



LICENCE SCIENCES ET TECHNIQUES  
Génie Electrique



**RAPPORT DE FIN D'ETUDES.**

**Intitulé :**

**Fiabilisation des installations  
d'alimentation et contrôle  
commande de la chaudière  
principale à MPI**

**Réalisé Par : BENTHAMI Nabil.**

**Encadré par : Pr LAMHAMDI Tijani (FST FES).  
Mr BOUCHOUA Lhoucine (OCP).**

**Soutenu le 07 Juin 2017 devant le jury :**

<b>Pr.</b>	<b>LAMHAMDI Tijani.</b>	<b>(FST FES)</b>
<b>Pr.</b>	<b>ABDI Farid.</b>	<b>(FST FES)</b>
<b>Pr.</b>	<b>RAZI Mouhcine.</b>	<b>(FST FES)</b>

## DEDICACES

*À* mes chers parents, en témoignage de ma gratitude, si grande qu'elle puisse être, pour tous les sacrifices qu'ils ont consentis pour mon bien être et le soutien qu'ils nous ont prodigué tout le long de mon éducation.

*À* mon cher oncle Que Dieu, le tout puissant, le préserve et le procure santé et longue vie.

*À* ma sœur et mon frère , en témoignage de l'amour et de l'affection qui me lient

*À* tous mes amies et camarades, qu'ils trouvent en ce travail, l'hommage de ma gratitude, qu'aucun mot ne saurait l'exprimer, pour leur amour et leur attachement durant ces longues années.

*À* toutes ma famille, mes amis et tous ceux que j'aime et qui m'aiment.

Je dédie ce travail, expression de mon grand amour avec tous mes vœux de bonheur et de prospérité.

# AVANT-PROPOS :

Le présent travail a été réalisé par l'étudiant BENTHAMI Nabil, dans le cadre de projet de fin d'études pour l'obtention du diplôme Licence sciences et techniques à la Faculté des Sciences et Techniques de Fès en Génie Electrique (GE).

Au cours de mon stage à Maroc Phosphore I (MP1), qui a débuté le 03 Avril 2017 et eu fin le 02 Juin 2017, j'ai eu comme mission la fiabilisation des installations d'alimentation et contrôle commande de la chaudière principale à MP1. Cette expérience m'a permis de confronter en pratique mes connaissances théoriques, et de développer ma capacité d'analyse ainsi que mon aisance relationnelle.

Des difficultés n'ont pas manqué. Elles concernent particulièrement la disponibilité de données fiables et actuelles. Des difficultés de chronométrage durant l'horaire administratif ce qui m'a poussé des fois à assister durant les deux horaires (Normale et Sirène), Ainsi que la disponibilité des cadres pour la réalisation des interviews. Le suivant rapport étale le fruit de ce travail.

Contact :

**GSM : +212 (0) 6-30-29-18-51**

**nabil.usmba@gmail.com**

# REMERCIEMENTS

Nombreux sont ceux qui, inlassablement, pendant ce projet m'ont encouragé et aidé à la réalisation de ce travail.

Je tiens à exprimer mes sincères remerciements à tous mes professeurs, à mes encadrants, Monsieur **LAMHAMDI Tijani** pour ses conseils qu'ils m'ont prodigué tout au long de ce projet.

Je voudrais également exprimer ma profonde gratitude et mes sincères remerciements à Monsieur **BOUCHOUA Lhoucine** parrain de mon projet pour son suivi de mes travaux malgré les responsabilités qu'il assume.

Je tiens à exprimer également mon sincère remerciement à l'équipe de service Electrique surtout envers Mr. **MANAA Adil** « chef d'atelier de régulation », Mr **A.AZNAGUI** « responsable électrique d'atelier de centrale MP1 » pour leurs soutiens et pour l'intérêt avec lequel ils ont suivi la progression de mon stage dans les meilleures conditions.

Par la même occasion je tiens à exprimer ma gratitude à tout le corps professoral et administratif de la Faculté des Sciences et Techniques de Fès et en particulier le département Electrique.

Enfin que tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin au bon déroulement de mon stage, trouvent ici l'expression de ma gratitude, reconnaissance et mes remerciements.

# SOMMAIRE

Avant-propos.....	1
Remerciement.....	2
Sommaire.....	3
Introduction générale.....	4
Chapitre 1 : Présentation et cadrage du projet.....	5
I. Office chérifien des phosphates.....	5
1.Présentation de l'OCP.....	5
2.Fiche synthétique.....	6
3.Historique de l'OCP.....	6
4.Statut juridique.....	7
5.Secteur d'activité.....	7
6.Site de production .....	8
II. Présentation de la division MPI.....	9
1.Structure organisationnelle.....	9
2.Ateliers de production.....	10
3.Présentation du service d'accueil.....	11
III. Problématique d'entreprise.....	11
1.Contexte du projet.....	11
2.Enoncé du projet.....	11
3.Les contraintes à respecter.....	11
4.Etude de l'existant .....	12
4.1 Définition.....	12
4.2 Principaux éléments de la chaudière.....	12
4.3 Principe de fonctionnement de la chaudière.....	14
4.4 Circuit de récupération du condensat.....	15
4.5 Circuit d'alimentation du réseau électrique de la centrale.....	16
Chapitre II :Procédures de fiabilisation des installation D'alimentation et contrôle commande de la chaudière.....	18
I. Introduction.....	18
II. Etude critique des équipements électriques.....	18
1.Principe de fonctionnement de chaque équipement.....	18
III. AMDEC.....	19
1. Analyse AMDEC .....	19
2. Mode de défaillance.....	20
3. Cause de défaillance.....	20
4. Effets de défaillance.....	20
5. Mode de détection.....	20
6. La criticité.....	20
7. Interprétation des pannes électrique.....	25
8. Dimensionnement des installations de puissance.....	25
8.1 Législation et normes.....	25
8.2 Réalisation.....	26
8.3 Mise en œuvre des câbles.....	27
8.4 Fixation.....	28
8.5 Protection.....	28

<b>8.6 Raccordement.....</b>	<b>28</b>
<b>8.7 Tranchée.....</b>	<b>29</b>
<b>9. Automatisation de ladite installation.....</b>	<b>29</b>
<b>9.1 Analyse fonctionnelle.....</b>	<b>29</b>
<b>10. Programmation sur Simatic Step7.....</b>	<b>37</b>
<b>10.1 Description des matériels utilisé.....</b>	<b>37</b>
<b>10.2 Choix d'automate.....</b>	<b>37</b>
<b>10.3 Langage LADDER.....</b>	<b>37</b>
<b>11.Supervision.....</b>	<b>38</b>
<b>11.1Vue initial .....</b>	<b>39</b>
<b>Conclusion générale.....</b>	<b>41</b>
<b>Tables des illustrations.....</b>	<b>42</b>
<b>Bibliographie.....</b>	<b>43</b>
<b>Sommaire des annexes .....</b>	<b>44</b>

# Introduction Général :

Dans le cadre de la concurrence mondiale, et la grande compétitivité dans le monde industriel, les entreprises sont appelées à améliorer la qualité de leurs produits et services. Cependant, elles doivent adopter une politique qui tient compte de l'évolution économique et technologique actuelle, afin de faire face efficacement aux impératifs du marché et des réglementations, aux besoins des clients mais aussi aux nécessités du développement durable.

Sur toutes les installations, la conduite ne se limite pas aux fonctions continues, des machines diverses doivent aussi être automatisés, il faut de plus assurer le démarrage et l'arrêt du processus.

Actuellement, les fonctions de commande, asservissement, signalisation et protection sont assurées par un relaying électromécanique. Toutefois, ce matériel sera abandonné de fabrication dans un avenir proche.

Par ailleurs les systèmes numériques de contrôle commande ont connu une évolution extraordinaire au cours de ces dernières années.

L'introduction de l'automatisation s'avère ainsi un choix stratégique pour l'OCP. En effet, ce choix répondant aux exigences de la production présente de nombreux avantages, dont on peut citer : la réduction du temps d'arrêt des machines, l'augmentation de la production, la détection et le diagnostic automatique et à distance des défauts, la limitation des interventions de maintenance et donc de son coût d'exploitation, et finalement, la communication en temps réel des données de production.

C'est dans cette perspective, qu'il nous a été proposé comme projet de fin d'étude au sein de Maroc phosphore I du groupe OCP à SAFI, de faire l'automatisation des séquences de démarrages de la chaudière principale qui fonctionne à base de relais électromagnétique.

Dans ce rapport, je vais présenter les différentes étapes suivies pour la réalisation de l'étude et les travaux effectués.

Après une présentation de la direction du Maroc phosphore SAFI, je commencerai par une présentation détaillé de la chaudière et son rôle qui assure le démarrage et l'appoint du réseau Vapeur.

Après avoir bien assimilé le fonctionnement actuel du procédé réalisé à base des relais électromécaniques, le deuxième chapitre présentera en premier lieu l'objet d'établir une liste exhaustive des équipements utilisés ainsi que leurs caractéristique, Vérifier le dimensionnement de ces installations de puissance (dimension des câbles), les pannes survenue et une études AMDEC de ces équipements. En deuxième lieu c'est l'élaboration des Grafcet de fonctionnement ainsi que leurs description, et l'automatisation de l'installation.

## Chapitre1 : Présentation et cadrage du projet.

### I. Office Chérifien des Phosphates :

#### 1. Présentation de l'office :



OCP occupe une place particulière dans l'histoire industrielle de Maroc. Le Groupe est le premier exportateur de minerai au monde, leader sur le marché de l'acide phosphorique et acteur majeur dans les engrais solides. Cette performance, OCP en puise les racines dans son histoire et dans une expérience accumulée depuis sa création en 1920.

L'Office Chérifien des Phosphates à sa création, le Groupe OCP, depuis 1975, a évolué sur le plan juridique, pour devenir en 2008 une société anonyme dénommée «OCP S.A ».

D'une activité d'extraction et de traitement de la roche à ses débuts, OCP s'est positionné au fil du temps sur tous les maillons de la chaîne de valeur, de la production d'engrais à celle d'acide phosphorique, en passant par les produits dérivés.

Ces partenariats touchent aussi bien des accords de livraison à moyen et à long terme que la construction d'unités de production sous forme de joint-ventures, basées au Maroc et à l'étranger. Aujourd'hui, OCP compte douze filiales et joint-ventures ainsi que quatre bureaux de représentations dans le monde.

Dans le cadre de sa stratégie de développement international, le groupe OCP a noué des partenariats industriels stratégiques avec de nombreux opérateurs internationaux. Ces accords ont donné lieu à la création de nouvelles unités d'exploitation du phosphate pour la production d'acide phosphorique et d'engrais dont IMACID (Inde), EMAPHOS (Europe), BMP (Brésil) et PMP (Pakistan) sont des exemples. Outre les filiales chargées des activités minières (Phosboucraa) et chimique (Maroc Phosphore) du groupe OCP, le Groupe dispose de diverses entités chargées d'activités annexes, dont voici quelques exemples :

- CERPHOS (Centre d'étude et de recherche des phosphates minéraux)
- SMESI (Société Marocaine d'études spéciales industrielles)



- SOTREG (Société de Transport Régionale)
- STAR (Société de Transport et d’Affrètement Réunis des navires et services annexes)

## 2. Fiche synthétique :


 مجموعة م ش ف <b>Groupe OCP</b>	
Création	7 août 1920
Forme Juridique	société anonyme
Siège social	2, rue Al Abtal, Hay Erraha Casablanca (Maroc)
Direction	Mustapha Terrab (PDG)
Activité	Mines
Produits	Phosphate
Effectif	18 000 dont 6 % ingénieurs et équivalents
Site web	<a href="http://www.ocpgroup.ma">www.ocpgroup.ma</a>
Chiffre d'affaires	7.5 milliards de dollar us

Figure1 : Une fiche synthétique d’OCP.

## 3. Historique de l’Office :

L’Office Chérifien des Phosphates OCP est créé le 7 août 1920, il se charge de la recherche et d’exploitation du phosphate.

En mars 1991, l’exploitation effective du minerai a commencé dans la région d’OUEDZEM. Dès cette date, l’OCP connût une très vive expansion sans relâche, grâce à la qualité du minerai extrait et l’appréciation des pays demandeurs.

A partir de 1921, l’historique de l’OCP est l’histoire prodigieuse. En effet, le phosphate Marocain ayant une teneur de 75% BPL (Bon Phosphate Lime) c’est ce qu’on appelle couramment la teneur en phosphate Tricalcique, ceci fournit à l’industrie des engrais la possibilité de faire un bond en avant du superphosphate, la demande pour le phosphate Marocain fut très élevée.

Encouragé par cette réussite l’OCP étudie alors la mise en exploitation d’un nouveau gisement à YOUSOUFIA, la teneur de phosphate de ce gisement (70%), bien inférieure à

celle du phosphate de KHOURIBGA reste néanmoins supérieure à celle des gisements exploités dans les autres pays (USA, Algérie, Tunisie....).

Ainsi le groupe OCP met tout en œuvre pour répondre aux besoins mondiaux en produits phosphatés, compte tenu de l'importance, de la quantité et la position géographique des gisements du pays qui confère naturellement au Maroc une place particulière dans l'industrie phosphatée.

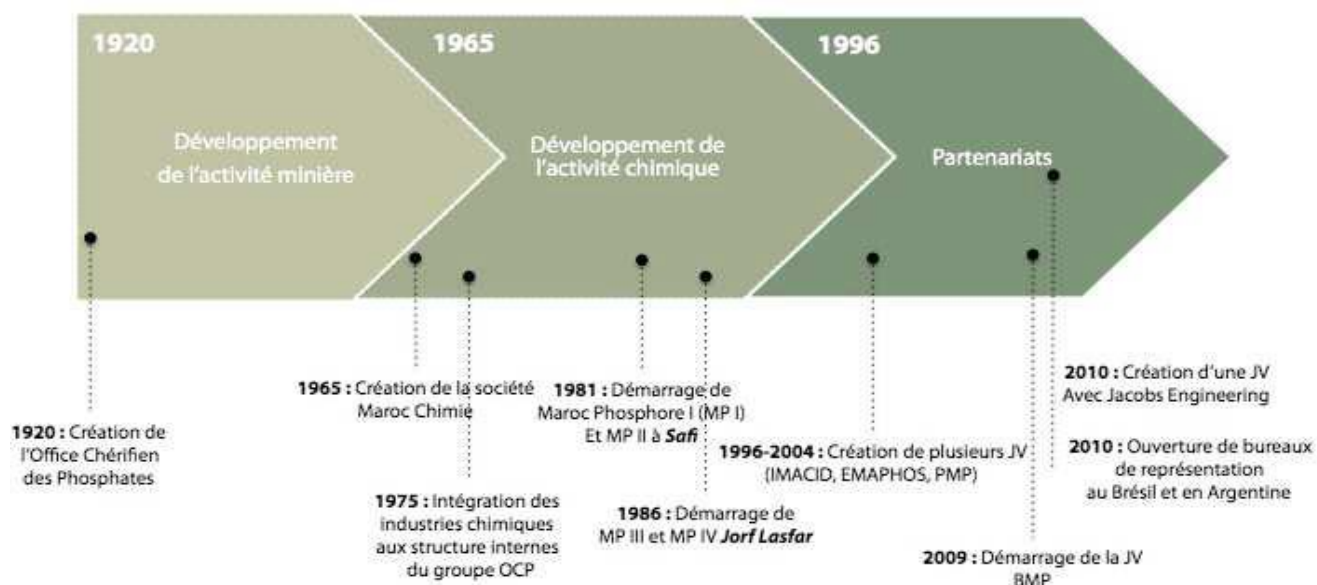


Figure 2 : Historique d'Office Chérifien des Phosphates.

#### 4. Statut juridique :

L'Office Chérifien des Phosphate a été créé par la Dahir du 7 août 1920. Il disposa, dans un premier temps, d'un statut d'établissement public avant d'acquies celui de société anonyme en 2008. L'État marocain reste toutefois l'actionnaire majoritaire du groupe OCP SA avec 96,12% du capital, contre les 5,88% détenus par le groupe Banque Populaire. Le conseil d'administration du groupe est présidé par le premier ministre et son PDG nommé par un Dahir royal.

#### 5. Secteur d'activité :

L'activité du groupe OCP SA comprend deux volets :

- Minier : exploitation, traitement et expédition du phosphate.
- Chimique : production d'acide phosphorique et d'engrais dérivés du phosphate.

L'activité minière du groupe ne représente plus que les 25% du chiffre d'affaire, suite au développement de l'activité chimique à partir des années 1960. Les produits, qu'il s'agisse de phosphate ou ses dérivés, sont commercialisés à l'international, plus de 90% de la production étant destinée à l'export.

Le groupe OCP est un acteur majeur du marché du phosphate. Il détient plus de la moitié des parts de marchés pour ce qui est de l'acide phosphorique et plus du tiers du marché du phosphate brut.

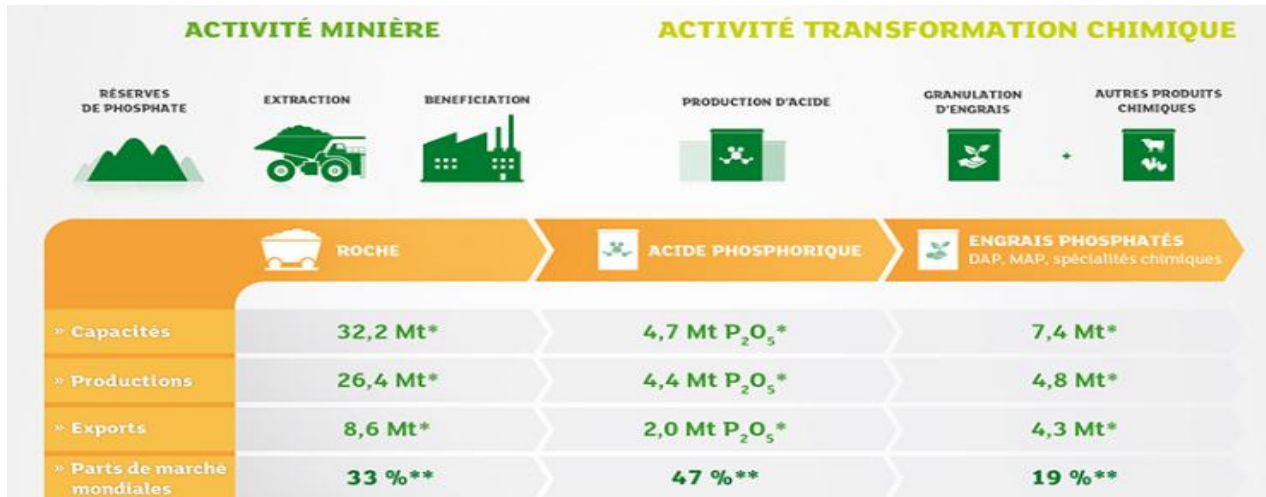


Figure 3 : Secteur d'activité d'OCP.

## 6. Sites de production :

Le groupe OCP SA dispose de 3 sites miniers et de 2 complexes industriels de valorisation du phosphate. Les principales mines d'extraction du phosphates sont situées à Khouribga (Oulad Abdoun), à Youssoufia (Gantour) ainsi qu'à Boucraa-Laayoune.

En outre, le groupe OCP dispose de quatre ports d'embarquement :

- Casablanca : pour les produits de Oulad Abdoun (Khouribga).
- JorfLasfar : pour les produits locaux.
- Laayoune : pour les produits de Boucraa.
- Safi : pour les produits de Gantour.

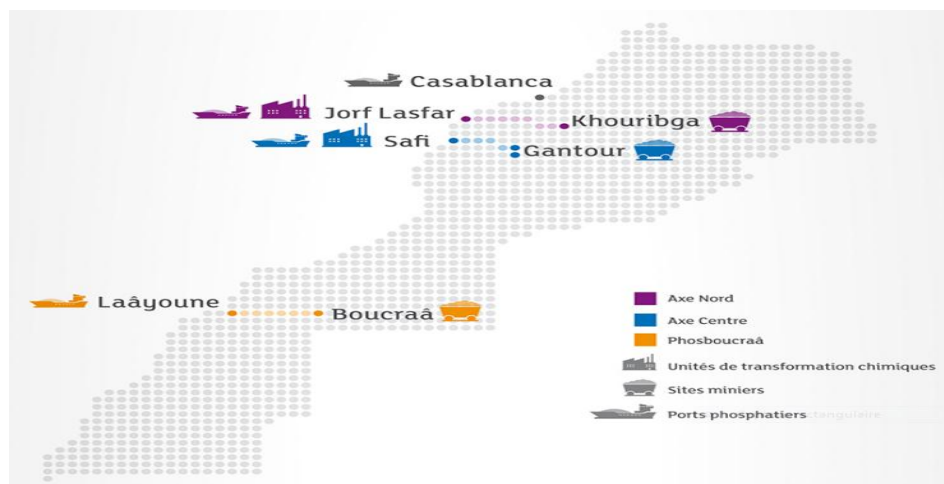


Figure 4 : Les ports d'embarquement.

## **I. Présentation de la division Maroc phosphore 1 Safi :**

La Division Maroc Phosphore I a été construite en 1975 et a connu une extension en 1980 Elle a pour objet La production de L'acide sulfurique (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) L'acide phosphorique (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>).

### **1. Structure organisationnelle :**

Afin d'augmenter le rendement ,la direction du Maroc Phosphore 1 adopte une structure hiérarchique présenté par l'organigramme suivant :

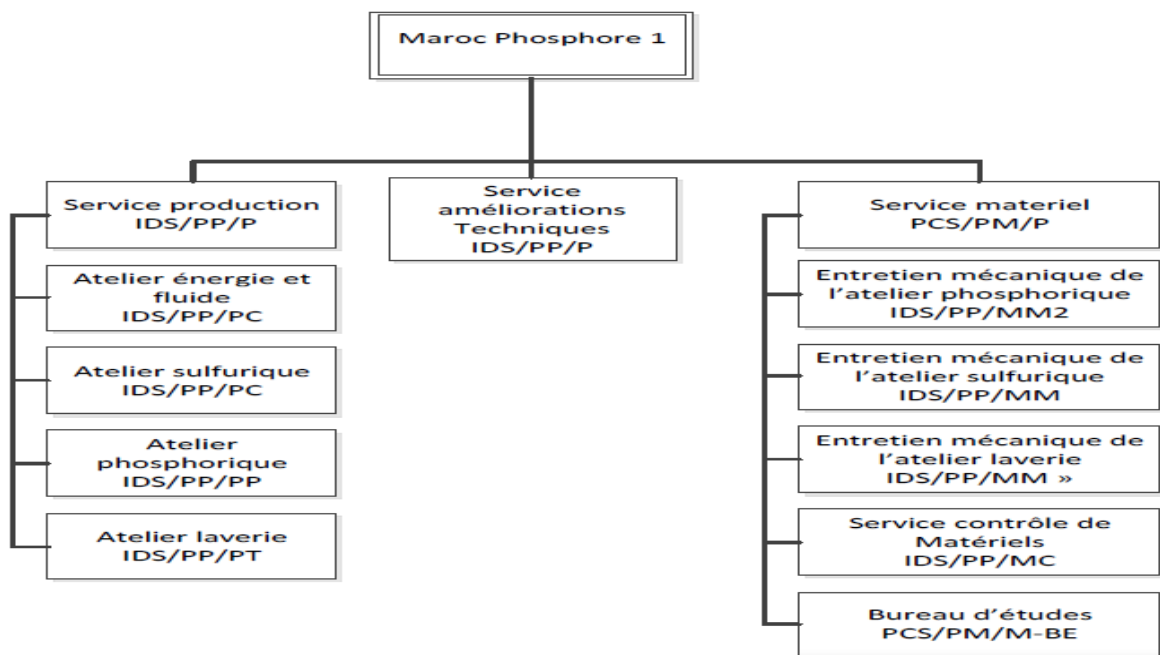


Figure4 : Structure organisationnelle du Maroc Phosphore I.

### **2. Les ateliers de production au MP1 :**

Complexe industriel MPI de SAFI a démarré sa production en 1975. Cette nouvelle unité a permis au Groupe OCP de doubler sa capacité de valorisation des phosphates. Le site a été choisi pour ses multiples avantages :

- Proximité des zones minières permettant son alimentation en phosphate (YOUSOUFIA).
- Existence d'un port a tirant d'eau important.
- La disponibilité d'un réseau de communication bien développe.
- Disponibilité de l'eau de mer et de l'eau douce.
- Disponibilité de terrains pour les extensions futures.

Cet ensemble, qui s'étend sur 36 hectares, permet de produire chaque année 630.000 de tonnes de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> sous forme d'acide phosphorique et un total de 400.000 tonnes d'engrais

MAP pour le MPI et MPIO. Les besoins en énergie du complexe MPI sont satisfaits par une centrale de 3\*18 MW utilisant la chaleur de récupération.

La figure suivante représente les entrées/sorties et les différents ateliers du complexe Maroc Phosphore I à savoir l'atelier :

- Energie et fluides destinés à la production de l'énergie électrique et des différentes utilités nécessaires pour la marche des unités de production.
- Atelier sulfurique ( $H_2SO_4$ ) destiné à la fabrication de l'acide sulfurique utilisé comme matière pour la fabrication de l'acide phosphorique.
- Atelier phosphorique ( $H_3PO_4$ ) dessiné à la production de l'acide phosphorique.
- Atelier de fusion et de filtration du soufre.

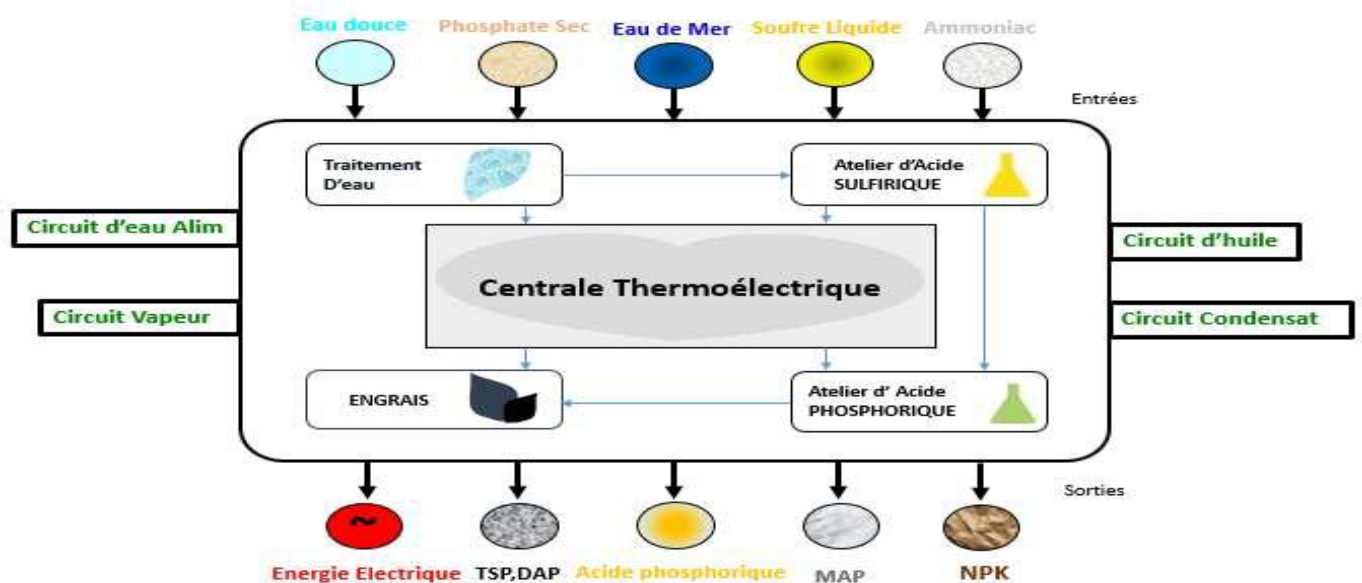


Figure 5 : Les ateliers de production de MPI.

### 3. Présentation du service d'accueil :

Au sein de Maroc Phosphore Safi, l'activité de maintenance électrique est assurée par la division CIS/LM/E qui a pour mission la prestation centralisée de l'entretien et la maintenance des équipements électrique de toute la plate-forme, cette division assure la production par le suivi et le contrôle des différents équipements.

Le service électrique (CIS/LM/E) est une partie intégrante de la division maintenance centralisée (CIS/LM), ce service s'occupe de l'entretien des équipements électriques de toute la plate-forme, pour cela il est doté de plusieurs sections à savoir : dépannage, entretien préventif, bureau de méthodes, bureau d'étude, téléphonie et télécommunication.

## **II. Les problématiques d'entreprise:**

### **1. Contexte de projet :**

Ce projet s'inscrit dans le cadre de stage de projet de fin d'études, dont les étudiants de la Faculté de Science et Technique de Fès sont censés faire un projet industriel réel, dans le but d'obtenir le diplôme Licence Sciences et techniques en Génie Electrique.

### **2. Enoncé du sujet :**

La centrale thermoélectrique de MP1 est dotée par une chaudière principale à fuel assurant le démarrage et l'appoint du réseau Vapeur. D'où l'importance stratégique d'une telle installation dans la marche normale et dégradée du complexe.

Compte-tenu de la vétusté des installations électriques d'alimentation et de contrôle commande de cette chaudière ainsi que les problèmes d'exploitation et de mise en service, et dans le cadre de la politique de renouvellement entreprise par le service électrique, on se propose de faire une étude de faisabilité du projet de renouvellement de ces installations pour toute la centrale électrique.

Dans ce cadre, il est demandé au stagiaire de procéder pour:

- Etablissement d'une liste exhaustive des équipements électriques aussi que leurs caractéristiques .
- Vérification du dimensionnement des installations électriques de puissance .
- Etude critique de l'installation par rapport à l'étude menée et développement des axes d'amélioration .
- Reprise des plans de distribution et de commande de ces équipements et en sortir avec les Graficets de fonctionnement de cette unité .
- Automatisation de ladite installation via la traduction de la logique de commande en programme LADDER ou similaire y compris simulations de celui-ci.
- Supervision de l'installation en permettant en plus de l'affichage en temps réel des paramètres de marche pertinents, le reporting des pannes survenu (troubleshooting, ceci implique l'affichage des équipements en défaut lorsque c'est le cas (par exemple quel arrêt d'urgence est lieu de la panne...etc.).

### **3. les contraintes à respecter :**

- Les solutions proposées doivent être rentable et efficiente .
- Les solutions proposées doivent avoir des résultats à court terme et durable .
- L'investissement demandé doivent être réduit le maximum possible .
- Le projet doit être fini dans l'intervalle du temps défini entre le 03 Avril et le 02 Juin 2017.

#### 4. Etude de l'existant :

le complexe industriel MP1 dispose d'une chaudière principal, lieu où s'est déroulé mon stage.

##### 4.1 Définition :

Une chaudière est une installation qui a pour rôle de transmettre à un fluide thermique les calories dégagées par la combustion de fuel, destinée à la production de la vapeur sous une pression et une température bien définies ( $P_r = 58 \text{ bar} - T^\circ = 475 \text{ }^\circ\text{C}$ ) le cas des chaudières de MPI et ce à partir d'une eau traitée (desilicée).

##### 4.2 Principaux éléments de la chaudière principale :

Avant de se mener à une présentation des éléments constituant la chaudière, le schéma ci dessus illustre l'existant :

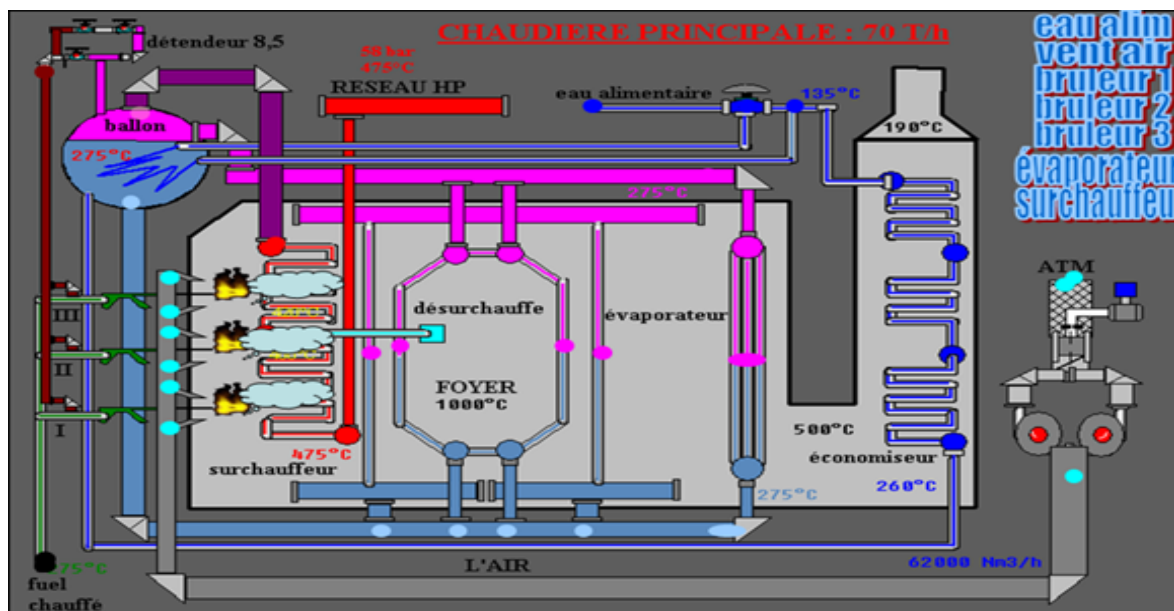


Figure 6 : Présentation de la chaudière principale.

**Le ballon :** C'est une enceinte en acier sous forme de tambour constitué d' :

- un préchauffeur : cet appareil ; constitué de serpentins à chicanes sous forme de trombones, assure l'échange thermique entre l'eau alimentaire et le fluide du ballon qui se trouve à l'état d'équilibre liquide vapeur.
- un démistère : est un système mécanique séparant la vapeur et les gouttelettes d'eau.
- deux soupapes de sûreté tarées à 70-71 bars dotées d'appareils de surveillance de pression et de niveau.
- une purge : pour régler le niveau du ballon qui doit être de 2/3 d'eau et 1/3 de vapeur.
- un évent : pour chasser les gaz emprisonnés.

**L'évaporateur :** L'évaporateur assure la fin de l'échauffement de l'eau et la production de la vapeur.

**L'économiseur :** C'est un ensemble de réchauffeurs disposés en batteries au nombre de trois éléments, montés en série l'un sur l'autre. L'économiseur fonctionne à contre-courant, il échange la chaleur des gaz de fumée avec l'eau alimentaire en préchauffant cette dernière avant son admission dans l'évaporateur. Les gaz de fumée quittent ainsi la chaudière à une température entre 180°C et 200°C.

**Le foyer :** C'est dans la chambre de combustion où la flamme des brûleurs se développe. Sur les murs latéraux et le plafond de cette chambre on trouve l'ensemble des tubes contenant l'eau alimentaire/vapeur.

L'échange thermique est réalisé par rayonnement dans ces tubes appelés "tubes écrans". Ces tubes sont appelés "tubes coup de feu", et ont pour but de protéger les surchauffeurs. La température de cette chambre de combustible atteint 900 °C à 1000 °C.

**Les deux surchauffeurs :** Ce sont des échangeurs thermiques permettant d'augmenter la température de la vapeur saturée. Ces équipements constitués de tubes lisses, disposés horizontalement les uns sur les autres. Leurs extrémités aboutissent à des collecteurs externes de position verticale. Le premier reçoit la vapeur saturée sortante du ballon et la transforme en vapeur surchauffée, cette dernière passera par le deuxième surchauffeur, afin d'en sortir une vapeur vive de température est de l'ordre de 475 °C à 490 °C.

**La désurchauffe :** Elle est destinée à refroidir et à moduler la température de la vapeur surchauffée, par une injection d'eau alimentaire régulière.

**La ventilation et l'air de combustion :** La chaudière principale est dotée de deux ventilateurs accouplés à leurs moteurs, ils sont juste opposés et peuvent travailler soit séparément soit à la fois en parallèle, lorsque la capacité de production dépasse 40 T/h. Ils servent à ventiler et balayer l'intérieur du foyer. Cette opération s'appelle " la pré-ventilation", elle dure 90 secondes. Ces deux ventilateurs fournissent aussi le comburant nécessaire à la combustion du fuel ou du gas-oil. Des clapets à commande pneumatique sont placés en amont et en aval des ventilateurs. Ils ont un fonctionnement tout ou rien et ne s'ouvrent qu'après le démarrage du ventilateur correspondant ; l'air refoulé est acheminée vers les brûleurs dans une gaine de section rectangulaire à travers un venturi.

**Les brûleurs :** La façade des brûleurs comporte trois brûleurs d'allumage au gaz butane, trois brûleurs principaux qui portent des buses pour gas-oil uniquement au moment du démarrage et qui seront remplacées après obtention de la vapeur de pulvérisation par des buses mixtes gas-oil et fuel-oil.

**Pompe alimentaire :** Les pompes alimentaires (22ZP01, 22ZP02 et 22ZP03) prévues pour alimenter la chaudière en eau à travers une vanne à trois voies, sous une pression pouvant aller jusqu'à 90 bars et une température entre 100 °C et 120°C. Cette eau avait subi au préalable un traitement adéquat à l'atelier de traitement des eaux puis à la centrale par traitement thermique (dégazage) et chimique (conditionnement par l'hydrate d'hydrazine) dans le but d'éliminer le CO<sub>2</sub> et l'O<sub>2</sub>.



**Cheminé :** Cheminé est un dispositif qui sert à guidé la fumée de la combustion vers l’atmosphère. Placée à la sortie de la chaudière, la cheminé de Lmp1 a une hauteur de 30.8 mètres, et un diamètre de 3.32 mètre. Elle est fabriquée en acier corton, équipée d’une trappe de visite à la base et d’une passerelle circulaire à +25 m avec accès par échelle à crinoline.

Le tableau suivant résume les caractéristiques ainsi que les conditions de fonctionnement de chaque équipements de la chaudière (Voir annexe n°1).

#### **4.3 Principe de fonctionnement de la chaudière principale :**

Pour satisfaire la demande en énergie vapeur, la centrale thermique équipée de deux chaudières d’appoint l’une principale et l’autre auxiliaire (actuellement en reforme). On distingue trois types de vapeur :

- La vapeur à haute pression (HP).
- La vapeur à moyenne pression
- La vapeur à basse pression (BP).

**La vapeur haute pression (58 Bars, 490°C) :** est générée par la transformation de l’eau alimentaire dans les chaudières ; est collectée dans le collecteur HP qui alimente le groupe turboalternateur (GTA). La vapeur HP provient essentiellement de l’atelier sulfurique. En cas de perturbation de la production dans ce dernier en arrêt d’une ligne, le débit de vapeur arrivant à la centrale diminue et il est nécessaire de le compléter par un appoint obtenu grâce à la chaudière principale de la centrale consomment de l’eau désilicée. La vapeur HP est détendue dans les GTA, une fraction du débit initial.

**La vapeur Basse pression (4.5 Bars, 120°C) :** est générée soit par la réduction de vapeur HP au sein des stations de réduction 58/ 4.5 bars, soit par la transformation de vapeur HP en BP par le Groupe Turbo Alternateur (GTA).

**Les Producteurs de la vapeur HP :** Les principaux producteurs de la vapeur sont clairement identifiés et ils sont comme suit : chaudière principale de la centrale les lignes de l’atelier sulfurique qui produit l’acide sulfurique. La production de la vapeur est dirigée vers les GTA et les consommateurs.

**Les consommateurs de la vapeur BP :** Les principaux consommateurs de la vapeur de MAROC PHOSPHORE 1 sont nombreux, et ils sont comme suit :

- Condenseurs auxiliaires.
- Bâche à condensats.
- Dégazeur.
- Bâche alimentaire AL et 4L.
- CAP (Concentration de l’acide phosphorique).
- TED (Traitement des Eau Douces).

**Voir figure n°7.**

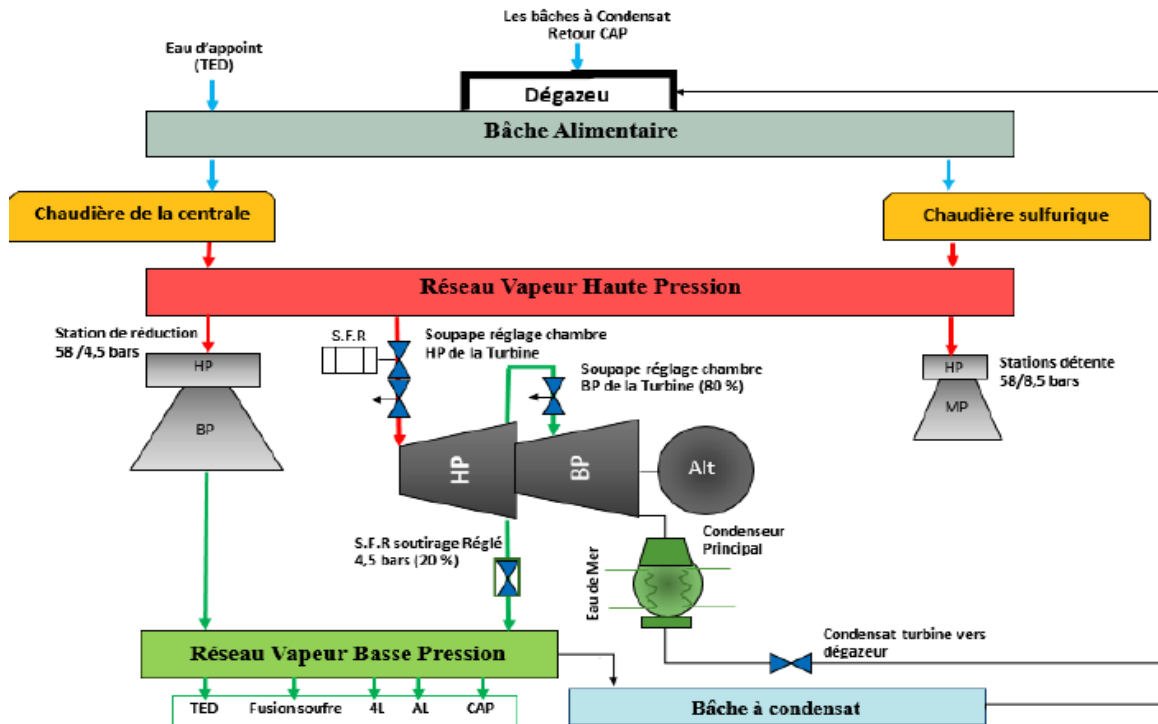


Figure 7 : Circuit eau-vapeur .

#### 4.4 Circuit de récupération de condensat :

Lorsque la vapeur condense, au moment précis du changement de phase, la température de condensation est la même que la vapeur parce que seule la chaleur latente a été perdue, et la totalité de la chaleur sensible reste. Cette condition est connue comme de «l'eau saturée». La récupération et la réutilisation autant que possible de cette chaleur sensible est l'une des principales raisons de la récupération des condensats. Le condensat peut être réutilisé de plusieurs façons différentes dans le complexe, par exemple :

- Pour chauffer de l'eau d'appoint, en renvoyant les condensats chauds dans le dégazeur
- Comme préchauffage, pour tout système de chauffage .
- Comme vapeur, en réutilisant la vapeur de ré-vaporisation.

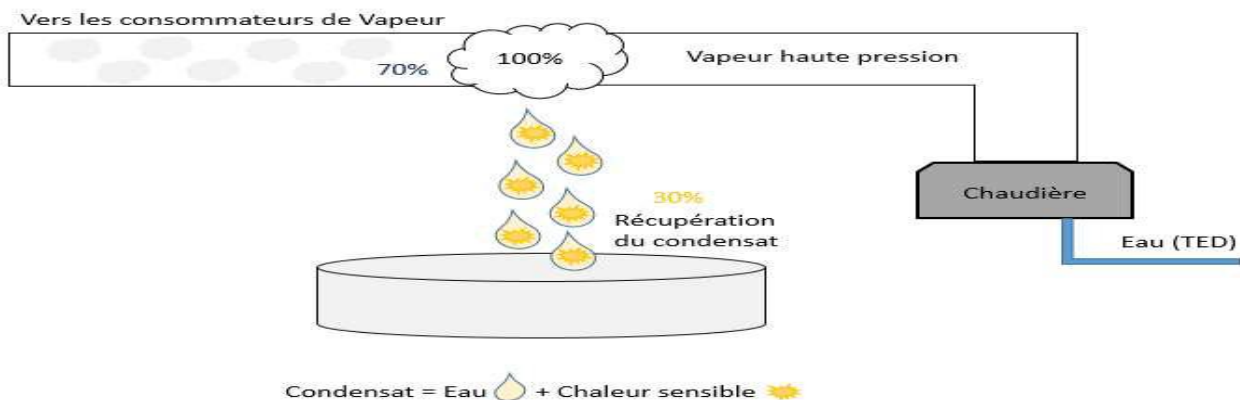


Figure 8 : Circuit de récupération de condensat.

#### **4.5 Circuit d'alimentation du réseau électrique de la centrale :**

Pour satisfaire la demande en énergie électrique, la centrale thermique équipée de trois groupes turboalternateurs entraînés par trois turbines à vapeur. Celle-ci provient des lignes sulfuriques et de de la chaudière principale.

**Les Groupes Turbo-alternateurs :** Permettent de satisfaire les besoins en énergie électrique des différents ateliers de production, ils débitent sur les trois jeux de barre principaux de la centrale. Chacun de ces trois GTA a les caractéristiques suivantes : Tension :  $U_n=6.3KV$  et une Puissance apparente de  $S=18MVA$ .

**Groupes électrogène :** La centrale est aussi équipée de deux groupes électrogènes identiques assurant l'alimentation des circuits prioritaires de la centrale en cas de défaillance du réseau distributeur, tel que l'éclairage, les pompes à huile des groupes, les pompes alimentaires des chaudières et les cristalliseurs au niveau des lignes sulfuriques. Son démarrage se fait automatiquement, une fois que la tension s'absente dans les jeux de barres, cette dernière est assurée par des cellules de mesure c.à.d. un déclenchement général ou partiel du complexe. Le mois Mars 2016 La société TERBERG à développer une application de supervision du groupe électrogène on utilisant un écran pour la supervision.

**Réseau ONE :** L'énergie électrique produite par les groupes turboalternateur peut être supérieure ou inférieure à celle nécessaire à la marche de l'usine. L'excédent ou le déficit temporaire en énergie est alors compensé par le raccordement de l'usine au réseau ONE. Le poste ONE 63KV est alimenté par un branchement aérien selon un schéma en double dérivation par deux arrivées :

- Arrivée depuis le poste ONE 63KV de MPII actuellement opérationnelle.
- Arrivée depuis la station de livraison de « Tlat Bougadra » qui n'est plus branchée.

Le courant électrique venant de L'ONE sous une tension haute de 63000 volts et une fréquence de 50 Hz passe à travers un disjoncteur principal et 02 sectionneurs (01 avant disjoncteur l'autre après), vers la ligne 23EFA10 qui à son tour alimente 03 transformateurs réversibles 63 KV / 6.3 KV, Ils sont dotés d'un disjoncteur et 02 sectionneurs chacun. Chaque transformateur alimente un jeu de barre de 02 systèmes (01 et 02). La tension ONE est débitée dans le système I, celle de nos groupes est débitée dans le système II de les trois jeux de barre.

#### **Conclusion :**

Ce chapitre résume le principe de fonctionnement de la chaudière principale ainsi que son rôle primordiale en terme de desserte en vapeur au complexe industriel MP1 en des temps réduits par rapport aux sources classiques de génération de vapeur.

## Chapitre 2 : Procédures de fiabilisation des installations d'alimentation et contrôle/commande de la chaudière principale.

### I. Introduction :

Ce chapitre s'articule sur deux différentes parties la première partie aura l'objet d'établir une liste exhaustive des équipements utilisés ainsi que leurs caractéristique, Vérifier le dimensionnement de ces installations de puissance (dimension des câbles) et leurs efficacité énergétique . La deuxième partie fera l'objet d'automatisation de la chaudière on Reprenons les plans de distribution et de commande de ces équipements et en sortir avec les Graficets de fonctionnement de cette unité , automatiser le ladite installation via la traduction de la logique de commande en programme LADDER ou similaire y compris simulations de celui-ci et la supervision de l'installation en permettant en plus d'affichage en temps réel des paramètres de marche pertinents.

### II. Etudes critique des équipements électrique :

Comme toute installations électrique, la chaudière principale occupent plusieurs équipements garantis la marche normal de l'existant a étudié, le travail demandé et d'examiner chaque composant on vérifions sa plaque signalétique et sa puissance active. (Voir Annexe n°2)

#### 1. Principe du fonctionnement de chaque équipement :

- Moteur 22ZK03, Moteur 22ZK04, Moteur 22ZS01 : font tourner des turbine de climatisation.
- Vanne motorise 22ZH01/M12 : il s'agit d'une vanne d'arrêt de vapeur.
- Vanne motorisé 22ZH01/M24 : permet d'envoyer la vapeur Sortie chaudière vers collecteur Haute Pression.
- Vannes motorisés 22ZH01/M22, 22ZH01/M23 (Mise atmosphère): réglage du paramètre de la vapeur du chaudière.
- Ramoneurs : Dégagent les imbrulés ainsi que le nettoyage des serpentins d'économiseur.
- Moteurs 22ZK01,22ZK02 : Ventilateur d'air de condensation chaudière principale.
- Moteurs 22ZP01,22ZP02 : il s'agit des pompes d'alimentation de la chaudière principal par le fuel.
- Moteur 22ZP03 : C'est une pompe d'injection de gas-oil.
- Moteur 22ZP04,22ZP05,22ZP06 : Sont des pompes alimentaire Volumétrique multicellulaires sert à alimenter la chaudière et la ligne sulfurique.
- Moteur 22ZP07 et Moteur 22ZP08 : Injectent la solution hydrazine 24H/24H dans l'eau alimentaire.

- Moteur 22ZP09 : phosphate Tri-sodique augmente le taux du PH dans la chaudière principale.

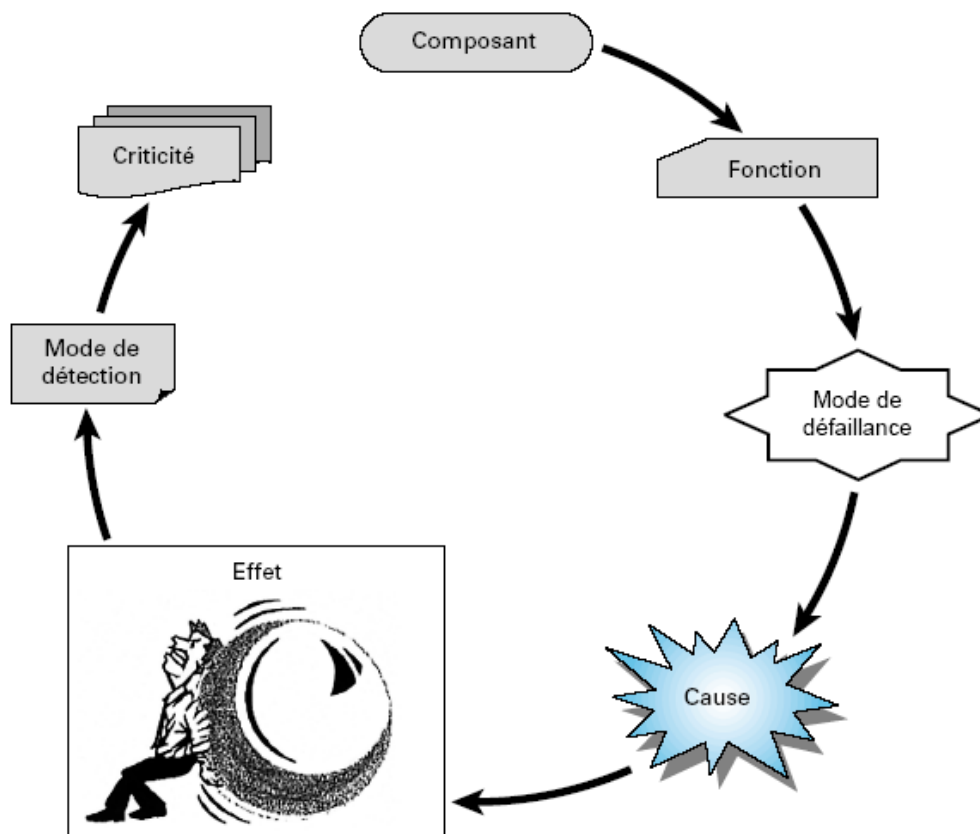
L'analyse fonctionnelle établie ci-dessus nous amène à faire une étude critique sur les équipements électrique, pour cela on procédera la méthode AMDEC.

### III. AMDEC :

#### 1. L'analyse AMDEC :

Cette méthode consiste à faire :

- Le recensement du mode de défaillance.
- L'identification des causes de défaillance.
- L'évaluation des risques.
- La recherche des modes de détection.



## **2. Mode de défaillance :**

Un mode de défaillance est la manière par laquelle un dispositif peut venir à être défaillant, c'est-à-dire à ne plus remplir sa fonction. Le mode de défaillance est toujours relatif à la fonction du dispositif. Il s'exprime toujours en termes physiques.

Exemple : Blocage, rupture, usure, grippage, fuite,...

## **3. Cause de défaillance :**

Une cause de défaillance est l'événement initial pouvant conduire à la défaillance d'un dispositif par l'intermédiaire de son mode de défaillance. Plusieurs causes peuvent être associées à un même mode de défaillance. Une même cause peut provoquer plusieurs modes de défaillance.

Exemple : Encrassement, corrosion, dérive d'un capteur,

## **4. Effets de défaillance :**

L'effet d'une défaillance est, par définition, une conséquence subie par l'utilisateur. Il est associé au couple (mode-cause de défaillance) et correspond à la perception finale de la défaillance par l'utilisateur.

Exemple : Arrêt de production, détérioration d'équipement, explosion, pollution,...

## **5. Mode de détection :**

Une cause de défaillance étant supposée apparue, le mode de détection est la manière par laquelle un utilisateur (opérateur et/ou mainteneur) est susceptible de détecter sa présence avant que le mode de défaillance ne se soit produit complètement, c'est-à-dire bien avant que l'effet de la défaillance ne puisse se produire.

## **6. La criticité :**

La criticité est une évaluation quantitative du risque constitué par le scénario (mode-cause-effet-détection) de défaillance analysé. La criticité est évaluée à partir de la combinaison de trois facteurs :

- la fréquence d'apparition du couple mode-cause ;
- la gravité de l'effet ;
- la possibilité d'utiliser les signes de détection.

$$C=F \times G \times D$$

Élément	Fonction	Mode de défaillance	Cause	Effet	Détection	Criticité				Action à engager
						F	G	D	C	
<b>Bobine</b>	-Fermeture du circuit magnétique ce qui entraîne le changement d'état des contacts auxiliaire	-grillage	-température du milieu existant de l'armoire électrique -tension excessive -vieillessement -corrosion du circuit magnétique	-indisponibilité  -bruit au niveau du circuit magnétique	- mesure - odeur de cramage	4	4	2	3 2	Changement de la bobine par une autre neuve, ou la récupérer d'un autre relais
<b>Contact auxiliaire</b>	-commande -signalisation -ordre d'asservissement	-usure des contacts	-nombre de manoeuvre important -courant excessive	-n'assure pas la fonction désirée	- mesure à froid et à chaud	2	4	2	1 6	Changement de la partie supérieure contenant les blocs auxiliaire s'il y a lieu, ou changement du relais
<b>Connexion</b>	-assurent la liaison entre la bobine et ses contacts auxiliaires et la communication entre les relais et l'alimentation	-carbonisation Des borniers	-mauvais contact et desserrage	-ouverture au niveau de circuit de commande	-mesure	4	3	2	2 4	resserrage

Figure 9 : Analyse AMDEC de système relais électromécanique :

Sous systèmes	Eléments	Fonction	Mode de défaillance	Cause	Effet	Détection	criticité				Action à engager
							F	G	D	C	
Tableau de basse tension	Jeux de barres horizontales	-Alimentation des jeux de barres verticales	-Ouverture du raccordement - vibration	-force électrodynamique due au démarrage direct et lent des moteurs 160KV des ventilateurs	- destruction du Tableau BT par explosion suite décrochage jeu de barres	contrôle	1	4	2	8	Palier aux courants de démarrages excessifs par un système a démarrage progressif
	Jeux de barres verticales	-Alimentation des départs moteurs	-cisaillement des jeux de barres en cas de court-circuit	-force électrodynamique due au démarrage direct et lent des moteurs 160KV des ventilateurs	-amorçage au niveau de l'extrémité des jeux de barres	visuel	4	4	1	16	- Palier aux courants de démarrages excessifs par un système a démarrage progressif
	Isolateurs	Assurer l'isolement entre tout ce qui est conducteur	-carbonisation	-Inflammation due à un contournement	-chute d'isolement	-odeur +visuel	4	4	1	16	changement
Coffret d'alimentation	Pinces d'embrochage	Assurer la liaison entre les jeux de barres et le sectionneur	Perte de rigidité	Nombre de manoeuvre important	Perturbation au niveau des jeux de barres	Contrôle	1	2	2	4	Changement
	Sectionneur	-permet d'isoler le circuit de leur source d'énergie	- court-circuit - apparition d'arc	-inflammation -vieillessement	-indisponibilité -envoi deux phase au récepteur	Mesure et contrôle	1	4	2	6	Changement ou réparation
	Fusible	Protection	-Fusion de	-court-circuit	Déclenchement	contrôle	3	1	2	6	Changement



		contre le court-circuit	filament		du moteur						
<b>Câble</b>		Conduction de courant	-usure -couper	-incident -choc direct	-Court-circuit	Mesure	3	2	2	12	Réparation ou tirage d'un autre câble
<b>Moteur</b>	<b>Stator</b>	Permet de créer un champ tournant	Court-circuit au niveau des enroulements statorique	-contact entre deux spires  -coupure des bobines	-Perturbation de l'uniformité du champ magnétique - moteur grillé	mesure	1	4	2	8	Bobinage de l'enroulement
	<b>Rotor</b>	Mouvement de rotation (conversion champ magnétique en couple moteur)	Défaillance de la cage (présence de fissures sur les barres et cassure)	Surcharge et démarrage direct	endommagement du moteur	Contrôle	1	4	2	8	Palier aux courants de démarrages excessifs par un système a démarrage progressif
	<b>Plaque à borne</b>	Permet le raccordement du moteur au réseau	-carbonisation Des borniers	-accumulation de la poussière et des impuretés	-détérioration de la plaque (fusion)	Visuel	4	1	1	4	changement

Figure 10 : Analyse AMDEC de système moteur-ventilateur.

Système	Elément	Criticité	Action à engager
Relais électromagnétique	Bobine	32	Changement de la bobine par une autre neuve, ou la récupérer d'un autre relais
Relais électromagnétique	Connexions	24	Resserrage
Relais électromagnétique	Contact auxiliaire	16	Changement de la partie supérieure contenant les blocs auxiliaire s'il y a lieu, ou changement du relais
Tableau de basse tension	Jeux de barres verticales	16	Palier aux courants de démarrages excessifs par un système a démarrage progressif
Tableau de basse tension	Isolateurs	16	Changement
Câble		12	Réparation ou tirage d'un autre câble
Tableau de basse tension	Jeux de barres horizontales	8	Palier aux courants de démarrages excessifs par un système a démarrage progressif
Moteur	Stator	8	Bobinage des enroulements
Moteur	Rotor	8	Palier aux courants de démarrages excessifs par un système a démarrage progressif
Coffret d'alimentation	Sectionneur	6	Changement ou réparation
Coffret d'alimentation	Fusible	6	Changement
Coffret d'alimentation	Pinces d'embrochage	4	Changement
Moteur	Plaque à borne	4	Changement

Figure 11 :Classement des pannes électriques par ordre décroissant.

## **7. Interprétation des pannes électriques :**

D'après le tableau (Annexe n°4) , on constate que la plupart des défauts électriques sont au niveau des relais électromagnétiques. La criticité de ces défauts est estimée à partir de la difficulté de localiser la panne et le temps requis pour la réparation qui est indéterminé. D'autres défauts peuvent aussi affecter ces relais tels que :

- Bobines grillées.
- Relais dont les contacts à fermeture restent fermés après désexcitation (fusion des contacts).
- Manque de tension de commande.

Malgré cela, on remarque que les actions engagées jusqu'à ce moment concerne la réparation, l'entretien et le changement avec du pareil de ces systèmes devenus obsolètes technologiquement.

Ceci nous mène à proposer une refonte de toute l'installation afin de réduire la fréquence d'apparition des pannes et palier notamment aux risques encourus par l'utilisation d'une technologie d'ancienne génération. Ces risques concernent :

- Le manque de relais de rechange à cause de l'abondant de fabrication ;
- L'augmentation du temps d'intervention due à la multitude de relais intervenants dans une séquence de fonctionnement de la chaudière par absence d'outils d'aide au diagnostic ;
- Rigidité de l'installation vis-à-vis de l'extension et de la communication avec les nouveaux systèmes de contrôle commande tels que les DCS (Data Control Systems) nouvellement acquis et installés à MPI.

De ce fait, on est obligé à chercher une technologie et un matériel de remplacement qui soient fiables, efficaces et adaptable au nouveau environnement industriel.

## **8. Dimensionnement des installations de puissance:**

La présente spécification a pour objet de définir les conditions techniques générales applicables à la réalisation du câblage des installations électriques.

### **8.1 Législation et normes :**

Le câblage des installations électriques sera conforme :

- à la législation Marocaine et la protection des travailleurs contre les dangers des courants électriques.
- La norme Française C 15-100 pour les installations électriques à basse tension,
- La norme Française C 13-200 pour les installations électriques à haute tension.

## **8.2 Réalisation:**

### **8.2.1 Nature des conducteurs :**

La constitution des âmes des conducteurs, quelle que soit la nature du métal constitutif sera conforme à la norme C 32.012.

Les câbles utilisés seront :

- A conducteurs cuivre pour les liaisons principales :
- A conducteur cuivre pour les câbles de distribution (HT ou BT) ;
- A conducteur cuivre pour les câbles souples.

### **8.2.2 Isolement:**

- Les câbles hauts tension isolés au polychlorure de vinyle (PVC) sous gaine de même nature.
- Tous les câbles rigides basse tension seront isolés au polyéthylène (PR) sous gaine extérieure en polychlorure de vinyle (PVC).
- Dans la mesure du possible, les gaines extérieures des câbles B.T. et M.T. seront de couleurs différentes.

### **8.2.3 Repérage des conducteurs :**

Les câbles à quatre conducteurs au plus auront une couleur d'isolant différente pour chaque conducteur. Celui de la terre sera VERT / JAUNE par construction :

- Dans le cas où cela ne serait pas possible, ce conducteur devra être repéré à chaque extrémité par des bagues adhésives VERT / JAUNE à la mise en œuvre.
- Un conducteur de terre VERT / JAUNE ne pourra en aucun cas être utilisé pour une autre fonction.

Les câbles à plus de quatre conducteurs comporteront un repérage numérique de chacun des conducteurs par construction, ce repérage étant répété tous les 10 cm au maximum.

## **8.3 Calcul des sections :**

Le choix des sections fera l'objet de calcul basé sur :

- Le choix de courant admissible.
- Les conditions d'installation.
- Les courants de court-circuit.

Les chutes de tension avec un maximum de :

- 15% au démarrage des moteurs.
- 5% en régime établi des moteurs.
- 5% pour les circuits d'éclairage.

Ces calculs seront effectués conformément à la norme française C 15.100. En aucun cas, les sections ne seront inférieures à :

- 35 mm<sup>2</sup> cuivre pour les câbles HT,
- 2,5 mm<sup>2</sup> cuivre pour les câbles BT puissance,
- 1,5 mm<sup>2</sup> cuivre pour les câbles commande et contrôle.

#### **8.4 Mise en œuvre des câbles :**

##### **8.4.1 Cheminement :**

- Les liaisons souterraines seront normalement établies en tranchées.
- A l'intérieur des unités et dans les galeries techniques, les câbles seront posés sur chemins de câbles verticaux ou horizontaux en PVC.
- L'assemblage des dalles se fera par éclissage et la fixation sur les supports par visserie cadmiée, bichromatée ou Nylon.
- La distance minimale entre dalles sera de 30 cm.
- Les changements de direction seront réalisés avec des coudes fermés.
- La distance entre deux supports de dalle PVC n'excédera pas 1 m dans les parties droites, chaque changement de direction sera supporté. Les supports seront en profilés marchands, soudés aux structures de racks ou scellés avec des chevilles aux structures du bâtiment. Ils seront peints d'un système de peinture identique à celui de la charpente.
- A partir des chemins de câbles, la protection sera assurée par des fourreaux en tube plastique. Le tube acier sera utilisé dans les passages nécessitant une protection mécanique et dans les endroits où le tube sera autoporteur.
- En saignée dans le sol, la protection sera prévue par tube acier, ainsi qu'en remontée au pied des massifs moteurs. Les tubes seront munis d'embouts.
- Tous les accessoires en acier seront peints.
- Dans les passages sous plancher, les câbles de liaison des différents équipements installés sous un faux plancher seront posés à même le sol et attachés en toron.
- Les câbles posés en apparent, isolément ou par groupe de deux au maximum, seront fixés tous les 30 cm avec des colliers ou passés sous tube.
- Les câbles haute tension, puissance basse tension, commande contrôle basse tension et mesure (bas niveau d'énergie) seront posés dans des chemins de câbles séparés.

##### **8.4.2 Mode de Pose :**

Le déroulage des câbles s'effectuera suivant les règles de l'art, afin d'éviter le vrillage des câbles.

Les câbles seront rangés et attachés sur les chemins de câbles, ceux de puissance seront posés en une seule nappe, cependant, dans le cas où les volumes disponibles pour le passage des câbles ne seraient pas suffisants, ceux-ci pourront être posés en plusieurs nappes, sachant que le coefficient de proximité ayant servi au calcul des sections tient compte de cette éventualité.

Les câbles de contrôle, signalisation et courants faibles pourront être placés en plusieurs nappes superposées.

Il sera systématiquement prévu sur toutes les dalles une réserve de place de 20% pour des adjonctions ultérieures.

Les câbles blindés, télécommunication et les câbles transportant des informations à faible niveau d'énergie, seront installés à une distance suffisante des autres câbles afin d'éviter tout phénomène d'induction.

### **8.5 Fixation :**

La fixation des câbles est réalisée par colliers en matière plastique :

- Individuels pour câbles d'alimentation,
- Pouvant être communs à plusieurs câbles pour autres câbles BT.

Cette fixation est faite :

- Systématiquement, tous les 30 cm, pour tous parcours verticaux ;
- Aux changements de direction, aux points de raccordement, à une distance de 20 cm minimum de celui-ci ;

En règle générale, en tous points où le manque de fixation pourrait être la cause de la détérioration des câbles.

### **8.6 Protection :**

Tous les câbles placés en dehors du sol doivent être protégés contre tous chocs ou projection de produits susceptibles de se produire aussi bien en cours d'exploitation de l'installation qu'au cours de démontage de matériels nécessités par l'entretien de ceux-ci, et en particulier :

- A proximité immédiate des tuyauteries,
- Le long des passerelles, escaliers, zones de circulation,
- Autour des surfaces de démontage,
- Dans les zones de manutention (monorails, ponts roulants, etc.),
- A proximité de tout appareil nécessitant un démontage pour entretien ou réparation,
- Systématiquement à la sortie du sol ou des planchers, sur une hauteur de 2 m minimum.

Cette protection des câbles peut être réalisée :

- Par les couvercles fournis avec les dalles,
- Ou, en utilisant à chaque fois que cela est nécessaire la protection inhérente à la charpente existante (en fers profilés par exemple).

### **8.7 Raccordements :**

- Le câble sera à un seul tenant entre son départ et son aboutissement. Lorsque la longueur de la liaison exclut l'emploi de câbles d'un seul tenant, les jonctions nécessaires seront faites d'une façon adaptée au type de câble.
- Tous les conducteurs d'un même câble devront avoir une source de tension de même nature.

- Tous les fils d'un même câble seront raccordés aux deux extrémités sur des bornes, y compris les fils libres ou de réserve qui seront raccordés sur des bornes de repos. Il n'y aura qu'un conducteur de câble par borne de raccordement.
- Les entrées ou sorties de câbles dans les appareils (moteurs, boîtes de dérivation, etc...) se feront uniquement par presse-étoupe de dimension appropriée, avec bague Néoprène serrant correctement la gaine de câble. On ce qui concerne la haute tension les extrémités sont confecté avec l'emploi des manchons thermo rétractables, la basse tension puissance les cosses sont sertis.

### **8.8 Tranchées :**

- Les câbles posés en tranchée seront enterrés à une profondeur de 80 cm minimum.
- Ils seront posés sur 10 cm de sable fin et recouverts de 10 cm de sable fin.
- Une couche de remblai sans cailloux de 30 cm recouvrira la couche supérieure de sable.
- Un grillage avertisseur sera posé sur la couche de remblai.
- La tranchée sera refermée avec l'excédent de remblai.
- Le parcours des câbles enterrés sera balisé en surface tous les 30 m et aux changements de direction par des bornes en béton indiquant la nature des câbles.
- Les traversées de routes se feront sous PVC enrobées de béton.

### **9. Automatisation de ladite installation :**

Dans cette partie nous allons étudier le fonctionnement des différentes entités de la chaudière. En se basant ainsi sur l'analyse fonctionnelle et schéma électrique de commande de cette dernière.

L'analyse fonctionnelle est une démarche qui consiste à faire une description précise du comportement du système à commander. Elle a pour but d'améliorer la conception de ce système en s'appuyant sur les fonctions que doit réaliser la chaudière. Cela nécessite la compréhension minutieuse de tous les équipements existant ainsi que la logique de fonctionnement qui les rassemble.

Une fois le processus est bien assimilé. Nous les traduirons sous forme des GRAFCET décrivant au début les différents modes de fonctionnement, et présentant ensuite toutes les variables du système.

#### **9.1 Analyse fonctionnelle :**

Au cours de ce projet, en revenant sur les plans électriques. Nous avons pu établir une première vue de l'analyse fonctionnelle. Pour laquelle nous étions amenés à chaque fois à la mettre à jour en fonction de l'état d'avancement du projet.

Pour faire une analyse fonctionnelle de la chaudière. Nous allons subdiviser les étapes du fonctionnement. Cet outil graphique permettant une approche structurée d'un système

automatisé. Cette approche permettra de prendre en compte la plupart des états de la chaudière lors de son fonctionnement, qu'on traduira par la suite en GRAFCET.

Ces phases sont donc ordonnées comme suit :

- A) Procédures d'arrêt.
- F) Procédures de fonctionnement.
- D) Procédures de défaillance.

Ces différents modes de fonctionnement sont présentés dans le diagramme suivant :

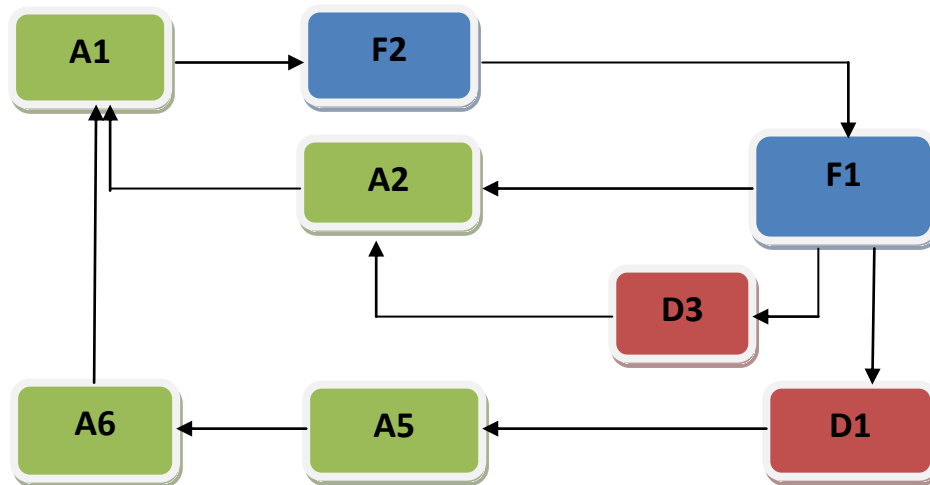


Figure 12 : Diagramme des modes de fonctionnement.

Ce diagramme représente les boucle des étapes de fonctionnement de la chaudière avec :

- A1) Arrêt dans l'état initial : C'est l'état "repos " de La chaudière. Il correspond en général à la situation initiale du GRAFCET .
- A2) Arrêt demandé en fin de cycle : Lorsque l'arrêt est demandé, la chaudière continue de produire jusqu'à la fin du cycle. A2 est donc un état transitoire vers l'état A1, le cycle qui se déroule normalement dans F1 se termine sans modification dans A2.
- A5) Préparation pour remise en route après défaillance: C'est dans cet état que l'on procède à toutes les opérations nécessaires à une remise en route après défaillance ou un arrêt d'urgence.
- A6) Mise P.O. dans état initial: La Partie Opérative est remise manuellement ou automatiquement en position pour un redémarrage .
- D1) C'est l'état pris lors d'un arrêt d'urgence : on y prévoit non seulement les arrêts, mais aussi les cycles de dégagement, les procédures et précautions nécessaires pour éviter ou limiter les conséquences dues à la défaillance ou un mauvais démarrage de la chaudière.



- D3) Production mode dégradé : Il est parfois nécessaire de continuer la production même après défaillance de la machine. On aura alors une “production dégradée” ou une “ production forcée ”, ou une production aidée par des opérateurs non prévues en production normale.
- F1) Production normal : Dans cet état, la chaudière produit normalement la vapeur, c’est l’état pour lequel elle a été conçue. C’est à ce titre que le “rectangle-état” à un cadre particulièrement renforcé. On peut souvent faire correspondre à cet état un GRAFCET.
- F2) Marche de préparation : Cet état est utilisé pour la préparation préalable avant le démarrage de la chaudière, il représente les conditions initiales avant le démarrage (pré-ventilation...etc.).

D’après le bloc fonctionnel de GEMMA de fonctionnement de la chaudière on constate trois mode de marche/arrêt, ces mode sont représentés se forme des boucles qui définissent les étapes de fonctionnement possible de la chaudière. Les étapes sont les suivant :

- Marche de production : A1, F2, F1, A2 représente marche de production normale de démarrage de la chaudière à cycles répétés: Après l’information de départ donnée par l’opérateur, les cycles se succèdent sans nouvelle intervention de celui-ci. L’arrêt doit être demandé par l’opérateur.
- Marche en mode dégradé : F1, D3, A2 se caractérise par le démarrage de la chaudière en cas de défaillance d’un bloc de cette dernière pour assurer la continuité de production de la vapeur.
- Arrêt d’urgence : A1, F2, F1, D1, A5, A6 définisse les démarches de fonctionnement de la chaudière face à la défaillance brusque. Dans cette boucle, nous avons estimé tous les cas de défaillance possible avec les démarches à suivre pour assurer le bon fonctionnement des équipements de la chaudière et éviter les causes de la dégradation des matériels.

✓ **Marche de production :**

La chaîne de production est composée comme nous avons vu auparavant de 4 étapes :

- Arrêt dans l’état initial : A1
- Marche de préparation : F2
- Production normal : F1
- Arrêt demandé en fin de cycle : A2

✓ **Arrêt dans l’état initial : A1**

C’est la partie initiale de la chaudière, il représente le remplissage du ballon par l’eau qui sera vaporiser dans les étapes prochaines nous allons la représenter par le GRAFCET suivant :

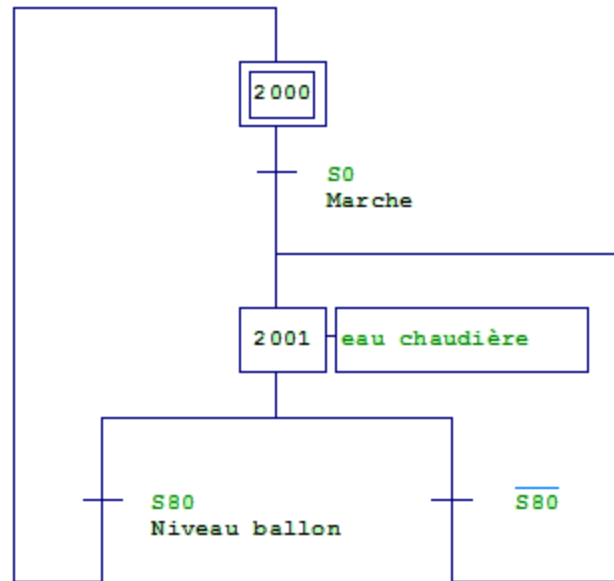


Figure 13 : Grafcet d'arrêt dans l'état initial.

✓ **Marche de préparation : F2**

Avant que la production de vapeur soit activée, le système doit vérifier les conditions de sécurité de démarrage de la chaudière. L'étape F2 présentera les différentes conditions de sécurité avant le démarrage des brûleurs.

**Le pré-verrouillage :** Après chaque démarrage, il faut vérifier l'ouverture des clapets de cheminé qui autorisent la pré-ventilation, l'opération « prêt à démarrer des brûleurs » et le démarrage des ventilateurs. Aussi il est recommandé de vérifier la fermeture des clapets d'aspiration des ventilateurs, pour que les moteurs de ces derniers puissent démarrer à vide, comme il faut s'assurer de démarrage de la pompe gas-oil.

En effet, les conditions de pré verrouillage de la chaudière sont les suivantes :

- Ouverture des clapets de cheminée.
- Niveau de ballon est supérieur au niveau minimum technique ( $\geq 50\%$  1/2 air, 3/2 Eau).
- Démarrage des ventilateurs 22ZK01 et 22ZK02.
- Pression d'air de commande  $\geq 6$  bars .
- Démarrage de la pompe gas-oil.
- Pression de gaz d'allumage  $\geq 1$  bar.

Une fois ces conditions sont vérifiées, le pré verrouillage libère le chemin pour le pré ventilation, il continue être utile pour le verrouillage des brûleurs.

**Pré-ventilation :** c'est une étape indispensable pour le démarrage de l'installation en toute sécurité. Cette étape consiste à aérer l'ensemble de l'installation par un débit important d'air pour dégager les gaz accumulés dans la chambre de combustion. Mais avant de lancer cette opération il faut s'assurer que toutes les conditions suivantes sont vérifiées :

- Pré verrouillage.
- La fermeture des trois vannes rapide à brûleur.

- La flamme des trois bruleurs éteinte.
- Les clapets d'aspiration et de refoulement des ventilateurs 1 et 2 sont ouverts.
- La quantité d'air  $\geq 50\%$ .

Une fois ces conditions sont vérifiées, la lampe « pré-ventilation prête à démarrer » s'allume, la pré-ventilation peut commencer en actionnant le bouton poussoir S61a de l'armoire de commande soit par S61a de la salle de contrôle.

Le Grafcet de fonctionnement de cette étape :

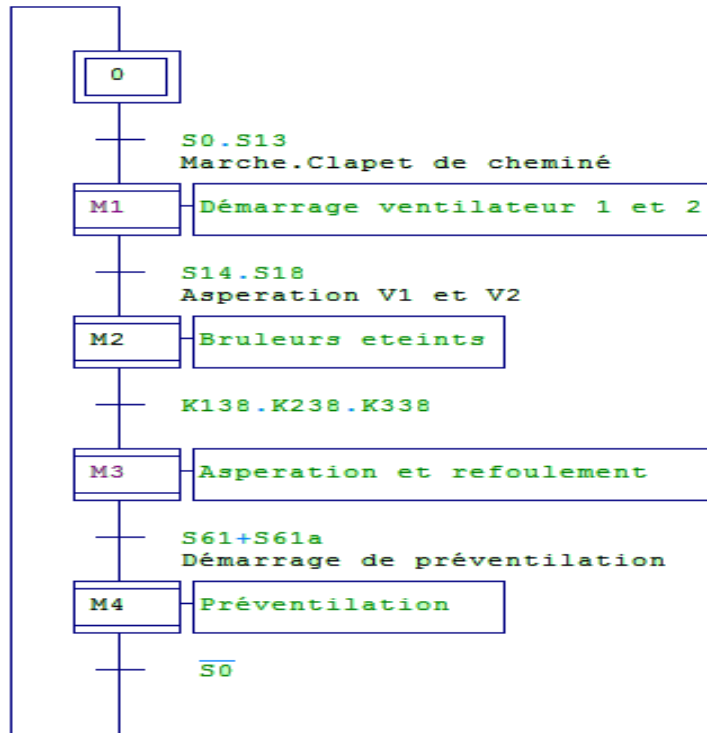


Figure 14 : Grafcet de marche de préparation.

- **Macro étape M1 : Démarrage des ventilateurs 1 & 2** (Voir annexe n°5).
  - **Macro étape M2 : Vérification des Bruleurs 1,2 et 3 sont éteints** (Voir annexe n°6).
  - **Macro étape M3 : Aspiration et refoulement** (Voir annexe n°7).
  - **Macro étape M4 : Démarrage de pré ventilation** (Voir annexe n°8).
- ✓ **Production normal : F1**

Quand la pré-ventilation est terminée, les lampes de signalisation « Bruleurs prêt à démarrer des trois bruleurs sont allumés.

Tous d'abord, il faut s'assurer qu'au moins un ventilateur est en service et ses clapets de refoulement et d'aspiration sont ouverts, aussi la pression du mazout supérieure à un minimum technique afin d'obtenir K92 condition nécessaire (commune pour les trois bruleurs) pour pouvoir commander les bruleurs.

Après avoir activé le K92, il faut s'assurer que :

- La purge est hors service et l'action de purge n'est engagée
- Les autres bruleurs sont verrouillés (exemple bruleurs 2 et 3).
- La pression de gaz d'allumage  $\geq$  min.
- La flamme de bruleur est éteinte.

A ce niveau, la lampe de signalisation 'bruleur 1 prêt à démarrer' est encore allumée, le bruleur peut être mis en marche par appui sur le bouton poussoir soit localement S105 (armoie de commande) ou par S106 de mode distant (salle de contrôle). Le transformateur d'allumage est mis en circuit et la soupape de gaz d'allumage est ouverte pendant un délai de 5 secondes (délai d'allumage). Si la photocellule ne détecte aucune flamme, le bruleur est mis hors service. Le clapet d'air devant bruleur s'ouvre jusqu'au point minimal, s'il y'a toujours une flamme, les soupapes rapide du combustible s'ouvrent pour allumer le bruleur principale et la lampe de signalisation « bruleur 1 en service » s'allume.

Le délai de secours du bruleur fonctionne après une certaine temporisation ce qui provoque la fermeture de la soupape de gaz d'allumage. A ce moment le bruleur doit avoir pris la flamme d'allumage et se trient par la flamme principale.

La commande des bruleurs est identique, lors du démarrage on commence par le bruleur 1 (buzz de bruleur principale est 1,8mm) après le bruleur 2 (buzz de bruleur principale et 3mm) . Finalement le bruleur 3 (buzz mixte mazout /fuel) après avoir 8,5 bars dans la pression.

Au début, les bruleurs sont alimentés par le mazout. Dans ce cas, l'interrupteur sélecteur est actionné sur le circuit mazout et le fuel effectue un circuit fermé pour se préchauffer pour atteindre une température à environ 120°. Dès l'obtention de la vapeur 8,5 bars de pulvérisation, une conversion mazout / fuel est effectuer.

- **Le Grafcet suivant définit cette étape:** (Voir annexe n°7).
  - **Macro étape M5 : Préparation circuit de mazout :** (Voir annexe n°8).
  - **Macro étape M6 : Préparation circuit de fuel** (Voir annexe n°9).
  - **Macro étape M7 : Démarrage de Bruleur1** (Voir annexe n°10).
  - **Macro étape M8 : Démarrage de Bruleur2** (Voir annexe n°11).
  - **Macro étape M9 : Démarrage de Bruleur3** (Voir annexe n°12).
  - **Macro étape M10 & M11 : Purge de Bruleur1 / Purge de Bruleur2** (Voir annexe n°13).
  - **Macro étape M12 : Purge de Bruleur3** (Voir annexe n°14).
- ✓ **Arrêt demandé en fin de cycle : A2**

Avant d'arrêter les bruleurs, l'operateur effectue une conversion fuel/gasoil pour nettoyer le circuit combustible du fuel qui se colmate (le gasoil est un diluant du fuel). Puis, il procède à l'opération de la purge, il s'agit de nettoyer le circuit de combustible par la vapeur de pulvérisation

La purge est déclenchée par appui sur le bouton poussoir « purge en service » S102 de local de la chaudière ou S102a de la salle de contrôle. La soupape de purge s'ouvre durant la

période fixée. Durant cette étape, le bruleur d'allumage s'allume pour brûler le combustible purgé. Une fois la purge exécutée, on peut arrêter les brûleurs.

Avant de clôturer l'arrêt un pré-ventilation démarre pour aérer la chambre de combustion et les brûleurs le système et en fin assurer les conditions initiales pour la préparation d'une nouvelle marche de la chaudière :

- Pression d'air de commande  $\geq 6$  bars.
- Niveau de ballon est supérieur au niveau minimum technique ( $\geq 50\%$  1/2 air, 3/2 Eau).

Et finalement le voyant de « cheminé fermé » doit être allumé pour protéger les circuits de la chaudière d'une oxydation (Economiseur, ...).

➤ **Le Grafcet suivant définit cette étape** (Voir annexe n°15).

✓ **Production en mode dégradé :**

Cette chaîne est composée de 3 étapes :

- Production normal : F1
- Production mode dégradé : D3
- Arrêt demandé en fin de cycle.

✓ **Production normal : F1**

➤ **Cette étape représente le démarrage des brûleurs en état normal :** (Voir annexe n°16).

✓ **Production en mode dégradé : D3**

Cette étape définit les cas de sécurité de la chaudière face à des situations insupportables qui causeront la défaillance des matériels de la machine en plus la sécurité des agents de production et les équipements extérieurs.

A ce niveau, on proposera toutes les démarches et les cas possibles qui causeront un fonctionnement qui va désorganiser la production normale de la vapeur.

Cavitation des Pompes Fuel au niveau du marche des Brûleurs

Dans cette étape, les pompes fuel sont arrêtées à cause d'une défaillance brutale, alors le système va basculer automatiquement vers le mode mazout afin d'éliminer le déclenchement des brûleurs.

➤ **Le GRAFCET suivant représente cette étape :** (Voir annexe n°17).

✓ **Arrêt demandé en fin de cycle.**

Cette chaîne représente l'action de la chaudière face à une action brutale qui risquera d'endommager tous les éléments qui entrent dans la production de la vapeur HP.

Lorsque le bouton d'arrêt d'urgence est actionné, tous les éléments de la chaudière vont être forcés en arrêt pour minimiser le risque de la défaillance. Les vannes rapides de chaque brûleur vont se fermer, ensuite les vannes de pulvérisation et les vannes d'air d'aspiration

devant chaque bruleurs .l'action purge va se démarrer automatiquement afin d'éliminer tout le reste de combustible.

Pour chaque bruleur les actions âpres l'arrêt d'urgence sont :

**Pour Bruleur1 :**

- Mise à 0 les vannes rapides Y127 et Y128.
- Mise à 0 la vanne de pulvérisation Y115.
- Mise à 0 les vanne d'air devant Bruleur1 Y117 et Y119.
- Mise à 1 la vanne purge Y132 et la vanne d'allumage Y114 avec le démarrage de transformateur d'allumage T113 pendant 5s

**Pour Bruleur2 :**

- Mise à 0 les vannes rapides Y227 et Y228.
- Mise à 0 la vanne de pulvérisation Y215.
- Mise à 0 les vanne d'air devant Bruleur1 Y217 et Y219.
- Mise à 1 la vanne purge Y232 et la vanne d'allumage Y214 avec le démarrage de transformateur d'allumage T213 pendant 5s.

**Pour Bruleur3 :**

- Mise à 0 les vannes rapides Y327 et Y328.
- Mise à 0 la vanne de pulvérisation Y315.
- Mise à 0 les vanne d'air devant Bruleur1 Y317 et Y319.
- Mise à 1 la vanne purge Y332 et la vanne d'allumage Y314 avec le démarrage de transformateur d'allumage T313 pendant 5s.

Lorsque tous les bruleurs atteint les ventilateurs 22ZK01 et 22ZK02 et la pompe de mazout 22ZP03 et les pompes de fuel 22ZP01M et 22ZP02M vont s'arrêter.

Après relâchement de bouton d'arrêt d'urgence la chaine va se retourner vers l'état initial de la boucle A1 Pour ce préparé pour un nouveau départ de démarrage.

Cette chaîne est composée de 3 étapes :

- Arrêt D'urgence: D1
- Préparation en mise en route : A5
- Mise P.O. dans état initial : A6

- **Le GRAFCET représente la chaine d'arrêt d'urgence :** (Voir annexe n°18).
- **Macro étape M13 : Eteindre Bruleur1.** (Voir annexe n°19).
- **Macro étape M14 : Eteindre Bruleur2.** (Voir annexe n°20).
- **Macro étape M15 : Eteindre Bruleur3.** (Voir annexe n°21).
- **Etape encapsulant M13 : Pré ventilation (étape F2 de cycle normale de production)** (Voir annexe n°22).

## **10. Programmation sur SIMATIC STEP 7 :**

L'objectif de ce projet est de remplacer le système de commande câblée actuellement opérationnel par un système à automates programmables plus efficace, plus fiable et plus adaptable au milieu.

### **10.1 Description du matériel utilisé :**

Le rôle de tout automate programmable industriel (API) consiste à :

- Recueillir les informations prélevées par les capteurs.
- Générer les signaux de sorties susceptibles d'être exploités par des organes de commandes de la partie opérative dans un environnement industriel.
- Donner des informations sur l'état de marche de la partie opérative.
- Visualiser les états de sorties.
- Visualiser les états des données internes.
- Assurer la marche du procédé sous ces différents modes de fonctionnement ainsi que le démarrage et l'arrêt normale ou d'urgence.

C'est ainsi que les APIs prouvent leur grande opérabilité, fiabilité et flexibilité de commande par rapport à une armoire de commande câblée.

Dans ce cadre, on va donner la configuration de l'automate qui va remplacer la commande par relaiage de la chaudière principale. Puis, on va recenser les modules d'entrées-sorties nécessaires, ainsi que le module d'alimentation.

### **10.2 Le choix de l'automate programmable API :**

Le choix est porté sur une gamme qu'offre Siemens, en se basant sur les critères technologiques tels que :

- La simplicité et la versatilité des logiciels.
- La disponibilité de pièces de rechanges.
- Robustesse.
- Convention de maintenance conclue entre Maroc Phosphore Safi et Schneider-Electric.

L'automate programmable choisi est de la gamme SIEMENS SIMATIC S7-200 puisqu'il répond aux exigences ci-dessus aussi que les critères liés à la capacité de traitement tels que le nombre d'E/S, le volume de la mémoire, et la vitesse d'exécution autrement dit : temps de scrutation de cycle.

### **10.3 Langage LADDER :**

Dans cette partie, nous traduirons le fonctionnement de la chaudière en un langage y compris le LADDER, comme c'est déjà noté le principe de fonctionnement reste le même.

Or dans cette partie on s'est basé sur la traduction de la logique de commande en programme Ladder ou similaire y compris la simulation de celui-ci.

L'application faite dans ce projet consiste à gérer les sous-programmes suivants via la bobine d'appel :

- Préverrouillage.
- Préparation préventilation.
- Préventilation.
- Commande bruleurs.
- Préparation Mazout.
- Préparation Fuel.
- Démarrage bruleur.
- Switch fuel.
- Arrêt bruleur.

Au cours du programme principale on a utilisé un bloc organisationnel (OB) et pour les sous programmes des blocs fonctionnels (FB).

Les variables entrées / Sorties (Voir annexe n°24).

Le programme LADDER principale de fonctionnement de la chaudière (Voir annexe n°25).

## **11. Supervision :**

La supervision est une technique industrielle de suivi et de pilotage informatique de procédés de fabrication automatisés. La supervision concerne l'acquisition de données (mesures, alarmes, retour d'état de fonctionnement) et des paramètres de commande des processus généralement confiés à des automates programmables.

Nous avons fait la supervision à l'aide du logiciel Wincc flexible, Un logiciel de supervision qui fonctionne généralement sur un ordinateur en communication, via un réseau local ou distant industriel, avec un ou plusieurs équipements : Automate Programmable Industriel, ordinateur, carte spécialisée, aussi il est composé d'un ensemble de pages (d'écrans), dont l'interface opérateur est présentée très souvent sous la forme d'un synoptique.

L'image affichée ci-dessous représente l'écran de supervision de notre chaudière :



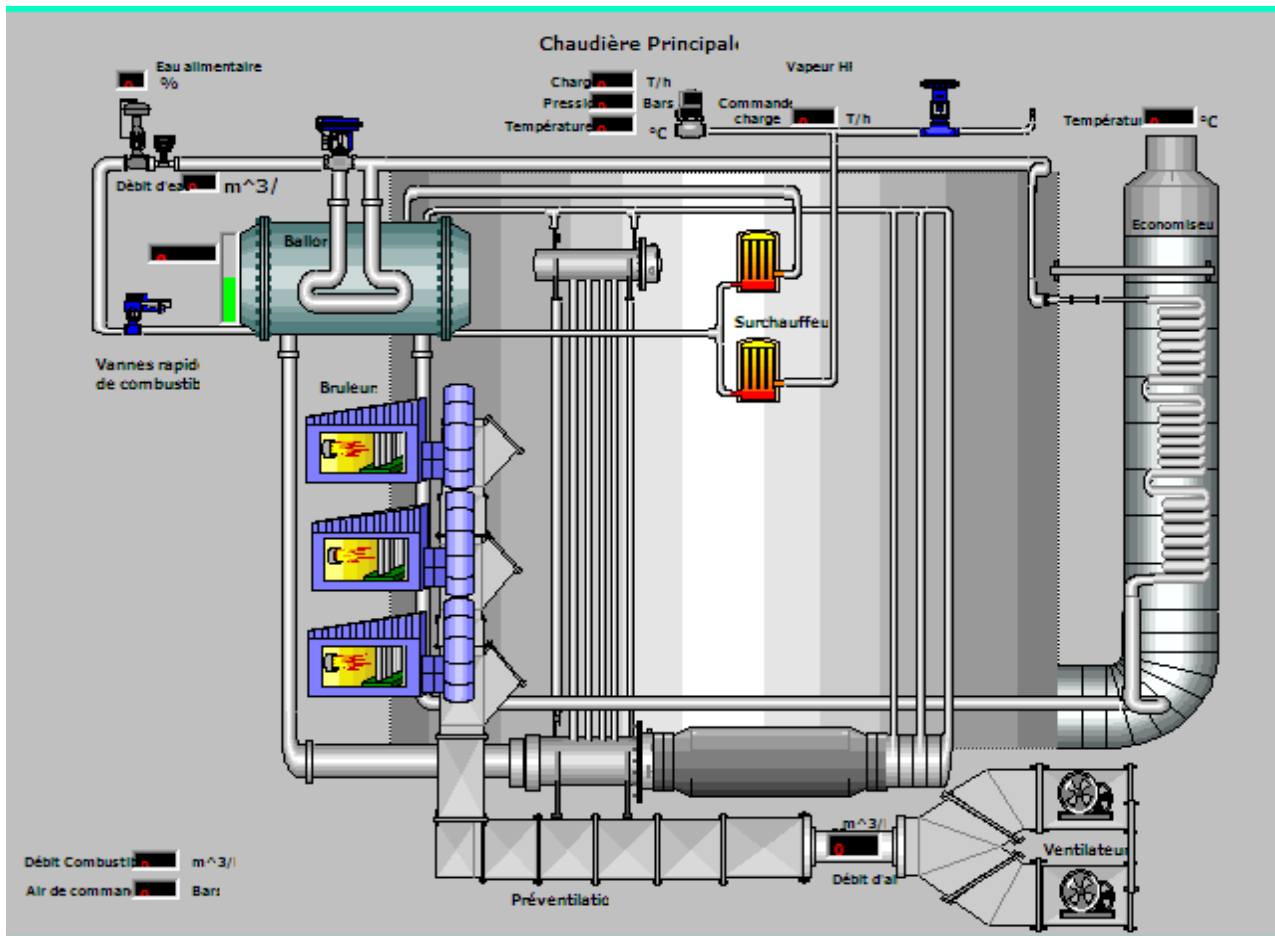


Figure 15 : Vue de la chaudière principale sur WinCC -Flexible.

### 11.1 Vue initial :

L'écran initiale contient l'aperçu général de la chaudière avec les différents organes qui attribuent à son fonctionnement :

- Economiseur.
- Ballon.
- Bruleur1,2 et 3.
- Surchauffeurs.
- Ventilateur1,2.
- Cheminé.
- Circuit de circulation de l'eau : évaporateur, Evaporateur à ecron , collecteur inférieur, vanne d'alimentation de l'eau, vanne de l'injection, les tubes de circulation de l'eau.
- Circuit de circulation de l'air : gaine de l'air ,ventilateurs.
- Circuit de la vapeur : collecteur supérieure, vanne d'atmosphère, vanne d'envoi , les tubes de circulation de vapeur.

il contient aussi des zones d'affichages pour les paramètres de production :

- Débit d'eau d'alimentation de la chaudière en /h.
- Niveau d'ouverture de la vanne d'alimentation de l'eau en % .

- Débit d'air d'aspiration en /h.
- Niveau d'ouverture de la vanne d'aspiration en % .
- Débit de combustible en /h.
- Température de la vapeur HP de l'envoi en °C
- Pression de la vapeur HP de l'envoi en Bar.
- Quantité de la charge de la vapeur HP de l'envoi en T/h.
- Commande de la charge de la vapeur HP de l'envoi en T/h.
- Température de cheminé en °C .
- Pression de la vapeur des instrumentation pneumatique (Air de commande) en Bar.
- Niveau Ballon en % .

### Conclusion

Ce chapitre résume l'étude critique du système existant afin de dégager les pannes majeurs subies par la chaudière, le dimensionnement des installations de puissance, analyse fonctionnelle des équipements électriques par la méthode AMDEC, le grafcet de fonctionnement de ladite installation, la traduction de schéma de commande en LADDER et réaliser une supervision de la chaudière.

## Conclusion Général :

Au terme de ce travail, je tiens à dire que ce stage a été pour moi une occasion de développer mes connaissances techniques et professionnelles, j'ai eu l'occasion d'utiliser plusieurs technologies et techniques nouvelles, et aussi j'ai été en contact direct avec plusieurs responsables, ce qui m'avais permis de bien connaître le milieu où je travaillais.

J'ai utilisé l'étude AMDEC qui m'a bien permis de tirer les modes de défaillance subit par la chaudière, afin d'améliorer son rendement.

En effet, le système à relais électromagnétiques existant présente un manque de fiabilité, une fréquence d'intervention élevée et un risque de pertes néfaste pour la production en cas de panne grave.

En premier temps, et après avoir bien assimilé le fonctionnement actuel du procédé réalisé à base des relais électromécaniques, j'ai passé à l'élaboration des Grafsets de fonctionnement ainsi leurs explications, et établir les programmes LADDER à partir de la logique de commande.

En guise de conclusion, je peux confirmer que la réalisation de ce projet au sein du groupe OCP, m'a donné la possibilité de me familiariser avec l'environnement de travail et de me rendre compte des contraintes et des exigences du milieu industriel. Vivre une expérience professionnelle très riche et fructueuse aussi bien sur le plan technique que sur le plan relationnel.

# Tables des illustrations

<b>Figure1 : Fiche synthétique d'OCP .....</b>	<b>6</b>
<b>Figure2 : Historique d'OCP .....</b>	<b>7</b>
<b>Figure3 : Secteur d'activité d'OCP .....</b>	<b>8</b>
<b>Figure4 : Les ports d'embarquement.....</b>	<b>8</b>
<b>Figure5 : Structure organisationnelle du MPI.....</b>	<b>9</b>
<b>Figure6 : Les ateliers de production de MPI.....</b>	<b>10</b>
<b>Figure7 : Présentation de la chaudière.....</b>	<b>12</b>
<b>Figure8 : Circuit eau-vapeur.....</b>	<b>15</b>
<b>Figure9 : Circuit de récupération du condensat.....</b>	<b>16</b>
<b>Figure10 : Analyse AMDEC de système relais électromécanique.....</b>	<b>21</b>
<b>Figure11 :Analyse AMDEC de système moteur-ventilateur.....</b>	<b>22</b>
<b>Figure12 : Classement des pannes électriques par ordre décroissant.....</b>	<b>24</b>
<b>Figure13 : Diagramme des modes de fonctionnement.....</b>	<b>30</b>
<b>Figure14 : Grafcet d'arrêt dans l'état initial.....</b>	<b>32</b>
<b>Figure15 : Grafcet de marche de préparation.....</b>	<b>33</b>
<b>Figure16 : Vue de la chaudière principale sur Wincc-Flexible.....</b>	<b>39</b>

# Bibliographie

- Schéma électrique de circuit de commande de la chaudière principale LENDJES »
- Formation « Wincc\_flexible ».
- Support de cours « Automatismes industriels », Mr. Hassan ELMARKHI FST Fès.
- Documentation chaudière principale.

# WEBOGRAPHIE

1. [www.schneider-electric.fr](http://www.schneider-electric.fr)
2. [www.ocpgroup.ma](http://www.ocpgroup.ma)

# Annexes :

Annexe n°1 :Condition de fonctionnement des équipements.....	44
Annexe n°2: Liste des équipements électriques.....	45
Annexe n°3 :Macro étape M1 : Démarrage des ventilateurs 1 & 2.....	47
Annexe n°4:Macro étape M2 : Vérification des Bruleurs 1,2 et 3.....	48
eteins.	
Annexe n°5 :Macro étape M3 : Aspiration et refoulement.....	49
Annexe n°6 :Macro étape M4 : Démarrage de pré ventilation.....	50
Annexe n°7 :Production normal F1.....	51
Annexe n°8 :Macro étape M5 : Préparation circuit de mazout.....	53
Annexe n°9 :Préparation circuit de fuel.....	54
Annexe n°10 :Macro étape M9 : Démarrage bruleur 1.....	55
Annexe n°11 :Macro étape M9 : Démarrage bruleur 2.....	57
Annexe n°12 :Macro étape M9 : Démarrage de Bruleur3.....	59
Annexe n°13 :Purge de Bruleur1 / Purge de Bruleur2.....	61
Annexe n°14 :Purge de Bruleur3.....	62
Annexe n°15 :Arrêt demandé en fin de cycle : A2.....	63
Annexe n°16 :Production normal.....	65
Annexe n°17 :Production mode dégradé : D3.....	67
Annexe n°18 :Chaine d'arrêt d'urgence.....	68
Annexe n°19 :Macro étape M13 : Eteindre Bruleur1.....	69
Annexe n°20 :Macro étape M13 : Eteindre Bruleur2.....	70
Annexe n°21 :Macro étape M13 : Eteindre Bruleur3.....	71
Annexe n°22 : Etape encapsulant M13 : Préventilation.....	72
Annexe n°23 : Listes des Entrées / Sorties / Signalisations.....	73
Annexe n°24 : Programme Ladder principale.....	76

## Annexe n°1 : Condition de fonctionnement des équipements.

Constructeur	<b>SIEMENS</b>
Charge maximal	<b>70 T/H</b>
Charge minimale	<b>&gt;= 15 T/H</b>
Quantité de fuel max	<b>3 Bruleurs a buses mixtes</b>
Quantité de gas-oil max	<b>3 Buses d'allumage en butane</b>
Quantité d'air max	<b>62 m3/H</b>
Pression tambour	<b>58 à 60 bars</b>
Pression vapeur vive	<b>56 à 58 bars</b>
T° vapeur vive	<b>475 °C à 500 °C</b>
Pression combustible devant brûleur : fuel / gas-oil	<b>15 à 17 bars</b>
T° d'eau avant économiseur	<b>135 à 155 °C</b>
T° d'eau après économiseur	<b>235 à 270 °C</b>
T° d'eau alimentaire	<b>110 à 120 °C</b>
Pression d'eau alimentaire entrée	<b>80 à 90 bars</b>
T° gaz de fumée avant économiseur	<b>450 à 540 °C</b>
T° gaz de fumée fin chaudière	<b>190 à 200 °C</b>
% d'O2 dans les gaz de fumée	<b>0,25 à ≥ 5 %</b>
T° fuel-oil devant brûleurs	<b>120 à 135 °C</b>
T° vapeur vive avant refroidisseur	<b>420 à 450 °C</b>
T° vapeur vive après refroidisseur	<b>380 à 400 °C</b>
Niveau tambour	<b>2/3 d'eau – 1/3 vapeur</b>
T° foyer de combustion	<b>900 à 1000 °C</b>
Pression de la vapeur de pulvérisation	<b>8,5 bars</b>
Durée de démarrage	<b>02heures</b>

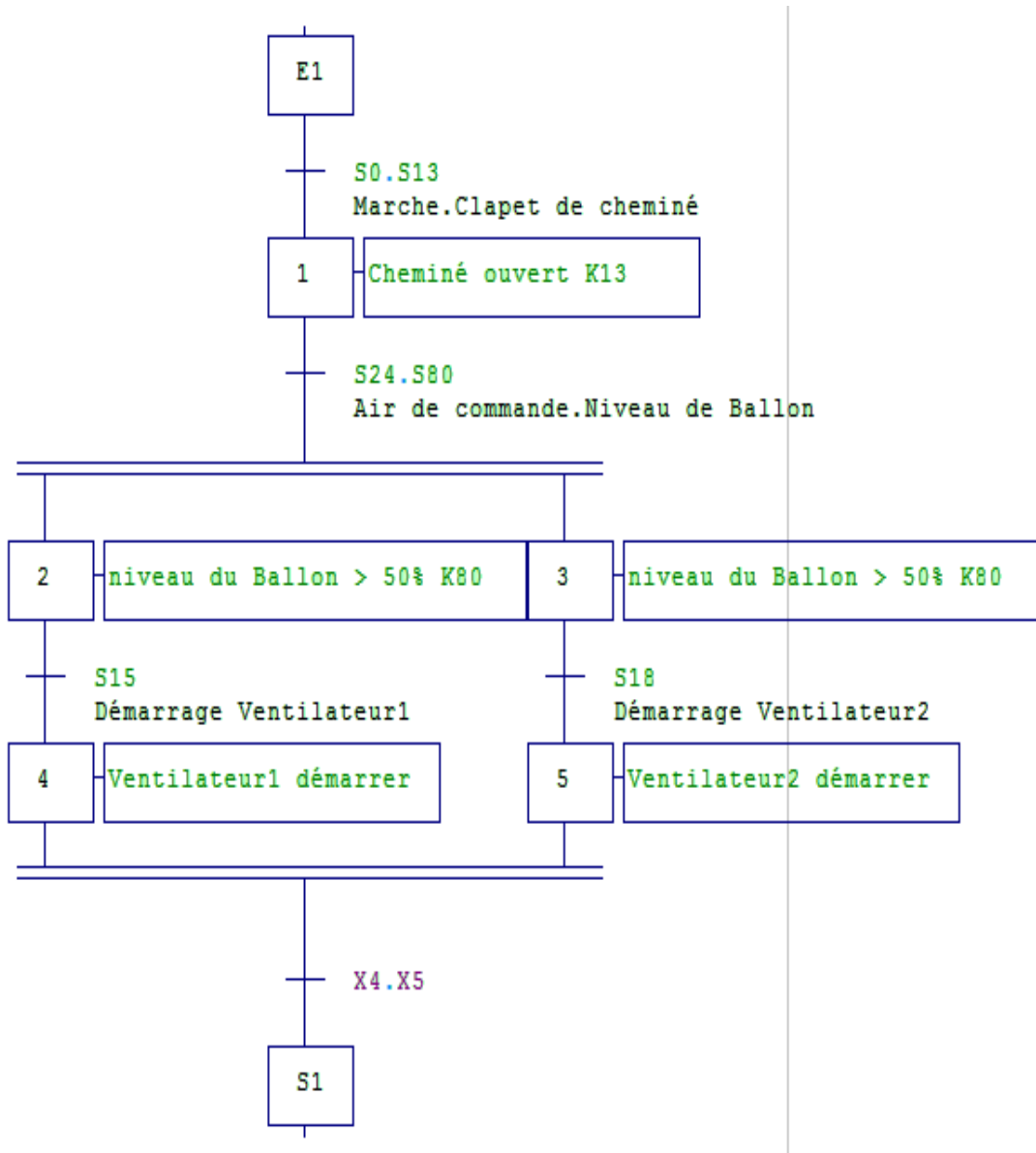
## Annexe n°2 : Liste des équipements électriques.

EQUIPEMENT	REPERE	Lieu Géographique	Caractéristiques
Moteur	22ZK03	Salle de climatisation	Mot Elec Siemens 3KW 500V
Moteur	22ZK04	Salle de climatisation	Mot Elec Siemens 3KW 500V
Moteur	22ZS01	Salle de climatisation	N° = 4692581701001
Vanne motorisé	22ZH01/M12	Economiseur	
Moteur	N°=2-11863232	Mise à l'atmosphère	Mot Elec Siemens 0.25KW
Vanne motorisé	22ZH01/M22	Mise à l'atmosphère	N° = 86/109573
Moteur	N°=3092MM34912	Mise à l'atmosphère	
Vanne motorisé	22ZH01/M23	Mise à l'atmosphère	N° =26672870
Moteur		Envoi-principale	
Vanne motorisé	22ZH01/M24	Envoi-principale	N° =360242
Moteur-ramoneur		Economiseur	Mot Elec Siemens 0.25KW 500V
Ramoneur		Economiseur	N° = 31785
Moteur-ramoneur		Economiseur	Mot Elec Siemens 0.25KW 500V
Ramoneur		Economiseur	
Moteur-ramoneur		Economiseur	Mot Elec Siemens 0.25KW 500V
Ramoneur		Economiseur	N° = 74701
Moteur-ramoneur		Economiseur	MOT ELEC SIEM 0.25KW 500V
Ramoneur		Economiseur	N° = 74698
Moteur-ramoneur		Economiseur	MOT ELEC SIEM 0.25KW 500V
Ramoneur		Economiseur	N° = 74703
Moteur-ramoneur		Economiseur	MOT ELEC SIEM 0.25KW 500V
Ramoneur		Economiseur	
Moteur	22ZK01	Chaudière principale	MOT ELEC SIEM 160 KW 500V
Moteur	22ZK02	Chaudière principale	MOTEUR ELECTRIQUE 160KW
Moteur	22ZP01	Fuel-oil chaud-ple	MOT ELEC SIEM 7.5KW 500V
Moteur	22ZP02	Fuel-oil chaud-ple	MOT ELEC SIEM 7.5KW 500V
Moteur	22ZP04	Pompe alimentaire	MOT ELEC SIEM 570KW 6KV
Moteur	22ZP05	Pompe alimentaire	MOT ELEC SIEM 570KW 6KV

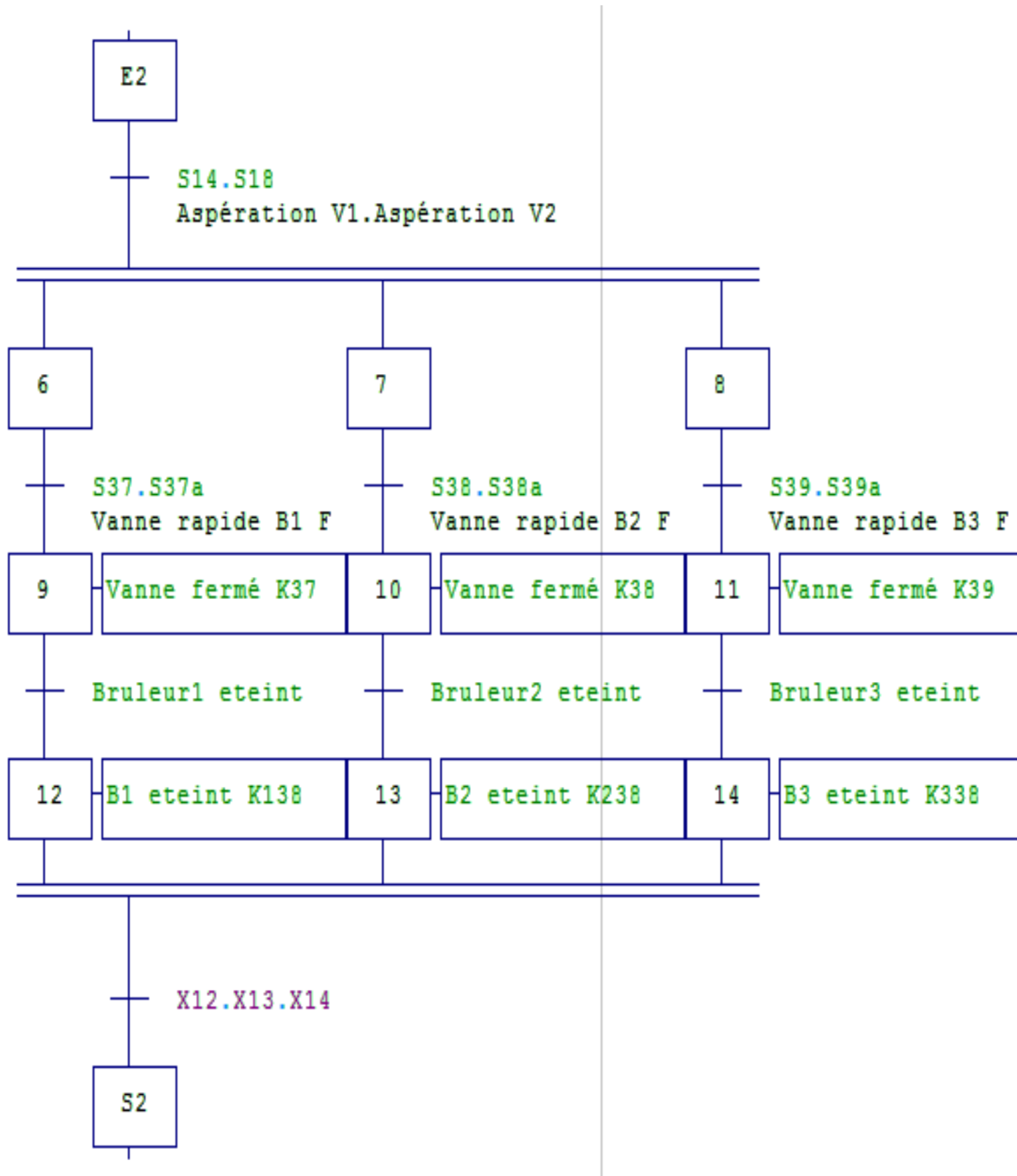


Moteur	22ZP06	Pompe alimentaire	MOT ELEC SIEM 6KV
Moteur	22ZP07	Circuit N2H4	MOT ELEC SIEM 0.37KW
Moteur	22ZP08	Circuit N2H4	MOT ELEC SIEM 0.37KW
Moteur	22ZP09	Circuit Na3PO4	MOT ELEC SIEM 0.55KW

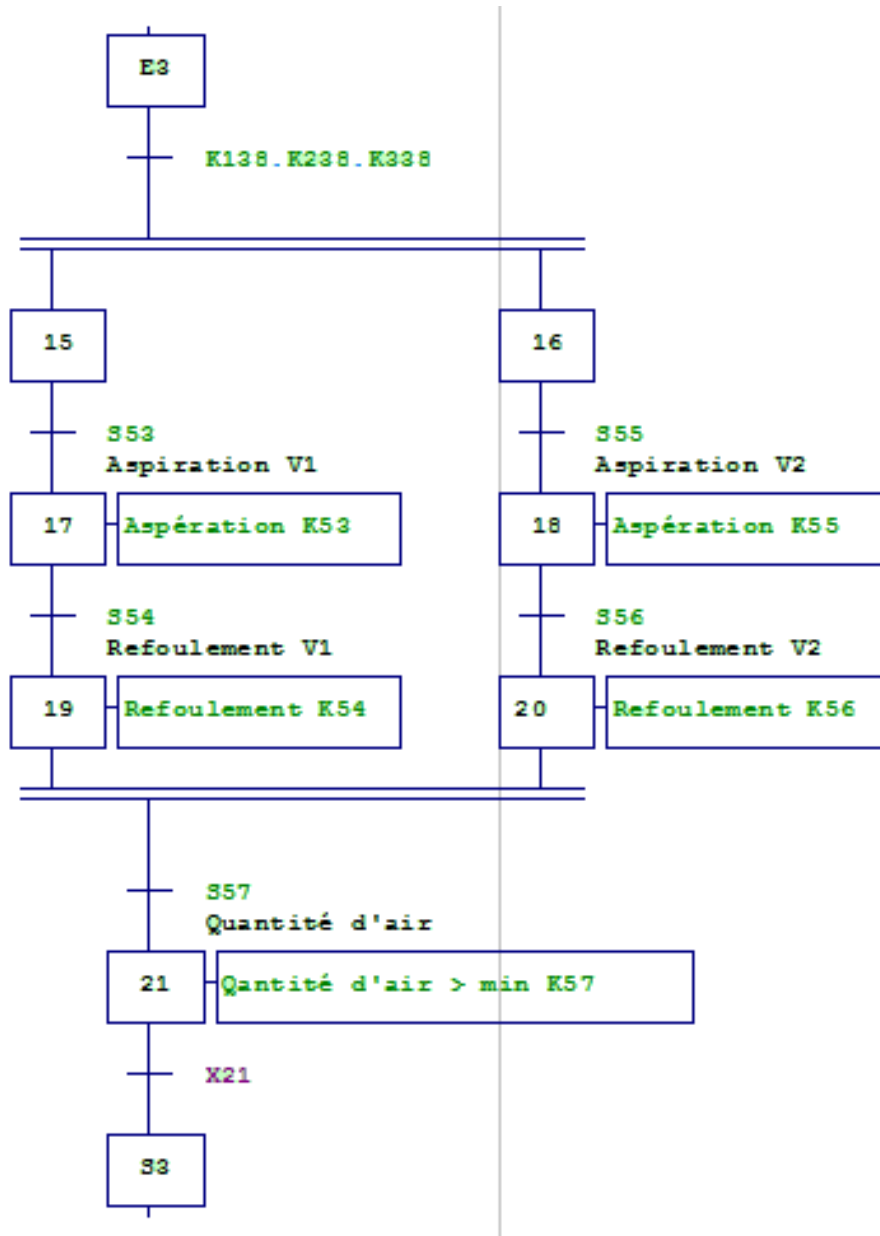
### Annexe n°3: Macro étape M1 : Démarrage des ventilateurs 1 & 2.



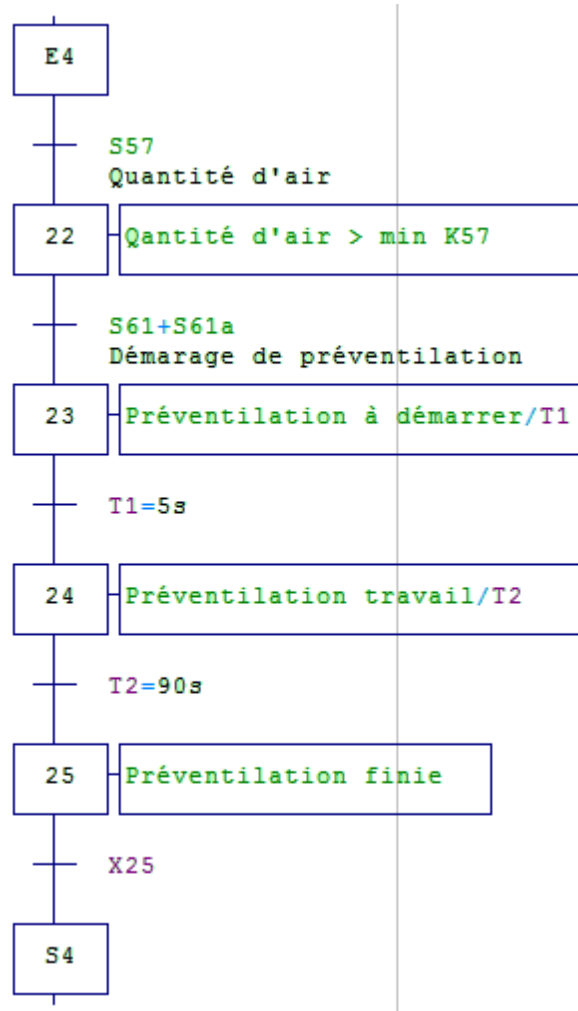
## Annexe n°4: Macro étape M2 : Vérification des Bruleurs 1,2 et 3 sont eteints.



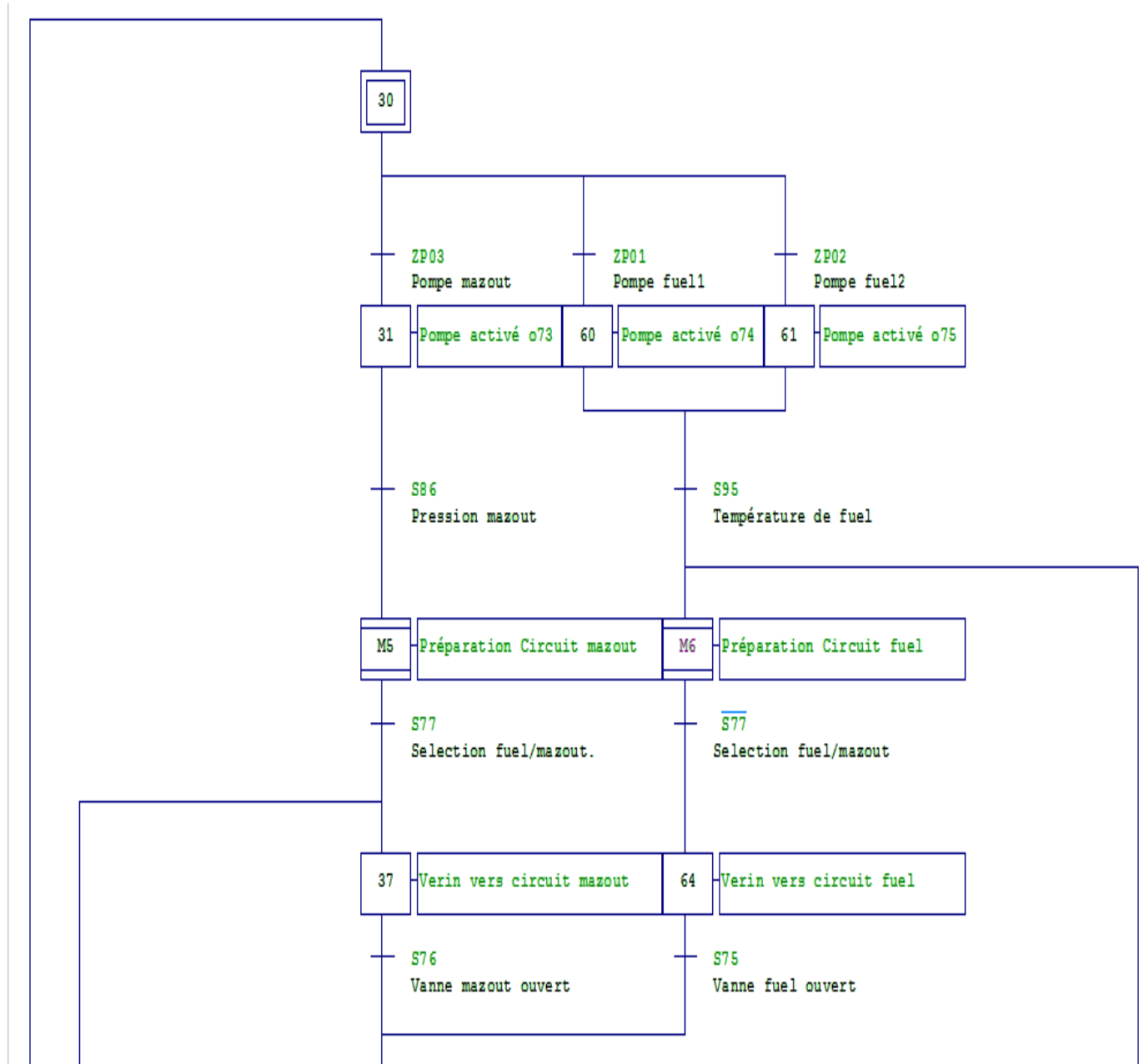
## Annexe n°5: Macro étape M3 : Aspiration et refoulement.

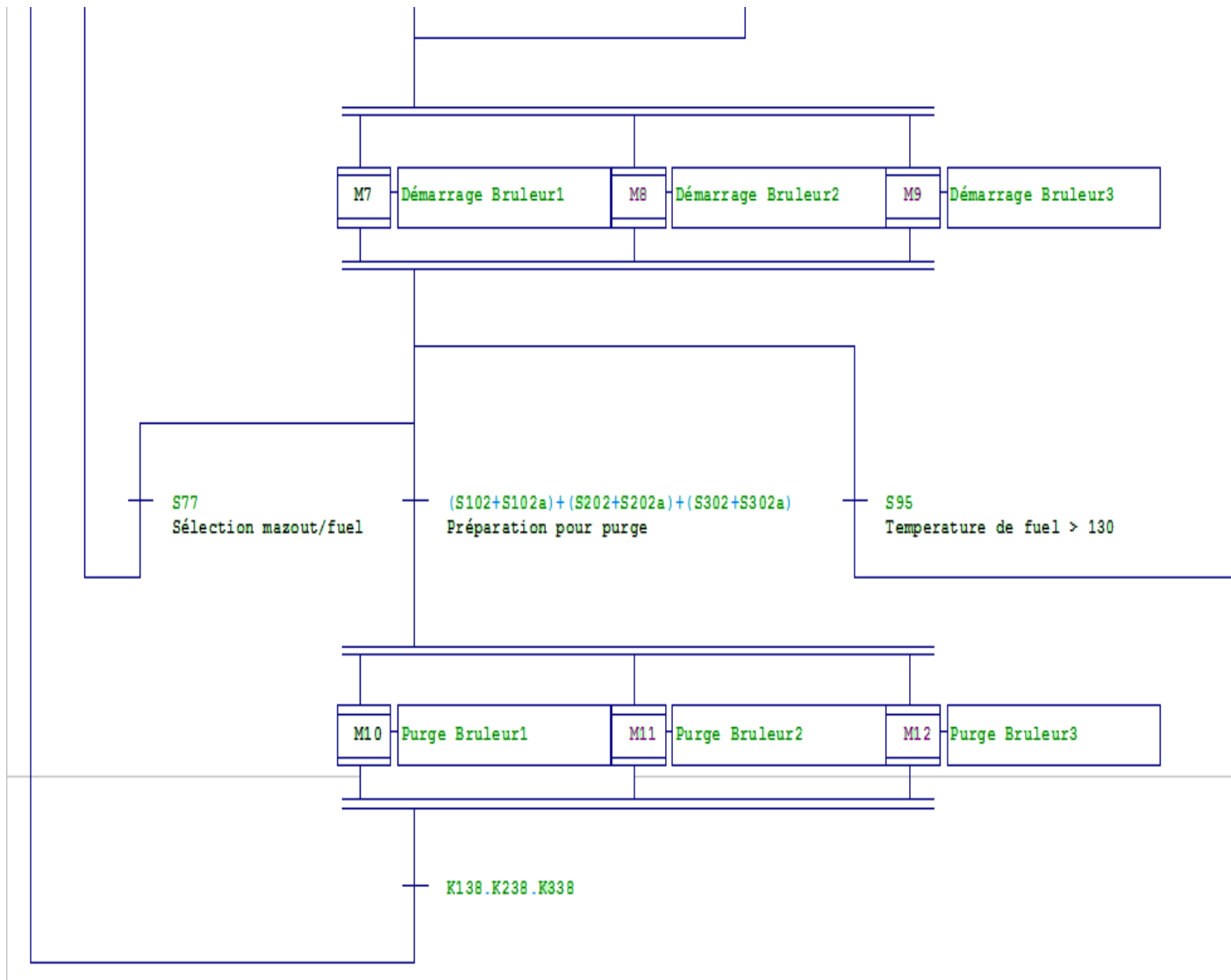


## Annexe n°6: Macro étape M4 : Démarrage de pré ventilation

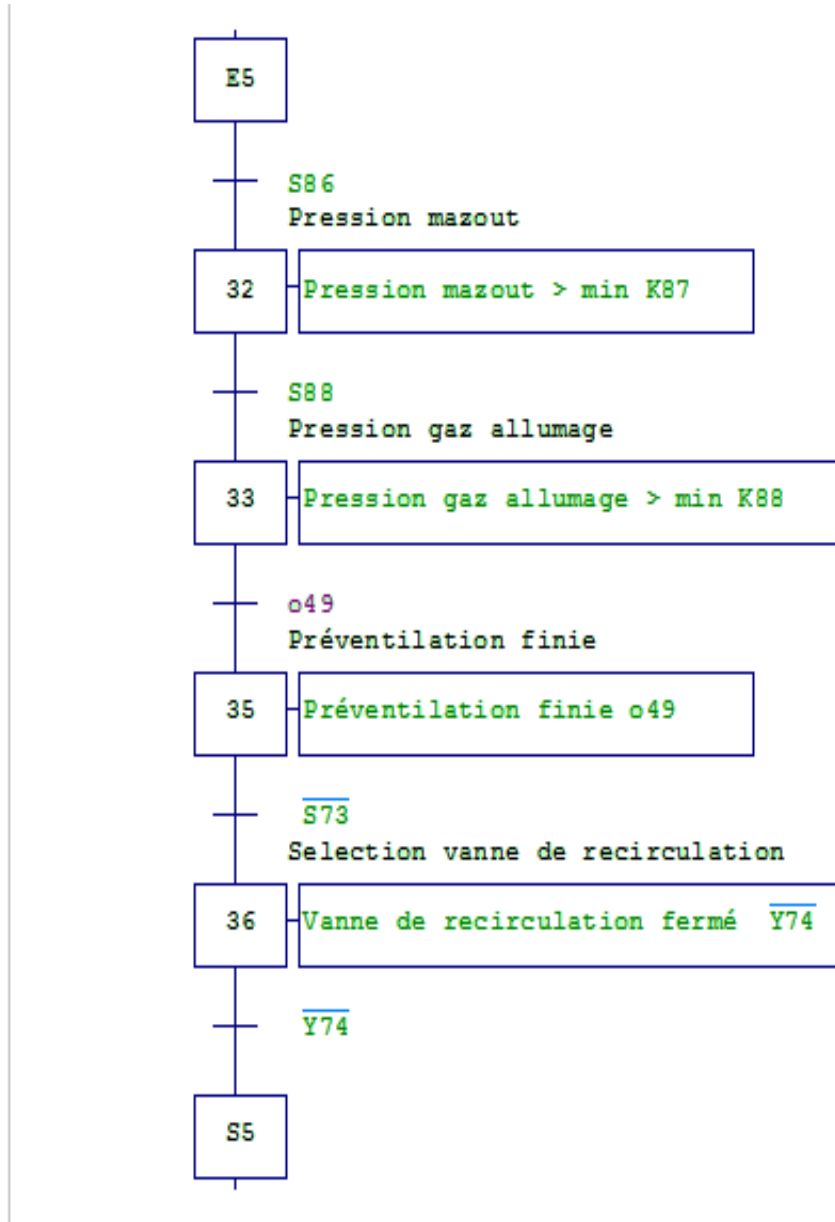


## Annexe n°7 : Production normal F1.



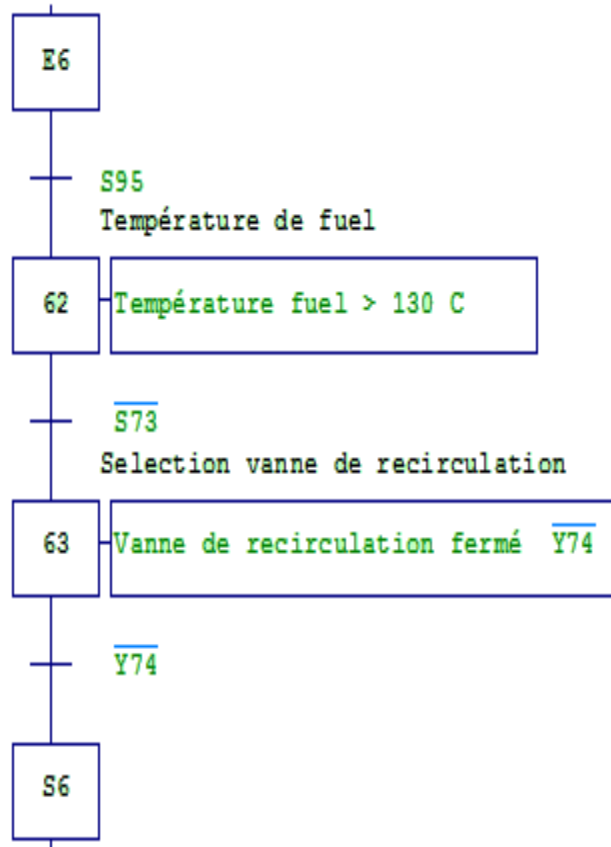


## Annexe n°8: Macro étape M5 : Préparation circuit de mazout.

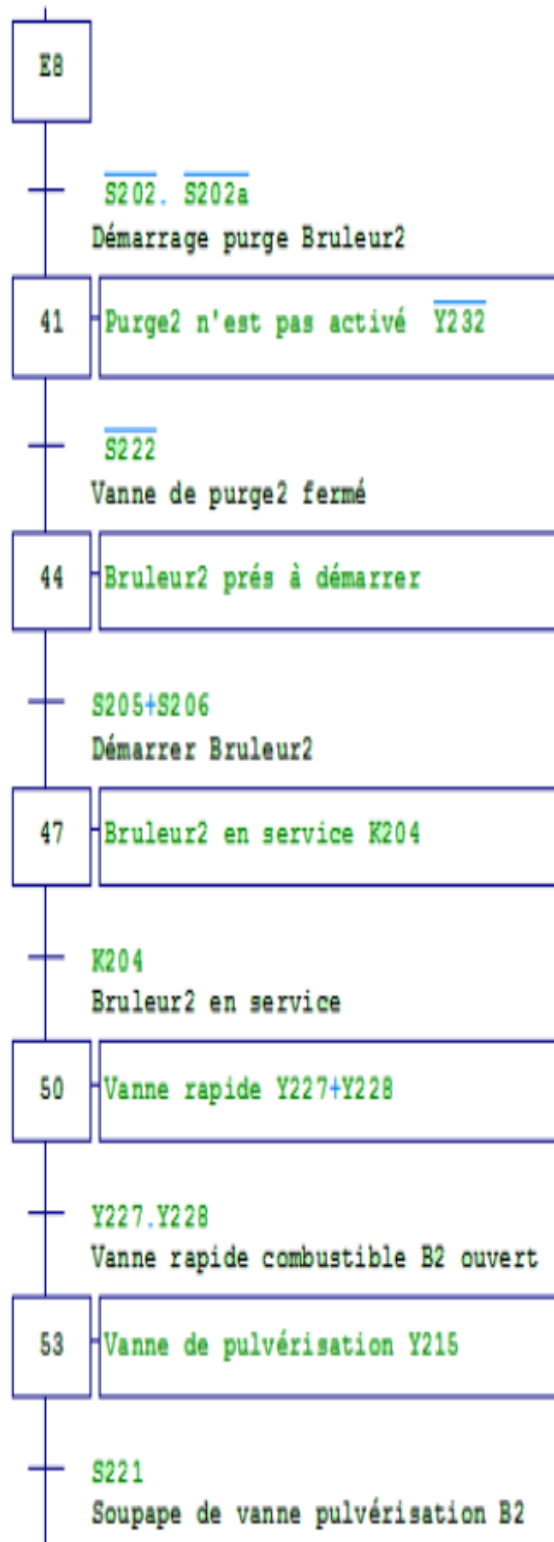


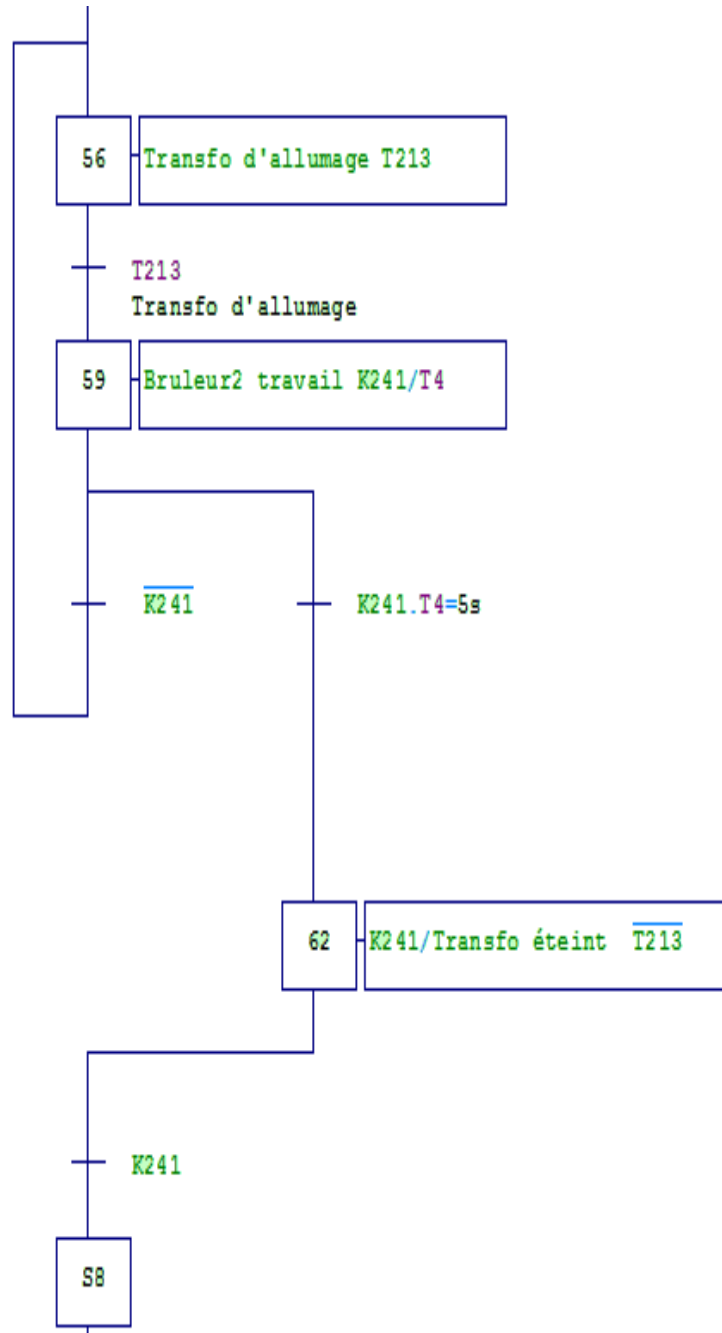


## Annexe n°9 : Préparation circuit de fuel.

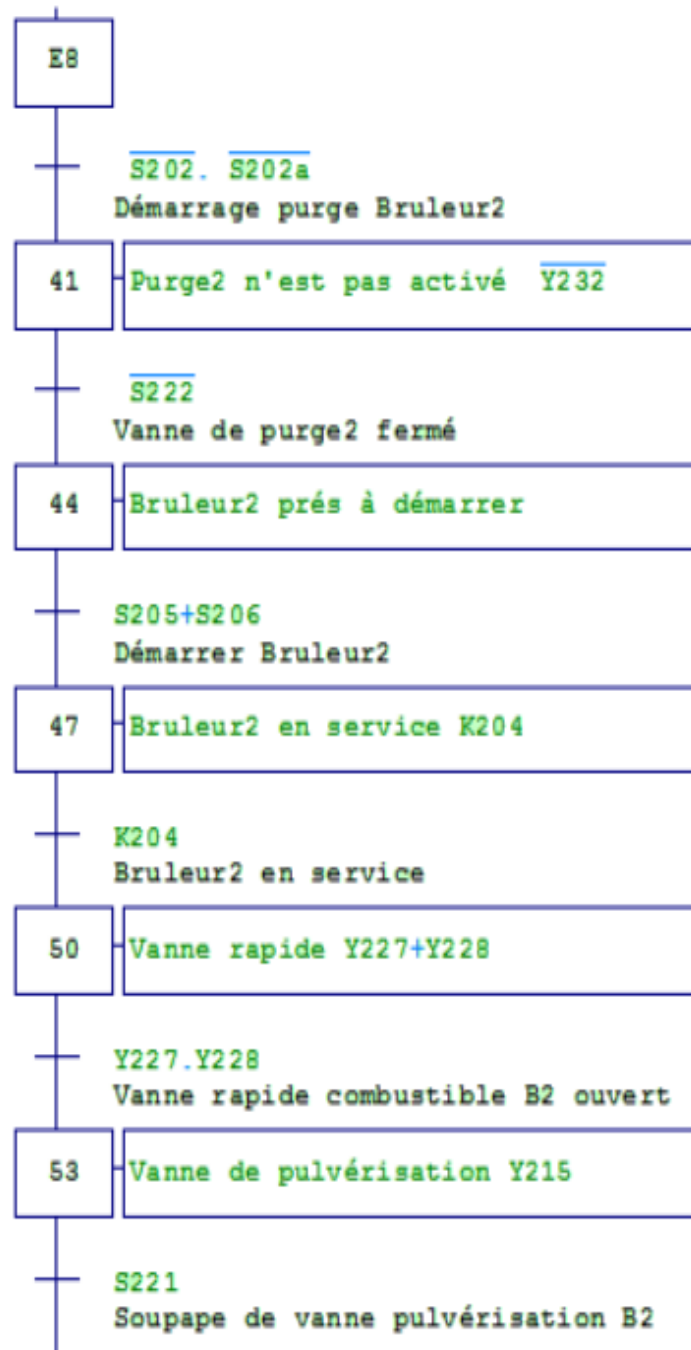


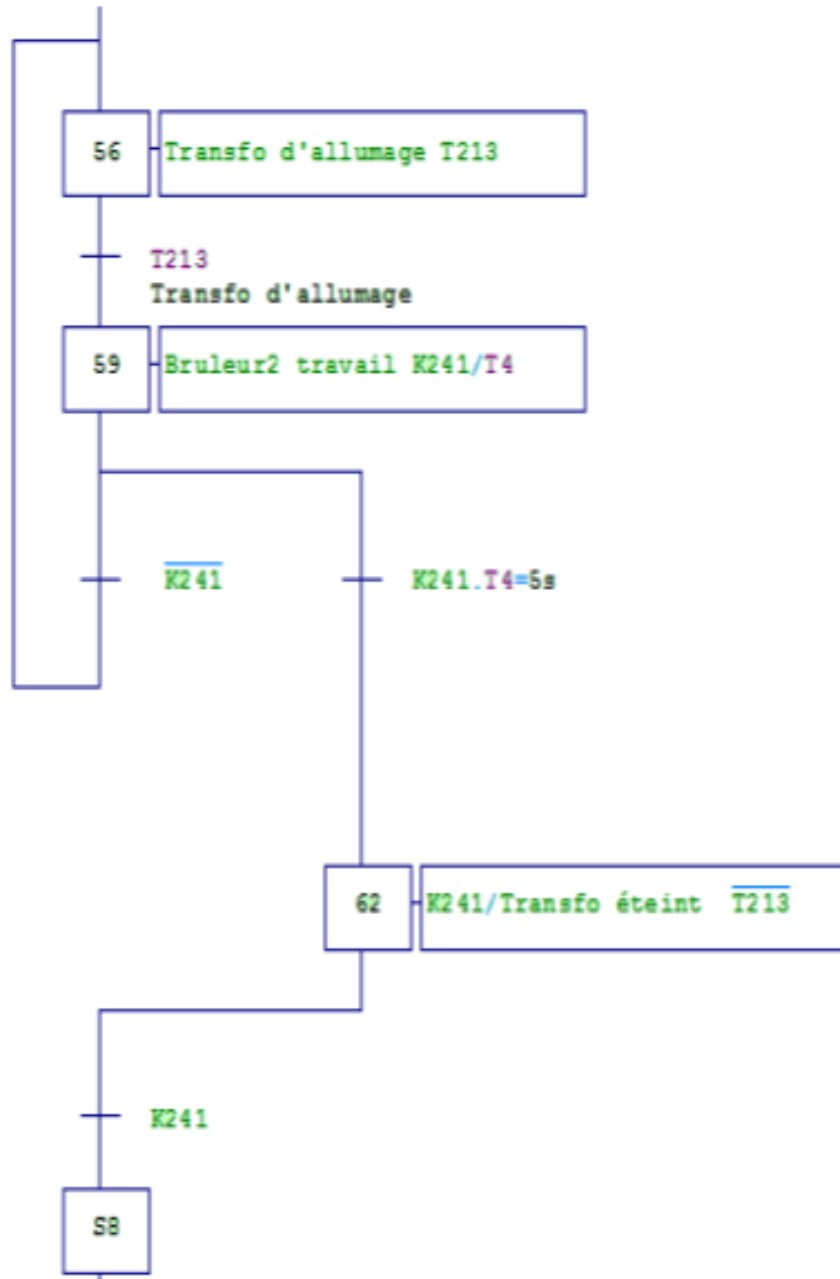
## Annexe n°10: Macro étape M9 : Démarrage bruleur 1



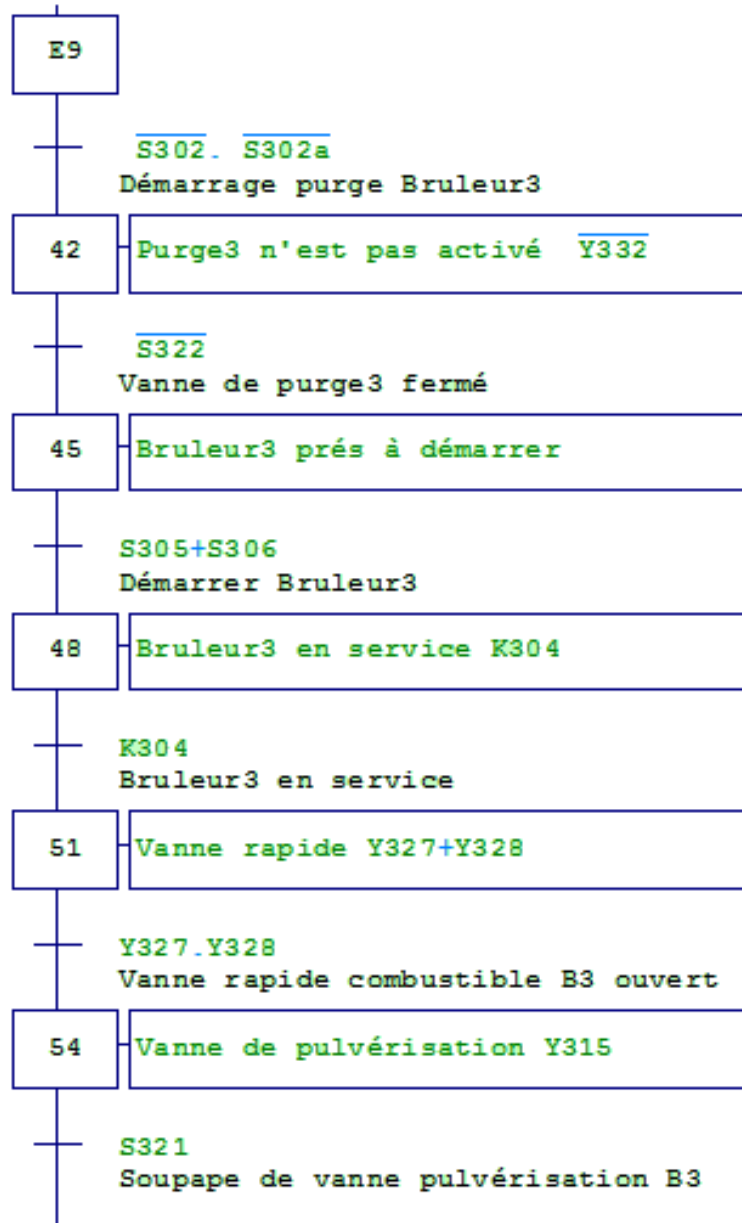


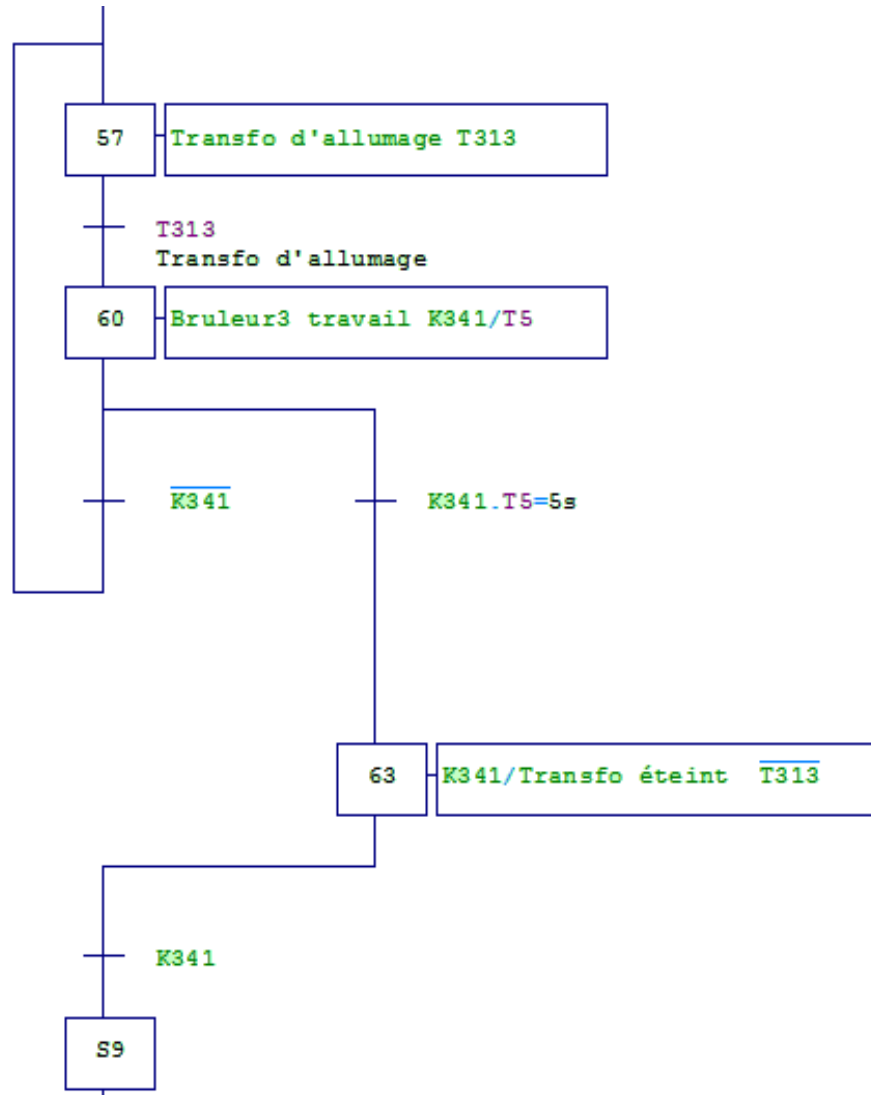
## Annexe n°11 : Macro étape M9 : Démarrage de Bruleur2.



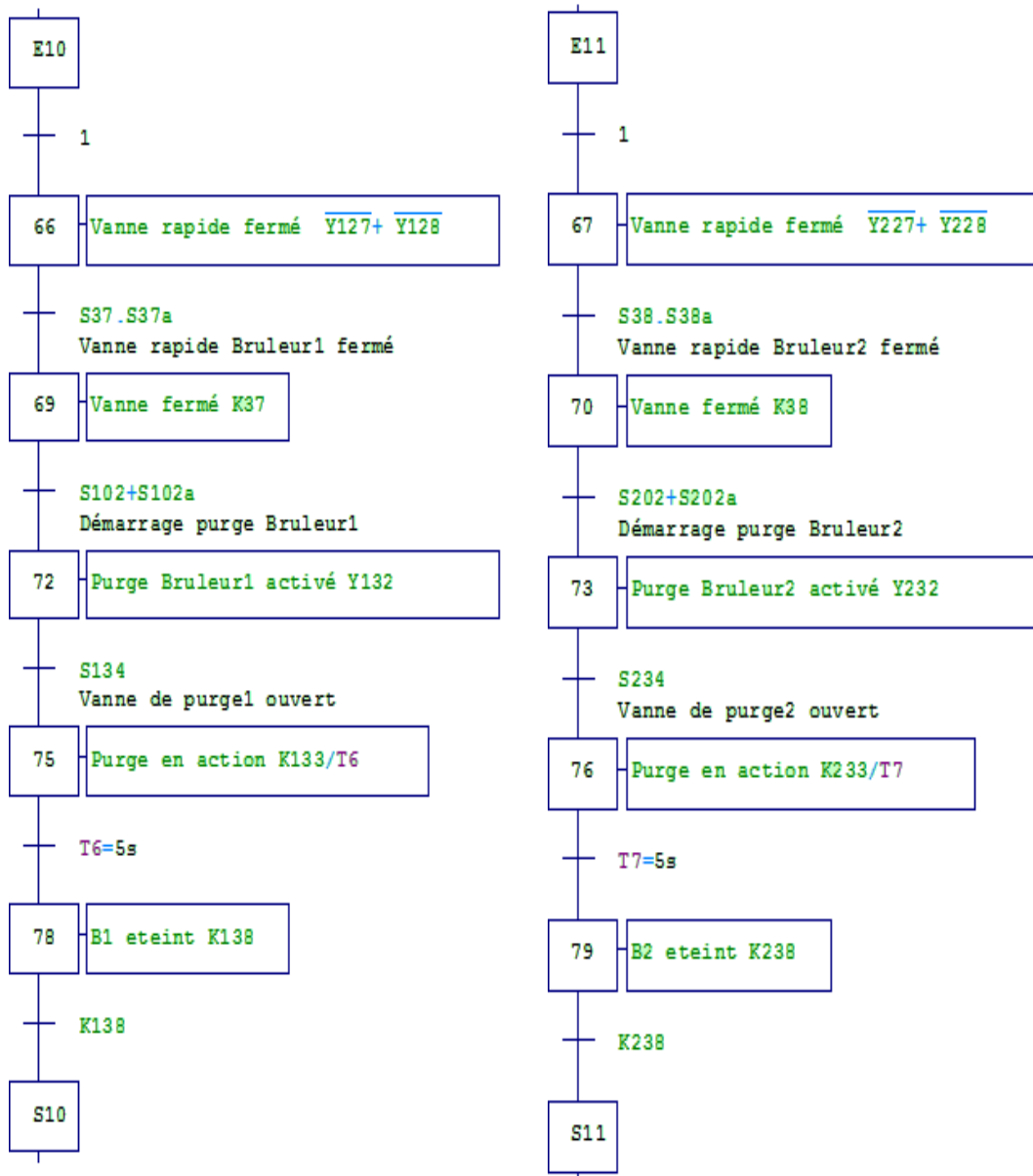


## Annexe n°12: Macro étape M9 : Démarrage de Bruleur3.



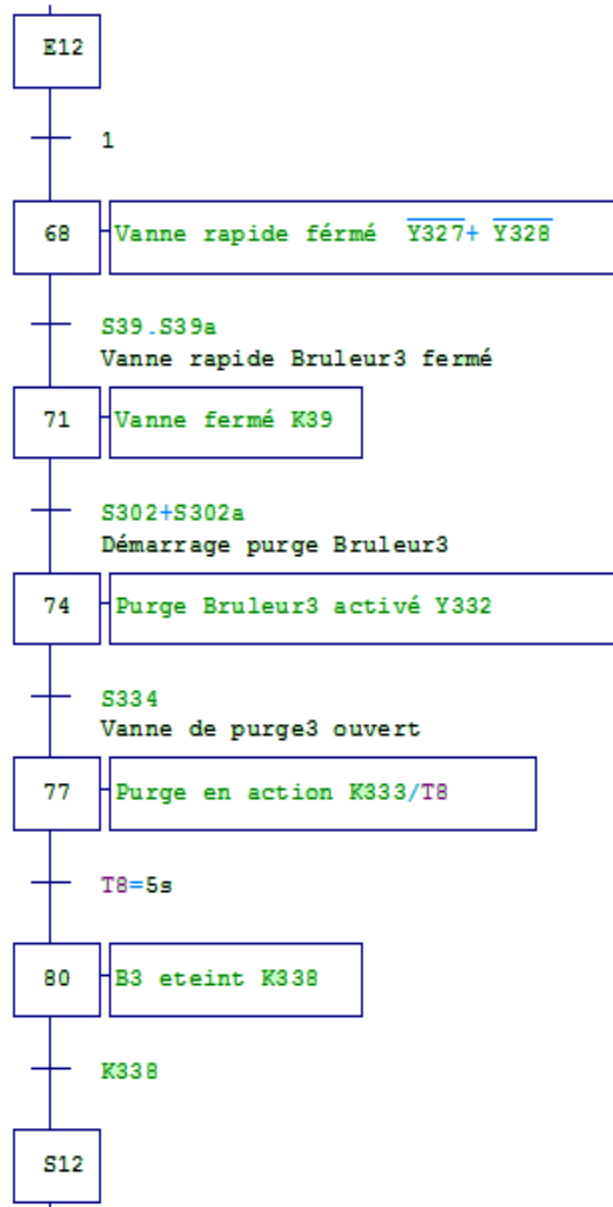


## Annexe n°13: Purge de Bruleur1 / Purge de Bruleur2.

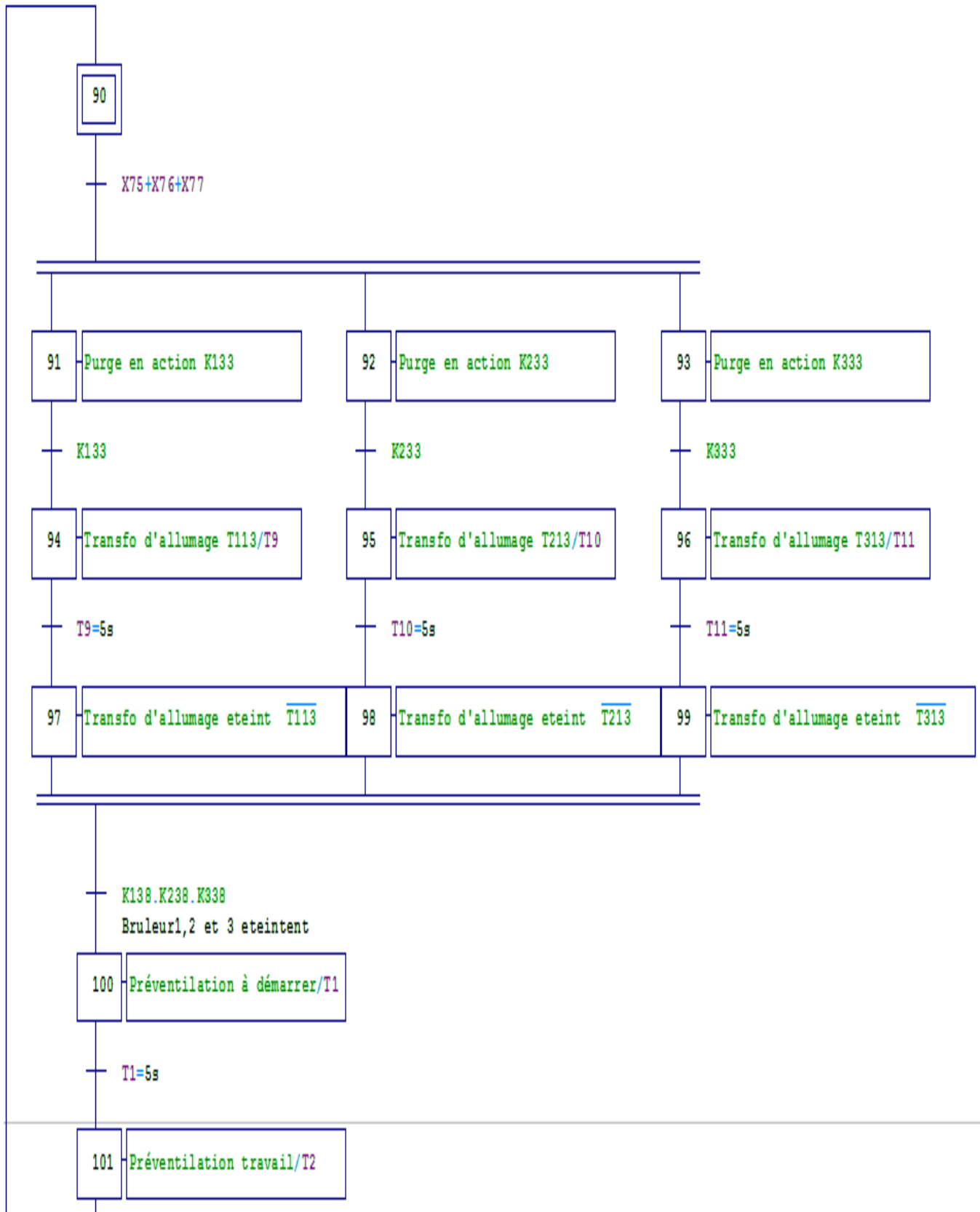


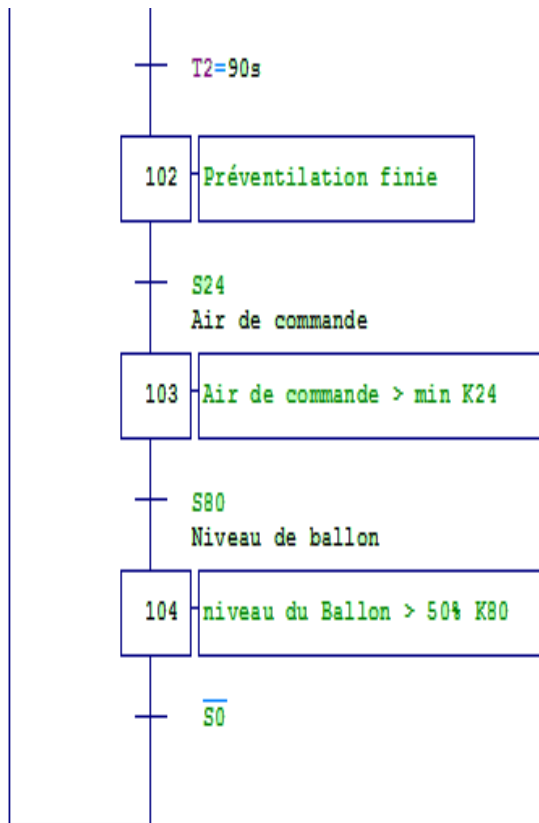


## Annexe n°14 : Purge de Bruleur3.

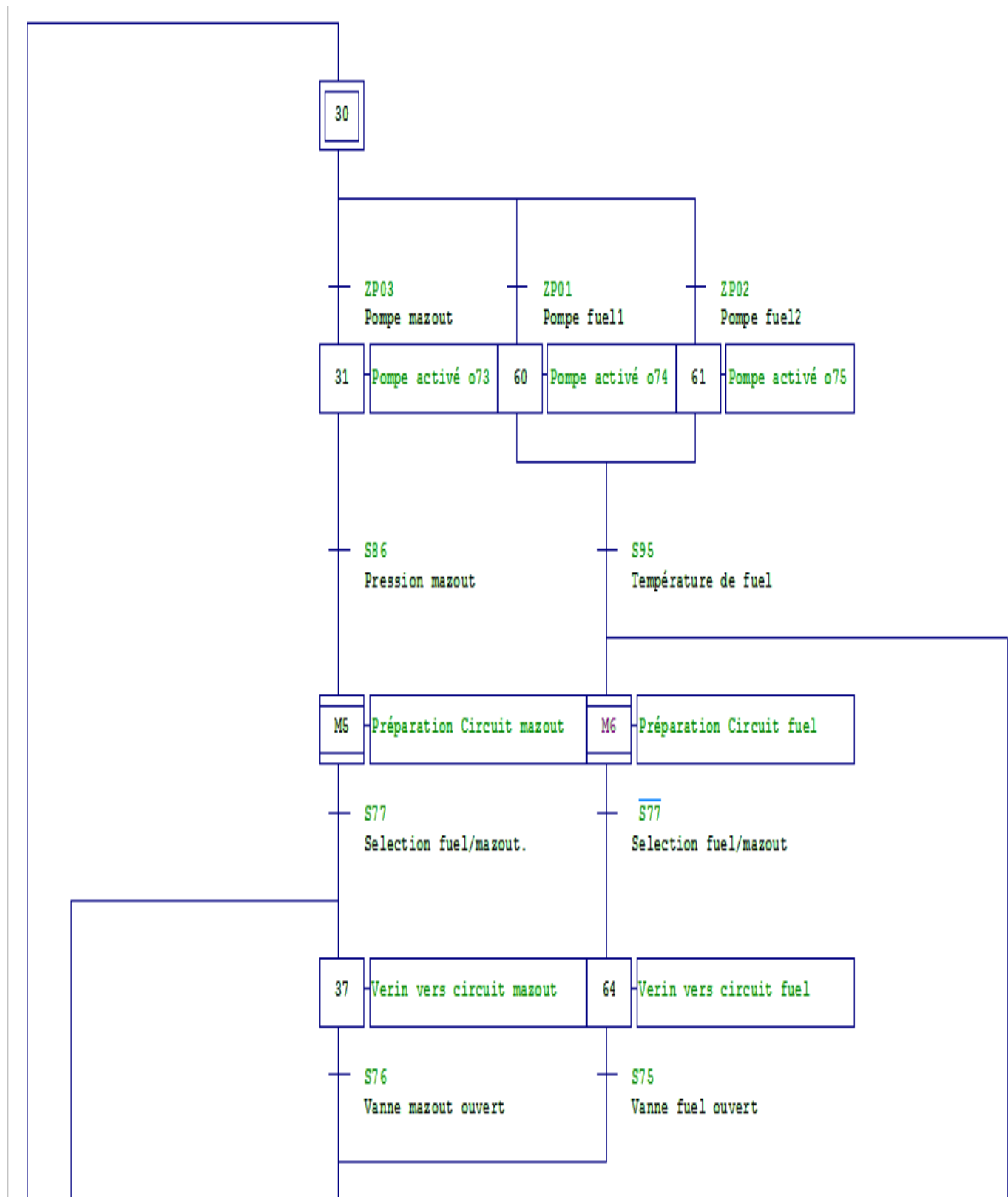


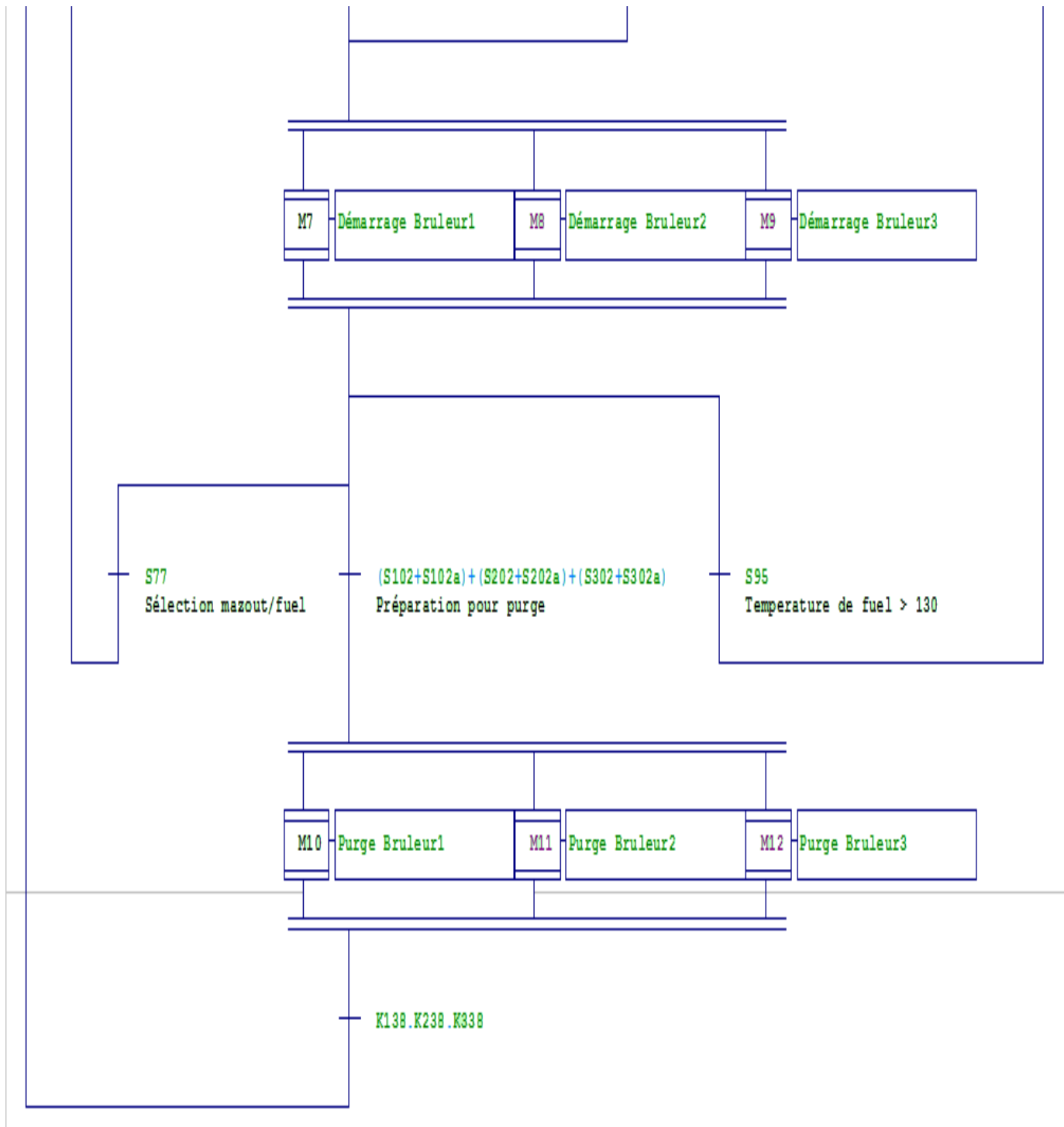
## Annexe n°15: Arrêt demandé en fin de cycle : A2



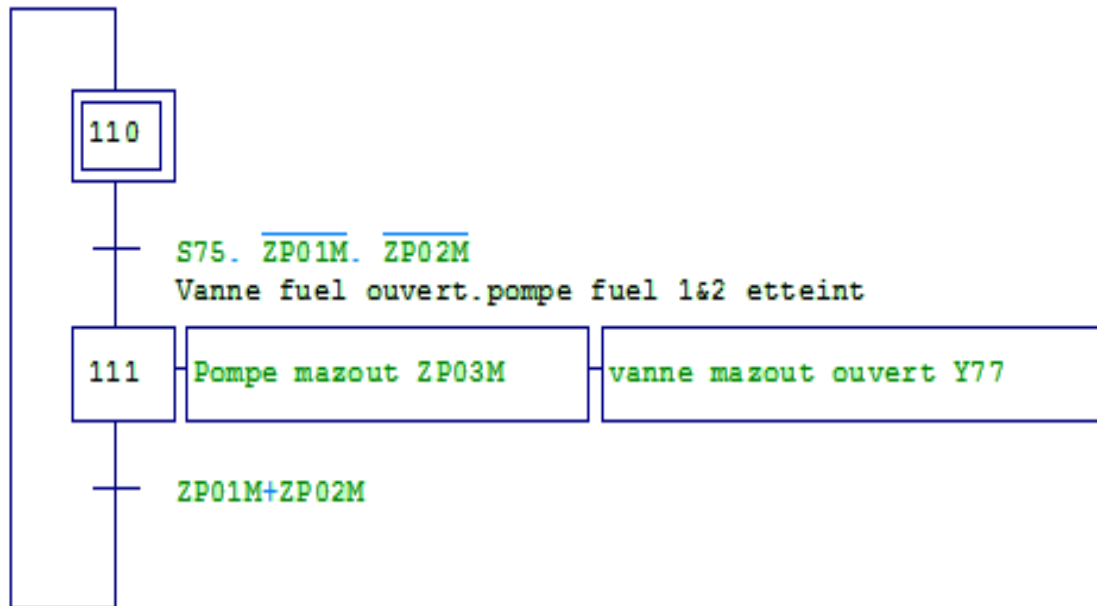


## Annexe n°16: Production en mode dégradé :

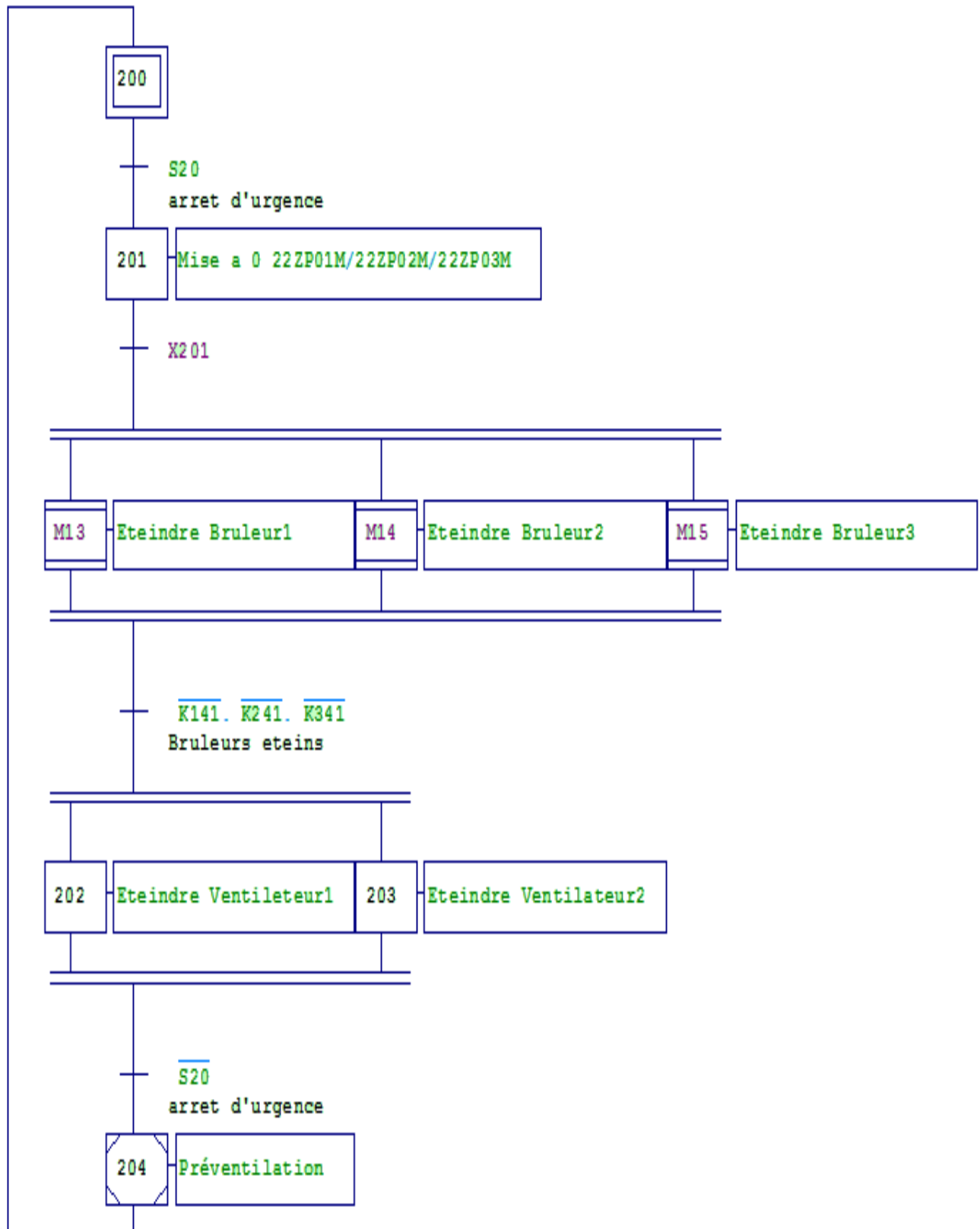




## Annexe n°17 : Production mode dégradé : D3



## Annexe n°18 : Chaîne d'arrêt d'urgence.



## Annexe n°19 : Macro étape M13 : Eteindre Bruleur1.

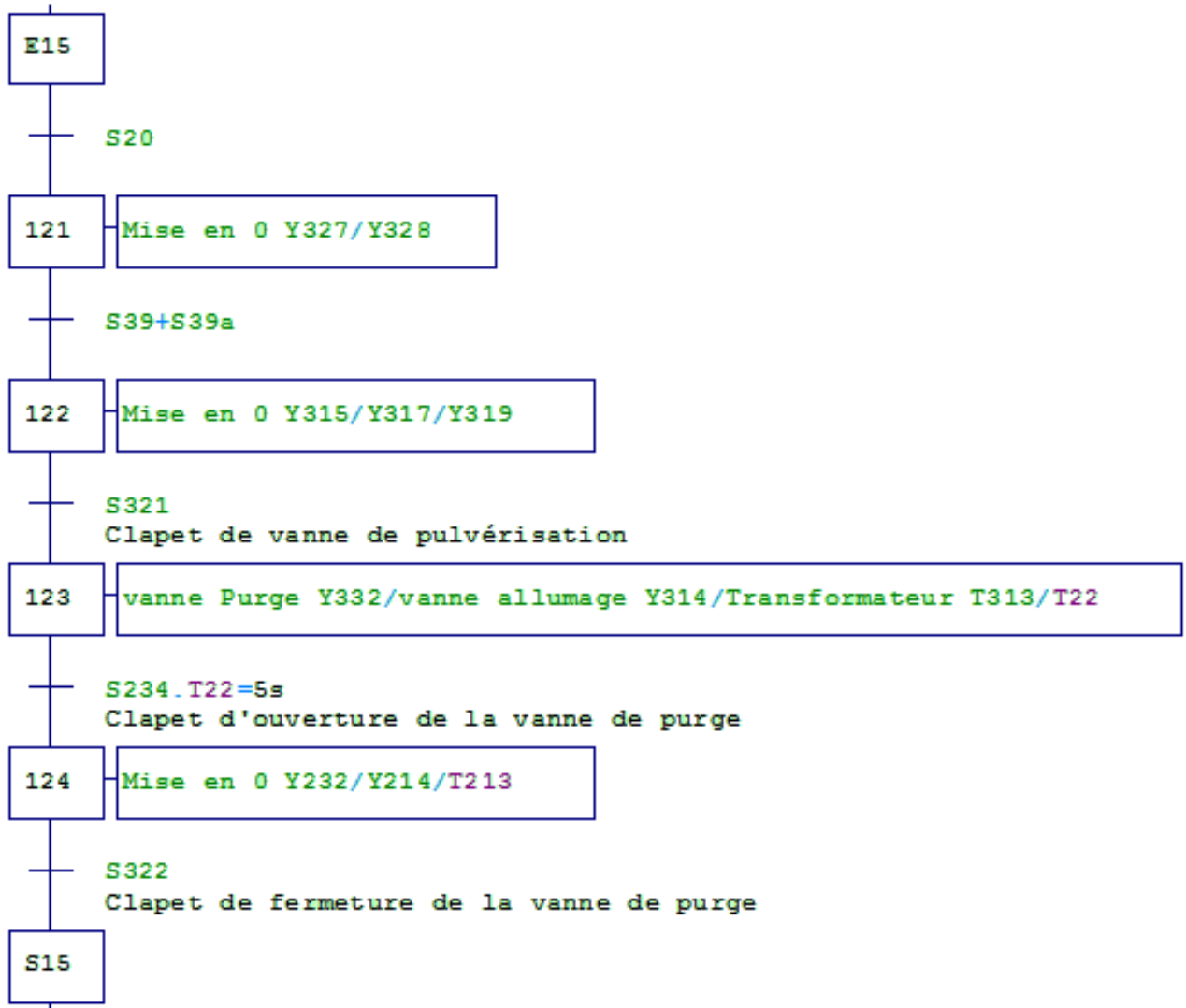




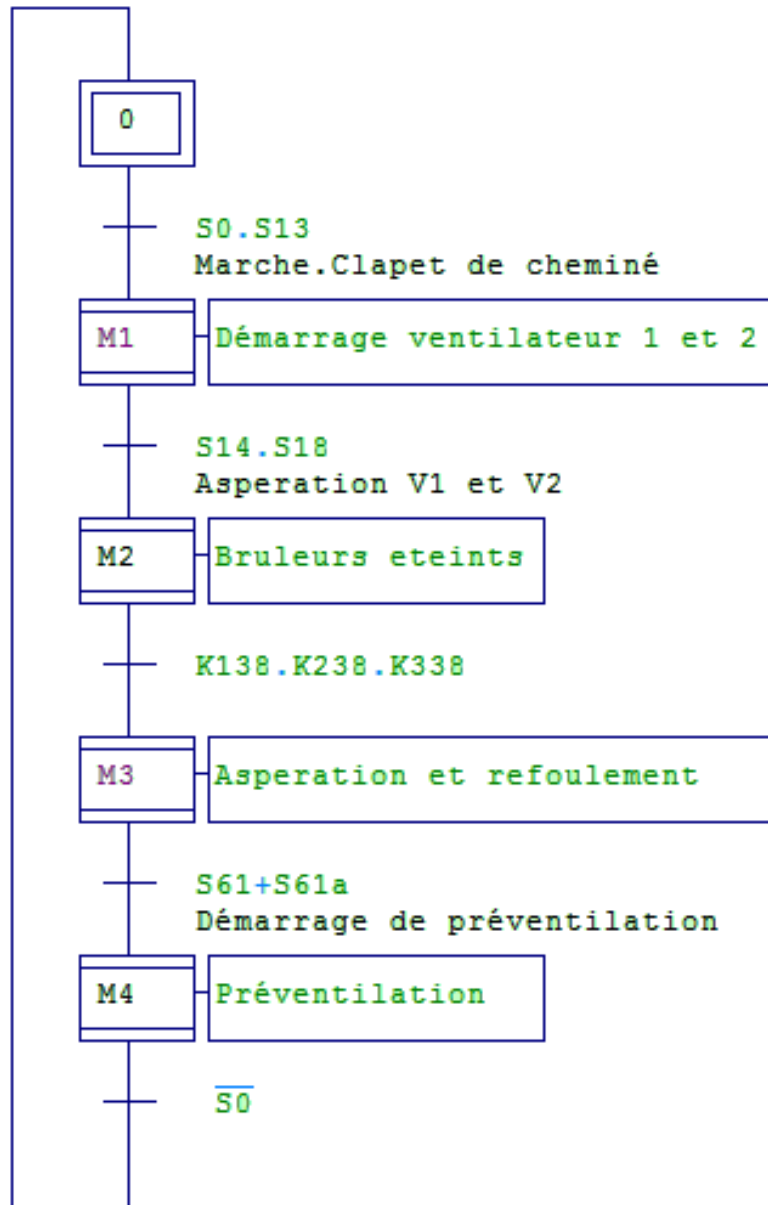
## Annexe n°20 : Macro étape M13 : Eteindre Bruleur2.



## Annexe n°21 : Macro étape M13 : Eteindre Bruleur3.



## Annexe n°22 : Etape encapsulant M13 : Préventilation



## Annexe n°23 : Liste des : Entrées / Sortis / Signalisations.

Repère	Désignation/ Entrée
E0	Bouton Marche
E1	Clapet cheminée ouvert, FCVC11.FCVC12.FCVC21.FCVC22.FCVC31.FCVC32.FCVP 1.FCVP2.FCVP3.FCVPg1.FCVPg2.FCVPg3.FCVB1.FCVB2. FCVB3
RAO1	registre après ventilation 1 ouvert
RAO2	registre après ventilation 2 ouvert
RTO1	registre de turbulence 1 ouvert
RTO2	registre de turbulence 2 ouvert
FVCO11 /12	Fin de Course vannes FR combustible 1/2 Bruleur 1 ouvert
FVCO21 /22	Fin de Course vannes FR combustible 1/2 Bruleur 2 ouvert
FVCO31 /32	Fin de Course vannes FR combustible 1/2 Bruleur 3 ouvert
VPIO1	Vanne de pulvérisation Bruleur 1 ouverte
VPIO2	Vanne de pulvérisation Bruleur 2 ouverte
VPIO3	Vanne de pulvérisation Bruleur 3 ouverte
VPgO1	Vanne de purge Bruleur 1 ouverte
VPgO1	Vanne de purge Bruleur 1 ouverte
VPgO1	Vanne de purge Bruleur 1 ouverte
VAO1	retour Vanne d'air 1 ouverte
VAO2	retour Vanne d'air 2 ouverte
RAF1	Registre après ventilation 1 Fermé
RAF2	Registre après ventilation 2 Fermé
RTF1	registre après ventilation 2 Fermé
VRCF	Vanne de recirculation combustible fermée
FCVC11	Fin de Course vanne FR combustible 1 Bruleur 1 fermée
FCVC12	Fin de Course vanne FR combustible 2 Bruleur 1 fermée
FCVP1	Fin de Course vanne de pulvérisation Bruleur 1 fermée
FCVPg1	Fin de Course vanne de purge Bruleur 1 fermée
VAF1	retour vanne de d'air 1
VAF1	retour vanne de d'air 2
RBP1	Démarrage ventilateur 1 (salle de contrôle/local)
RBP2	Démarrage ventilateur 2 (salle de contrôle/local)
RBP3	Démarrage pompe Mazout (salle de contrôle/local)
RBP4	Démarrage pompe Fuel1 (salle de contrôle/local)
RBP5	Démarrage pompe Fuel2 (salle de contrôle/local)
RBP6	Arrêt Bruleur (salle de contrôle/local)
RBP7	Démarrage Bruleur 1 (salle de contrôle/local)
RBP8	Démarrage Bruleur 2 (salle de contrôle/local)

RBP9	Démarrage Bruleur 3 (salle de contrôle/local)
LT214201	Niveau Ballon > 50%
PSA 214832	Pression d'air de commande d'instrument > 6 bar
PISA 214814	Pression mazout > Min
PSA 214826	Pression gaz d'allumage > Min
PSA 214821	Pression à vapeur de pulvérisation > Min
TIAHL 214007	Température fuel réchauffeur 110-130°C
TI214219	Température foyer 500°C
E2	ventilateur 1 en service
E3	ventilateur 2 en service
E4	Préventilation en service
E5M	Mazout sélectionné
E5F	Fuel Sélectionné
E6	Pompe mazout démarrée
E7	Pompe fuel 1 démarrée
E8	Pompe fuel 2 démarrée
E9	Bruleur 1 en service
E10	Bruleur 2 en service
E11	Bruleur 3 en service
	Photocellule

Repère	Désignation/ Sorties
S0	Action Bouton marche
S1	Ouverture clapet cheminée (manuellement), FVC11.FVC12.FVC21.FVC22.FVC31.FVC32.FVPI1.FVPI2.FVP I3.FVPg1.FVPg2.FVPg3.FVB1.FVB2.FVB3
ORA1	Ouverture registre après ventilation 1
ORA2	Ouverture registre après ventilation 2
ORT1	Ouverture registre de turbulence 1
ORT2	Ouverture registre de turbulence 2
OVC11 /12	Ouverture vannes FR combustible 1/ 2 Bruleur 1
OVC21 /22	Ouverture vannes FR combustible 1/2 Bruleur 2
OVC31 /32	Ouverture vannes FR combustible 1/2 Bruleur 3
OVPI1	Ouverture vanne de pulvérisation Bruleur 1
OVPI2	Ouverture vanne de pulvérisation Bruleur 2
OVPI3	Ouverture vanne de pulvérisation Bruleur 3
OVPg1	Ouverture vanne de purge Bruleur 1
OVPg2	Ouverture vanne de purge Bruleur 2
OVPg3	Ouverture vanne de purge Bruleur 3
OVB1	Ouverture vanne de butane Bruleur 1
OVB2	Ouverture vanne de butane Bruleur 2
OVB3	Ouverture vanne de butane Bruleur 3
OVA1	Ouverture vanne d'air 1
OVA2	Ouverture vanne d'air 2

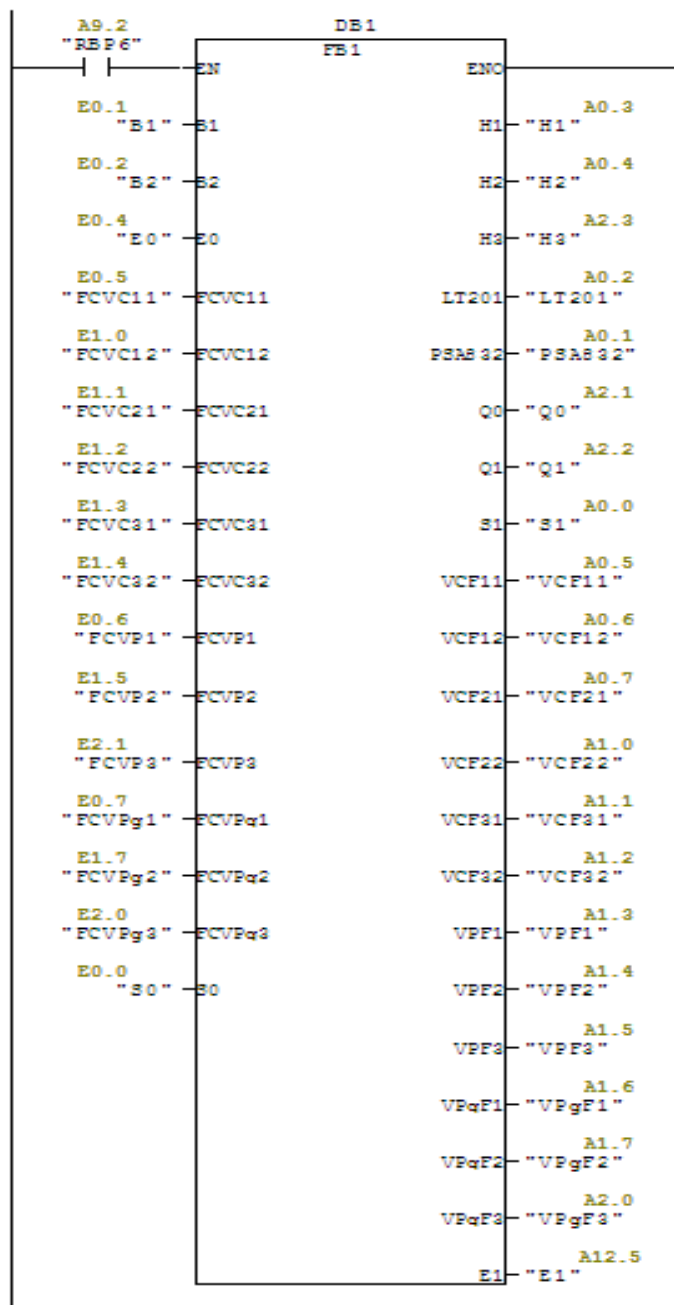
FRA1	Fermeture registre après ventilation A
FRA2	Fermeture registre après ventilation 2
FRT1	Fermeture registre de turbulence 1
FRT2	Fermeture registre de turbulence 2
FVRC	Fermeture vanne de recirculation combustible
FVC11	Ouverture vannes FR combustible 1 Bruleur 1
FVC12	Ouverture vanne FR combustible 2 Bruleur 1
FVPI1	Ouverture vanne de pulvérisation Bruleur 1
FVPg1	Ouverture vanne de purge Bruleur 1
FVB1	Fermeture Vanne de Butane Bruleur1
FVA1/2	Fermeture vanne d'air 1/ 2
OVC	Ouverture vanne Combustible (manuellement)
S2	Démarrage ventilateur 1
S3	Démarrage ventilateur 2
S5M	Sélection Mazout
S5F	Sélection fuel
S6	Démarrage pompe mazout
S7	Démarrage pompe 1 fuel
S8	Démarrage pompe 2 fuel
S13	Ouverture à 20%
S14	Ouverture Maximale
S15	Ouverture Minimale
S16	Transformateur d'allumage
Asel	Actionner le Sélecteur Mazout/Fuel
T1	temporisation Préventillation
T2	temporisation Bruleur d'allumage
T3	temporisation arrêt Bruleur principal

Repère	Désignation/ Signalisations
H1	Pré verrouillage fini
H2	Défaut conditions Pré verrouillage
H3	Préventillation prêt
H4	Préventillation en service
H5	Préventillation finie
H6	Bruleur prêt à démarrer
H71	Bruleur 1 en service
H70	Démarrage Bruleur 1
H72	Bruleur 1 hors service
H80	Démarrage Bruleur 2
H81	Bruleur 2 en service
H82	Bruleur 2 hors service
H90	Démarrage Bruleur 3
H91	Démarrage Bruleur 3
H92	Bruleur 3 hors service

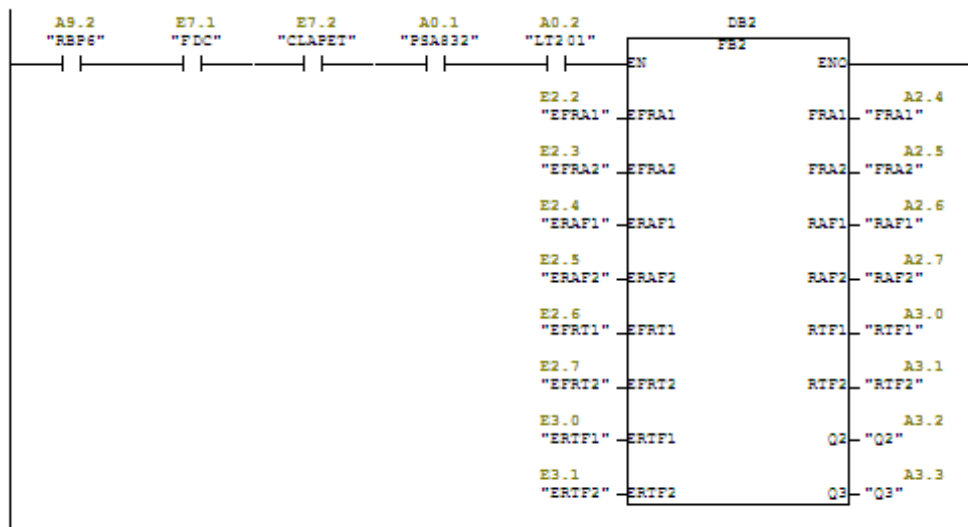
H10	Circuit fuel prêt
H11	Défaut pression mazout min
H12	Défaut pression gaz d'allumage min
H12	Défaut pression gaz d'allumage min
H13	Défaut température fuel réchauffeur / Température foyer insuffisante

## Annexe n°24 : Programme ladder principale.

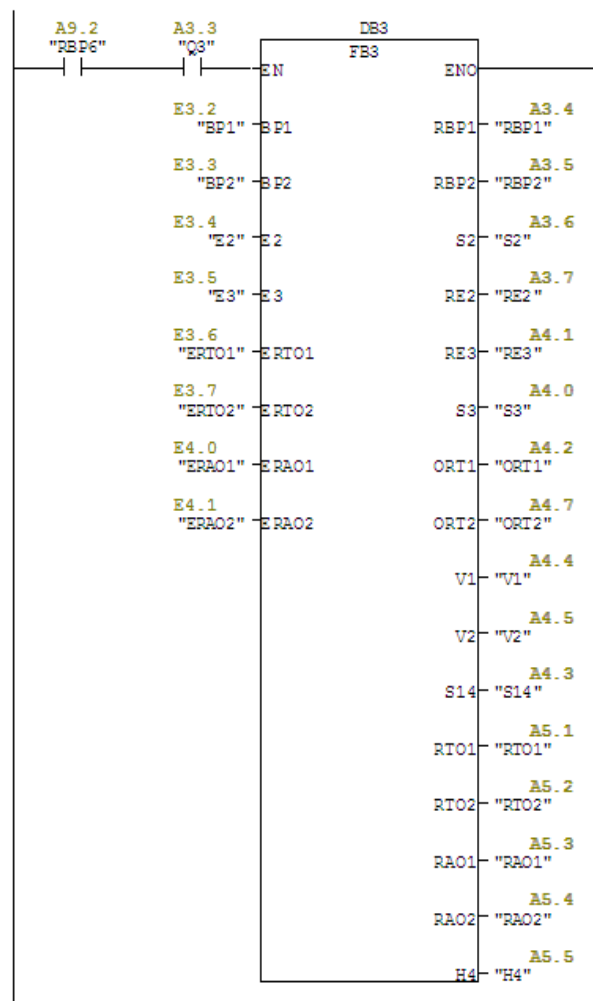
### Réseau 1 :



## Réseau 2 :

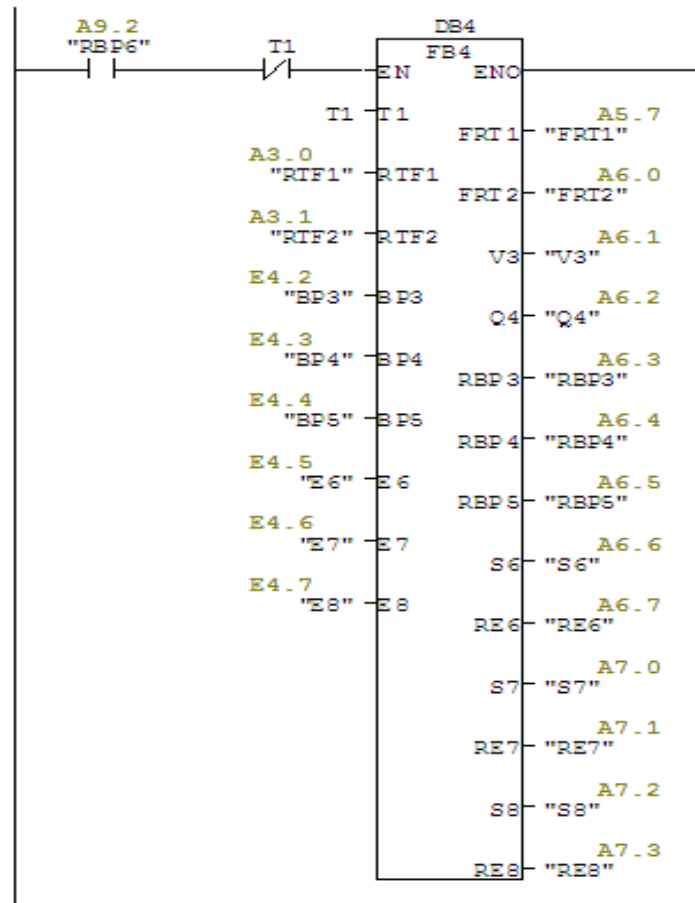


## Réseau 3 :

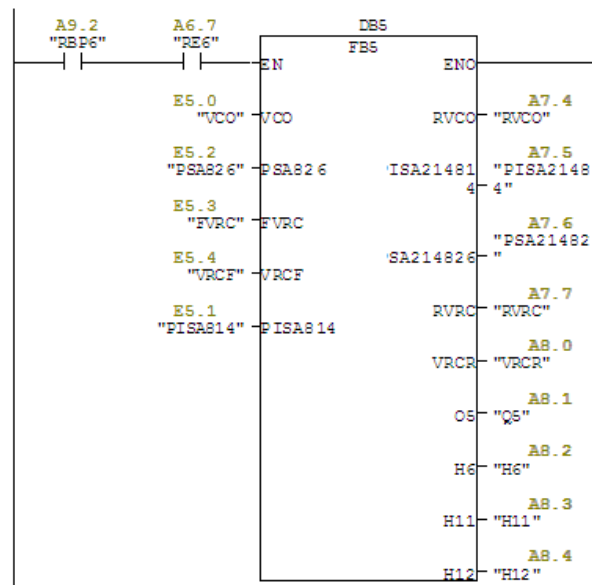




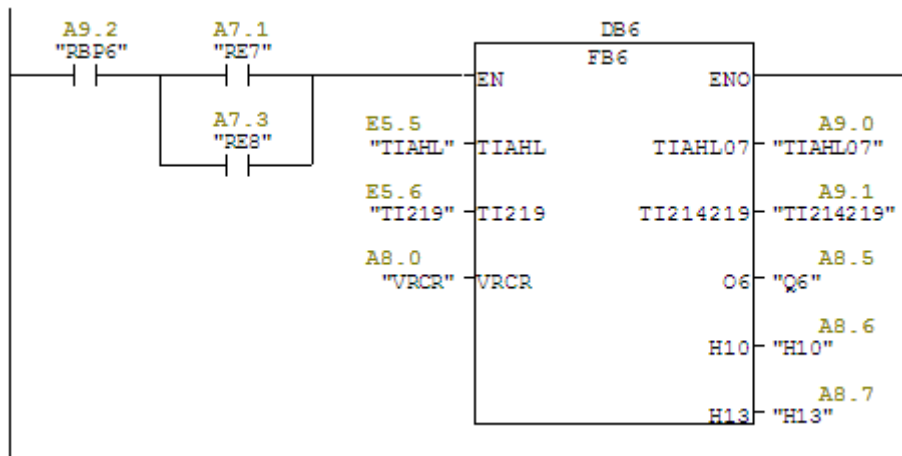
**Réseau 4 :**



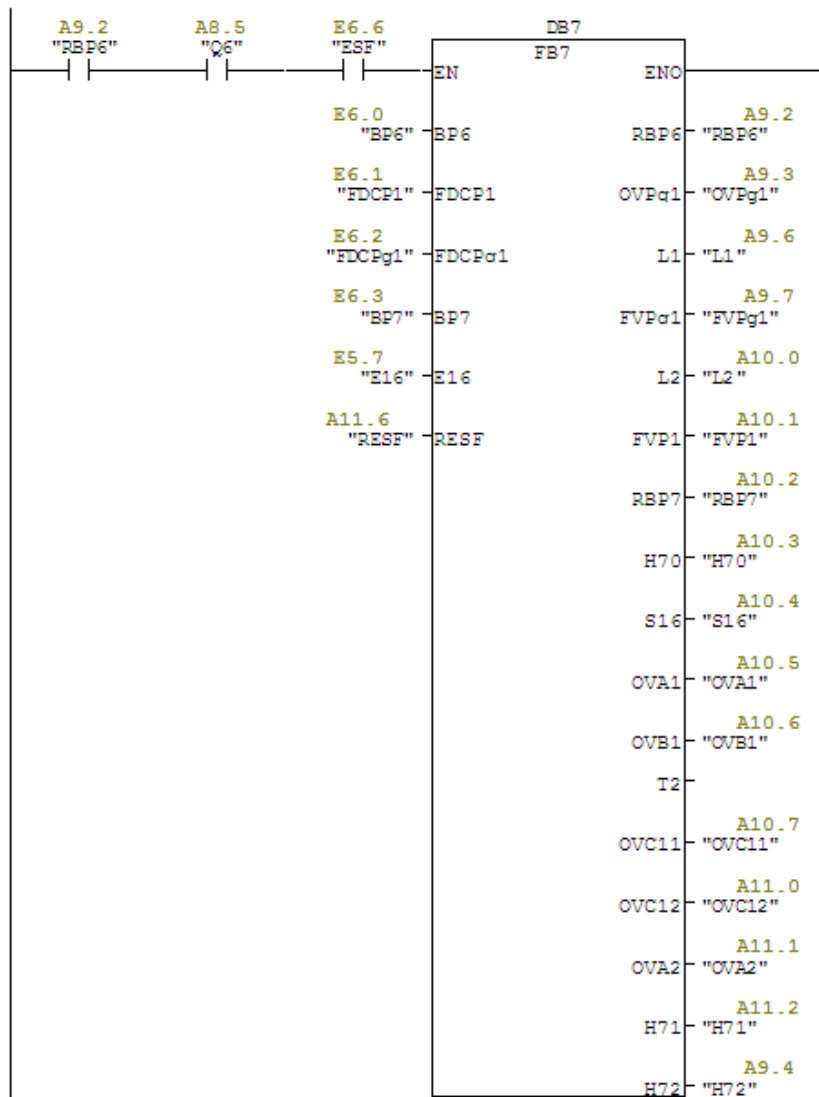
**Réseau 5 :**



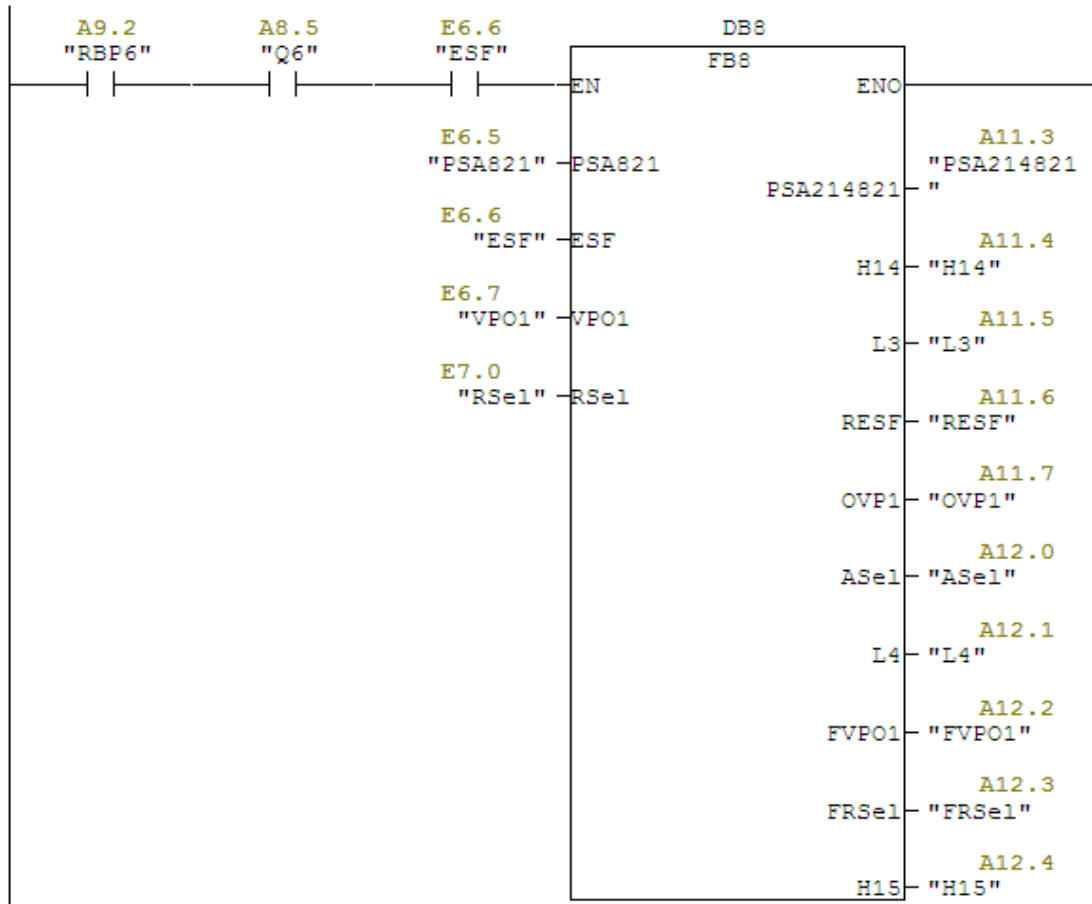
**Réseau 6 :**



**Réseau 7 :**



**Réseau 8 :**



**Réseau 9 :**

