page 24
II-3-4 Mesure de température .....	page 25
1- Thermomètre à dilatation de gaz .....	page 25
2- Thermocouple .....	page 25
3- Thermomètre industriel bimétallique.....	page 25
II-3-5 Détecteurs de flammes à ultraviolet .....	page 26
II-3-6 Détecteurs de gaz .....	page 26
II-3-7 Détecteurs de vitesse .....	page 26
II-3-8 Détecteurs de vibration .....	page 27
II-3-9 Les actionneurs .....	page 27
II-4 La commande actuelle .....	page 28
Conclusion .....	page 29

### **Chapitre III : Modélisation du fonctionnement de la turbine à gaz**

Introduction .....	page 30
IV-1 Régulation de démarrage .....	page 30
1- Prêt au démarrage .....	page 30

2- Démarrage des auxiliaires .....	page 30
3- Purge .....	page 31
4- Allumage et préchauffage .....	page 31
5- Accélération vers la vitesse opérative .....	page 31
IV-2 Séquence complète et prêt à la charge .....	page 32
IV-3 Demande d'arrêt normal .....	page 32
IV-4 Séquence d'arrêt .....	page 32
IV-5 Séquence de refroidissement de la turbine .....	page 33
IV-6 Demande de déclenchement .....	page 33
IV- 7 Séquence de déclenchement .....	page 33
IV-8 Organigramme modélisant la turbine à gaz .....	page 34
1- Prêt au démarrage.....	page 34
2- Démarrage des auxiliaires .....	page 35
3- Purge .....	page 36
4- Allumage et préchauffage.....	page 37
5- Accélération vers la vitesse opérative .....	page 38
6- Séquence complète et prêt à la charge .....	page 39
7- Demande d'arrêt normal .....	page 40
8- Séquence d'arrêt .....	page 41
9- Séquence de refroidissement .....	page 42
10-Demande de déclenchement .....	page 43
11-Séquence de déclenchement .....	page 44
IV-9 Signaux de commande .....	page 45
1- Prêt au démarrage des auxiliaires.....	page 45
2- Démarrage accepté .....	page 45
3- Prêt à la purge .....	page 46
4- Prêt à la mise en feu .....	page 46
5- Prêt à la charge .....	page 46
6- Arrêt normal des auxiliaires .....	page 46
7- Déclenchement des auxiliaires .....	page 47
Conclusion .....	page 47

## **Chapitre IV : Développement de la solution programmable sous Mark VI**

Introduction.....	page48
-------------------	--------

IV.1 Définition d'un API .....	page 48
IV.2 Choix de l'automate.....	page 48
IV.3 Structure d'un API.....	page 49
IV.4 Structure de la programmation par automate .....	page 49
IV.5 Rôle et définition du Mark VI .....	page 50
IV.6 Composants du système .....	page 50
IV-6-1 Armoire de régulation .....	page 51
IV-6-2 Armoire E/S .....	page 51
IV-6-3 Module de commande .....	page 52
IV-6-4 Carte de communication VCMI .....	page 53
IV-6-5 Carte de contrôle UCVE .....	page 53
IV-6-6 Module d'interface .....	page 53
IV-6-7 Interface homme machine (HMI) .....	page 54
IV-7 Les réseaux de communication .....	page 54
IV-7-1 Connexion au système de commande distribuée DCS .....	page 55
IV-7-2 Unit data highway (UDH).....	page 55
IV-7-3 Plant data highway (PDH) .....	page 55
IV-7-4 Ethernet global data (EGD) .....	page 55
IV-7-5 Ethernet modbus .....	page 55
IV-7-6 Réseau Ionet .....	page 55
IV-8 Configuration d'un nouveau projet sur Mark VI .....	page 55
IV-9 Exemple de Programmation.....	page 61
IV-3 Simulation de la séquence de déclenchement .....	page 62
Conclusion .....	page 64
<b>Conclusion générale .....</b>	<b>page 65</b>

# Introduction générale

# *Introduction*

Le poids des hydrocarbures dans l'économie de notre pays est particulièrement significatif et marqué par la présence d'un potentiel important et varié de ressources énergétiques dont on citera : le gaz et le pétrole.

L'objectif principal de l'automatisation est de contrôler une machine de la manière la plus sûre et la plus efficace possible. Grâce à l'avancement des techniques de contrôle et la sécurité que nous offre l'automatisation, on a pu améliorer les usines ainsi que les installations industrielles mais aussi augmenter la protection contre les dangers multiples.

Dans notre travail on a commencé par une étude du process de la turbine à gaz et la définition du rôle de chaque partie à savoir : l'admission, le compresseur d'air, la combustion, la turbine (roue HP et BP), l'échappement. Puis on a modélisé son fonctionnement sous forme d'organigramme pour pouvoir proposer une solution programmable sous mark VI, ce qui est l'objet principale de notre mémoire.

Pour se faire, Ce mémoire est organisé comme suit :

Dans le premier chapitre nous présentons le site de Hassi R'mel et l'organisation du module de traitement MPP II ainsi que la description du process de production de Gaz.

Les chapitres deux et trois sont consacrés respectivement à l'étude de la turbine à gaz et sa modélisation.

Dans se dernier chapitre, nous nous intéressons à l'automate programmable SPEED TRONIC MARK VI, et comment y configurer un nouveau projet, mais aussi à la manière de programmer et nous finissons ce chapitre par un exemple de simulation sous Mark VI.

En fin, nous terminons notre travail par une conclusion.

# Chapitre I

Présentation du site et description du process de production du gaz

## Introduction

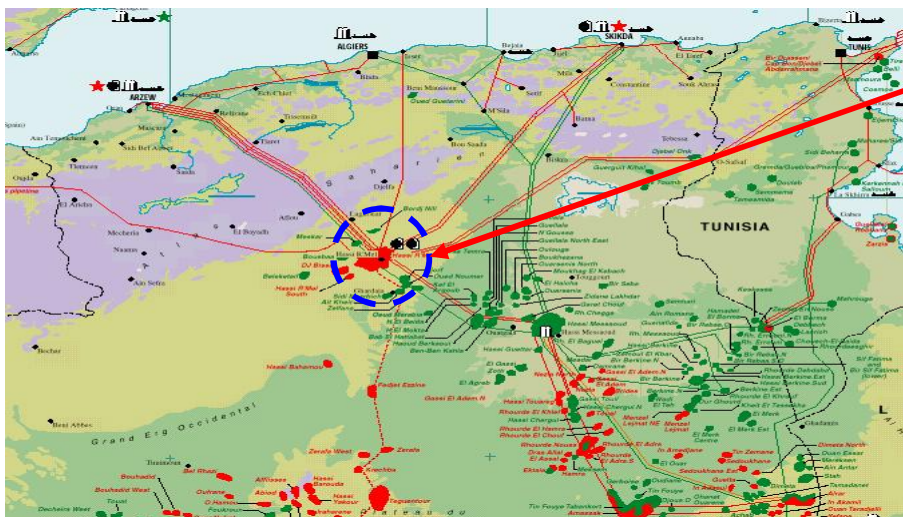
L'Algérie est l'un des pays principaux producteurs de gaz naturel, possédant environ 10% de réserve mondiale, elle se place en cinquième rang international. Plus de 50% de ces réserves connues sont concentrées dans le gisement de HASSI R'MEL.

### I.1 Situation géographique de Hassi R'mel

Hassi R'mel porte du désert, se trouve à 550 km au sud d'ALGER, située entre les deux villes du sud LAGHOUAT et GARDAIA. Dans cette région relativement plate du Sahara septentrional l'altitude moyenne est d'environ 750 m.

Le paysage, vaste plateau rocailleux est parsemé « daïas » petites dépressions dans lesquelles s'est accumulé un peu de terre et où pousse une végétation composée essentiellement de buissons mais aussi d'arbres (pistachiers sauvages).

Le climat est caractérisé par une faible pluviométrie (140 mm par an) et une humidité moyenne de 19% en été et 34% en hiver, les températures varient entre -5°C en hiver et +45°C en été. Les vents dominants sont de direction Nord-Ouest.



## I.2 Historique du champ de Hassi R'mel

Le gisement de Hassi R'mel a été découvert en 1951. Le forage du premier puits d'exploitation HR1, a eu lieu en 1952 à quelques kilomètres de la localité de Berriane, ce premier puits a mis en évidence la présence d'un gaz riche en condensât dans le trias gerseaux à une pression de 310 atm et une température de 90°C, la profondeur atteinte était de 2332 m où se trouve un réservoir de gaz humide évalué à plus de 2800 milliards m<sup>3</sup>.

Entre 1957 et 1960, sept autres puits ont été forés (HR2, HR3, HR4, HR5, HR6, HR7, HR8). Une énorme réserve estimée à 2415 millions m<sup>3</sup>. Ce gaz se trouve entre 2110 et 2280 m de profondeur.

Les principaux champs sont : Hassi R'mel, Djebel Bissa, Oued Noumer, Ait Kheir, Sidi Mezghiche et Makouda. Les réserves trouvées en place sont évaluée à plus de 2800.10<sup>9</sup> m<sup>3</sup>.

Quatre étapes importantes ont marqué le développement du champ :

### Ø Première étape 1961-1969

En 1961, réalisation d'une petite unité de traitement de gaz (module0) de 1.3 milliards m<sup>3</sup> 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<sup>3</sup> par an.

### Ø Deuxième étape 1969-1971

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

### Ø Troisième étape

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

- La réalisation de 4 complexes de traitement de 20 milliards m<sup>3</sup> par an chacun.
- La réalisation de 2 stations de réinjection de gaz d'une capacité unitaire de 30 milliards m<sup>3</sup> par an et d'une puissance unitaire de 600 000 CV.

### Ø Quatrième étape

Après un quart de siècle d'exploitation du gisement, ils ont constaté une diminution de pression venant des puits de gaz ; pour cela, ils ont mis en place le système d'augmentation de pression qu'on appelle Boosting pour maintenir la pression et l'exploitation des unités en place sans changement du process.

### I.3 Présentation du champ de Hassi R'mel

Le développement de Hassi R'mel a été lié au développement de l'industrie du gaz dans le monde. Hassi R'mel est divisée en trois secteurs qui sont :

#### Ø Secteur nord

Constitué de MPP3 et d'une station de compression.

#### Ø Secteur centre

Constitué de MPP2, MPP1 et MPP4, le centre de stockage et de transfert des fluides (condensât et du GPL), d'un centre de traitement d'huile (CTH) et l'unité commune-phase B.

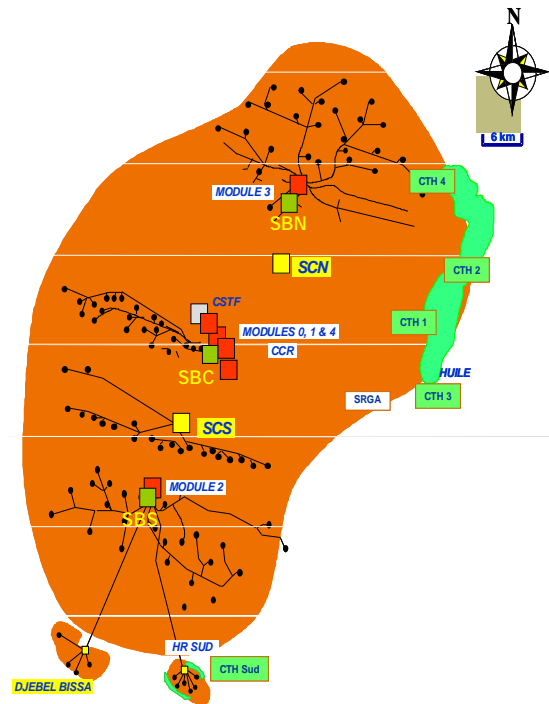
#### Ø Secteur sud

Constitué de MPP2, la station de compression sud, djebel bissa et HR sud.

Les quatre unités 1, 2, 3 et 4 de traitement du gaz ont une capacité de 60 m<sup>3</sup>/ jour chacune. Elles ont été construites en 1970/1980. Cependant MPP0 a une capacité de 30 millions m<sup>3</sup>/ jour et djebel bissa de 6 m<sup>3</sup>/ jour.

Les deux centres de compression nord et sud, ils sont conçus pour compresser les ventes en excès asphyxiant et l'injection dans le réservoir du gaz dans l'ordre de maximiser la récupération du liquide et maintenir la pression dans les puits.

Un autre poste de compression est appelé Boosting est actuellement en fonctionnement, il est conçu pour augmenter la pression d'entrée du gaz des modules de traitement afin d'assurer l'exploitation continue du champ du gaz.



### I.4 Organisation de la direction régionale de Hassi R'mel

#### Direction régionale

La direction régionale, structure mise en place en 1900, répond aux objectifs suivants :

- Développement du gisement gazier et l'anneau d'huile de Hassi R'mel.
- Mise en place des nouvelles technologies dans l'engineering des installations.

Les missions des structures composant la direction régionale sont les suivantes :

**Ø Division approvisionnement et transport**

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

**Ø Direction technique**

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

**Ø Direction engineering et production**

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

**Ø Direction exploitation**

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

**Ø Direction maintenance**

- Maintien des équipements en état de bon fonctionnement.
- Planifications des entretiens préventifs.
- Mise en place des politiques de maintenance.
- Mise en place et développement de l'outil informatique (GMOA).

**Ø Direction logistique**

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

**Ø Division sécurité**

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

**Ø Division informatique**

- Développement des logiciels d'exploitation pour l'ensemble des structures de la direction régionale.

- Entretien du réseau et de l'outil informatique.

**Ø Division intendance**

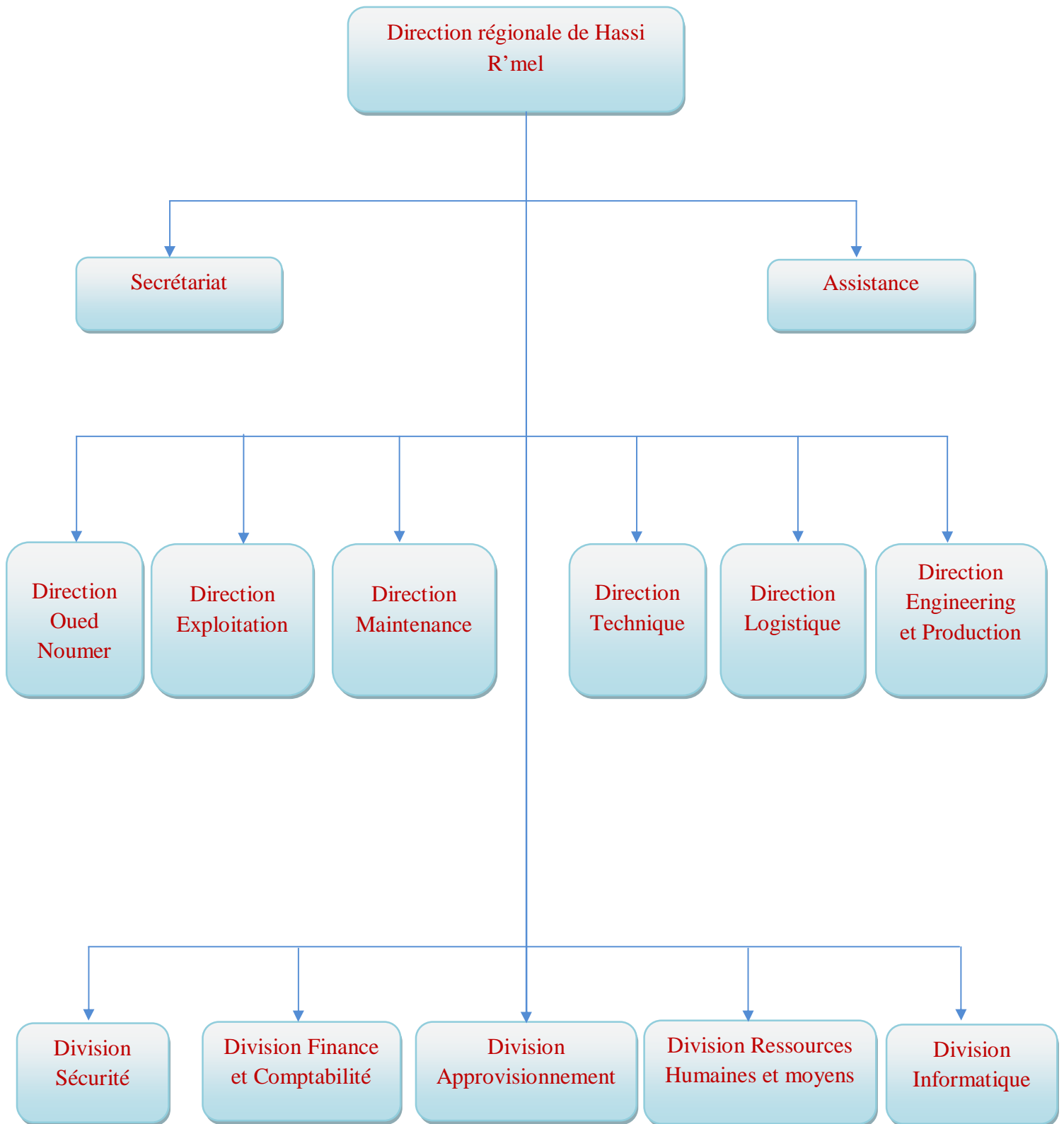
- Suivi des prestations en matière de restauration et hébergement.
- Suivi de la gestion du patrimoine.

**Ø Division finances**

- Gestion des budgets des structures, ordonnancement.
- Suivi financier des projets d'investissement, d'exploitation et d'équipement.
- Gestion de la trésorerie, comptabilité générale.

**Ø Division ressources humaines**

- Gestion de carrière du personnel.
- Gestion du recrutement et la formation du personnel.
- Gestion sociale du personnel en matière de santé, loisirs et administration générale.



Organisation de la direction régionale de Hassi R'mel

## I.5 Organisation fonctionnelle du MPP II

Le module est conçu pour traiter 60 millions de m<sup>3</sup>/ jour (standard) répartis en trois trains identiques d'une capacité de 20 millions de m<sup>3</sup>/ jour chacun complètement indépendants les uns des autres.

Le module II, dit MPP II (Module Processing Plant), est un ensemble d'installations qui permettent de récupérer les hydrocarbures lourds recueillis à partir des puits et de produire des gaz secs.

MPP II contient aussi les sections suivantes :

- Commun (manifold, dégazage, stockage et transfert).
- Injection glycol.
- Utilités (gaz inerte, traitement d'eau, compresseur d'air).
- Boosting.

MPP II est composé de trois services qui sont :

### Ø Service maintenance

Il comprend la section instrumentation, mécanique et électricité.

### Ø Service sécurité

Il assure la sécurité du personnel et du matériel du module, aussi il inclut deux sections; la section prévention et la section intervention, il est équipé de 3 camions, de 6 pompes et d'une réserve d'eau d'une capacité de 13049 m<sup>3</sup>.

### Ø Service exploitation

Inclut l'exploitation du process, il assure le bon fonctionnement du procédé.

## I.6 Procédés de traitement du gaz

Pour produire du gaz « on spec », le gaz brut venant des puits subit un traitement en chaîne pour éliminer l'eau, récupérer les fractions d'hydrocarbures lourds (condensât) et le GPL (propane et butane). Un traitement complémentaire est nécessaire dans le cas des gaz acides (décarbonatation et désulfuration).

Le procédé «PRITCHARD» et le procédé «HUDSON» sont deux procédés de traitement utilisés à Hassi R'mel.

**a- Procédé « HUDSON »**

Il est basé sur le refroidissement du gaz par échange thermique et par une série de détentes complétées d'une expansion à travers une machine dynamique appelée « turbo-expander » qui permet d'atteindre une température de  $-35^{\circ}\text{C}$ .

Le procédé HUDSON est plus performant, il permet une meilleure récupération des hydrocarbures.

Le turbo expander ne nécessite aucune maintenance particulière tant qu'il est exploité dans de bonnes conditions. Les coûts de maintenances sont relativement faibles.

**b- Procédés« PRITCHARD »**

Il est basé sur le refroidissement du gaz par échanges thermiques et détentes avec utilisation d'une boucle de propane comme système réfrigérant pour atteindre en fin des températures voisines de  $-23^{\circ}\text{C}$ . Cette boucle indépendante et complexe comporte plusieurs équipements. Cela implique des coûts d'exploitation et de maintenance relativement importants.

**I.7 Composition du gaz brut de Hassi R'mel**

Composition	N <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	IC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	NC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	IC <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	NC <sub>5</sub> H <sub>12</sub>
%	5.56	0.20	78.36	7.42	2.88	0.62	1.10	0.36	0.48

C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	C <sub>7</sub> H <sub>16</sub>	C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>	C <sub>9</sub> H <sub>20</sub>	C <sub>10</sub> H <sub>22</sub>	C <sub>11</sub> H <sub>24</sub>	C <sub>12</sub> H <sub>26</sub>	TOTAL
0.59	0.56	0.45	0.37	0.27	0.24	0.57	100

**Teneur en H<sub>2</sub>O** : Saturé à 310 Kg /cm<sup>2</sup>.

**Température** : Mini 45°C Maxi 65°C.

Le C<sub>1</sub> et C<sub>2</sub> représentent le Gaz Sec.

Le C<sub>3</sub> et le C<sub>4</sub> représentent le GPL.

Le C<sub>5</sub> et + représente le Condensât.

**N.B** : C<sub>i</sub> l'indice «i» représente le nombre d'atomes de carbone.

## I.8 Description du process

### 1.Symbolisation

2 0	→	Commun	D	→	ballon
2 1	→	Train A	P	→	pompes
2 2	→	Train B	K	→	compresseur
2 3	→	Train C	C	→	Colonne
2 4	→	Injection de Glycol	H	→	Four
2 5	}	→ Récupération du Glycol	PM	→	Moteur pompe
2 6			KM	→	Moteur compresseur
2 7	→	Utilités.	KT	→	Turbine
			T	→	Stockage
			E	→	Échangeur

↑  
Module 2

### 2. Description du fonctionnement d'un train

Le gaz brut qui alimente MPP2 doit être séparé d'eau et de la fraction lourde d'hydrocarbure qui l'accompagne, cette dernière sera séparé en condensât et en GPL. Pour cela ce process comporte deux opérations :

- Ø Séparation gaz/liquide à haute et moyenne pression.
- Ø Séparation par fractionnement des liquides.

Le gaz arrive dans le ballon de distribution (D001) après son passage au boosting, ce ballon appelé diffuseur permet de répartir le gaz à travers les trois trains A, B et C. le gaz qui rentre dans chaque train à une pression de 120 bars et à une température de 60°C, est refroidi jusqu'à 40°C à l'aide d'un aéroréfrigérant (E101), puis se dirige vers un séparateur d'admission (D101), dans lequel l'eau et la fraction d'hydrocarbures lourds se séparent du gaz.



Le gaz qui sort du séparateur (D101) est refroidi une deuxième fois dans les échangeurs gaz/gaz (E102 et E103), coté tube.

Une solution de glycol à 80% est injectée dans ce gaz à l'entrée de ces échangeurs, pour éviter la formation des hydrates qui risquent de boucher les tubes.

Le gaz sortant de ces échangeurs est collecté dans une seule conduite à une température de (-7°) C et à une pression de 110 bars, puis il subit une première détente isenthalpique jusqu'à une pression de 100 bars et une température de (-15°) C, ensuite il est séparé de la fraction lourde et du glycol dans le séparateur (D102A-B).

Le gaz sortant de ce séparateur est détendu une deuxième fois, d'une manière isentropique, par le turbo-expander (K101) pour abaisser de nouveau sa pression à 64 bars et sa température à (-37°) C.

Les hydrocarbures lourds sont condensés suite à cette détente, se séparent du gaz dans le séparateur final à haute pression (D103).

Le gaz sec sortant de ce dernier, passe à travers les échangeurs de chaleur (E102), coté calandre, puis comprimé dans le compresseur (K101) à une pression de 71 bars et une température de 45°C et finalement envoyé comme gaz de vente ou de réinjection.

L'eau récupérée dans le (D101) est envoyée vers le bassin d'évaporation.

La fraction lourde récupérée dans le (D101) est envoyée dans le ballon séparateur à condensât riche (D105). Celles qui sont récupérées dans les ballons (D102) et (D103) sont envoyées vers le ballon (D104).

Le glycol injecté dans les échangeurs (E102) et (E103) est récupéré dans le ballon (D102), ensuite il est envoyé vers l'unité de régénération de glycol.

Le gaz qui sort du ballon (D104) et du ballon de reflux (D107) refroidi le gaz brut dans l'échangeur de chaleur (E103), coté calandre.

Le liquide sortant du ballon (D104) passe à travers l'échangeur (E106) pour alimenter la partie supérieure du Dé-Ethaniseur (C101) au 3<sup>ème</sup> plateau (alimentation froide).

Le gaz sortant du ballon (D105) rencontre celui qui s'est chauffé dans l'échangeur (E103), coté calandre, ils se dirigent vers le ballon (D108) (MP) du compresseur (K002) pour qu'ils soient comprimés jusqu'à une pression de 71 bars.

Le liquide du ballon (D105) alimente le Dé-Ethaniseur après qu'il soit chauffé dans l'échangeur (E104) par le condensât qui sort du fond du Dé-Buthaniseur (C102) (alimentation chaude). A ce stade, la récupération du gaz est terminée, chaque train produit 20 millions de m<sup>3</sup> de gaz sec, y compris celui du K002.

### **3. Section de séparation à haute pression**

Cette section a pour fonction de refroidir le gaz brut à l'aide de l'aéroréfrigérant (E101), des échangeurs gaz/gaz (E102 et E103) et du turbo-expander (K101) afin de condenser et de séparer les constituants lourds du gaz, ce qui permet d'améliorer les propriétés.

Le gaz traité circule vers la section de transfert, après que sa pression ait été augmentée au moyen du compresseur (K101) du turbo-expander.

D'autre part, les hydrocarbures liquides sont envoyés vers la section de fractionnement pour être séparé en condensât et GPL.

### **4. Description technique du ballon**

**Le rôle :** réservoir de liquide (cas d'une phase liquide /liquide uniquement), séparateur liquide/vapeur, séparateur de deux liquides non miscibles.

Le ballon D101 est une enceinte où se déroulent les opérations de séparation du gaz brut.

Dans le ballon où le gaz et l'eau et condensât se séparent, cette séparation se fait grâce à la différence des densités des composants.

Dans notre cas, il existe deux ballons (D101A et D101B), superposés pour assurer une meilleure séparation du condensât, GPL et décantation de l'eau.

Les deux ballons sont installés horizontalement l'un sur l'autre, où toujours les lourds (eau et condensât) sortent du bas et les légers (gaz) sortent du haut.

## 5. Section commun

Les gaz provenant des ballons D104, D105 et D107 des trains sont comprimés jusqu'à une pression de 72 bars par le compresseur K002 A/B, ensuite ils seront injectés dans le pipe de gaz de vente, qui vient de K101, puis transféré vers CNDG.

On amène le gaz d'expédition vers l'épurateur du gaz D011 en ramenant sa pression à 28 bars.

Une partie s'écoule vers le turbocompresseur (K002A/B) et l'autre partie vers la turbine de lancement (K403).

On ramène une partie du gaz à une pression de 14 bars, par la PIC019, pour la pressurisation du condensât lors du dégazage. L'autre partie est amenée à une pression de 4 bars, par le PIC016 pour les fours, la chaudière, le boosting et le stockage de glycol.

Le condensât ON-SPEC qui vient des aéroréfrigérant des trois trains rentre dans un ballon de stabilisation (D003B) puis dans deux ballons de flache (D004B/D012B), les gaz sont chassés du haut et sont acheminés vers la ligne de torche et le condensât est évacué de la partie basse vers le ballon D013 et finalement vers le CSTF (centre de stockage et de transfert des fluides).

Le condensât OFF-SPEC qui vient du ballon D101 des trois trains rentre dans un ballon de stabilisation (D003A) puis dans deux ballons de flache (D004A/D012A), les gaz sont chassés du haut et sont acheminés vers la ligne de torche et le condensât est évacué de la partie basse vers les back de stockage (T001A/B) pour éliminer toute trace de gaz puis se mélange avec le condensât ON-SPEC dans le ballon (D013) vers le CSTF.

Le GPL produit dans chaque train est envoyé vers le ballon tampon (D005) qui permet de diriger ces produits sous pression vers :

- Ø CSTF.
- Ø Le dépropaniseur (environ 400T).
- Ø La réinjection dans le gaz sec (lorsque le pouvoir calorifique du gaz de vente est non conforme aux spécifications ou bien dans le cas où une anomalie dans la section d'expédition du GPL).
- Ø Le stockage dans la sphère (T002).

## 6. Section utilités

- Ø Section d'air.
- Ø Section de traitement des eaux.
- Ø Section du gaz inerte.
- Ø Section d'électricité.
- Ø Section des torches.
- Ø Section de vide-vite.

## 7. Section Injection Glycol

Cette section a pour fonction de préparer, stocker, injecter et régénérer la solution glycol.

L'injection se fait dans le but de :

- a) Éliminer l'eau contenue dans le liquide.
- b) Éviter la formation d'hydrate.
- c) Réduire la teneur en eau du gaz traité.

L'injection s'effectue dans les points suivants :

- Ø Échangeurs gaz/gaz (E102 et E103).
- Ø Sortie du turbo-expander (K101).
- Ø Séparateur à condensât riche (D105).
- Ø Canalisation de reflux Dé-Ethaniseur.
- Ø Échangeur de reflux Dé-Ethaniseur (E106).

## 8. Section Régénération Glycol

Elle consiste à chauffer le glycol ayant absorbé de l'eau de manière à obtenir une concentration de la solution à 80% en poids, elle possède deux unités.

Le soutirage du glycol se fait dans les points suivants :

- Ø Séparateur à moyenne pression (D103).
- Ø Séparateur à basse pression (D104).
- Ø Séparateur final à haute pression (D102).
- Ø Séparateur à condensât riche (D105).
- Ø Séparateur à glycol-hydrocarbure (D106).
- Ø Accumulateur de reflux Dé-Ethaniseur (D107).

## **9.Le Boosting**

Le boosting est une nouvelle installation, mis en marche en 2005, placé à l'entrée des trains. Son rôle principal est d'augmenter la pression du gaz provenant des puits.

Le gaz arrive des puits à une pression de 93 bars, il est recueilli dans les ballons de séparation (D901 A/B/C), les liquides et le gaz sont séparés.

Les liquides se dirigent directement vers les trains, le gaz circule vers les ballons d'aspiration des compresseurs du boosting (D902 A/B/C), puis le gaz comprimé par le compresseur (K901A/B/C). Le gaz obtenu est diffusé vers les trois trains.

## **Conclusion**

Nous avons décrit dans ce chapitre de manière générale le process du module II, mais notre travail se porte sur le compresseur d'air K002 plus précisément sur la turbine à gaz. Dans le chapitre qui suit, nous allons expliquer le fonctionnement de la turbine.

# Chapitre II

## Etude de la turbine à gaz

## Introduction

A fin de pouvoir modéliser notre système et le commander, il est nécessaire de connaître son principe de fonctionnement et ses différentes parties, on propose aussi une description de l'instrumentation et une vue sur la commande actuelle de la machine.

### II.1 Généralité sur les turbines à gaz

Les **turbines à gaz** font partie de la catégorie des **TURBOMACHINES** définies par **Rateau** comme étant des appareils dans lesquels a lieu un échange d'énergie entre un rotor tournant autour d'un axe à vitesse constante et un fluide en écoulement permanent.

Selon le type d'énergie délivrée, les turbines à gaz se répartissent en deux classes : d'une part, les turbomoteurs fournissant de l'énergie mécanique disponible sur un arbre et, d'autre part, les turbovéhicules fournissant de l'énergie cinétique utilisable pour la propulsion.

#### Principe de fonctionnement

Une turbine à gaz fonctionne de la façon suivante :

- elle extrait de l'air du milieu environnant.
- elle le comprime à une pression plus élevée.
- elle augmente le niveau d'énergie de l'air comprimé en ajoutant et en brûlant le combustible dans une chambre de combustion.
- elle achemine l'air à pression et à température élevées vers la section de la turbine, qui convertit l'énergie thermique en énergie mécanique pour faire tourner l'arbre ; ceci sert, d'un côté, à fournir l'énergie utile à la machine conduite, couplée avec la machine au moyen d'un accouplement et, de l'autre côté à fournir l'énergie nécessaire pour la compression de l'air, qui a lieu dans un compresseur relié directement à la section turbine.
- elle décharge à l'atmosphère les gaz à basse pression et température.

## II.2 Étude de la turbine à gaz 5002

Le modèle série 5002 de la turbine à gaz et à entraînement mécanique est utilisé pour actionner un compresseur à charge centrifuge.

### II.2.1 Système de démarrage (turbine de lancement)

Avant d'alimenter et démarrer une turbine à gaz, il faut la mettre en rotation au moyen d'un dispositif jusqu'à lui faire atteindre la vitesse de départ qui sera maintenue pendant les cycles d'allumage, de purge et d'alimentation en même temps il l'aide à atteindre la vitesse d'auto-maintient.

Le dispositif de démarrage pour notre turbine est une turbine d'expansion à gaz dont la fonction est d'actionner le réducteur auxiliaire de vitesse et le rotor de la turbine.

### II.2.2 Section compresseur

La section du compresseur comporte un rotor, le corps du compresseur qui comprend les seize étages de compression, les aubes directrices variables d'admission et deux aubes de guidage de sortie.

#### a- Le rotor

C'est un ensemble de seize roués, un faux arbre, des boulons d'ancrage et les aubes du rotor du compresseur. Ces aubes ont la forme d'une aile et ont été conçues pour comprimer l'air.

#### b- Le stator

Le corps se comporte de trois sections majeures :

##### - Corps d'admission

Il est positionné à l'extrémité avant de la turbine.

Sa principale fonction est de diriger uniformément l'air dans le compresseur.

Il y a des aubes directrices d'admission variables qui permettent l'accélération rapide et uniforme de la turbine. Au démarrage, ces aubes sont réglées à 44 degrés qu'est la position fermée.

##### - Corps du compresseur

Il contient les dix premiers étages du stator du compresseur.

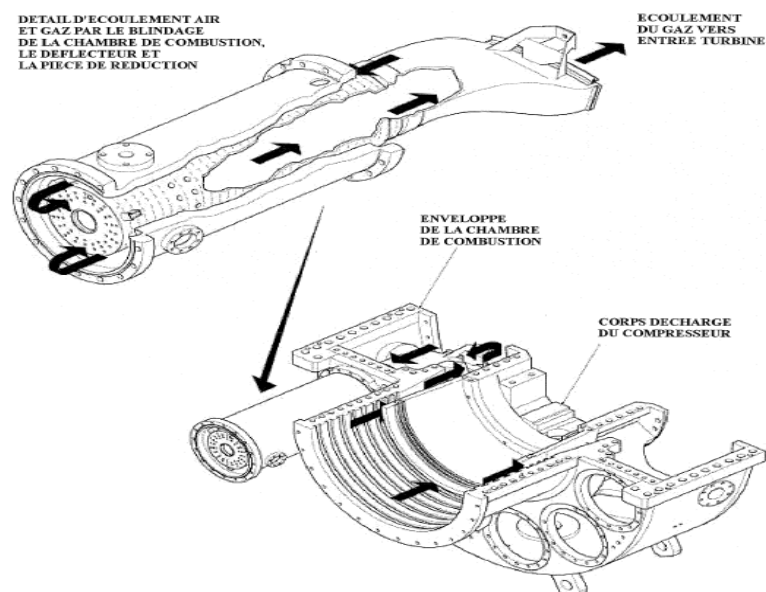
### - Corps de décharge

Il contient le reste des six étages d'aubes du stator (du onzième au seizième) et les deux rangées d'aubes directrices de sortie.

### c- Section combustion

Les 12 chambres de combustion sont interconnectées par l'intermédiaire des tubes transversaux. Ces tubes permettent à la flamme des chambres amorcées contenant des bougies de se propager vers les chambres non amorcées. Chacune des chambres de combustion est équipée d'un injecteur de combustible. Le combustible gazeux est admis directement dans chaque chambre par les trous de dosage positionnés au rebord extérieur du bout des injecteurs de combustible.

Pendant la séquence de démarrage il est essentiel qu'une indication de la présence ou de l'absence de flamme soit transmise au système de commande. A cette fin, on emploie un système de surveillance de flamme consistant en quatre capteurs.



### - Écoulement de l'air et du gaz par la section combustion de la turbine à gaz à simple cycle -

### II.2.3 Section turbine

La section turbine c'est l'endroit où les gaz à haute température provenant de la section chambre de combustion, sont transformés en puissance.

La section contient les composants suivants :

- le corps de la turbine
- l'injecteur du premier étage.
- la roue de turbine du premier étage (turbine de haute pression).
- l'injecteur de l'aube directrice variable du deuxième étage.
- la roue du deuxième étage (turbine de basse pression).
- le diaphragme.

### II.2.4 Les paliers

La turbine a quatre paliers qui supportent les rotors du compresseur et de la turbine.

Les paliers 1 et 2 soutiennent le rotor du compresseur/turbine haute pression et les paliers 3 et 4 soutiennent le rotor basse pression/charge de la turbine.

### II.2.5 Compartiment d'admission

Le fonctionnement et la fiabilité de la turbine à gaz sont en fonction de la qualité et la netteté de l'air d'admission. Donc, il est nécessaire de traiter et filtrer l'air atmosphérique qui entre dans la turbine. C'est la fonction du système d'admission de l'air avec son équipement de canalisation spécialement conçus pour le traitement de l'air dans diverses conditions de température, humidité et contamination.

L'air entre dans le compartiment d'admission et s'écoule par la canalisation parallèle surélevée, avec des amortisseurs de bruit incorporés et épaisseur au plenum d'admission et ensuite dans le compresseur de la turbine. Ce compartiment contient une unité de filtrage autonettoyant.

### II.2.6 Compartiment d'échappement

Les gaz chauds d'échappement produits comme résultat de la combustion dans la turbine sont atténués dans la canalisation du système d'échappement avant d'être libérés dans l'atmosphère. Ces émissions d'échappement doivent respecter certains standards relatifs à la protection de l'environnement.

## II.2.7 Circuit de ventilation

Le circuit de ventilation consiste en deux ventilateurs (88BA-1,2) séparés, qui sont actionnés par leurs propres moteurs. Un ventilateur assure l'air pendant le fonctionnement normal de la turbine, l'autre fonctionne comme un ventilateur de réserve et démarre quand la température à l'intérieur de la turbine atteint le point de réglage des transmetteurs.

## II.3 Instrumentation

Dans cette partie, on se propose de présenter les instruments principaux de la turbine à gaz.

### II.3.1 Mesure de pression

#### 1-Manomètre à déformation d'un solide élastique

##### a. Manomètre de Bourdon

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. Le système de mesure, le cadran et l'aiguille sont montés dans un boîtier. Le tube est cintré selon un arc de cercle sur un angle de 270° environ (voir le schéma ci-dessous). Le tube peut être en bronze, monel, acier ou acier spécial.

1. Organe moteur, tube de Bourdon.
2. Support de tube
3. Capuchon du tube
4. Secteur denté
5. Bielle
6. Engrenage
7. Aiguille
8. Cadran.

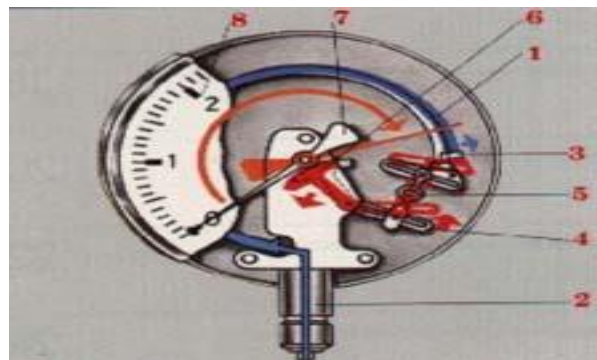


Figure II-1 : manomètre de bourdon

### B. Manomètre à membrane

La pression à mesurer est appliquée à une membrane de section circulaire (voir figure ci-dessous).

1. Bride inférieure.
2. Chambre de pression.
3. Bride supérieure.
4. La membrane.
5. Vis.
6. Engrenage.
7. Aiguille.
8. Cadran.

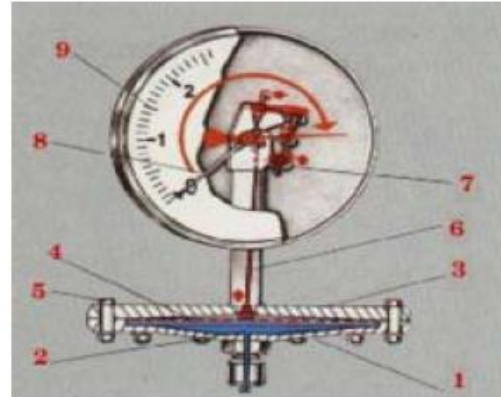


Figure II-2 : Manomètre à membrane

La membrane est tendue entre deux brides. Par un trou dans le raccord, le fluide à mesurer arrive dans la chambre de pression en dessous de la membrane. La membrane se déplace sous l'effet de la pression. Le déplacement de la membrane est proportionnel à la pression mesurée et est transmis par l'intermédiaire du mouvement à l'aiguille et affiché sur le cadran en tant que valeur de pression. Afin d'être protégés contre des détériorations, le système de mesure, le cadran et l'aiguille sont montés dans un boîtier. En cas de risque de corrosion due à des fluides agressifs, on peut protéger toutes les parties en contact avec le fluide par enduction de plastique ou par un film de protection.

### c. Manomètre à capsule

La capsule est montée sur le raccord soit directement par l'intermédiaire d'un tube métallique ou par un trou dans le raccord, le fluide à mesurer passe à l'intérieur de la capsule.

Sous l'effet de la pression les demi-parties de la capsule se bombent, ce déplacement proportionnel à la pression mesurée est transmis par l'intermédiaire du mouvement à l'aiguille et affiché sur le cadran en tant que valeur de pression. Afin d'être protégés contre des détériorations, le système de mesure, le cadran et l'aiguille sont montés dans un boîtier (voir le schéma ci-dessous).

1. Support de l'organe moteur
2. Organe moteur, la capsule
3. Bielle
4. Mouvement
5. Aiguille
6. Cadran

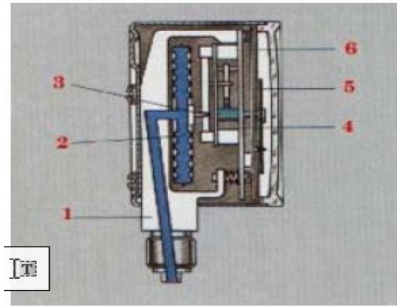


Figure II-3-Manomètre à capsule

#### d. Manomètre différentiel

Les manomètres différentiels sont pourvus dans la tuyauterie de chaque filtre pour assurer une indication de la pression de l'huile en amont et aval des filtres pour les deux pressions HP et LP, si la différence n'est pas conforme aux plages ci-dessus alors le reste sera drainé.

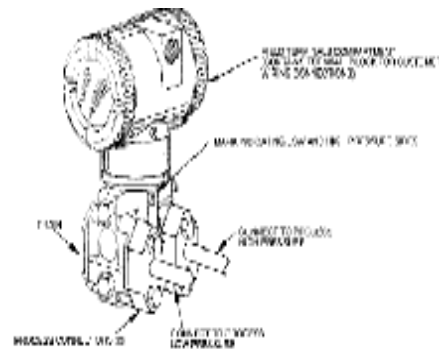


Figure II-4 : Manomètre différentiel

Les plages de travail sont :

$\Delta P$  huile de lubrification : 0 à 4 kg/cm<sup>2</sup>.

Le filtre sera remplacé lorsque le manomètre affiche: 4.2 kg/cm<sup>2</sup>.

$\Delta P$  huile d'étanchéité : 0 à 2 kg/cm<sup>2</sup>.

Le filtre sera remplacé lorsque le manomètre affiche: 1.5 kg/cm<sup>2</sup>.

#### 2- Manostat

Un commutateur de différence de pression est un dispositif pour convertir la pression atmosphérique en signal électrique à un point désiré.

Le signal électrique peut être employé pour démarrer ou arrêter les amortisseurs de moteurs électriques ou de ventilateurs, ouvrir ou fermer des auvents, allumer les signaux d'alarme.

Il est conçu exclusivement pour des pressions différentielles très basses.

#### 3- Transmetteur de pression

Il permet de convertir une pression différentielle en un signal pneumatique (électrique) proportionnel variant entre 0.2 et 1.0 Kg /cm<sup>2</sup> (4 à 20 mA dc). Ajustable de 0 à 5 000 ou 0 à 50 000 mm H<sub>2</sub>O.

Sa sortie peut être connectée vers n'importe quel récepteur pneumatique (indication ou contrôle de mesure).

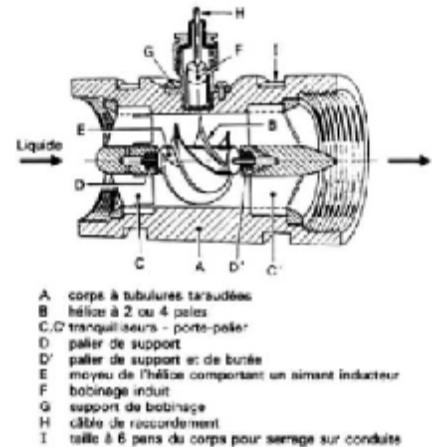
### II.3.2 Mesure de débit

#### - Débitmètre à turbine

Le principe de fonctionnement consiste en une hélice dans l'axe d'une conduite où circule un fluide. Sous l'effet de la vitesse d'écoulement du fluide, cette hélice tourne à une vitesse proportionnelle au débit volumique  $Q_v$ .

La vitesse de rotation est mesurée en comptant la fréquence de passage des ailettes détectée à l'aide d'un bobinage (un aimant permanent est parfois solidaire de l'hélice).

Chaque impulsion représente un volume de liquide distinct.



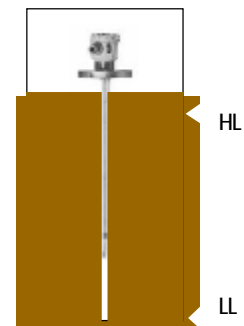
### II .2.3 Mesure de niveau

Dans tous les cas, le niveau est une quantité repérable. Il est exprimé par une hauteur, donc par une mesure de longueur.

#### - Niveau à plongeur

Le plongeur est un cylindre de 813mm de longueur et 1,5 '' de diamètre aimanté, enrobé d'acier au carbone dont la hauteur est au moins égale à la hauteur maximale du liquide dans le réservoir.

Dans cet appareil on utilise deux contacts (niveau haut et niveau bas). Lorsque la partie aimantée arrive à l'un des niveaux, elle attire la lame du contact et actionne l'alarme.



Le niveau du réservoir d'huile d'étanchéité varie entre -305 et +305 mm.

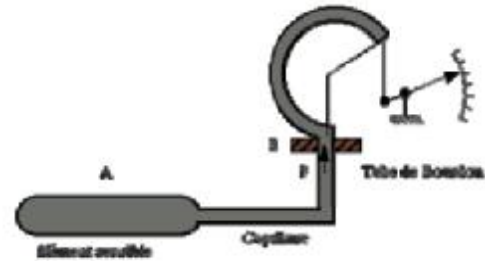
### II.3.4 Mesure de température

#### 1. Thermomètre à dilatation de gaz

Sous une forme schématisée, un thermomètre à gaz est composé d'une sonde A, formant une enveloppe dans laquelle est enfermé le gaz thermométrique. Cette sonde est reliée par un tube de raccordement de faible section à l'extrémité B d'un tube de Bourdon, appelé spirale de mesure.

Cette extrémité B est fixe. La longueur du tube de raccordement ne doit pas excéder 100 mètres.

Sous l'effet de la température du milieu dans lequel la sonde est placée, la pression du gaz va varier, ce qui modifiera l'équilibre de l'extrémité libre du tube de Bourdon. Cette variation de pression se traduira par un mouvement de rotation de l'index indicateur qui se déplacera devant un cadran portant des graduations thermométriques.



#### 2. Thermocouple

Un thermocouple fournit une tension qui est fonction de deux températures et de sa nature. Ceux utilisés dans notre machine sont de type K.

Pour les thermocouples normalisés, on dispose de tables de références qui fournissent la F.E.M. en fonction d'une température, l'autre, dite de référence, est fixé à 0°C. Pour déterminer la F.E.M. fournie par un thermocouple, on utilisera donc la table correspondante et la formule de compositions des températures.

#### 3. Thermomètre industriel bimétallique

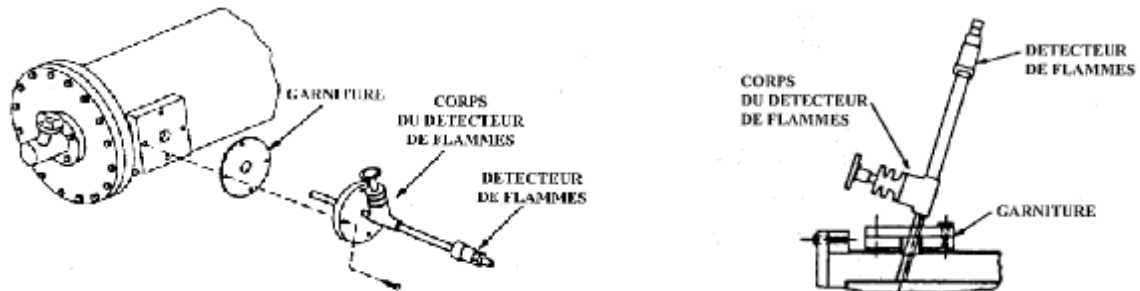
L'élément sensible est une bobine bimétallique, faite de deux bandes à soudure froide avec des coefficients de dilatation différents. Toutes les pièces des thermomètres bimétalliques sont faites de matériaux résistants à la corrosion.

Utilisés dans l'industrie chimique et pétrochimique. La température peut varier entre -50 à 500°C.



### II.3.5 Détecteurs de flammes à ultraviolet

Le capteur de flammes à ultraviolet consiste en un détecteur rempli d'un gaz sensible à la présence du rayonnement à ultraviolet qui est émis par une flamme d'hydrocarbure. Une tension Continue fournie par l'amplificateur est appliquée à travers les bornes du détecteur.



En cas de présence de flamme, l'ionisation du gaz dans le détecteur permet la conductivité dans le circuit qui fait activer la partie électronique ; l'absence de flamme générera une sortie opposée, définissant « pas de flamme ».

Ils travaillent dans une plage de 20 à 35 V DC et 115 V AC.

La température peut varier de  $-40^{\circ}$  à  $+350^{\circ}$ F

### II .3.6 Détecteurs de gaz

Six détecteurs de gaz sont prévus sur la turbine à gaz. Trois sont situés dans le compartiment des accessoires et les 3 autres sur la chambre des filtres d'entrée.

On a prévu deux points de réglages sur chaque détecteur (localisé sur l'UCP), l'un pour 30% (indication d'alarme sur le Mark 6 CRT) et l'autre pour 60% (déclenchement exécuté par le panneau du Mark 6). Pour ceux situés sur les filtres, les 60% déclenchent la machine (arrêt de la ventilation de la turbine est effectué).



### II.3 .7 Détecteurs de vitesse

La sonde de vitesse consiste en un aimant permanent, entouré par une bobine hermétiquement scellée.

Avec les 60 dents des roues HP et LP, la fréquence en sortie en Hz est exactement égale à une révolution par minute et donc la tension est une fonction directe de la vitesse.

Il y a 4 détecteurs, 2 pour le contrôle de vitesse et 2 pour le déclenchement de survitesse.

### **II.3.8 Détecteurs de vibration**

Les vibrations, qu'elles soient sismiques ou propres à la machine, elles sont gérées par un automate programmable indépendant, c'est le Bentley Nevada.

Les déplacements tolérés sont :

- Horizontal : 0.1 in. Max. 0.0002 in. Min.
- Transversal 5% à 100 Hz.

Sa longueur est de 4.92 in. Et 1.97 in en diamètre.

### **II.3.9 Les actionneurs**

L'élément terminal d'une boucle de régulation est un actionneur. Il reçoit les ordres de commande du régulateur et les traduit en action directe sur les différentes grandeurs du procédé.

Les vannes sont les organes les plus utilisés pour le réglage des paramètres des fluides. Les plus importantes qu'on utilisera dans notre commande sont : la SRV et la GCV.

La Speed Ratio Valve (vanne de contrôle de vitesse)

La Gaz Control Valve (vanne de contrôle de gaz)

Elle gère le contrôle du flux du carburant au système de combustion.

## II.4 La commande actuelle

L'armoire de commande SPEEDTRONIC MARK II assure le contrôle des opérations de démarrage et d'arrêt de la turbine à gaz ainsi que sa protection.

Le système de régulation comporte trois boucles principales : 1-démarrage. 2-vitesse et accélération. 3- température.

Pour présenter le maximum de fiabilité, la régulation est redondante.

Des alarmes indiquent que des niveaux critiques sont atteints ou qu'il y a une anomalie de fonctionnement.

L'armoire contient ses propres alimentations qui travaillent pour une tension d'entrée de 95 à 140V CC mais il est possible de commuter sur une batterie (95 à 140 V).



Le Mark II se compose d'un grand nombre de cartes électroniques et de relais.

Les circuits à relais qui assurent les séquences de l'automatisation, sont fabriqués sur la base des schémas à relais composés essentiellement d'une logique de contact. Les signaux TOR (tout ou rien) partent des capteurs en passant par les circuits logiques et arrivent aux actionneurs, ou retournent à l'entrée pour d'autres circuits formant ainsi des boucles. Cette logique câblée utilisée jusqu'à nos jours est la principale base qui a mené les constructeurs à la découverte des PLC (programmable logic control).



# Chapitre III

Modélisation du fonctionnement de la turbine à gaz

## Introduction

Dans le but d'assurer le contrôle d'un système, il est nécessaire d'assimiler son fonctionnement et de le traduire par un algorithme, qui sera simple à comprendre et facilitera la conception de la commande.

### III.1 Régulation de démarrage

La régulation de démarrage fonctionne en tant que régulation en boucle d'asservissement utilisant des niveaux prédéfinis du FSR signal de commande de combustible. Les niveaux sont: "ZERO", "FEU", "CHAUFFAGE", "ACCELERATION" et "MAX".

Les niveaux de FSR sont définis en tant que Constantes de régulation dans la séquence de démarrage SPEEDTRONIC Mark VI.

Les signaux FSR de régulation de démarrage fonctionnent à travers le portillon à valeur minimale pour assurer que les autres fonctions de régulation peuvent limiter le FSR en fonction des besoins.

#### 1- Prêt au démarrage :

L'activation du commutateur de fonctionnement maître (L43) activera le circuit prêt. Si tous les verrous des circuits de protection et de déclenchement sont réinitialisés, les messages "STARTUP STATUS" (Statut démarrage) et "READY TO START" (Prêt à démarrer) S'afficheront indiquant que la turbine acceptera un signal de démarrage.

#### 2- Démarrage des auxiliaires :

Le signal de démarrage active les équipements auxiliaires (démarrage du système d'huile de lubrification, fermeture des clôtures de ventilation, démarrage du système d'huile d'étanchéité, mais aussi l'activation des pompes d'huile de graissage et démarrage du système d'huile hydraulique si nécessaire) ce qui excite le circuit de contrôle et de protection maître (le circuit "L4") qui permet la pressurisation du système d'huile de déclenchement.

Avec le circuit "L4" l'embrayage de démarrage est automatiquement engagé, et la turbine de lancement commencent à tourner.

Dés que la roue HP commence à tourner, il y'a la perte du signal L14HR et l'excitation du solénoïde d'embrayage 20CS et l'arrêt du vireur hydraulique.

### 3- Purge :

Le L14HM indique que la turbine tourne à la vitesse requise (20% de la vitesse HP) pour la purge adéquate et un allumage des chambres de combustion. Le temporisateur L2TV de purge est lancé avec le signal L14HM. Le délai de purge est réglé pour permettre trois à quatre renouvellements d'air dans l'unité pour s'assurer que tout mélange de combustible a été purgé du système.

### 4- Allumage et préchauffage :

L'accomplissement du cycle de purge (L2TVX) a permis le passage du combustible, l'allumage des bougies, la définition du FSR du niveau d'allumage et le lancement du temporisateur de mise à feu (L2F). Quand les détecteurs de flammes indiquent que la flamme a été établie dans les chambres de combustion (L28FD), l'horloge de préchauffage L2W démarre et le signal de commande de combustible est réduit au niveau FSR "WARM UP" (PRECHAUFFAGE). Le délai de préchauffage est prévu pour minimiser les contraintes thermiques des parties chaudes pendant la partie initiale du démarrage.

Si la flamme n'est pas établie avant la fin de la temporisation de mise à feu, le flux de combustible est suspendu. L'unité peut recevoir un autre signal de démarrage mais l'allumage sera retardé par la temporisation L2TV pour éviter l'accumulation de carburant dans des tentatives successives.

### 5- Accélération vers la vitesse opérative :

A la fin de la période de chauffage (L2WX), la régulation de démarrage rampe le FSR à une cadence prédéterminée jusqu'à atteindre la limite d'accélération. À approximativement 60-65% TNH, la turbine se désaccouple du dispositif de démarrage.

Le cycle de démarrage a été conçu pour modérer la température d'allumage en programmant une augmentation lente du FSR (une pente de 1% par seconde).

La phase de démarrage se termine lorsque l'unité atteint la pleine vitesse sans charge.

### III.2 Séquence complète et prêt à la charge :

Une fois que le contrôle de vitesse FSR est activé, on procède au test des auxiliaires.

Si tous les signaux sont OK alors la turbine démarrera et on reçoit le signal de rotation de la turbine L3=1, sinon on refait le test.

En actionnant le sélecteur principal sur Manuel la vitesse de la LP sera contrôlée par la commande dans la HMI par contre si on veut la commander à distance ou en automatique c'est le Mark 6 qui contrôlera la charge et la vitesse de la LP.

### III.3 Demande d'arrêt normal :

Lorsque le sélecteur principal est en Remote (à distance) c'est au à l'opérateur d'arrêter la machine du système DCS, si oui alors la séquence d'arrêt débutera sinon on procède à l'arrêt des auxiliaires et on aura le signal L94CESHD=1.

Alors que si on met le sélecteur en Manuel, auto, crank ou fire, l'arrêt se fait de l' HMI, si oui on procède à l'arrêt des auxiliaires sinon c'est la séquence d'arrêt qui débutera.

### III.4 Séquence d'arrêt :

Un arrêt normal est initié en cliquant sur la cible "STOP" (Arrêt) (L1STOP) et "EXECUTE" (Exécuter).

Ceci produira le signal L94X. Si le disjoncteur de l'alternateur est fermé lorsque le signal d'arrêt est initié, la Référence de vitesse de turbine (TNR) effectue un décompte pour réduire la charge au taux de charge normal jusqu'à atteindre la vitesse min de la LP (L14LS=0), la turbine décélère jusqu'à atteindre la vitesse min de la HP (L14HS=0) ce qui activera les systèmes d'huile de lubrification et hydraulique si les flammes sont détectées les vannes seront fermées et les temporisations de ventilation, refroidissement de l'huile de lubrification et de la turbine seront déclenchées.

### **III.5 Séquence de refroidissement de la turbine :**

Une fois que la turbine est à l'arrêt, le vireur hydraulique démarre et active la temporisation de refroidissement à la fin on aura le signal L63CD=1 alors le système d'huile de lubrification, vireur hydraulique et l'huile d'étanchéité seront désactivés.

### **III.6 Demande de déclenchement :**

Se référer au déclenchement des auxiliaires.

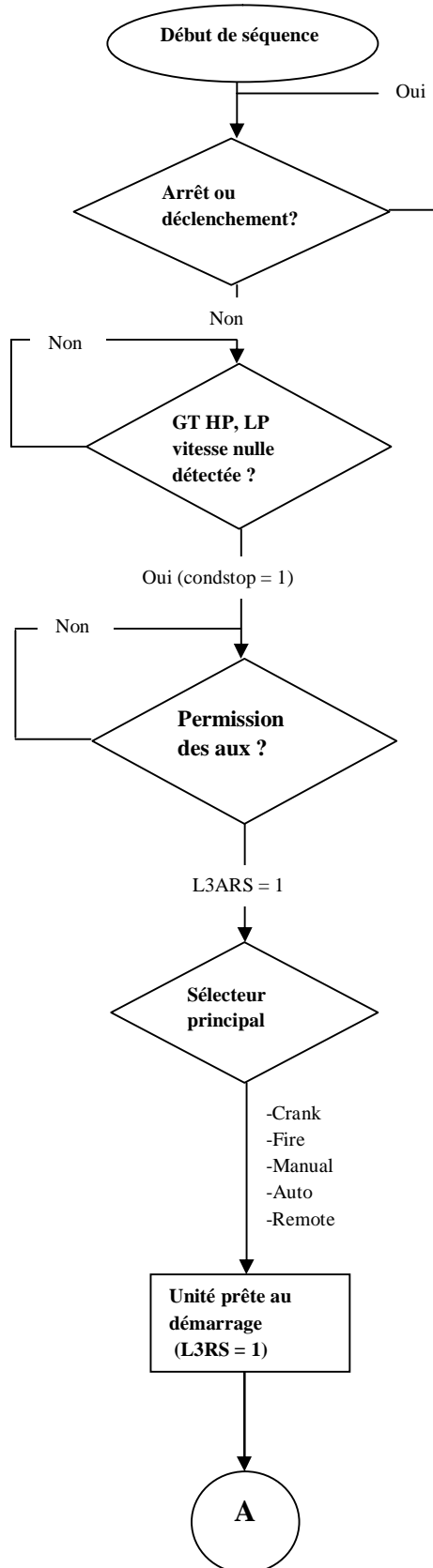
### **III. 7 Séquence de déclenchement :**

Le déclenchement se fait soit par l'opérateur du système DCS lors du fonctionnement de la turbine.

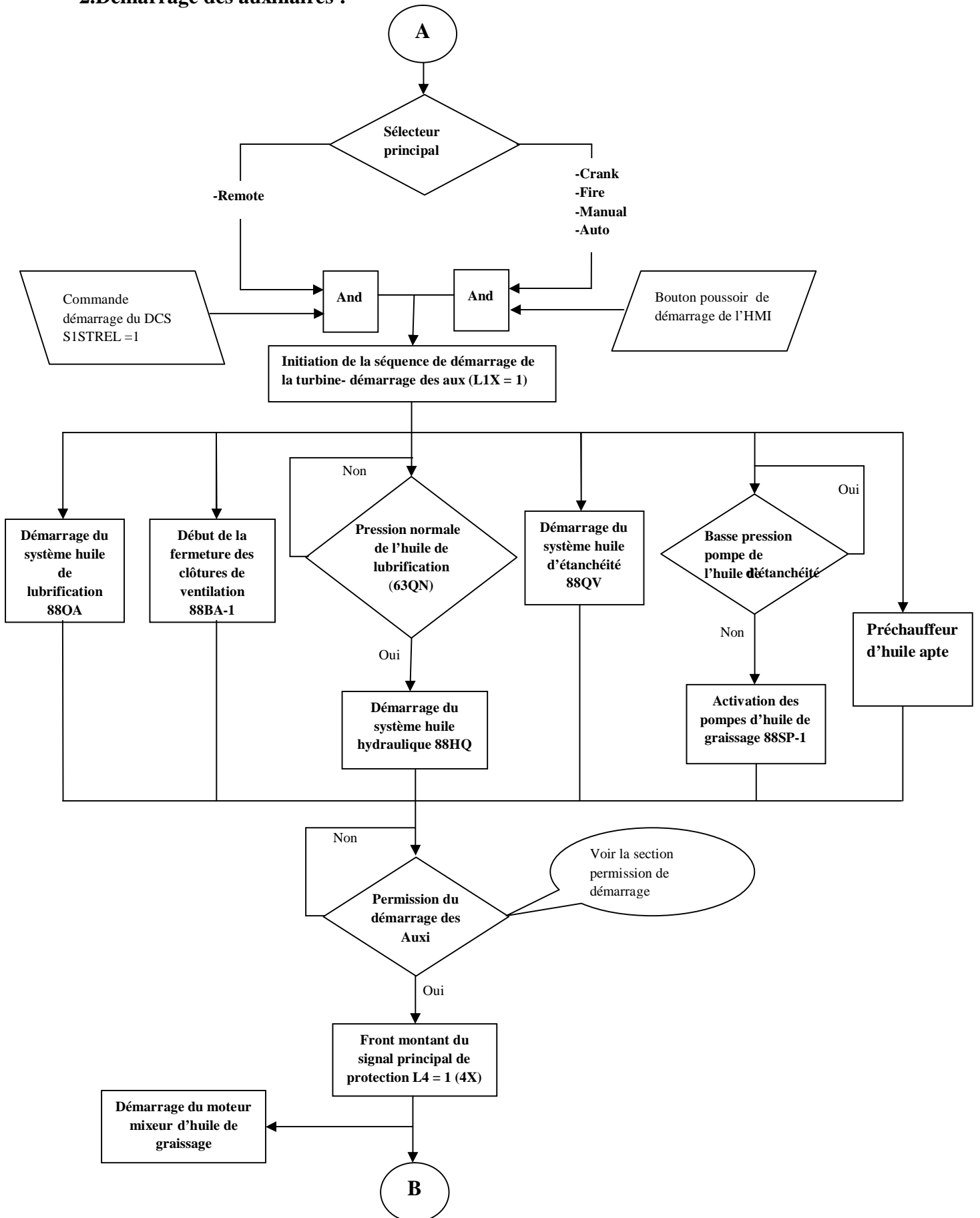
Le signal L4=0 (master protectif) fermera la vanne du fuel gaz et ouvrera « la vanne de vent » et les temporisations de ventilation, refroidissement de l'huile de lubrification et de la turbine ainsi que la dépressurisation seront déclenchées.

III .8 Organigramme modélisant la turbine à gaz :

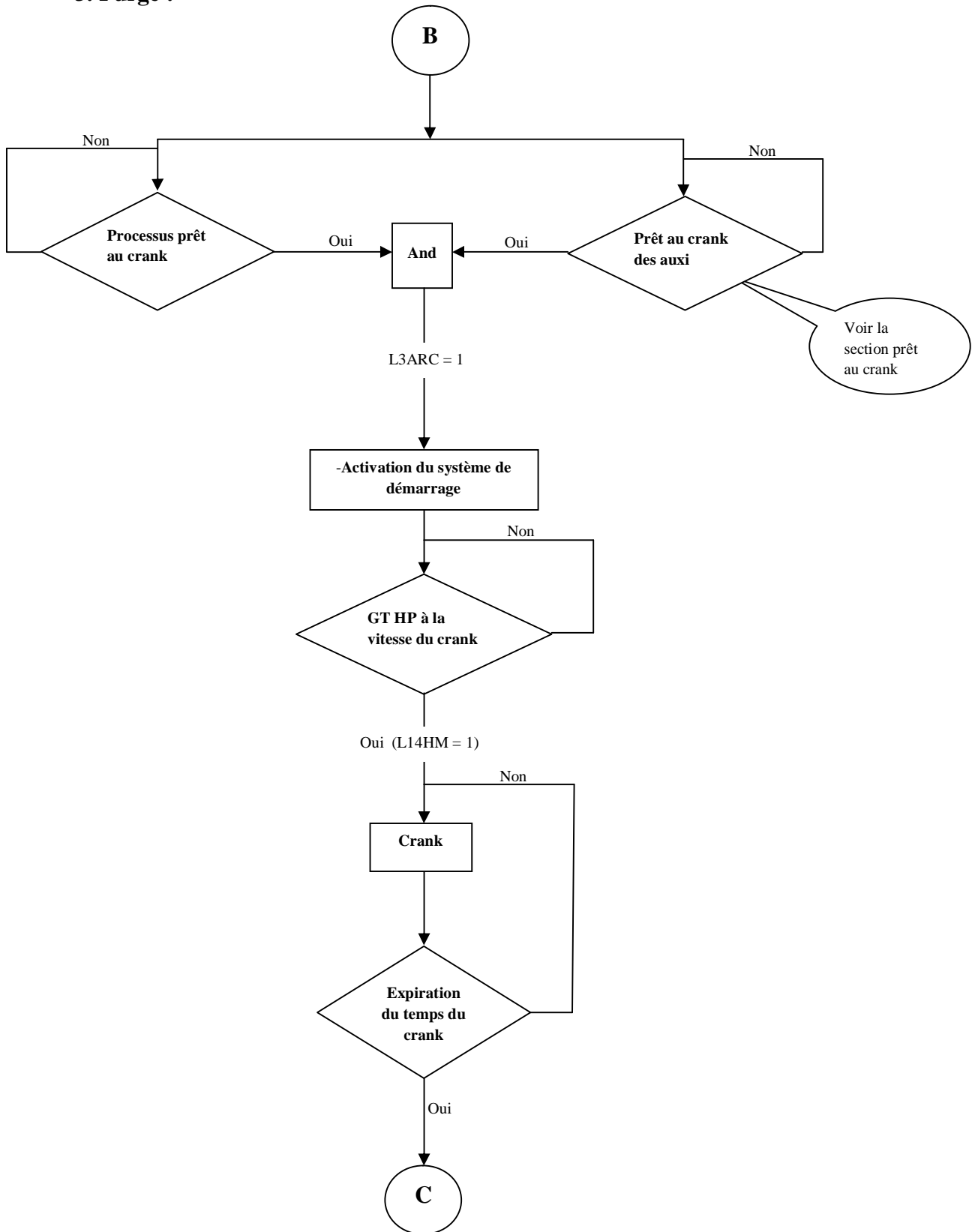
1. Prêt au démarrage :



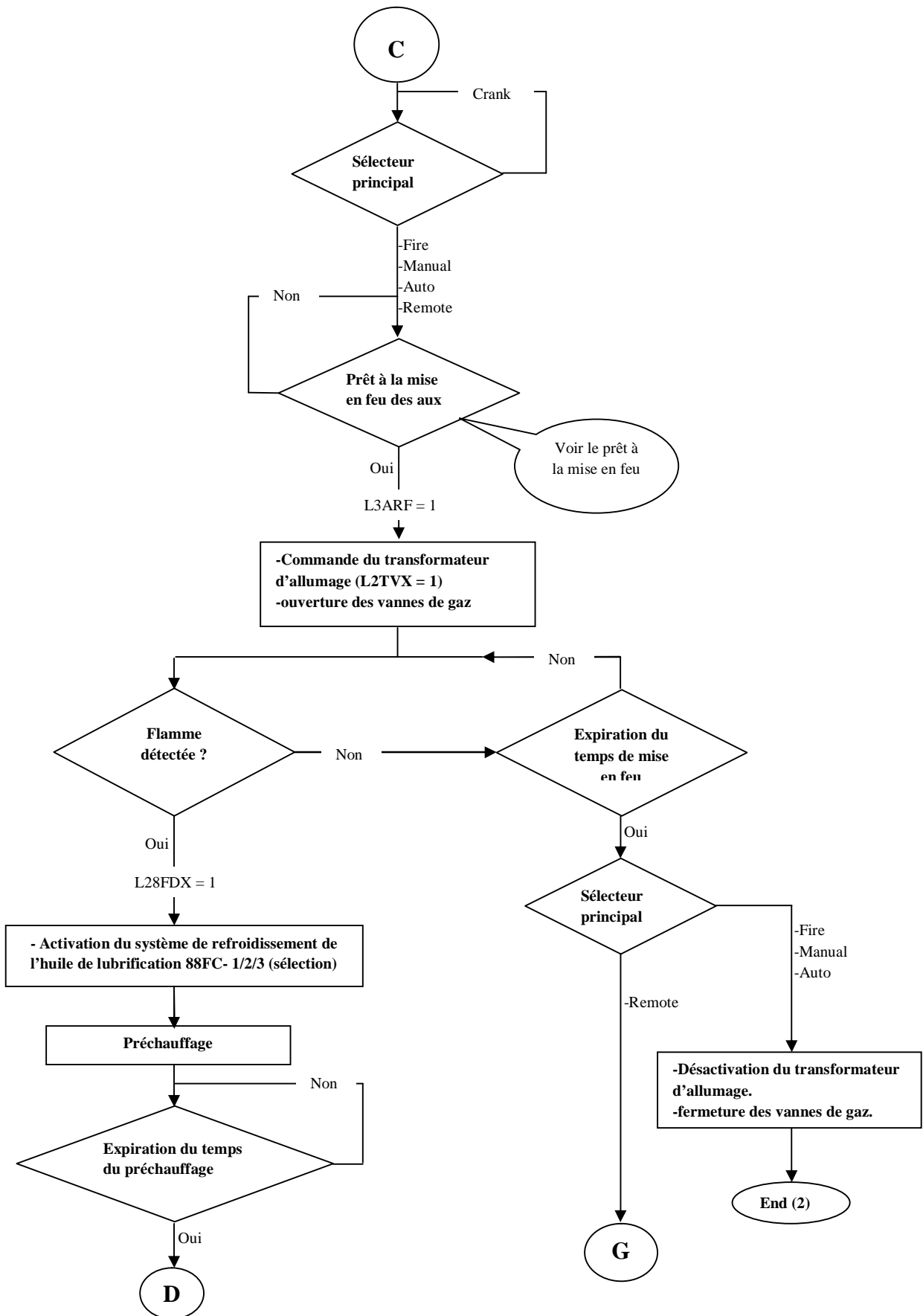
2. Démarrage des auxiliaires :



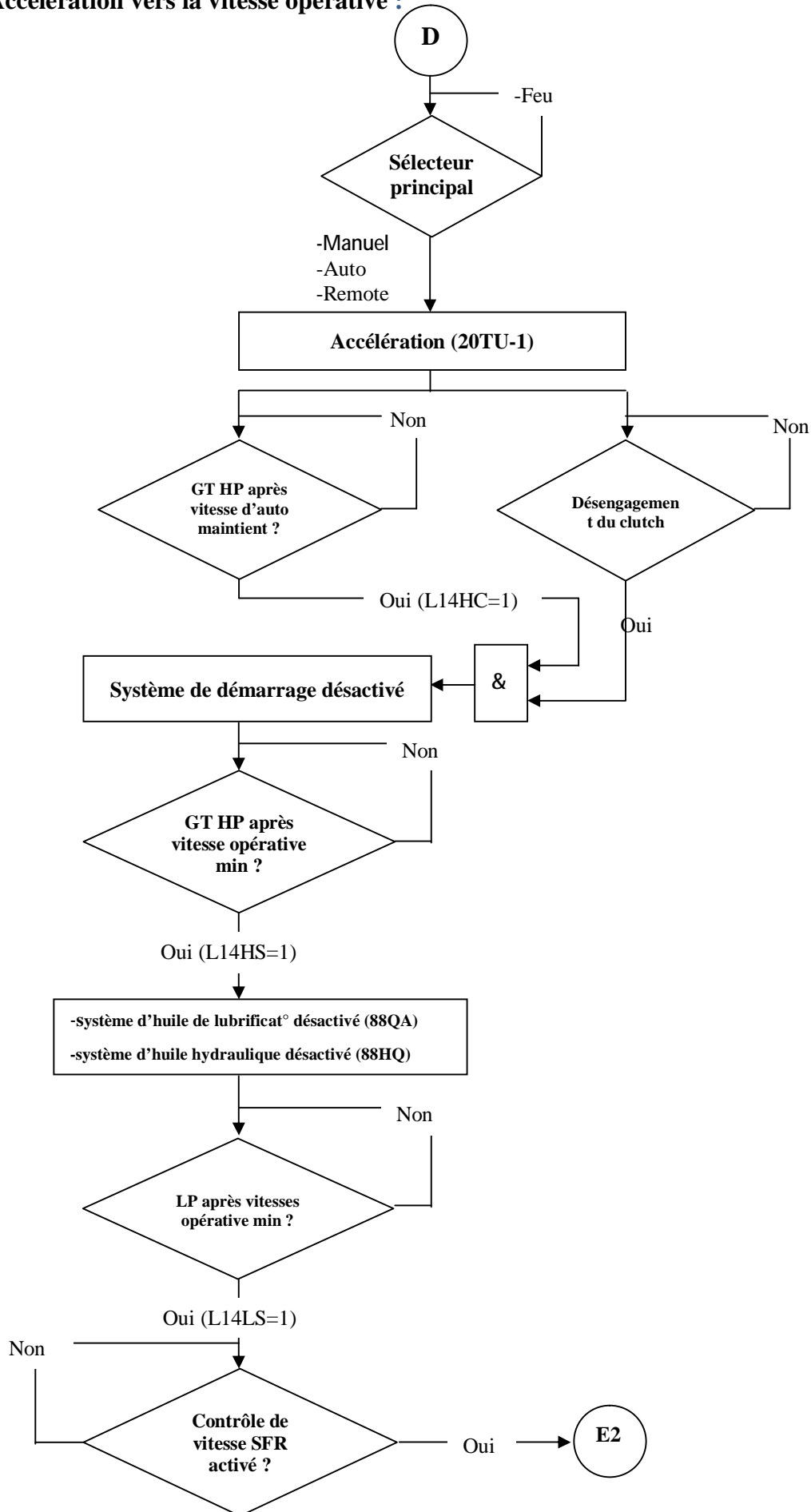
3. Purge :



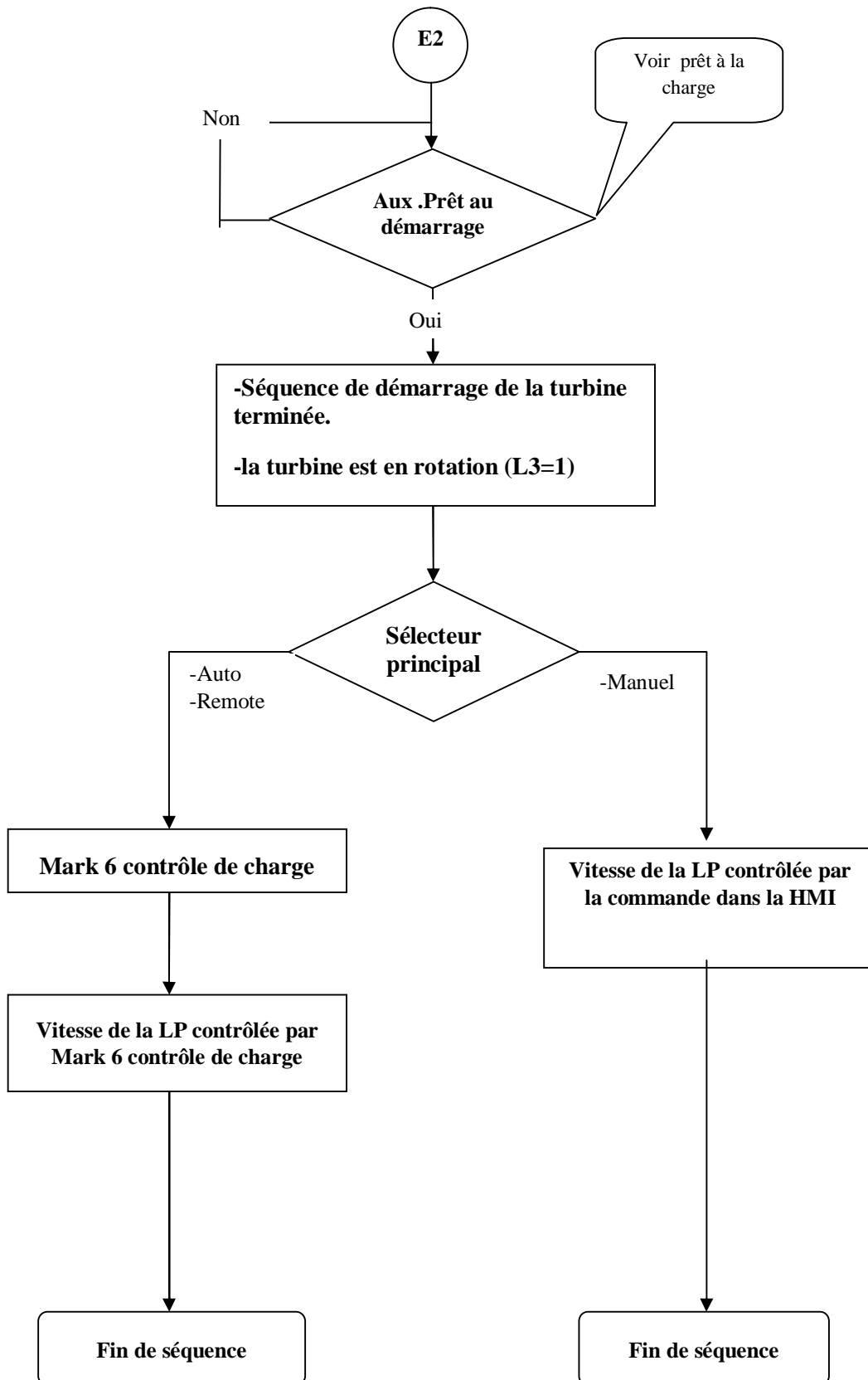
4. Allumage et le préchauffage :



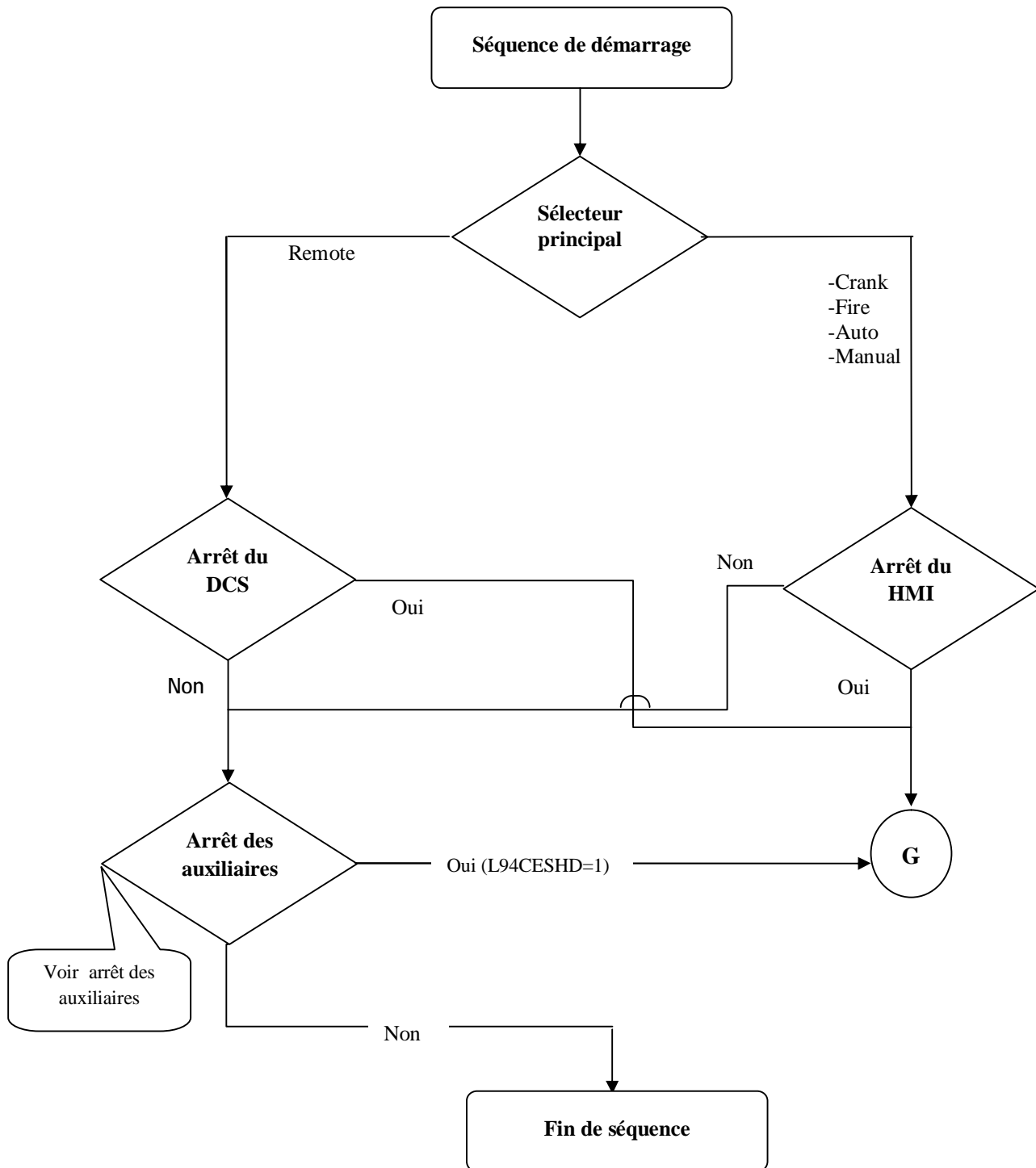
5. Accélération vers la vitesse opérative :



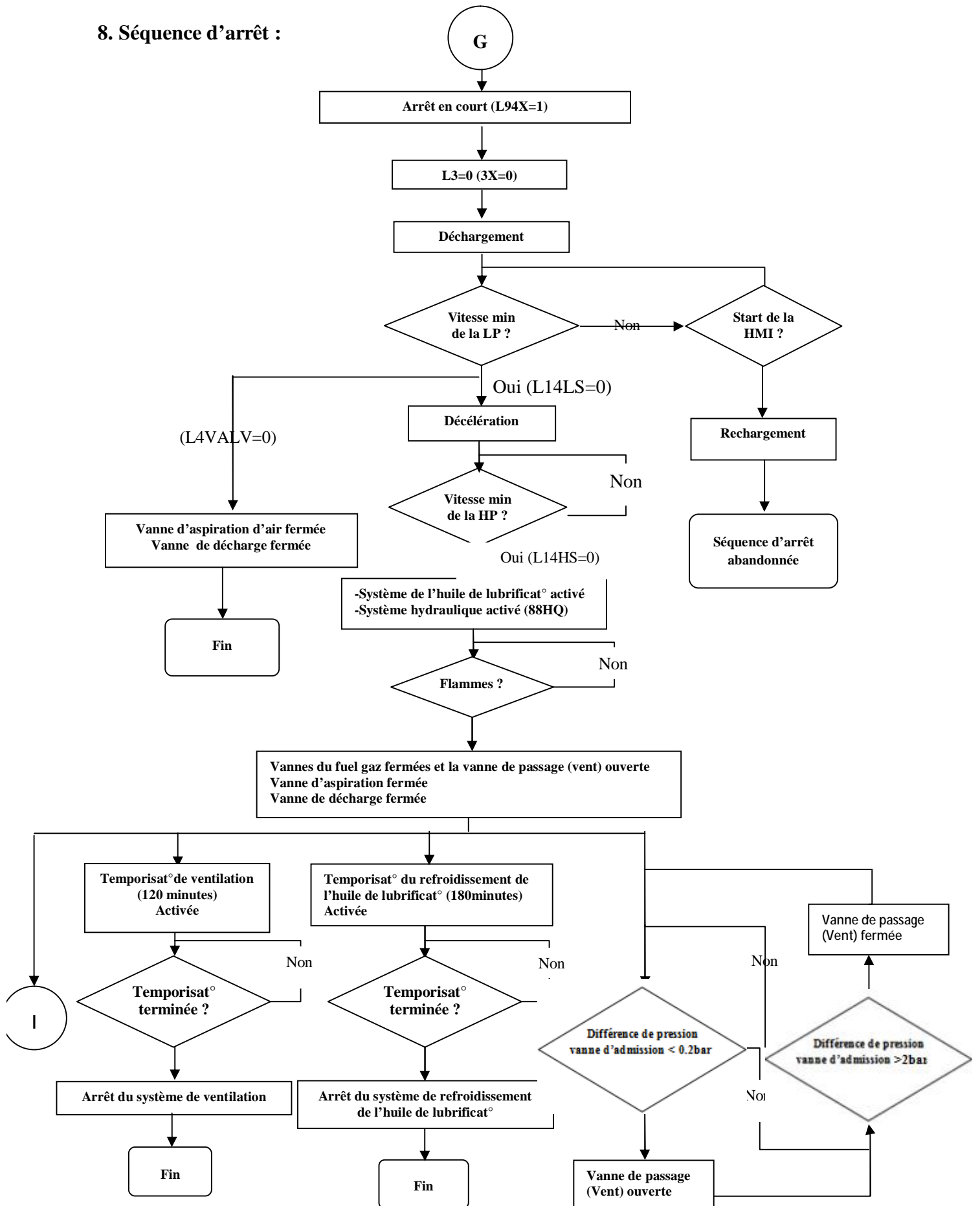
6. Séquence complète et prêt à la charge :



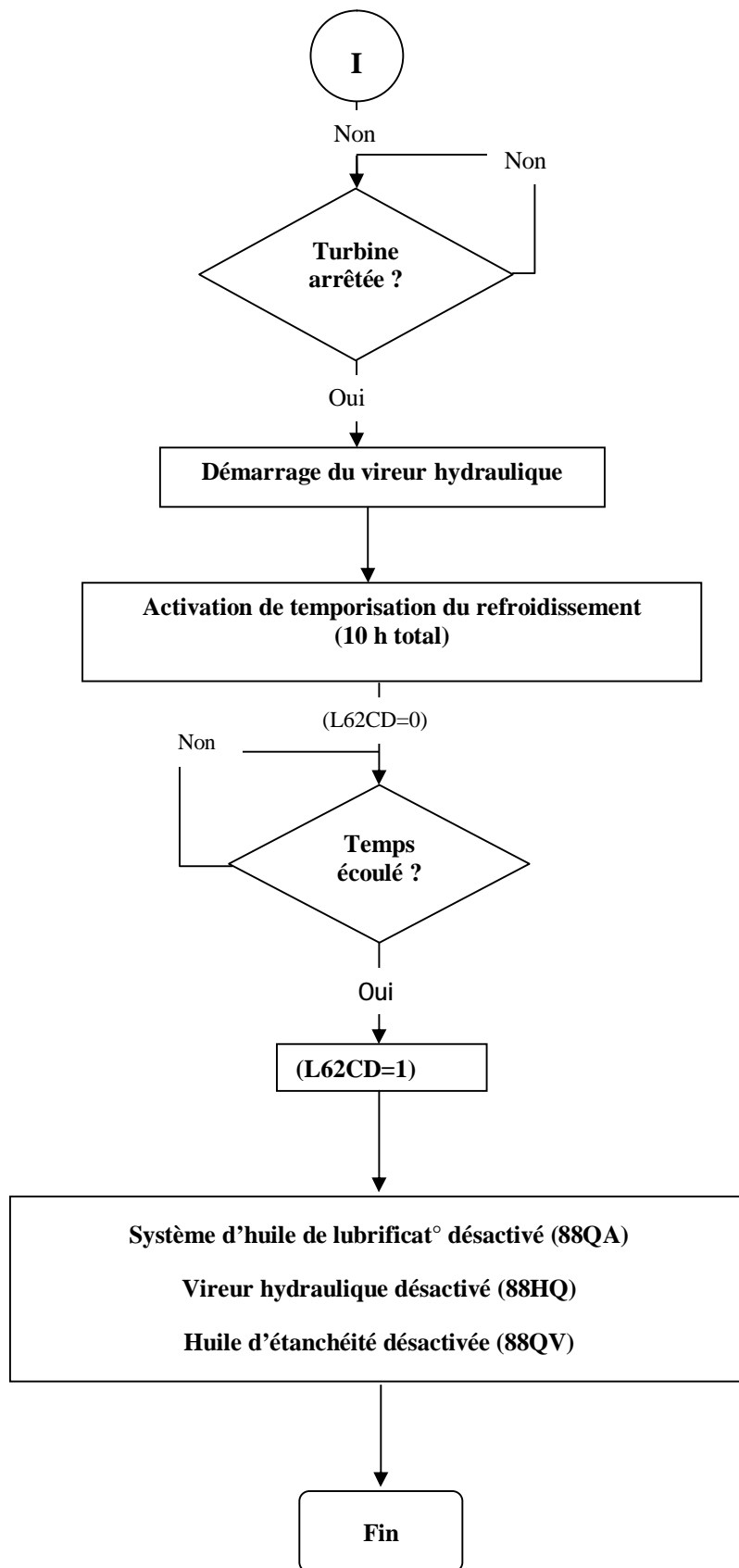
7. Demande d'arrêt normal :



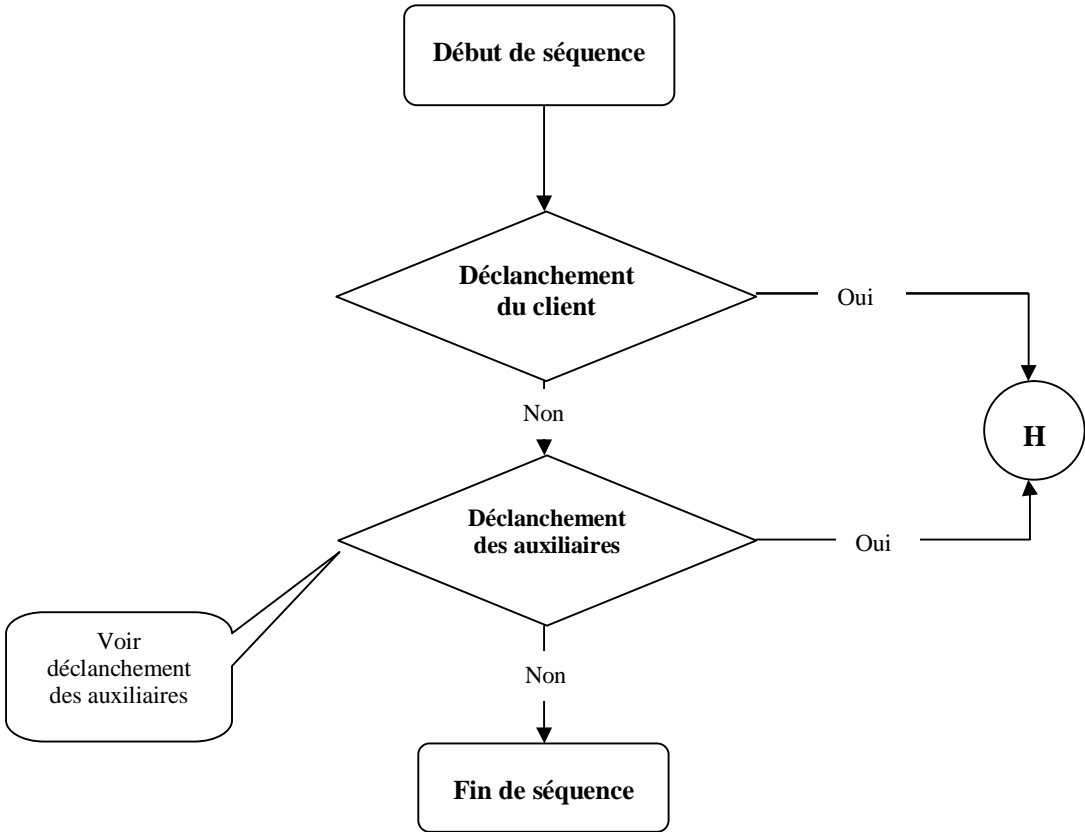
8. Séquence d'arrêt :



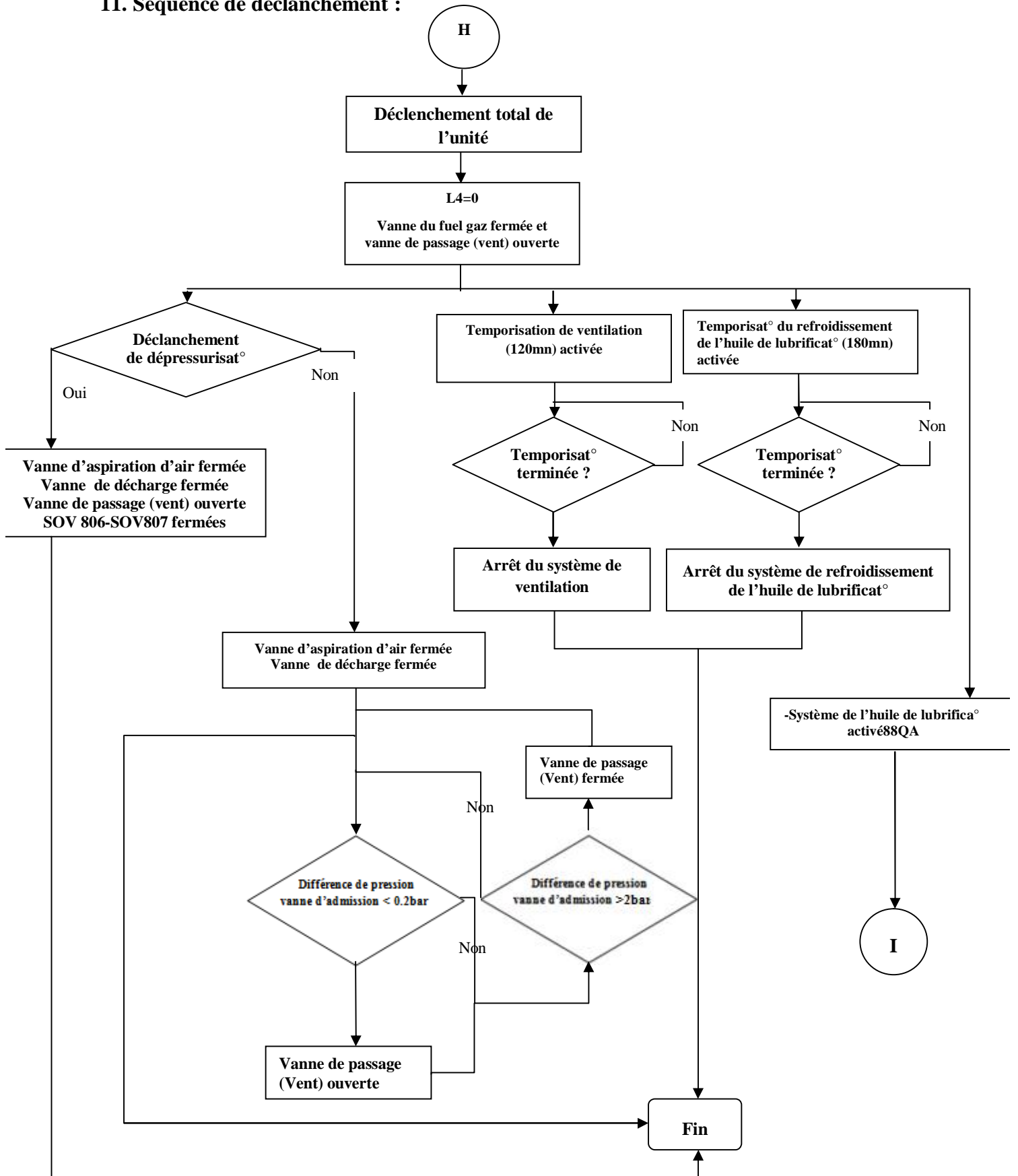
9.Séquence de refroidissement :



10. Demande de déclanchement :



11. Séquence de déclenchement :



### III.9 Signaux de commande :

#### 1. Prêt au démarrage des auxiliaires :

GE Tag	Description	Système	Logique
27MC	Tension normal dans la MCC	Divers	Vrai
80X	Tension min de la batterie 110 V -ALM		Faux
86PS	Défaut d'alimentation 24V DC -ALM		faux
K74	Défaut des moteurs dans la MCC -ALM		faux
49QE	Surcharge de la 88QE -ALM	Huile de lubrification	Faux
27QE	Sous tension de la 88QE -ALM		Faux
L71QL_W	Niveaux bas du réservoir -ALM		Faux
L26QN_W	Température normale du réservoir		Vrai
49HR	Surcharge du moteur du vireur	Vireur hydraulique	Faux
27HR	Sous tension du moteur du vireur		Faux
L86HD	Problème de protection de l'huile	Huile de contrôle	Faux
33AF-1	Ouverture des chambres à filtre au démarrage inhibées	Filtre d'admission	Vrai
86PJ	Disfonctionnement du filtre à air		Vrai
L26BA	Haute température des clôtures de la turbine -ALM	Ventilation	Faux
33BA	Clôtures de la turbine ouvertes		Faux
45HA	Clôtures du gaz -ALM		Protection F&G
33CP	Vannes des réservoirs du CO <sub>2</sub> fermées	Faux	
33CP-2A & 2B	Vannes des réservoirs du CO <sub>2</sub> ouvertes	Faux	
3FT	Défaut du système de détection du feu – ALM	Faux	
3HA	Défaut du système de détection du gaz – ALM	Faux	
L43CP_I	Système anti incendie inhibé	Faux	
33CR-1_14A/B	Fins de course des réservoirs du CO <sub>2</sub> libres	Faux	
45CP-A/B	Réservoir principal du CO <sub>2</sub> déchargé	Faux	
L63FGH_W	Haute pression du fuel gaz -ALM	Fuel gaz	Faux

#### 2. Démarrage accepté :

GE Tag	Description	Système	Logique
52QA	Signal de retour de la pompe aux d'HL	Huile de lubrification	Vrai
L63QT	Basse pression voté -Déclenchement		Faux
L63QA2L_W	Basse pression -ALM		Faux
L63QAL_W	Basse pression décharge de pompes -ALM		Faux
L63HQ1L_W	Alarme de basse pression	Huile hydraulique	Faux
L63HQL	Basse pression voté - Déclenchement		Faux
52HQ	Signal de retour de la pompe aux d' HH		Vrai
52BA-1/2	Signal de retour des ventilateurs	Ventilation	Vrai
L63BT_W	Basse pression différentielle turbine -ALM		Faux

**3. Prêt à la purge :**

GE Tag	Description	Système	Logique
L71QL_W	Niveau bas du réservoir -ALM	Huile de lubrification	Faux
52QA	Signal de retour de la pompe aux d'HL		Vrai
L63QA2L_W	Basse pression -ALM		Faux
L63QAL_W	Basse pression décharge de pompes -ALM		Faux
L26QN_W	Température normale du réservoir		Vrai
L63HQ1L_W	Alarme de basse pression	Huile hydraulique	Faux
L63HQL	Basse pression voté - Décl		Faux
52HQ	Signal de retour de la pompe aux d' HH		Vrai
L63FGL_W	Basse pression du fuel gaz -ALM	Fuel gaz	Faux

**4. Prêt à la mise en feu :**

GE Tag	Description	Système	Logique
L63HQ1L_W	Alarme de basse pression	Huile hydraulique	Faux
L63HQL	Basse pression voté - Décl		Faux
L63FGL_W	Basse pression du fuel gaz -ALM	Fuel gaz	Faux

**5. Prêt à la charge :**

GE Tag	Description	Système	Logique
52QA	Signal de retour de la pompe aux d'HL	Huile de lubrification	Faux
72QEZ	Pompe d'urgence arrêtée		Vrai
52HQ	Signal de retour de la pompe aux d' HH	Huile hydraulique	Faux

**6. Arrêt normal des auxiliaires :**

GE Tag	Description	Système	Logique
L63TF	Haute pression différentielle des filtres d'admission – Arrêt voté	Admission et filtres	Vrai
L30WSA_SD	Espace entre roues – Arrêt	Protection de la turbine	Vrai

### 7. Déclenchement des auxiliaires :

GE Tag	Description	Système	Logique	
27MC	Tension normal de la MCC	MCC	Faux	
80X	Tension de la batterie min (110V) - ALM	DCP	Vrai	
L26QT	Température élevée – Déc voté	Huile de lubrification	Vrai	
L63QTX	Basse pression – Déc voté		Vrai	
27QE	Sous tension pompe d'urgence – Déc		Vrai	
L63QVT	Très haute pression des réservoirs		Vrai	
L63HQLX	Basse pression – Déc voté	Huile hydrau	Vrai	
L63CO_TRP	Basse pression – Déc voté	Huile contrôl	Vrai	
L26TBT	Températures des roulements	Protection	Vrai	
L3SMTX	Dispositifs de démarrage - Déc	Divers	Vrai	
L26BT	Très haute température des clôtures	Ventilation	Vrai	
L86BA	Problèmes des ventilateurs		Vrai	
45FT	Détection de feu	Protection feu & gaz	Vrai	
45FK1	Détection de feu dans le compresseur		Vrai	
45CP-A/B	Décharge des réservoirs du CO <sub>2</sub> turbine		Vrai	
45FP1	Décharge des réservoirs de poudre		Vrai	
ASHH-45HT	Détection de gaz turbine		Vrai	
ASHH-45HK	Détection de gaz compresseur		Vrai	
5ESD-1/2	Boutons poussoirs d'arrêt d'urgence		Vrai	
L3SFLT	Défaut du système de contrôle – Déc		UCS	Vrai
HS-PB1	Arrêt de la pressurisation manuel			Vrai
HS-PB2	Arrêt de la dépressurisation manuel	Vrai		

### Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons modélisé notre système, ce qui nous permettra de mettre facilement en œuvre les séquences de contrôle sous Mark VI.

Le prochain chapitre sera consacré pour l'automate programmable en général et particulièrement le Mark VI.

# Chapitre IV

Développement de la solution programmable sous Mark VI

## Introduction

L'automate programmable industriel API (ou **Programmable Logic Controller PLC**) est aujourd'hui le constituant le plus répandu des automatismes. On le trouve non seulement dans tous les secteurs de l'industrie, mais aussi dans les services (gestion de parkings, d'accès à des bâtiments) et dans l'agriculture (composition et délivrance de rations alimentaires dans les élevages). Il répond aux besoins d'adaptation et de flexibilité de nombres d'activités économiques actuelles. Il existe de nombreux fabricants tels que : Allen Bradley, Toshiba, Schneider, Siemens...

Dans ce qui suit, nous allons présenter les automates programmables mais notre travail se focalisera sur le Mark VI qui est utilisé spécialement pour la commande des turbines à gaz.

### IV. 1 Définition d'un API

L'automate programmable industriel est un ensemble électronique destiné à commander et surveiller les processus industriels, il est équipé d'une mémoire programmable par un utilisateur à l'aide d'un langage ajusté, il permet d'exécuter des fonctions d'automatisme logiques, numériques ou de régulation...

Son rôle est de réagir aux changements d'états de ses entrées en modifiant l'état de ses sorties selon une loi de contrôle déterminée à priori.

### IV.2 Choix de l'automate

Le choix de l'automate programmable dépend des caractéristiques suivantes :

- Ø Le nombre et la nature des entrées/ sorties.
- Ø La capacité du traitement du processeur et sa communication avec les autres systèmes.
- Ø La fiabilité et la robustesse.
- Ø Les moyens de sauvegarde des programmes (disquettes, cassettes, etc....).
- Ø L'immunité aux parasites (bruits).

### IV.3 Structure interne d'un API

La structure d'un API est composée de plusieurs unités fonctionnelles qui assurent des fonctions essentielles. Sa structure ressemble pratiquement à celle d'un micro-ordinateur illustrée dans la figure IV-1 donnée ci-dessus.

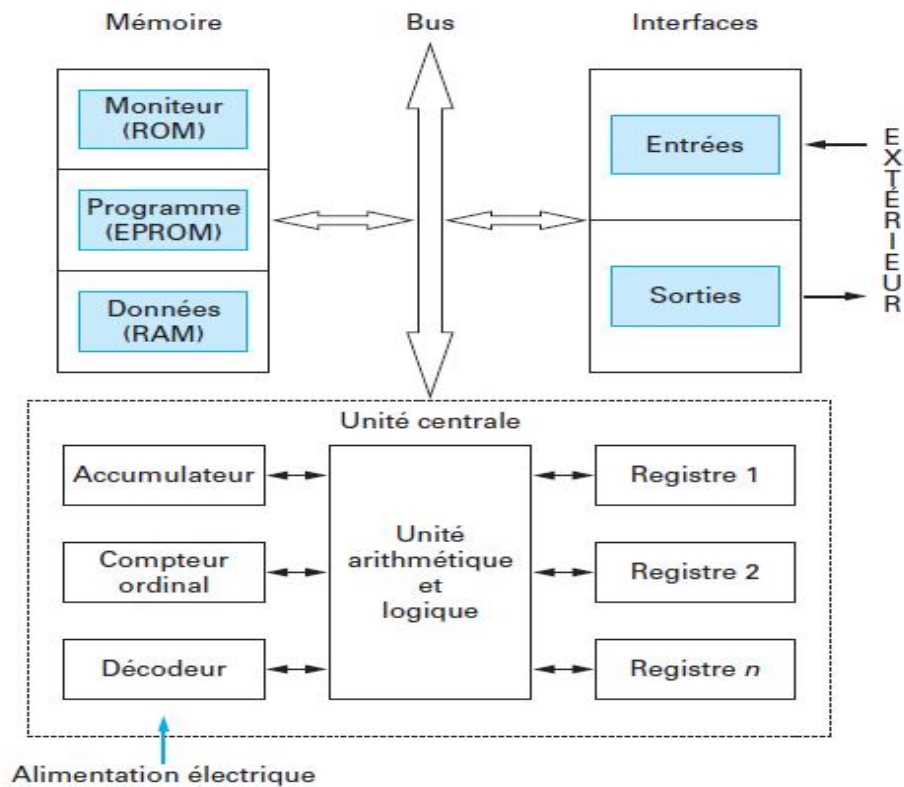
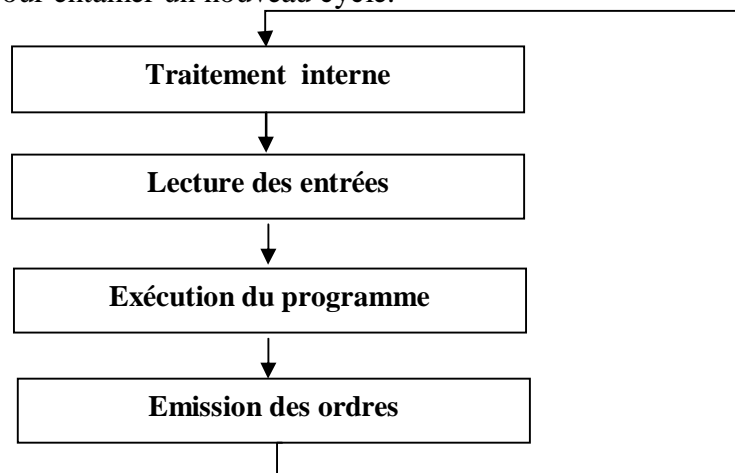


Figure IV-1 : architecture interne d'un API

### IV.4 Structure de la programmation par automate

Dans un programme des instructions sont exécutées en séquence, et à la fin du cycle le programme se boucle pour entamer un nouveau cycle.



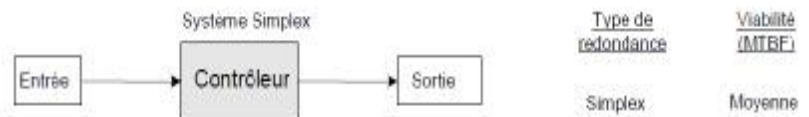
## IV.5 Rôle et définition du système Mark VI (SPEEDTRONIC)

Le Mark VI est un système de commande triple redondant modulaire TMR avec des tiroirs simples ou multiples et des I/O locales ou à distance.

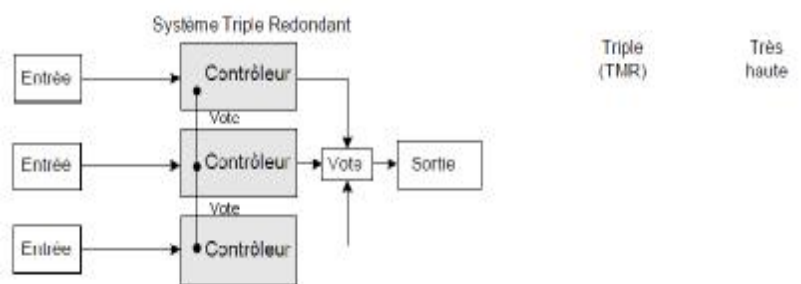
Les fonctions principales du système de commande de la turbine Mark VI sont les suivantes:

- la commande de la vitesse pendant le démarrage de la turbine.
- la synchronisation automatique du générateur.
- la commande de la charge de la turbine pendant le fonctionnement normal de la grille.
- la protection contre les vitesses de pointe de la turbine lors de la perte de charge.

La nécessité d'une plus haute fiabilité a mené les constructeurs à développer divers systèmes redondant.



Les systèmes simplex sont à une chaîne (pas de redondance) et sont ainsi les moins coûteux. Leur fiabilité est moyenne.



Les systèmes TMR ont une fiabilité très haute et puisque le

logiciel de vote est simple, les dimensions demandées du logiciel sont raisonnables. Les sondes d'entrées peuvent être triplées, si nécessaire.

Systemes simples et triples redondants

## IV.6 Composants du système

Cette section résume les principaux sous-systèmes qui composent le système Mark VI. Ceci inclut les armoires, les réseaux, les interfaces opérateurs, les contrôleurs, les cartes d'E/S, les cartes terminales et le module de protection.

### IV.6.1 Armoire de régulation :

Entrée/sortie locale ou distante possible.

L'armoire de régulation contient soit un seul module de régulation Mark VI (simplex) soit trois modules de régulation TMR. Ces derniers sont reliés vers leurs E/S distante par un réseau d'E/S à grande vitesse simple ou triple appelé I/ONet, et sont reliés à l'UDH par leur port de contrôleur Ethernet. L'armoire de régulation exige une alimentation 120/240 V CA et/ou 125 V CC. Cette dernière est convertie en 125 V CC pour alimenter les modules. L'armoire de régulation NEMA 1 qui abrite le contrôleur est calculé pour fonctionner dans une température ambiante de 45 °C.

### IV.6.2 Armoire E/S :

L'armoire E/S contient des modules d'interface simples ou triples. Ces derniers sont reliés aux contrôleurs par I/ONet, et aux plaques à bornes par les câbles dédiés. Les plaques à bornes sont dans l'armoire d'E/S à proximité des modules d'interface. Le logement de l'armoire NEMA abritant les E/S est prévu pour un fonctionnement dans une température ambiante de 50°C. Les besoins en alimentation sont de 120/240 V CA et/ou 125 V CC.

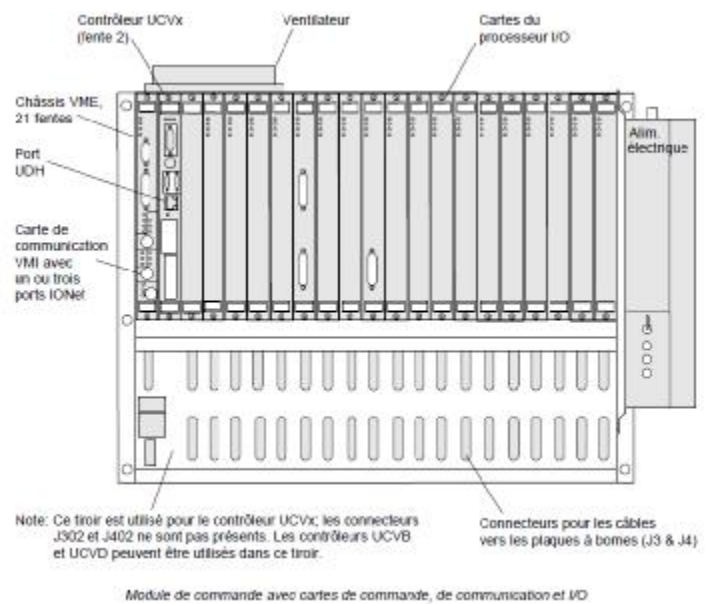
Le tableau suivant indique toutes les cartes I/O du processeur, le numéro des cartes I/O par processeur qu'elles supportent et leurs plaques à bornes standard associées.

Carte I/O du processeur	Type de signal I/O	Nombre d'I/O Par processeur	Plaques à borne associées
VAIC	Entrées analogiques, 0-1 mA, 4-20 mA, voltage Sorties analogiques, 4-20 mA, 0-200 mA	20 4	TBAI TBAI
VCRC	Entrées à contact, 70-145 V DC, Sorties de solénoïde Sorties à relais à contact	48 12 12	TBCI TRL Y(125 V dc 0.6A) (24 V DC 3.0A) TRL Y(120/240 V AC)
VPRO	Entrées de thermocouple Entrées analogiques, 4-20 mA Pilotes à solénoïde de déclenchement Entrées de verrous de déclenchement Entrées d'arrêt d'urgence (câblées)	3 3 3 7 1	TPRO TPRO TREG (jusqu'à J3) TREG (jusqu'à J3) TREG (jusqu'à J3)

VRTD	Dispositif de température à résistance (RTD)	16	TRTD
VSVO	Sorties de réglage à la soupape de réglage hydraulique Entrées de TDVL depuis la position de la soupape Sorties d'excitation de TDVL Entrée de taux d'impulsion pour la surveillance du débit Excitation de la sonde de fréquence	4 12 8 2 2	TSVO TSVO TSVO TSVO TSVO
VTCC	Entrées de thermocouple	24	TBTC
VTUR	Sondes magnétiques de vitesse de taux d'impulsion Transformateurs de potentiel, générateur bus Moniteur de courant et de tension d'arbre Interface de disjoncteur Détecteurs de flammes (Geiger Müller) Pilotes à solénoïdes de déclenchement pour les ETD	4 2 2 1 8 3	TTUR TTUR TTUR TTUR TRPG (jusqu'à J4) TRPG (jusqu'à J4)
VVIB	Détecteurs de proximité d'arbre/sondes sismiques (Vibration/Déplacement/Accélération)	16	TVIB

**IV.6.3 Module de commande :**

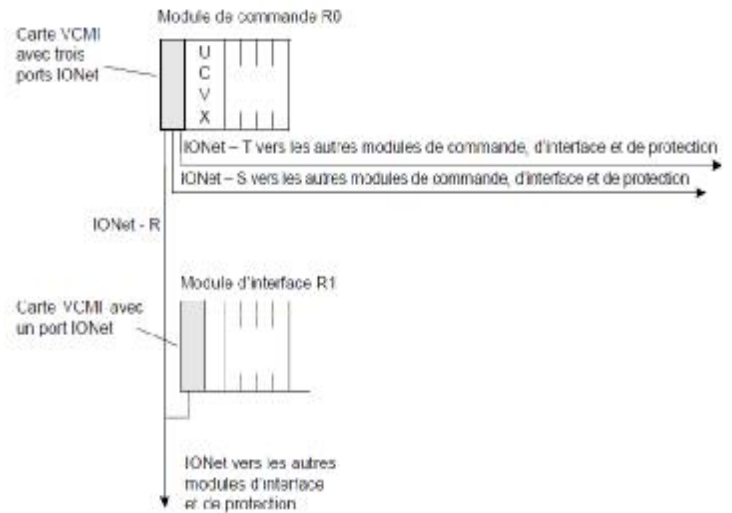
Le module de commande est disponible comme un dispositif de commande intégré et un module I/O ou seulement comme un module de commande autonome. Le dispositif de commande intégré et le tiroir I/O peuvent comporter soit 21 fentes ou 13 fentes VME.



**IV.6.4 Carte de communication VCMC :**

La carte VCMC est l'interface de communication entre le contrôleur et les cartes I/O et l'interface de communication au réseau de commande du système, connu comme I/ONet.

Les deux versions de cartes VCMC sont les suivantes:



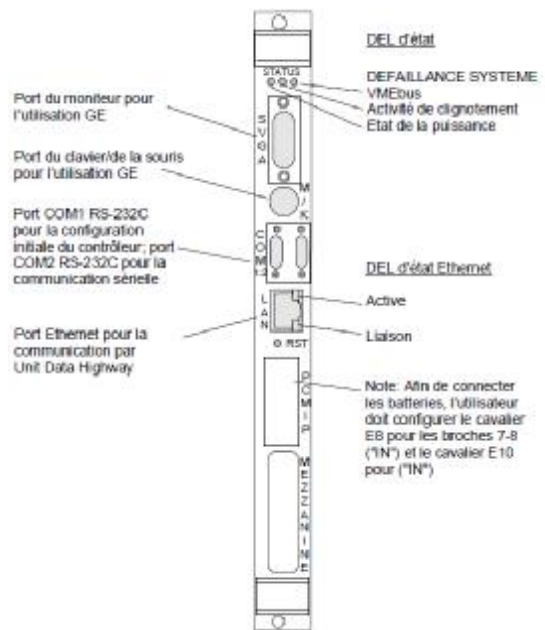
-Cartes VCMC fournissant la communication I/O et le vote I/O-

**IV.6.5 Carte de control UCVE :**

Le contrôleur UCVE est une carte VME à un seul emplacement, qui abrite un processeur grande vitesse, une DRAM, une mémoire flash, un cache, un port Ethernet et deux ports série RS-232C.

Le contrôleur peut faire tourner son programme jusqu'à 100 Hz, (débit de trame 100 ms), en fonction de dimension la configuration.

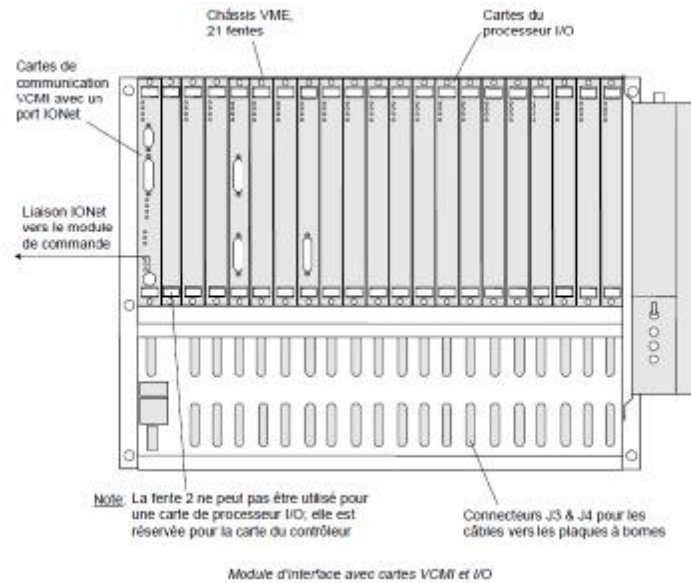
Le contrôleur peut faire tourner son programme jusqu'à 100 Hz, (débit de trame 100 ms), en fonction de la dimension de la configuration.



-Compartiment frontal du contrôleur UCVE-

**IV.6.6 Module d'interface :**

Le module d'interface loge les cartes I/O à distance du module de commande. Le tiroir, montré sur la figure suivante, est similaire au tiroir VME du module de commande, mais sans contrôleur, sans carte d'interface VDSK et sans ventilateur.



#### IV.6.7 Interface homme machine (HMI) :

Les HMI typiques sont des PC sur lesquels est installé un système d'exploitation Windows, avec pilotes de communication pour le logiciel d'affichage de l'opérateur CIMPLICITY.

L'opérateur initie les commandes depuis les affichages graphiques et peut visualiser les données et les alarmes de la turbine en temps réel sur les affichages graphiques CIMPLICITY.

Les diagnostics détaillés I/O et la configuration du système sont disponibles à l'aide du logiciel jeu d'outils (TOOLBOX).

Les HMI sont connectées à un bus de données ou des cartes d'interface de réseau redondantes pour une meilleure fiabilité. L'HMI peut être montée sur un compartiment, sur une console de commande ou sur un support.

#### IV.7 Les réseaux de communication :

Le système Mark VI s'appuie sur une hiérarchie des réseaux utilisés pour interconnecter les différents nœuds. Ces réseaux séparent le trafic des diverses communications dans des niveaux, suivant leurs fonctions individuelles. Cette hiérarchie s'étend à partir des I/O et des contrôleurs, qui fournissent une commande en temps réel de la turbine et de son équipement auxiliaire, par les systèmes d'interface de l'opérateur et jusqu'aux systèmes de commande distribuée (DCS). Chaque niveau utilise des composants et des protocoles standards pour simplifier l'intégration entre les plateformes et améliorer la fiabilité et l'entretien d'ensemble.

### **IV.7.1 Connexion au système de commande distribuée (DCS)**

Une connexion de communication sérielle, utilisant le protocole Modbus peut être fournie depuis une HMI. Cela permet à l'opérateur DCS l'accès en temps réel aux données relatives à Mark VI et fournit des commandes discrètes et analogiques.

### **IV.7.2 Unit Data Highway (UDH)**

Le réseau UDH connecte les panneaux de commande Mark VI avec l'HMI. Les médias des réseaux est UTP ou du type fibre optique Ethernet. Il utilise les données globales Ethernet (EGD).

Ces données sont lues par la carte à contrôleur de communication principale (VCMI) et transmises aux autres contrôleurs.

### **IV.7.3 Plant Data Highway (PDH)**

La PDH connecte le serveur CIMPLICITY HMI/de données avec les stations à distance de l'opérateur, les imprimantes, les historiens et les autres ordinateurs clients. Elle ne fait pas la connexion directe avec Mark VI.

### **IV.7.4 Ethernet Global Data (EGD)**

L'EGD permet de partager des informations entre les composants du contrôleur dans un environnement de réseau.

### **IV.7.5 Ethernet Modbus**

Modbus est largement utilisé dans les systèmes de commande pour établir la communication entre les systèmes de commande distribuée, les PLC et les HMI.

### **IV.7.6 Réseau IONet :**

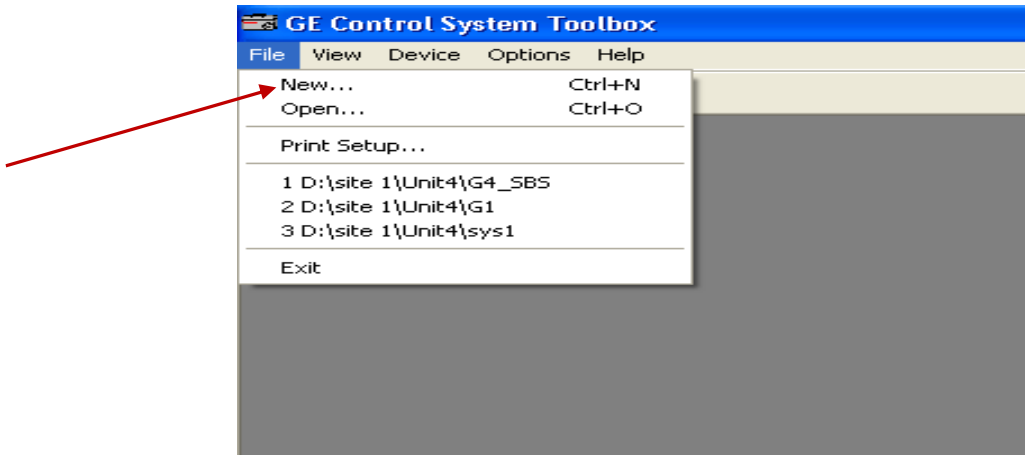
IONet est un réseau Ethernet utilisé pour communiquer les données entre la carte de communication VCMI du module de commande, les cartes I/O et les trois sections indépendantes du Module de protection <P>.

L'IONet communique aussi les données entre les contrôleurs des systèmes TMR.

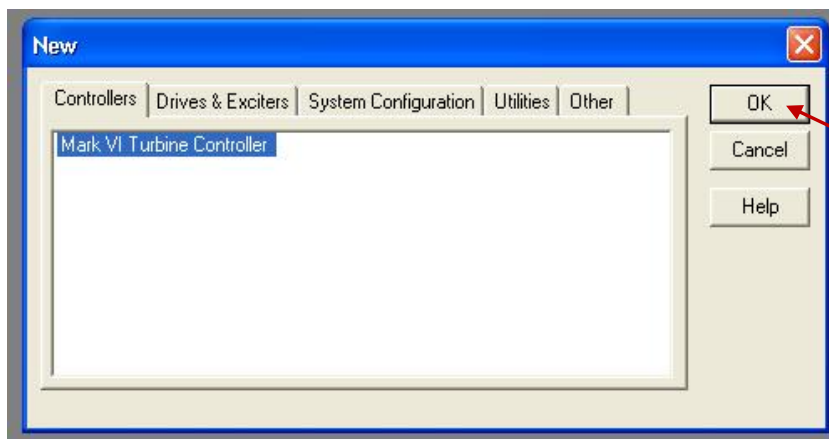
## **IV.8 Configuration d'un nouveau projet sur Mark VI**

Afin de créer un nouveau projet, il faut suivre les étapes suivantes :

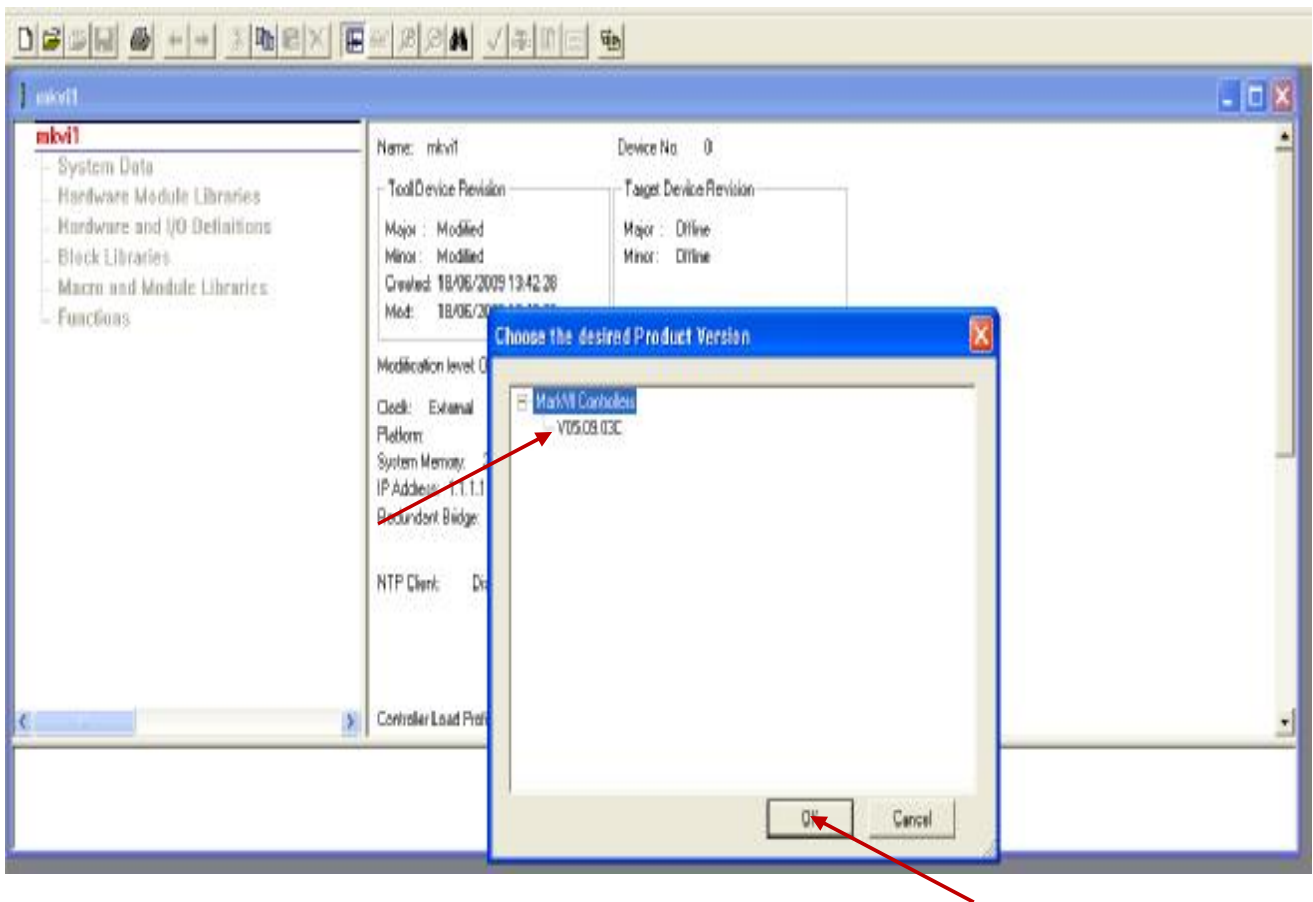
- Ø Démarrer l'application Toolbox
- Ø Du menu **File** créer un nouveau projet



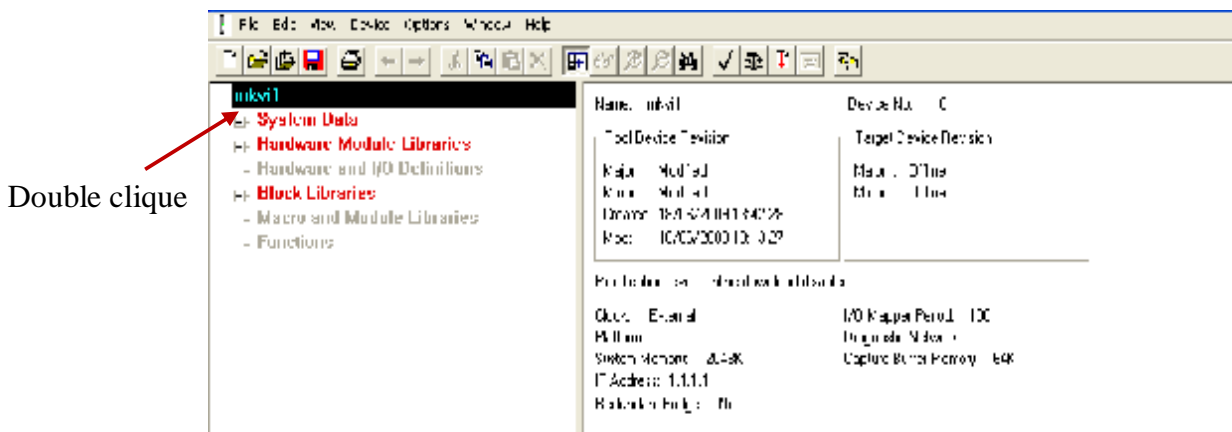
- Ø La boîte de dialogue **New** est affichée - création du contrôleur – on clique sur OK



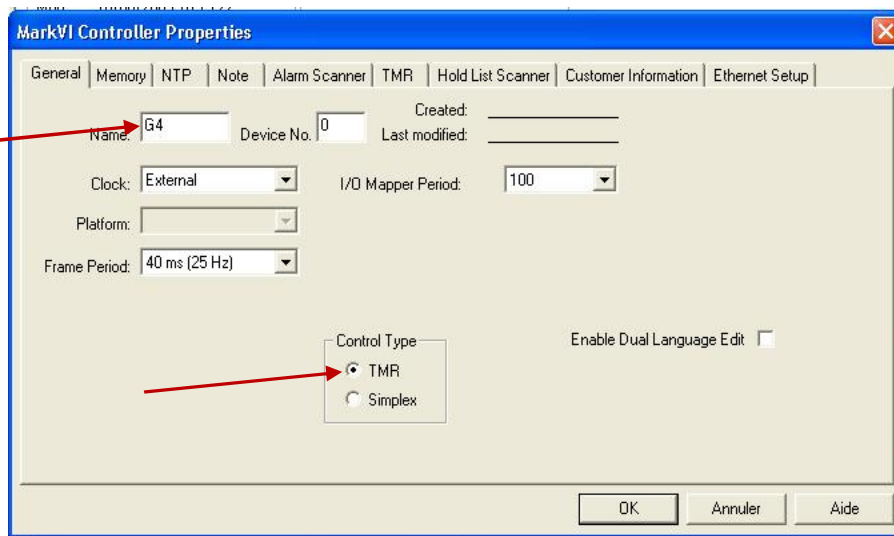
- Ø Une nouvelle fenêtre s'affiche pour le choix de la version



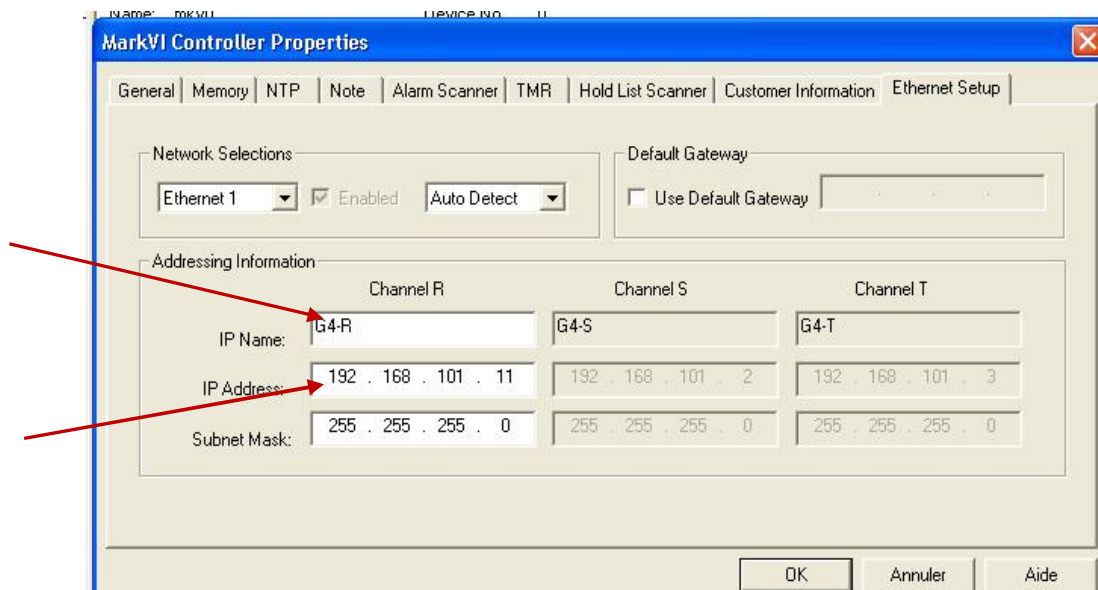
Ø On cliquant sur **Option** du menu on choisi le privilège 4



Ø Dans l'onglet **General**, on choisie le nom du projet et le type du contrôleur

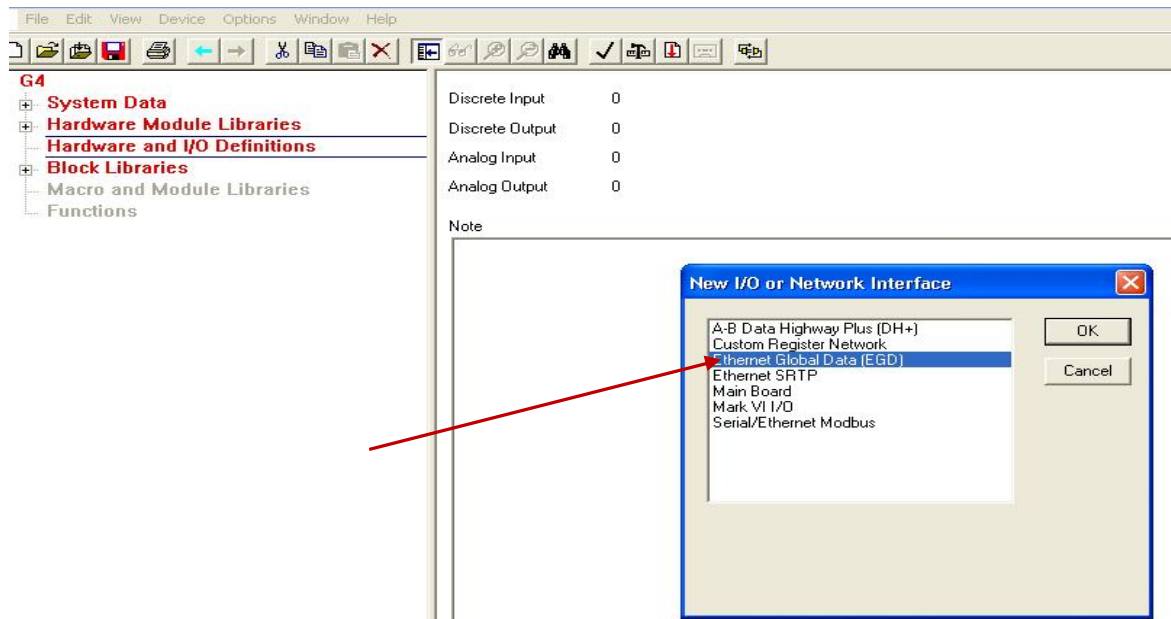


Ø Puis dans l'onglet **Ethernet Setup** on introduit le nom et l'adresse IP

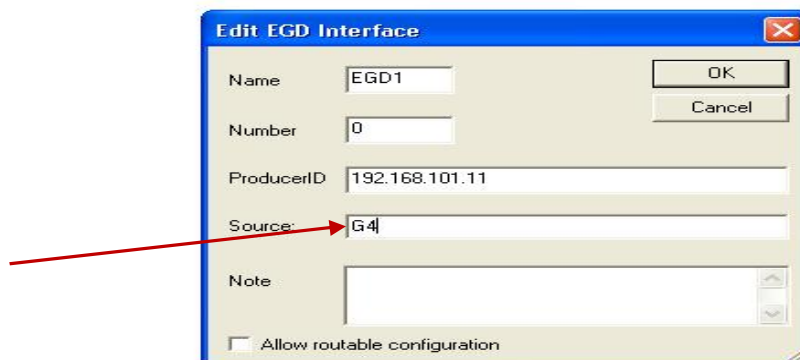


Ø Insertion de l'interface réseau EGD :

1. Du **Outline View**, cliquer **Hardware** et **I/O Définitions**.
2. Du menu **Edit**, sélectionner **Insert First**. La boîte de dialogue **New I/O or Network Interface** s'affiche.
3. Sélectionner l'interface **EGD** (Ethernet Global Data) et cliquer **OK**. Le réseau est inséré dans l'**Outline View**.



4. une fenêtre s'affiche, on doit mettre la source



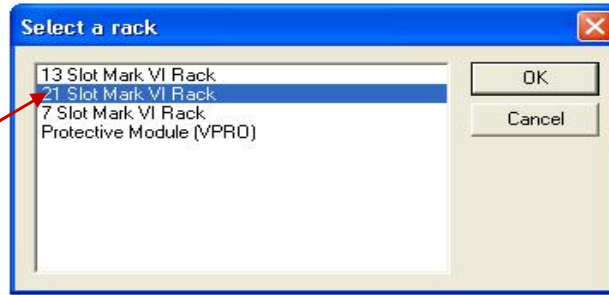
Ø Insérer les I/O du Mark VI

1. De la même façon que dans l'étape précédente, on clique sur **Hardware** et **I/O Définitions** puis sur **Edit**, sélectionner **Insert First**.

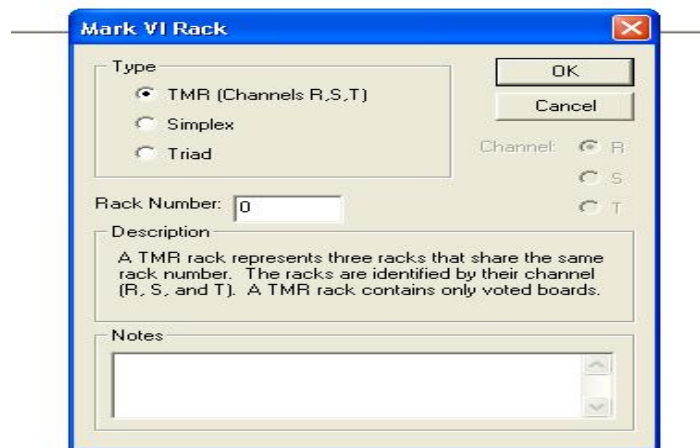
2. Dans la boîte de dialogue on clique sur **Mark VI I/O** puis sur **OK**.

Une configuration des I/O Mark VI consiste d'un ou plusieurs bâtis, chacun avec un numéro unique. Le bâti de commande master doit être *Rack 0*, qui contient le contrôleur Mark VI et la carte VME Communications Interface (VCMI).

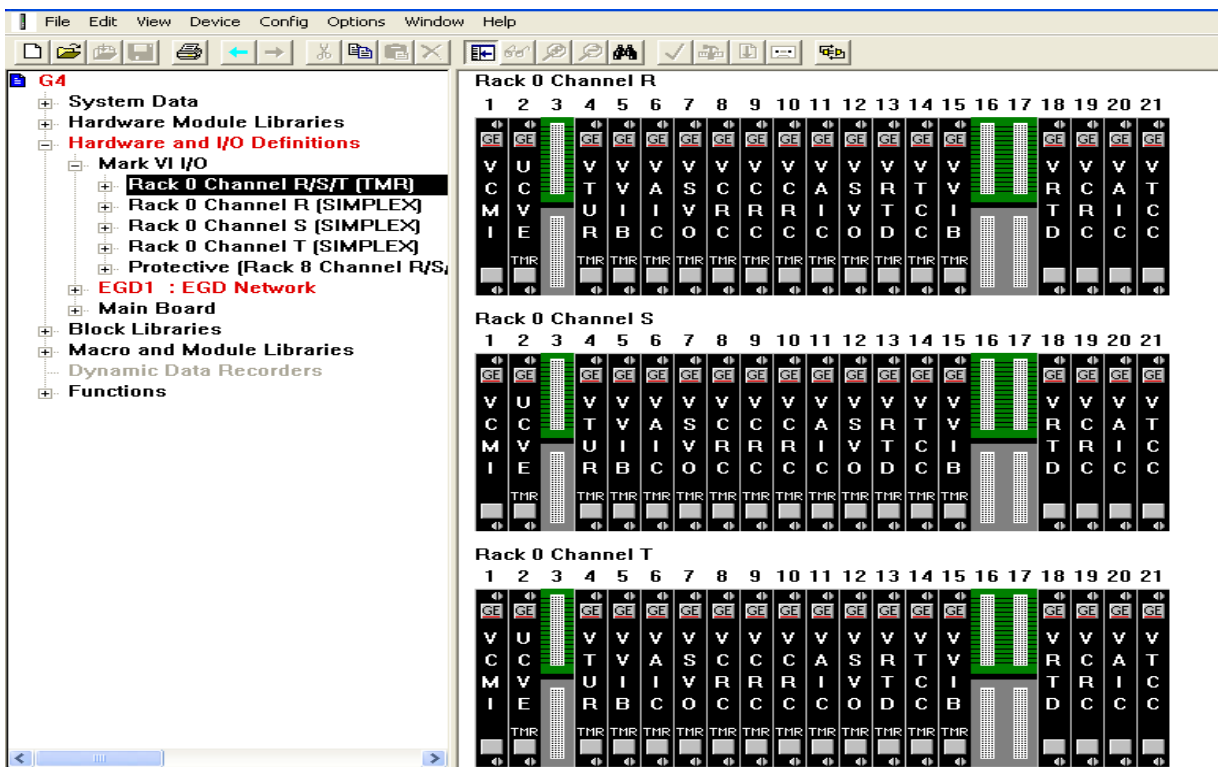
3. Sélectionner le rack **Edit- Insert first- Select a rack** et cliquer sur 21 slot.



4. Une fenêtre s'affiche, on choisit le type TMR puis on appuy sur OK



5. On procède de la même manière pour créer les différentes cartes nécessaires au projet.

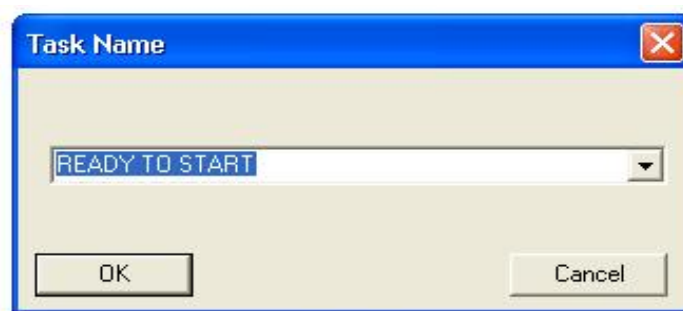


## IV.9 Exemple de programmation

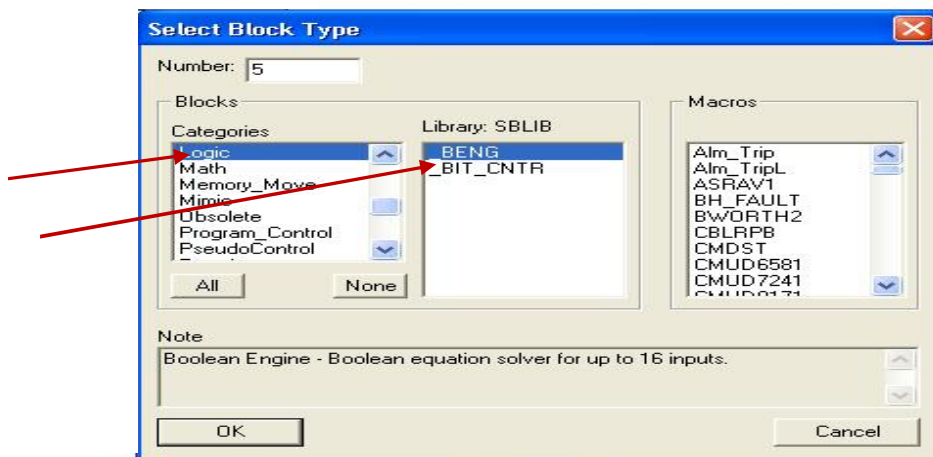
### Programmation de la séquence du prêt au démarrage (Ready to Start)

Pour programmer la séquence du prêt au démarrage on suit les étapes suivantes on se basant sur l'algorithme 1 du chapitre III :

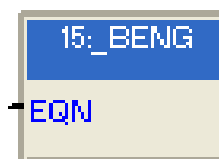
- Ø On clique sur **Function** puis **Insert Next : Interface\_Out**
- Ø Dans **Modules** on ajoute **G4@Aux\_Interf**
- Ø Puis dans l'arborescence **Pins**, on déclare les entrées et les sorties et leurs type
- Ø On clique sur **Insert Next**, on introduit le nom de la séquence :



- Ø On clique sur **Ready to Start** puis **Insert First**, on choisit le bloc à utiliser après avoir introduit un commentaire:



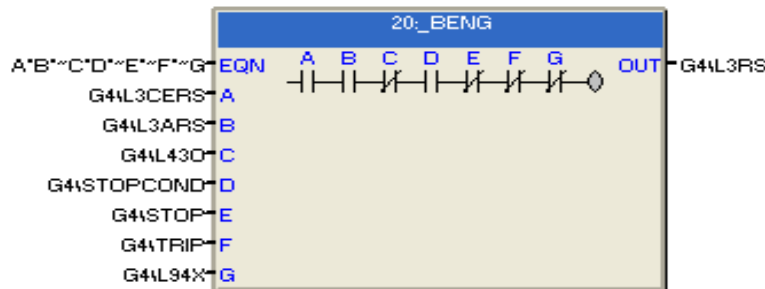
- Ø Un bloc vide apparaît



∅ On cliquant sur le bloc, une nouvelle fenêtre s’affiche. Dans ce bloc on utilise le lader pour programmer :



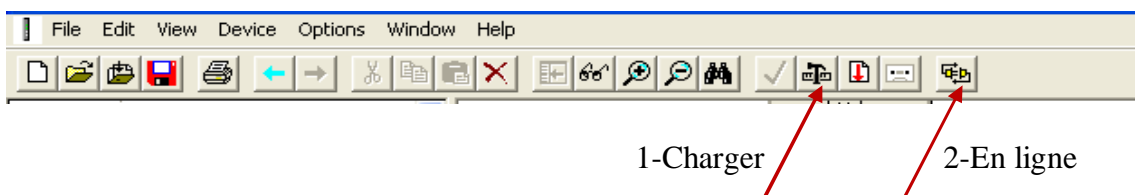
∅ On appuis sur OK, le bloc suivant s’affiche :



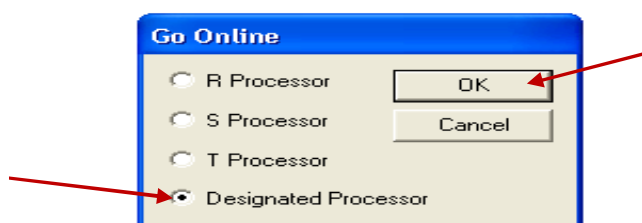
### IV.10 Simulation de la séquence de déclenchement

Pour des raisons de licence, on a dû simuler en temps réel sur le Mark VI

∅ Il faut d’abord charger le programme puis se connecté en ligne.



∅ Une fenêtre s’affiche



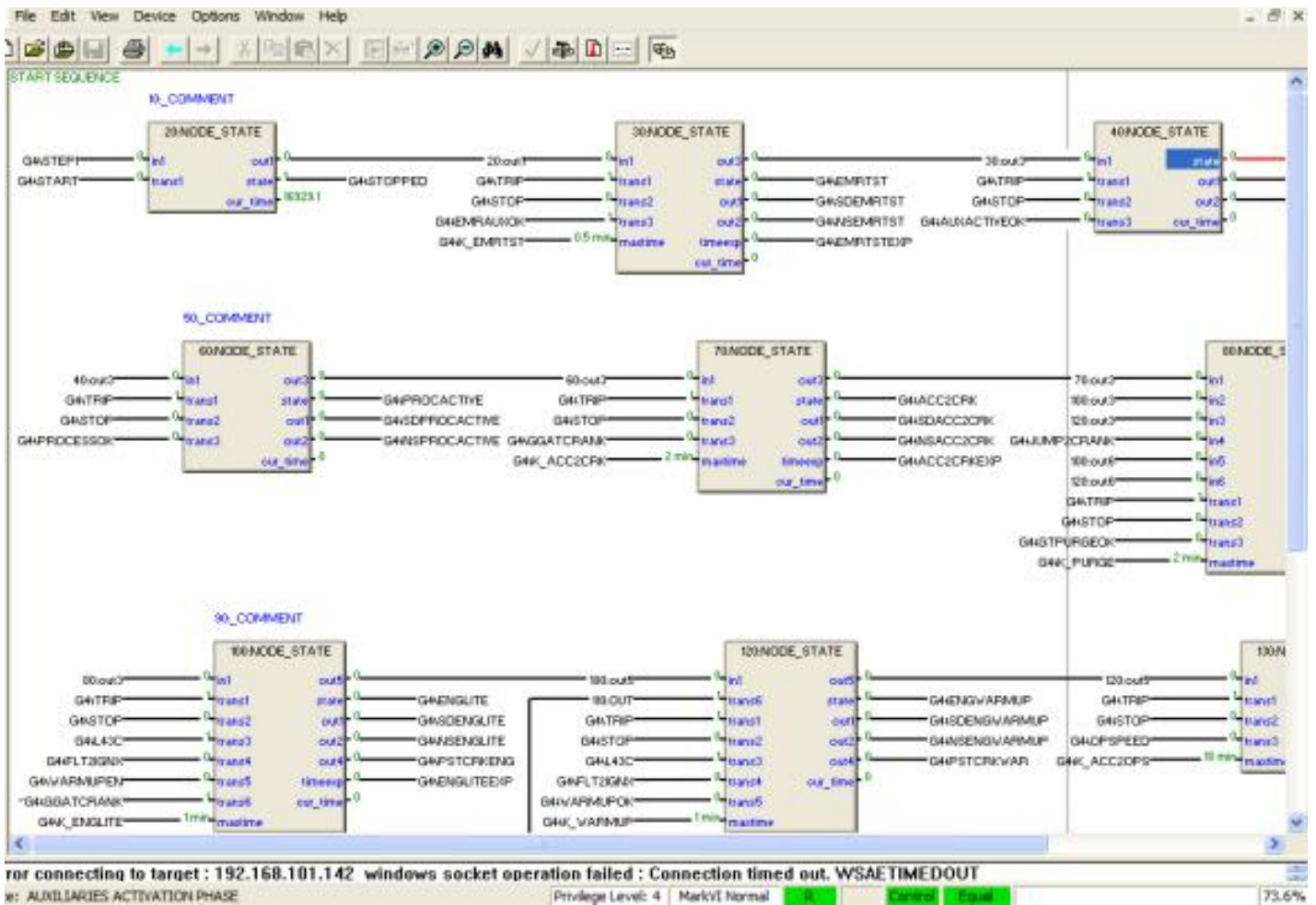
∅ On force le signal L4ATRIP\_LO

The screenshot shows a ladder logic network with a 210\_BENR coil. The coil is energized by a series of normally open contacts labeled A through O. Contact E is highlighted in green, indicating it is the active input. A 'Send value' dialog box is open, showing the current value of the coil is TRUE. The dialog includes options for 'Next Value' (True/False), 'Force value' (checked), and 'Token: 0x7270'. The status bar at the bottom indicates a connection error: 'windows socket operation failed : Connection timed out. WSAETIMEDOUT'.

∅ On voit le même signal dans une autre séquence :

The screenshot displays three separate logic networks. The first network (150\_BENR) has inputs B=((C-D)\*A), G4L43R, G4FLT2CRK\_ALM, G4VACC2OPSEXP, and G4L4B\_ALM. The second network (160\_BENR) has inputs A+B+C+D+(E\*F), G4L1STOP\_CPB, G4FLMASHD, G4L9ACE5HD, G4G1STPSEL, and G4L43R. The third network (180\_BENR) has inputs A+B+C+D+E, G4L4CETRIP, G4L4ATRIP, G4L94XZ\_ALM, G4L9BLCK\_ALM, and G4L4PV. The status bar at the bottom shows the same connection error as the previous screenshot.

Ø Simulation de la séquence de démarrage :



### Conclusion

Dans ce chapitre nous avons étudié le Mark VI et avons mis en évidence les principales étapes de programmation, ainsi que l’environnement de travail convivial et stable ce qui nous offre une meilleure politique de production en réduisant les coûts d’exploitation et de maintenance. On a aussi donné un exemple de simulation de la solution programmable que nous proposons.

# Conclusion générale

# *Conclusion*

Notre projet de fin d'étude qui s'est déroulé dans le Département de maintenance / SH /DP / HASSI R'MEL avait pour principal objectif de nous imprégner de la réalité industrielle, et de nous mettre au fait des différents techniques et de l'instrumentation utilisées.

Pour tirer un meilleur profit de l'opportunité qui nous était offerte, nous avons tenté une étude détaillée du fonctionnement et de la commande des tubro-compresseur.

Cela nous a permis d'une part d'acquérir des connaissances tel que :

- Les procédés physiques très divers exploités dans la production de gaz,
- Une instrumentation électronique et pneumatique très variée,
- Etude des turbines à gaz.
- Découverte des systèmes distribués DCS et le Mark VI.

D'autre part, faire une évaluation objective et une validation de nos connaissances en général et en matières de régulation et d'asservissement des systèmes.

En outre, le côtoiement quotidien des équipements techniques du module de production, a développé notre sens d'analyse et de synthèse et nous a permis une insertion dans le milieu industriel et une confrontation avec les difficulté que présente une telle situation.

# Annexe N° 1

## Les signaux utilisés :

<b>Mnémonique</b>	<b>Commentaire</b>	<b>Type</b>
L27MC	Tension normal dans la MCC	BOOL
L80X	Tension min de la batterie 110 V -ALM	BOOL
L86PS	Défaut d'alimentation 24V DC -ALM	BOOL
LK74	Défaut des moteurs dans la MCC -ALM	BOOL
L49QE	Surcharge de la 88QE -ALM	BOOL
L27QE	Sous tension de la 88QE -ALM	BOOL
L71QL_W	Niveaux bas du réservoir -ALM	BOOL
L26QN_W	Température normale du réservoir	BOOL
L49HR	Surcharge du moteur du vireur	BOOL
L27HR	Sous tension du moteur du vireur	BOOL
L86HD	Problème de protection de l'huile	BOOL
L33AF-1	Ouverture des chambres à filtre au démarrage inhibées	BOOL
L86PJ	Disfonctionnement du filtre à air	BOOL
L26BA	Haute température des clôtures de la turbine -ALM	BOOL
L33BA	Clôtures de la turbine ouvertes	BOOL
L45HA	Clôtures du gaz -ALM	BOOL
L33CP	Vannes des réservoirs du CO <sub>2</sub> fermées	BOOL
L33CP-2A & 2B	Vannes des réservoirs du CO <sub>2</sub> ouvertes	BOOL
L3FT	Défaut du système de détection du feu – ALM	BOOL
L3HA	Défaut du système de détection du gaz – ALM	BOOL
L43CP_I	Système anti incendie inhibé	BOOL
L33CR-1_14A/B	Fins de course des réservoirs du CO <sub>2</sub> libres	BOOL
L45CP-A/B	Réservoir principal du CO <sub>2</sub> déchargé	BOOL
L63FGH_W	Haute pression du fuel gaz -ALM	BOOL
L52QA	Signal de retour de la pompe aux d'HL	BOOL
L63QT	Basse pression voté -Décl	BOOL
L63QA2L_W	Basse pression -ALM	BOOL
L63QAL_W	Basse pression décharge de pompes -ALM	BOOL

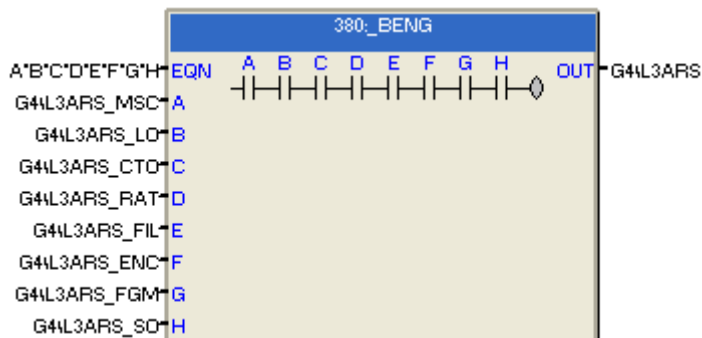
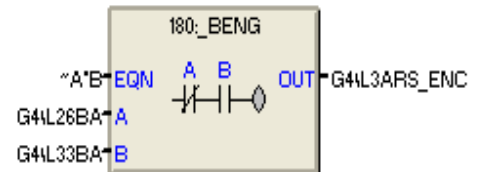
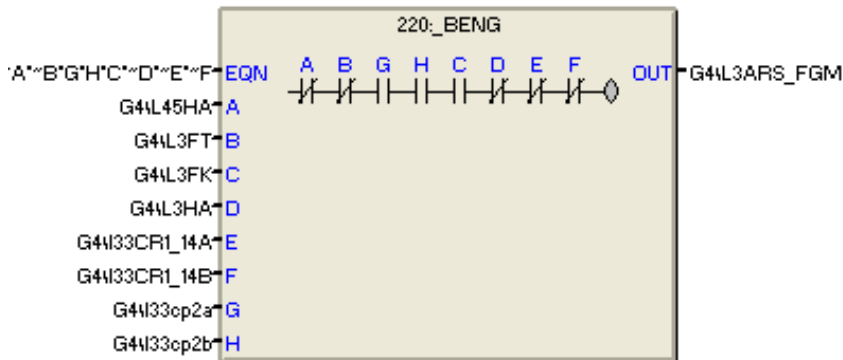
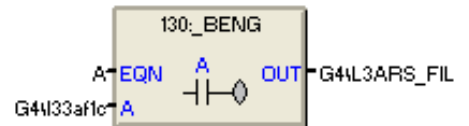
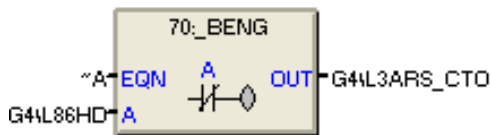
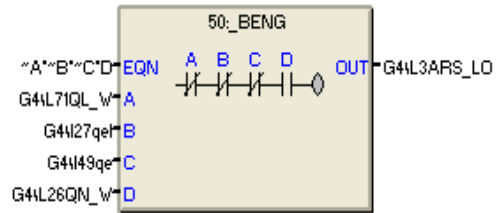
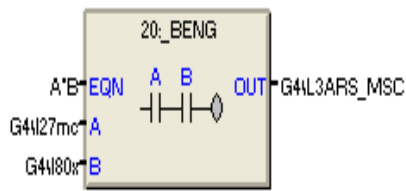
L63HQ1L_W	Alarme de basse pression	BOOL
L63HQL	Basse pression voté - Décl	BOOL
L52HQ	Signal de retour de la pompe aux d' HH	BOOL
L52BA-1/2	Signal de retour des ventilateurs	BOOL
L71QL_W	Niveau bas du réservoir -ALM	BOOL
L52QA	Signal de retour de la pompe aux d'HL	BOOL
L63QA2L_W	Basse pression -ALM	BOOL
L63QAL_W	Basse pression décharge de pompes -ALM	BOOL
L26QN_W	Température normale du réservoir	BOOL
L63HQ1L_W	Alarme de basse pression	BOOL
L63HQL	Basse pression voté - Décl	BOOL
L52HQ	Signal de retour de la pompe aux d' HH	BOOL
L63TF	Haute pression différentielle des filtres d'admission –Arrêt voté	BOOL
L30WSA_SD	Espace entre roues – Arrêt	BOOL
STAR	Début	BOOL
S1START	Signal de départ	BOOL
START_CPB	Bouton poussoir de démarrage	BOOL
STOP	Arrêt	BOOL
TRIP	Déclanchement	BOOL
Purge	Purge	BOOL
WARMUP	Préchauffage	BOOL
LOADOK	Charge ok	BOOL
RDY2LOD	Prêt à la charge	BOOL
ENGLITE	Allumage	BOOL
FLAME	Présence de flamme	BOOL
L14LS	Vitesse de la LP	BOOL
L14HS	Vitesse de la turbine HP	BOOL
Acc2crk	Accélération à la purge	BOOL
DECL	décélération	BOOL
L43A	Sélecteur principal sur Automatique	BOOL
L43M	Sélecteur principal sur Manuel	BOOL
L43R	Sélecteur principal à distance	BOOL

L43O	Sélecteur principal sur OFF	BOOL
L43C	Sélecteur principal sur CRANK (PURGE)	BOOL
L3	Signal des auxiliaires	
L 3RS	Prêt au démarrage	BOOL
L 3ARS	Prêt au démarrage des auxiliaires	BOOL
L 3ARS_MCS	Prêt au démarrage des divers	BOOL
L 3ARS_LO	Prêt au démarrage de L'huile de lubrification	BOOL
L 3ARS_ENC	Prêt au démarrage clôtures de ventilation	BOOL
L 3ARS_FIL	Prêt au démarrage des filtres	BOOL
L 3ARS_CTO	Prêt au démarrage de l'huile de contrôle	BOOL
L 3ARS_FGM	Prêt au démarrage du fuel gaz	BOOL
L 3ARS_SO	Prêt au démarrage de l'huile d'étanchéité	BOOL
L 3ARS_RAT	Prêt au démarrage du vireur hydraulique	BOOL
L 3ARC	Prêt à la purge des auxiliaires	BOOL
L 3ARC_LO	Prêt à la purge de L'huile de lubrification	BOOL
L 3ARC_FG	Prêt à la purge du fuel gaz	BOOL
L 3ARC_RAT	Prêt à la purge du vireur hydraulique	BOOL
L4	Signal de protection principal	BOOL
L4X	Signal de protection auxiliaire	BOOL
L4Y	Signal de protection inverse	BOOL
K....	Constante de comparaison	-

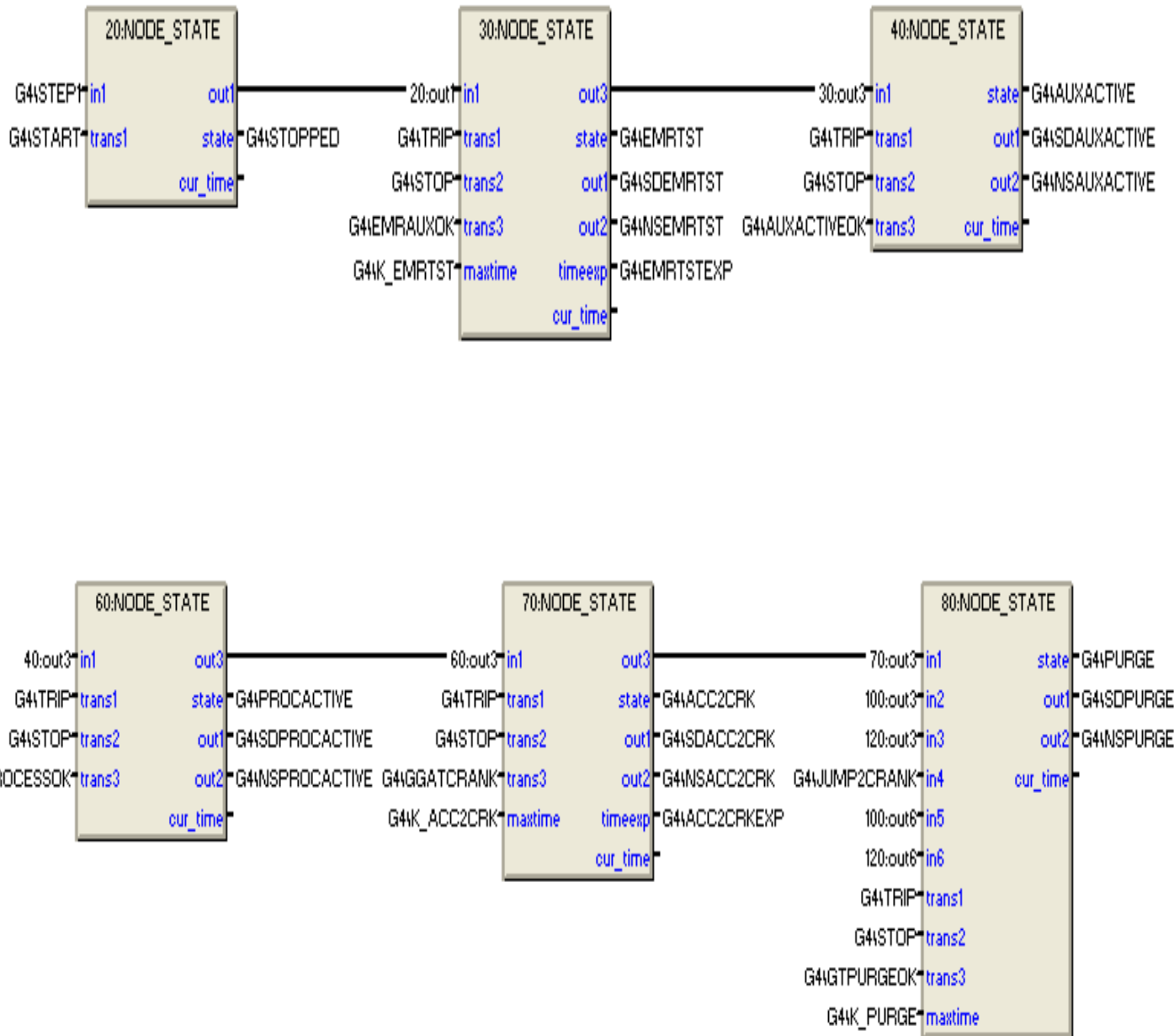
Nomenclature des cartes :

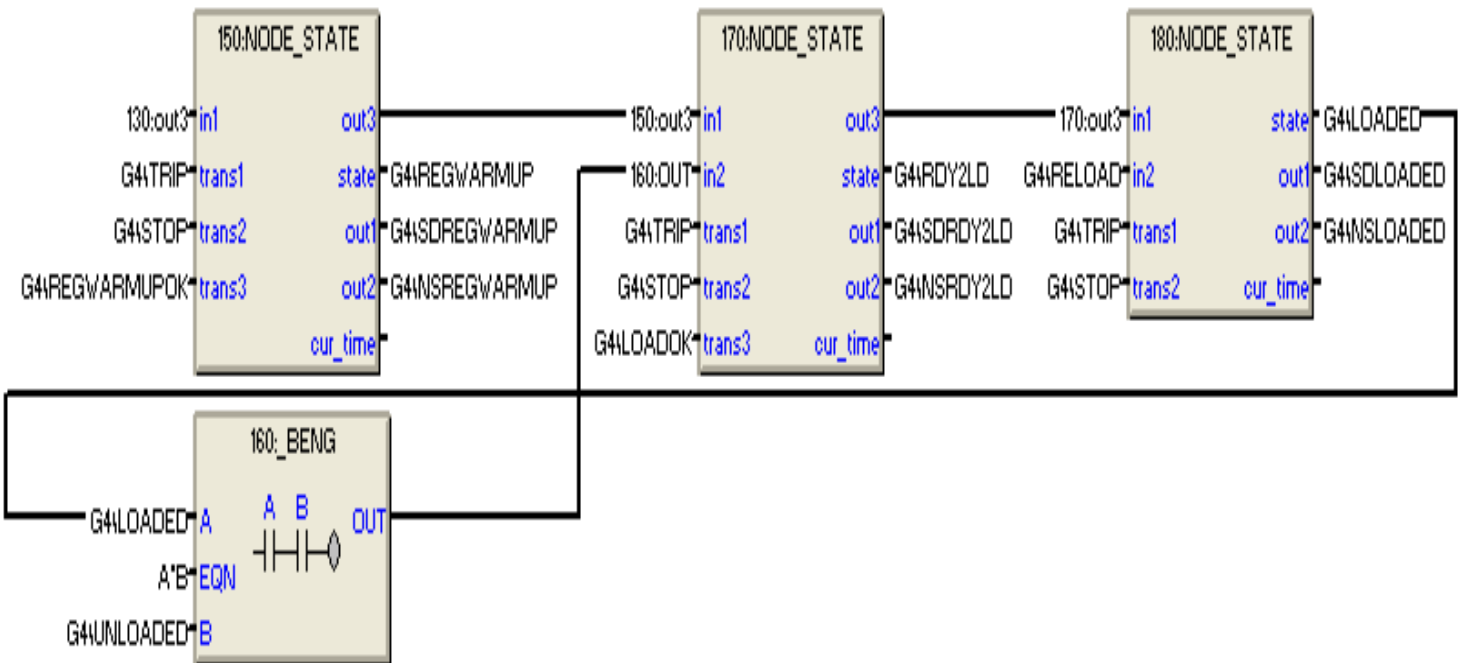
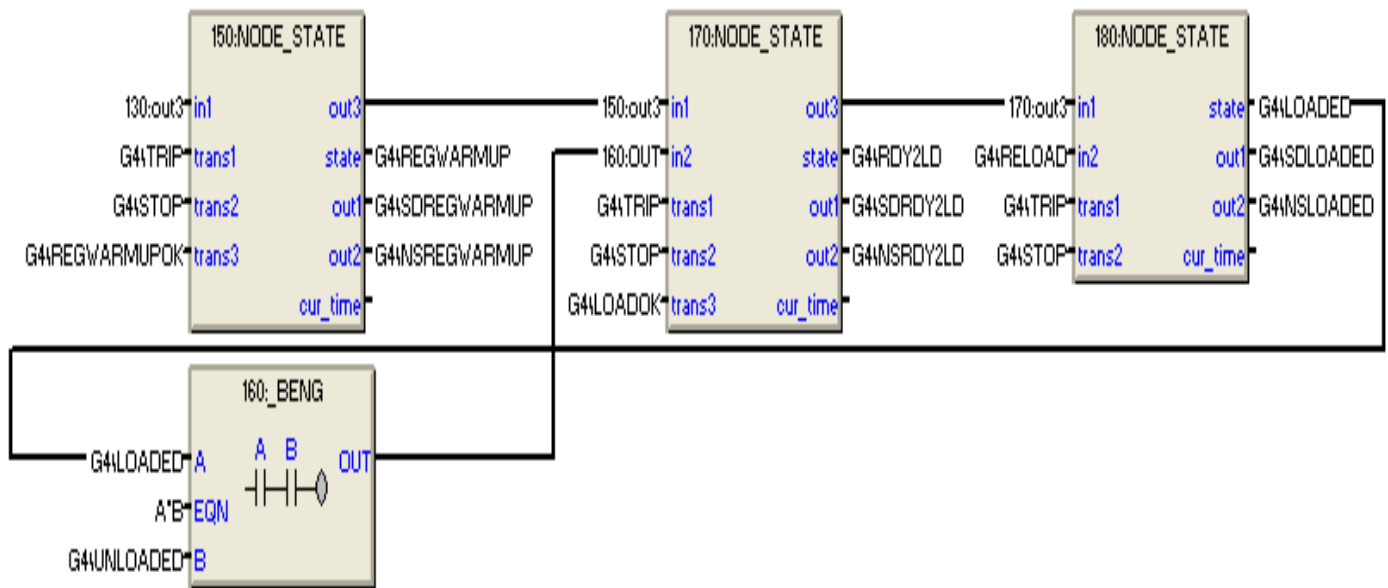
<b>Carte</b>	<b>Nomenclature</b>
VAIC	Carte d'entrées / sorties analogiques
TBAI	(Terminal bord analogic input) Plaque d'entrées / sorties analogiques
VCMI	Carte de communication entre le contrôleur et les E/S
TBCI	(Terminal bord contact input) Plaque d'entrée à contacte
VCRC	Carte entrée à contact / sortie à relais
VPRO	Carte de protection
TPRO	(Terminal protection) Plaque qui fournies les signaux de protection
VRTD	Carte de contrôle de température
TRTD	(Terminal resistance temperature device) Plaque d'entrées de contrôle de température
VSVO	Carte de contrôle des servo-vannes
TSVO	(Terminal servovalves) Plaque d'entrées du contrôleur des servo-vannes
VTUR	Carte de contrôle de la turbine
TTUR	(Terminal four speed control) Plaque d'entrées du contrôleur de la turbine
VVIB	Carte de vibration
TVIB	(Terminal vibration) Plaque d'entrées de vibration
VTCC	Carte des thermocouples.
TBTC	(Terminal board thermocouples) Plaque d'entrées des thermocouples

Prêt au démarrage :

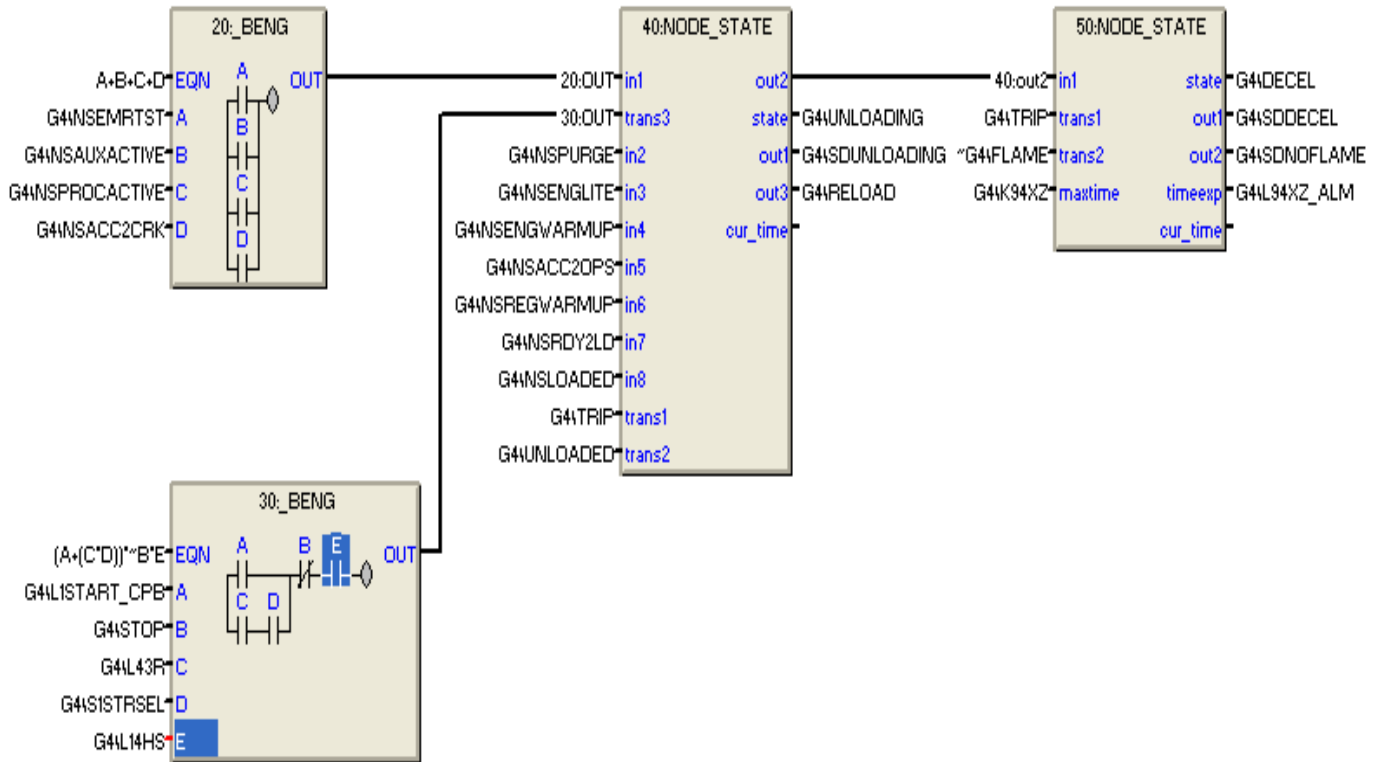


Séquence de démarrage :

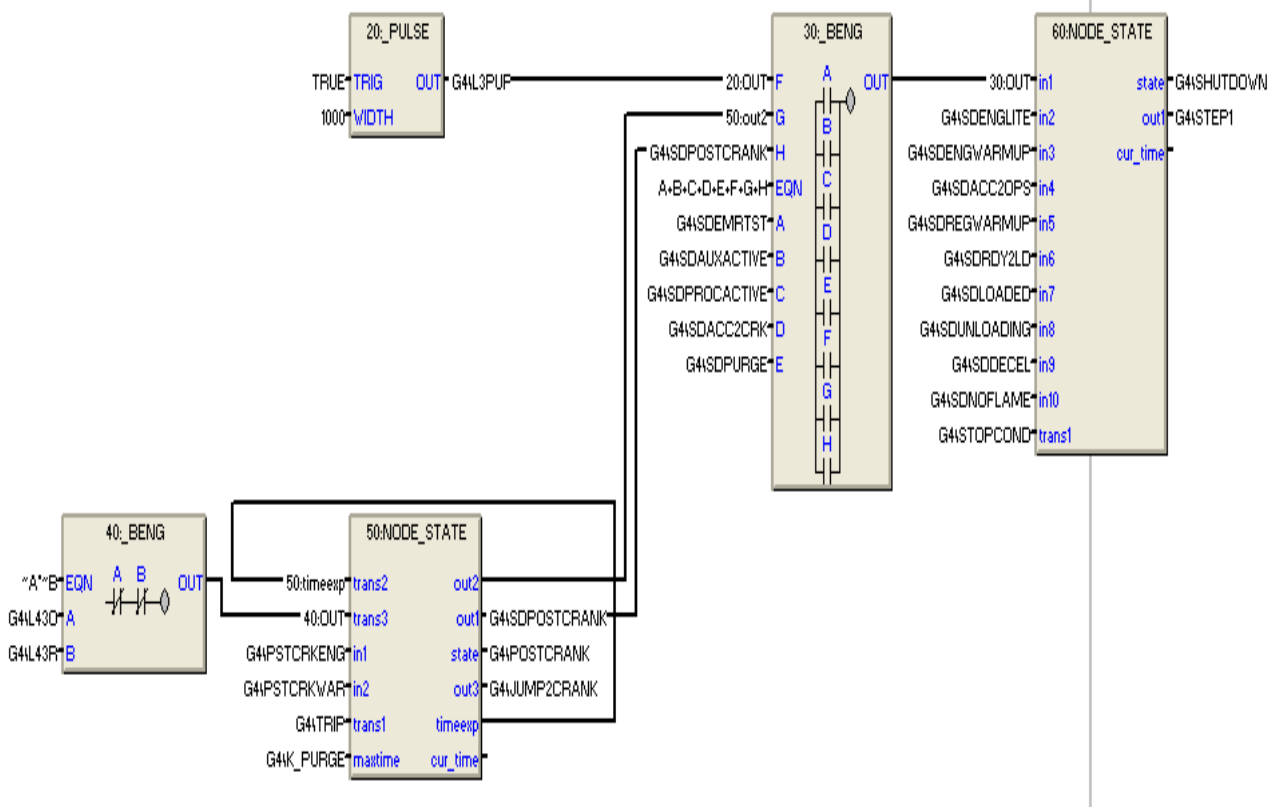




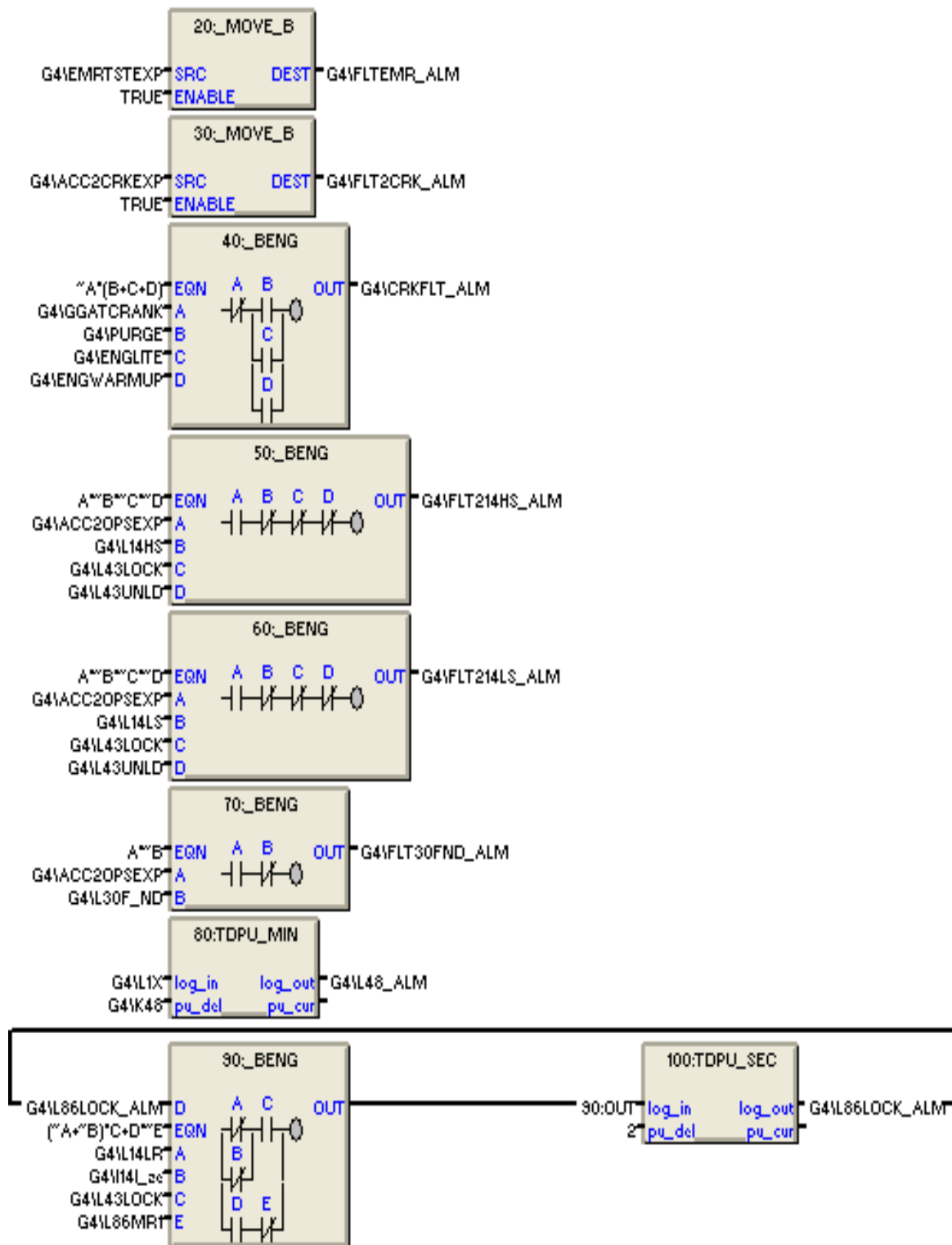
## Séquence d'arrêt :



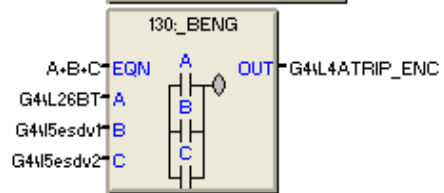
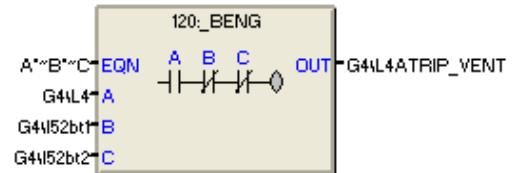
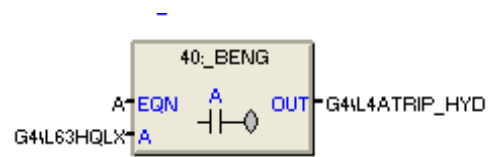
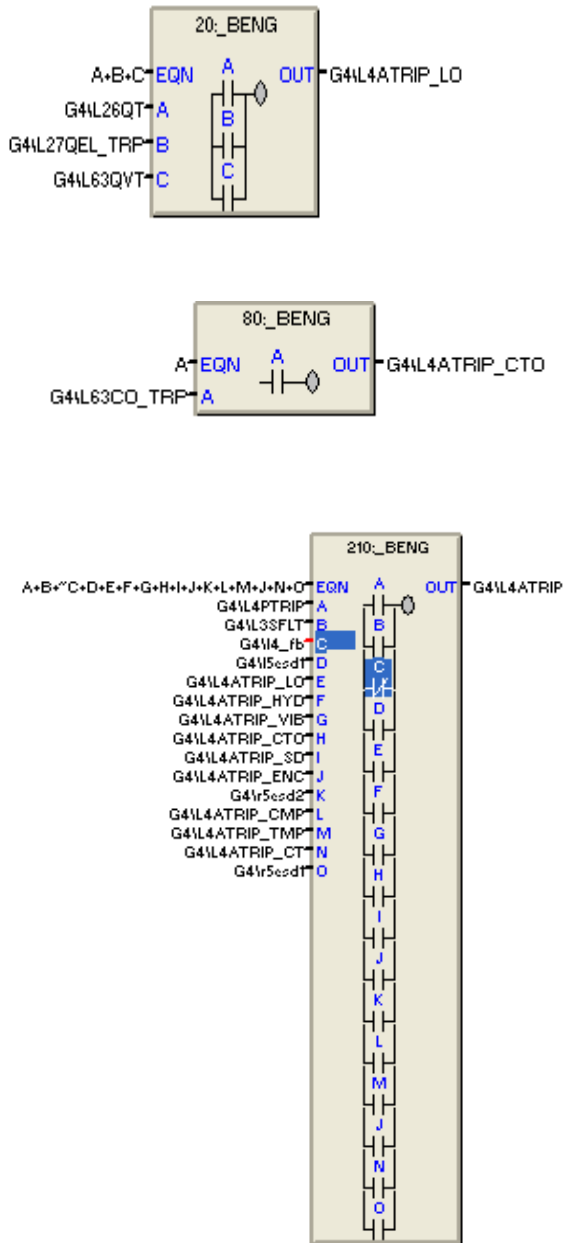
## Séquence de fermeture :



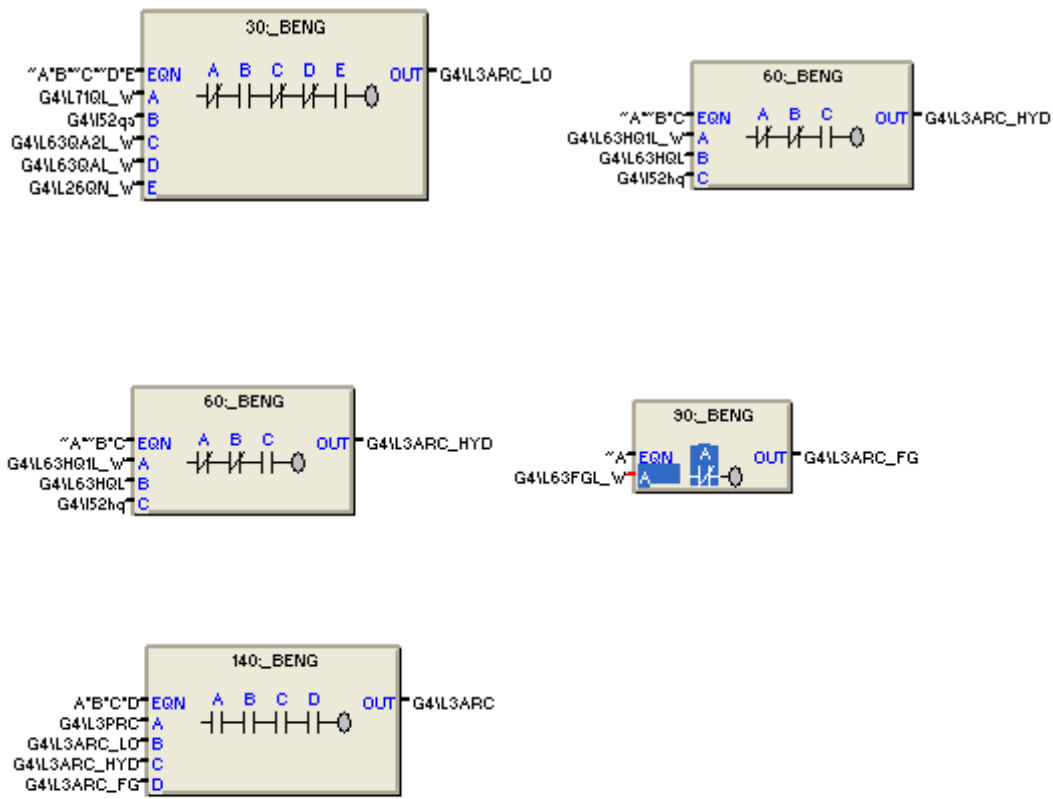
Séquence d'alarmes :



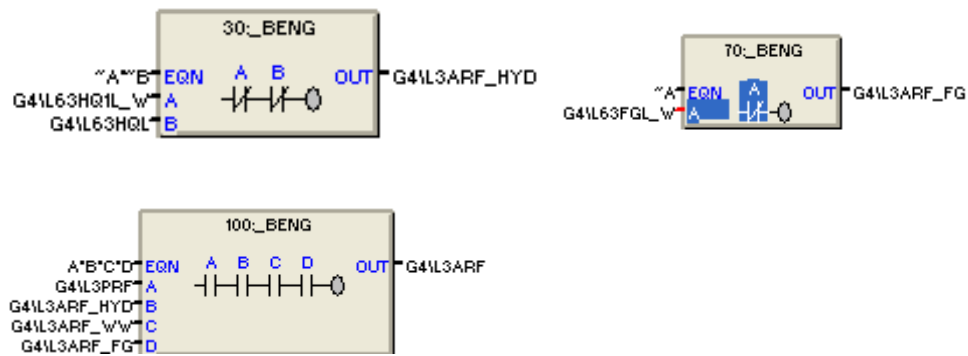
## Séquence de déclenchement :



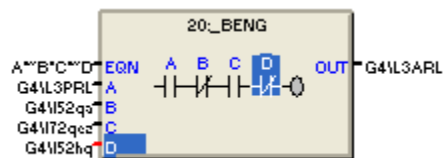
Séquence du prêt à la purge :



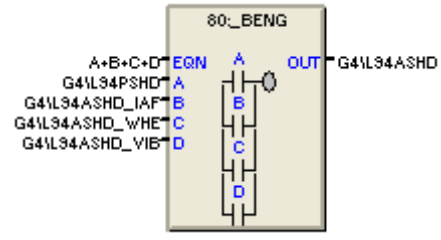
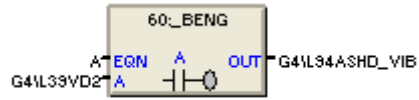
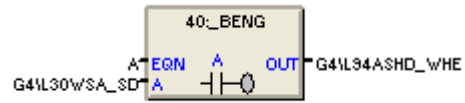
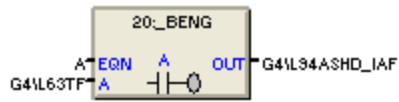
Séquence du prêt à la mise en feu :



Séquence du prêt à la charge :



Séquence d'arrêt :



# Bibliographie

## Bibliographie :

- [1] GE Toolbox Help. (GEH-6403K Application Toolbox pour le contrôleur de la turbine Mark VI)
- [2] GE DOC Mark6.
- [3] Instrumentation et régulation (MPP2).
- [4] Manuel sur le K002A/B HYTACHI (MPP2).
- [5] Turbine control CD 2006.
- [6] Manual PDF. G E Oil & Gas Volume VII Nuovo Pignone.
- [7] Cours sur les turbines à gaz.
- [8] MANUAL DI CORSO. (SPEEDTRONIC™). (GEI-100472 Application Overview.)
- [9] PROCEDURE D'INSTALATION (SPEEDTRONIC™).
- [10] Manuel de formation pour la conduite et l'entretien. (Nuovo Pignone).
- [11] FORMATION INDUSTRIEL École des Techniques Pétrolières de SKIKDA SEMINAIRE (rapport sur la mesure de P, Q, L et T).
- [12] Site internet.

[www.speedtronic.com](http://www.speedtronic.com)

[www.google.fr](http://www.google.fr) (turbine à gaz)

(La turbine 5002B de GE)

(Le Mark6)