

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud MAMMERI de Tizi-Ouzou



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

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

En vue de l'obtention du diplôme

D'INGENIEUR D'ETAT EN AUTOMATIQUE

Thème

*Développement de commande décentralisée et supervision
de l'unité traitement brut (Séparateurs et Manifold) du
centre de production de Gassi Touil SONATRACH*

Proposé par : D.FERRAS et S.ABDEL MADJID
Sonatrach DP, Gassi Touil

Présenté par :
DJELLOUT MASSINISSA
GUENFOUD YASSINE

Dirigé par : A.BENFDILA

Soutenu le : 14 JUILLET 2009 Devant le jury d'examen composé de :

M.HASNAOUI
M.CHARIF
M .AIT AIDER
O.CHILALI

Promotion 2009

Stage préparé a la direction de production de Gassi Touil Sonatrach

Remerciements

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

Nos premiers remerciements vont à notre promoteur M^r A. BENFDILA, qui a suivi et veillé sur le bon déroulement de ce travail avec ses conseils et ses remarques constitutives, et surtout pour sa compréhension et son encouragement. Ainsi qu'à notre co-promoteur DJ.FERRAS de nous avoir pris en charge et bien encadré durant l'expérimentation et reconnaissance à M^r : M.CHARIF et M^r A.MAIDI pour leur assistance et disponibilités qu'ils nous accordaient, ses remarques et leurs conseils avertis ce qui nous a permis de réaliser notre travail dans sa meilleure forme.

Nous remercions Le président du jury et les examinateurs d'avoir accepté de juger notre travail.

Nos remerciements s'adressent également au personnel de la division maintenance SONATRACH de la région GASSI TOUIL et particulièrement aux membres du service instrumentation qui ont contribué à notre formation durant notre stage.

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

Enfin, nous tenons à remercier également toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de notre travail.

Merci à tous

Sommaire

Chapitre I : Présentation et description du centre de production Gassi Touil

1-Introduction :.....	3
2 - Situation géographique de la région :.....	3
3- Developement de la region de gassi touil.....	4
4- Organigramme et structure de la région	5
5 - L'organisation et le fonctionnement de la division maintenance	5
6 – les avtivités de la region.....	9
7- Présentation de l'unité traitement brut:	9
8-Objectif de la séparation	12
9 -Description de processus	13
10- Description générale des batteries	13
11- Présentation du séparateur	15
12- Généralités sur les instruments	16
13- Généralités sur les vannes	16
14-Caractéristiques des vannes de régulation	21
15- Description des instruments constitutifs de la batterie de séparation	22
16- Convertisseur Electropneumatique	27
17- Généralité sur les régulateurs	27
18- Régulateur tout ou rien (TOR) :	28
Conclusion :	30

CHAPITRE II : Choix des instruments pour l'intégration de l'unité de séparation GTL

1-Introduction :.....	31
2-Transmission du signal de mesure :.....	31
3-Les instruments de mesures sur terrain :.....	31
4- Les transmetteurs intelligents :.....	32
5- Choix d'un transmetteur.....	33
6- Les différents transmetteurs :.....	34
7- Cahiers de charge des instruments intelligents et l'unité de séparation :.....	38
8-Choix des vannes :.....	40
9- Proposition des instruments intelligents pour l'unité de séparation :.....	40
Conclusion :.....	43

Chapitre III : Modélisation du processus par l'outil GRAFCET

1-Introduction :.....	44
2 –Généralités sur le GRAFCET :.....	44
3- Modélisation du procédé par l’outil GRAFCET :.....	48
Conclusion :.....	68

Chapitre IV : Développement d'une solution programmable

1- Introduction	69
2- Bases des entrées/sorties :	69
3- La gamme d’automate choisie:.....	69
4 - Choix de l’automate S7 300:.....	70
5- Configuration matérielle:.....	70
6- L’API dans son environnement :.....	72
7- Configuration de la périphérie décentralisée (DP) :.....	75
8- Création du programme maitre (du système d’arrêt d’urgence "ESD") :.....	76
9- Présentation de l'application S7-PLCSIM	78
10- Mise en marche du logiciel S7-PLCSIM	78
11- Création du programme de l’esclave («PCS»)	79
12- Etapes de programmation du bloc SFB41/FB41 "CONT_C"	81
Conclusion :	84

Chapitre V : Développement des vues de contrôle et de supervision

1- Introduction :.....	85
2 - Généralités sur la supervision :.....	85
3 - Présentation du logiciel de supervision Win CC FLEXIBLE 2008.....	87
4 - Développement d’un système de supervision sous Win CC Flexible 2008:.....	89
5- Réalisation des vues de contrôle et de supervision de l’unité traitement brut :.....	90
Conclusion :.....	93

Conclusion générale.....	95
--------------------------	----

Introduction Générale

Introduction générale :

Dans le secteur industriel, produire en misant sur la qualité et la flexibilité sont aujourd'hui des éléments essentiels pour pouvoir rester concurrentiel en tant qu'entreprise, Ces exigences ont également été deux moteurs du développement impressionnant du marché IHM (Interfaces Homme Machine), conduire et superviser ne se limite plus aujourd'hui simplement à un panneau raccordé à la commande, mais va bien au-delà et s'étend de l'affichage texte aux solutions PC intelligentes cohérentes.

L'automatisation a pris une grande place dans le milieu industriel, elle est devenue la nouvelle stratégie de production optée par les plus grandes entreprises actuelles, en particulier le secteur de la production pétrolière qui joue un rôle très important dans notre pays.

Ces dernières années, la SONATRACH a pris un peu d'avance avec l'installation des nouveaux systèmes numériques de contrôle très performants, la rénovation des équipements, la modernisation de l'instrumentation et des machines afin d'améliorer la fiabilité, d'assurer la sécurité industrielle, de réduire le taux de pollution ainsi que permettre d'optimiser la production ce qui agit positivement sur l'environnement et l'économie du pays.

Les insuffisances en matière de sécurité rendement et fiabilité en plus des problèmes de maintenance rencontrés à l'unité traitement brut de Gassi Touil ont poussé SONATRACH à s'intéresser à la rénovation et de la modernisation de cette unité dont l'étendue des opérations sera :

- Le remplacement du système de contrôle pneumatique local en service actuellement par un système de contrôle numérique fiable, performant, et surtout compatible avec le système de contrôle - commande
- Le remplacement des régulateurs pneumatiques locaux de (débit, pression, niveau et température), installés sur site par des boucles de régulations intégrées dans le système de contrôle numérique
- Le remplacement et /ou la modification d'un lot d'instruments pneumatiques locaux et des vannes automatiques existants, ajout des capteurs et transmetteurs électroniques,...etc.
- L'installation des postes opérateurs pour toutes les fonctions de conduite, supervision et archivage des données.
- La rénovation et le transfert du système à base de relais gérant le système d'arrêt d'urgence dans l'automate programmable industriel

Pour se faire nous avons proposé une solution qui consiste a la conception d'une commande d'automatisation a base de deux automates API S7 300. Cette dernière désigne un réseau maître constitué d'un maître de périphérique décentralisée et d'esclaves périphérique en communication via un bus de terrain PROFIBUS-2DP

Nous avons reparti notre travail en cinq chapitres. Le premier est consacré à la description générale de la région de Gassi Touil de l'unité traitement brut et des instruments utilisés actuellement. Au deuxième chapitre nous avons proposé quelques instruments pour l'adaptation de l'unité sous système numérique. Un troisième chapitre qui consiste a l'étude et modélisation du procédé par l'outil GRAFCET. Dans le quatrième chapitre nous avons introduit d'une façon générale les API et SIMATIC S7 300 particulièrement puis le langage de programmation STEP 7, ou nous avons réalisé un système de contrôle et de commande et programmé des régulateurs dans le cadre d'une application analogique avec STEP7 dans le cinquième chapitre et le dernier nous avons présenté et commenté les différentes vues de notre application sous WinCC flexible 2008. Enfin nous avons terminé notre travail par une conclusion générale et quelques perspectives.

*description de l'unité de
traitement brut de Gassi-
Touil*

1 - Introduction :

La région de Gassi Touil est à vocation pétrolière et gazière, elle est composée de plusieurs champs dont les principaux : NEZLA Nord / Sud ; Hassi Touareg Nord / Sud Gassi Touil ; Hassi Chergui Nord / Sud.

Le champ de Gassi Touil a été découvert en 1961 par le forage de GT 1, implanté au sommet de la structure (COPEFA - CEP). Ce forage a mis en évidence la présence de gaz dans les réservoirs des Trias Supérieur et Inférieur. Il a fallu attendre le forage de GT 3 (Novembre 1962 - Mars 1963), implanté sur le flanc Est de la structure, pour découvrir de l'huile dans le Trias Inférieur à une profondeur de 2100 m. Le développement de ce champ a été poursuivi très rapidement durant les deux années suivantes où pas moins de 30 puits ont été forés et mis en exploitation. Depuis, le forage de nouveaux puits a continué jusqu'en 1974, pour délimiter les contours du gisement.

2 - Situation géographique :

Le site de projet se trouve sur le champ de Gassi Touil à 150 km au sud de Hassi Messaoud, à une attitude de 30° 31' 0" nord et à une longitude de 6° 28' 7" est, l'altitude moyenne est 200m environ. Il s'étend sur une superficie d'environ 170 km de long et 105 km de large, dans une région à caractère désertique sujette aux tempêtes de sable et aux éclairs. Les effets de neige et de séisme ne sont pas à envisagés et les conditions climatiques les plus importantes sont :

- **Température de l'air** : -5⁰ C min (sous abri en hiver) et +55⁰C max (sous abri en été) ;
- **Humidité relative** : 10% min et 75 % max ;
- **Pluviométrie/gelée** : 20mm en 24 heures avec possibilité d'orages violents, fréquentes gelées en hivers.
- **Vents** : violents et souvent accompagnés de sable (180 km/h à 10 m au dessus de sol avec une direction nord-est/sud-ouest).

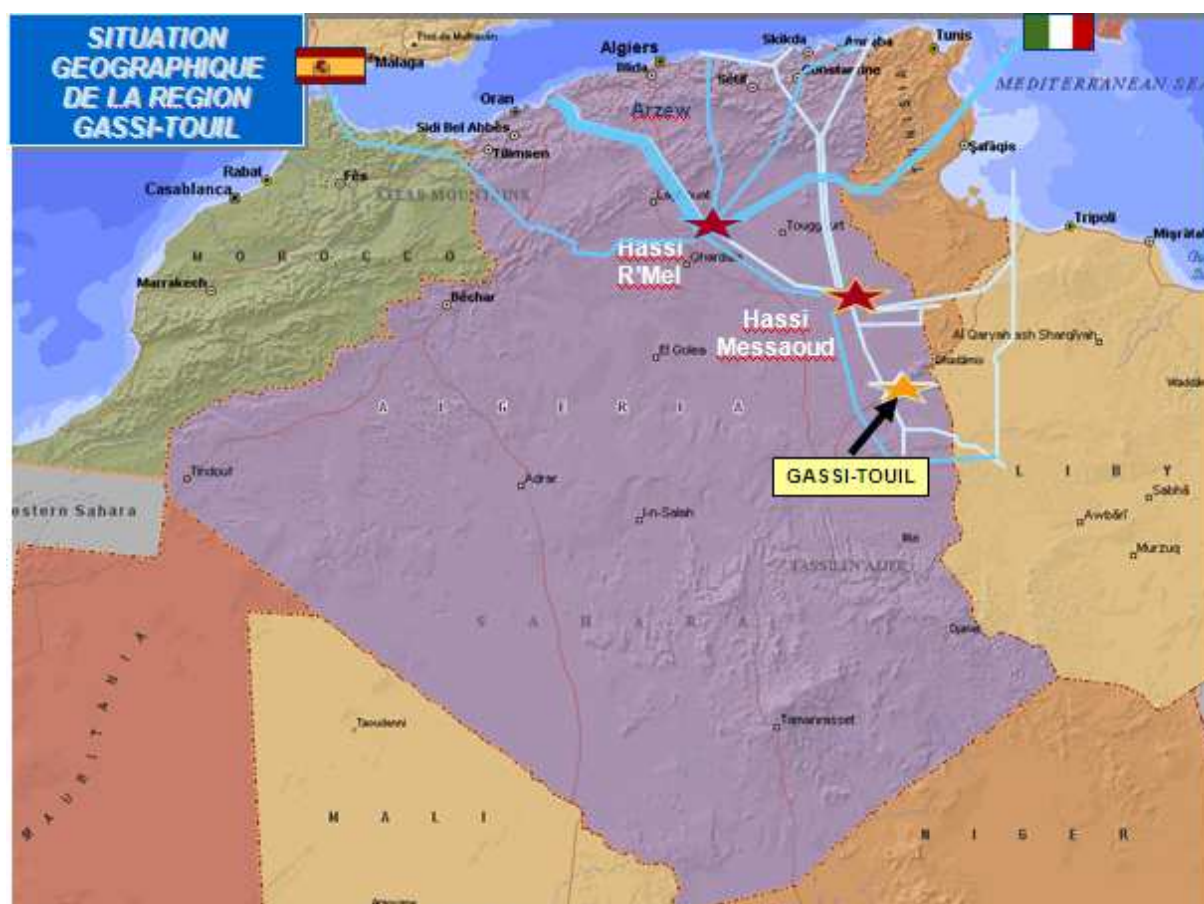


Figure I-1 : Situation géographique de la région Gassi Touil

3- Développement de la région Gassi Touil :

Il existe plusieurs champs collectés à cette région, Cette collecte est résumée dans le tableau suivant :

Tableau I-1 : Récapitulation des champs de Gassi Touil

Champs	Date de découverte	Nombre de puits forés	Nature des fluides
Nezla Nord	1958	10	Huile + Gaz
Wadi-EL Teh	1958/1959	5	Huile
Damrane	1958/1959	1	Huile
Gassi Touil	1961	80	Huile + Gaz
Hassi Chergui Sud	1962	9	Huile
Hassi Chergui Nord	1962	1	Huile
Total		106	

4 - Organisation et structure de la région :

La direction régionale de Gassi Touil est composée de 9 divisions dirigées par un directeur régional. La structure de cette direction régionale est schématisée par L'organigramme 1. Dans ces 9 divisions, on s'intéresse seulement à la division maintenance et en Particulier au service Instrumentation. Les différents services de cette division ainsi que la hiérarchie du service Instrumentation sont donnés dans l'organigramme 1.

5 - L'organisation et le fonctionnement de la division maintenance :

Elle occupe une place très importante dans la région, ceci se caractérise surtout par ses diverses activités pour le bon fonctionnement des équipements d'exploitation. Ses fonctionnements surtout d'ordre technique, électrique, mécanique et régulation. Les quatre services de cette division sont définis brièvement comme suit :

5- 1 - Service méthode :

Il est chargé de :

- ❖ La documentation technique ;
- ❖ La présentation des pièces de rechange
- ❖ L'établissement des rapports d'activité (hebdomadaire, mensuel, annuel).

5 – 2 -Service instrumentation :

Il est chargé de la maintenance et de l'entretien des instruments pneumatiques et électroniques ainsi que les équipements de régulation (vannes, transmetteurs,...etc.). Les principaux travaux de ce service sont :

- ❖ Nettoyage, vérification et contrôle des instruments de régulation (pneumatique et électronique) ;
- ❖ Contrôle des points de consignes ;
- ❖ Vérification de la pression d'air instrument et de gaz instrument à l'entrée de chaque appareil ;
- ❖ Etalonnage des instruments ;
- ❖ Contrôle et vérification des systèmes anti-incendie.

5- 3 - Service électricité :

Chargé de tous les travaux de nature électrique tel que le réseau d'alimentation en énergie électrique, sous station électrique, équipement, appareillage, ...etc., la nature des travaux à la charge de ce service est à caractère préventif, curatif et prédictif.

5 - 4 - Service mécanique :

Ce service prend en charge tous les travaux de nature mécanique tel que : accouplement, alignement, changement des parties défectueuses, réparation,... Il est composé de trois ateliers :

- ❖ Atelier mécanique : réparation des pannes de nature mécanique ;
- ❖ Atelier usinage : équipé des machines outils ;

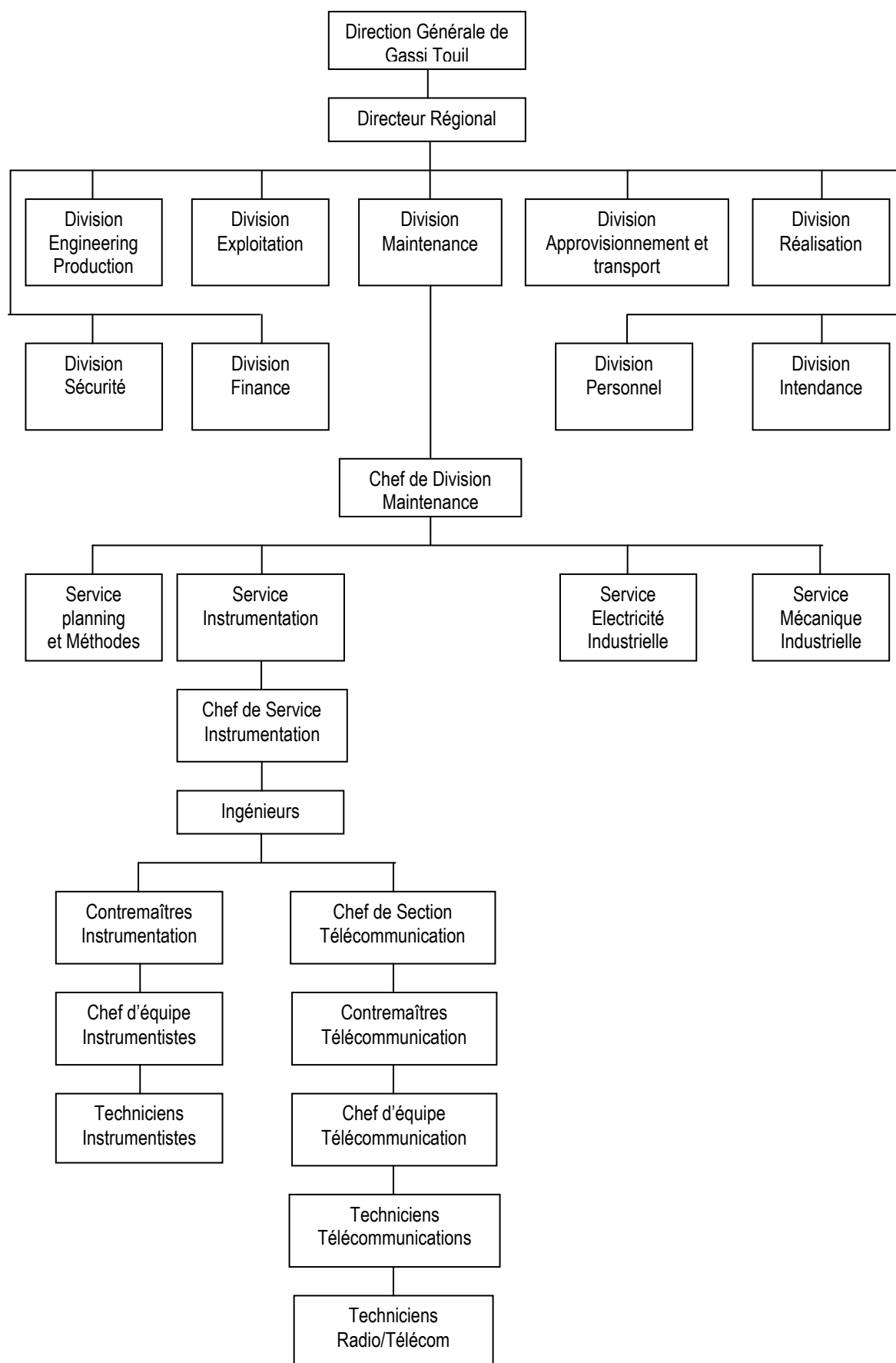


Figure I-1 : Organisation générale de la région Gassi Touil.

6 - Les activités de la région :

Elle dispose de différentes installations de base, permettant d'assurer la production, le stockage et l'expédition des hydrocarbures, dont principalement :

- Une unité de traitement brut (Manifold, Séparateurs);
- Des unités de stockage du brut ;
- Une unité de traitements du GAZ ;
- Une unité d'injection gaz pour le maintien de la pression dans le gisement ;
- Une unité de déshuilage pour la protection de l'environnement ;
- Laboratoire d'analyse.
- Unité d'exploitation
- Unité de sécurité industrielle.

A ce jour là, 106 puits sont en exploitation, répartis sur l'ensemble des champs. La production cumulée depuis l'origine est de 86 millions de m³, pour des réservoirs globaux en place de 472 millions de m³.

Toutes les quantités d'huiles et de gaz, récupérées à partir des puits, sont acheminées vers le centre de production de Gassi Touil.

Dans la suite de notre travail, on va s'intéresser seulement à l'unité traitement brut manifold (satellite N°0, 1, 2,3) manifold puits et séparateurs d'huile.

L'unité traitement brut du centre de production de Gassi Touil comporte essentiellement une unité Manifold (puits et satellites 0, 1, 2,3) et une unité de séparation qui comporte plusieurs batteries de deux séparateurs chacune. Chaque séparateur est équipé de plusieurs instruments et de boucles de régulation afin d'assurer son bon fonctionnement.

Dans cette partie, on va aborder le rôle des manifolds et une description de ce procédé de séparation en faisant recours au fonctionnement des différents instruments tel que régulateurs pneumatiques, vannes, capteurs et contacteurs de sécurité.

7- Présentation de l'unité traitement brut:

Le pétrole extrait d'un gisement est généralement accompagné de gaz dissous, d'eau salée et de particules solides provenant des sédiments et de la corrosion des installations.

Le traitement du brut est une opération de séparation qui consiste à éliminer le gaz, l'eau et les sédiments du pétrole pour le rendre propre, non agressif pour les ouvrages en acier et stabilisé par des raisons de sécurité, de stockage et de transport.

Le rôle de la séparation est d'éliminer l'eau de gisement, et de traiter l'huile où le gaz pour qu'aux conditions atmosphériques il n'y aurait plus de gaz dans l'huile.

a- Définition du manifold:

Le brut sortant des puits producteurs est acheminé dans des collectes individuelles de diamètre 3'' à 4'' vers manifolds collecteurs situés dans le champ (manifolds satellites No 0, 1, 2, 3). De là, le brut est acheminé vers l'unité de séparation à travers de gros collecteurs de diamètres 6'', 9'', 10'' et 12''. A l'entrée du centre, l'huile entre dans l'unité de séparation via un manifold qui représente un jeu de vannes.

b- But : Le jeu de vannes se trouve a l'entrée du séparateur il permet :

- Choix du séparateur vers le quelle le brut sera acheminé qui dépends de la pression du puits.
- D'envoyer l'effluent dans une autre direction en cas de panne sur le séparateur sans avoir à arrêté la production.
- La fermeture des vannes lors d'une détection d'urgence.

c- Paramètres à surveiller dans un manifold:

- pression d'entrée (arrivées puits)
- les vannes automatiques, pipes,...etc.
- les capteurs de débit
- capteurs de sécurité (détections Gaz, Feu ...)

a-Généralités sur les séparateurs :

Le traitement consiste à séparer les principaux composants de l'effluent brut afin de permettre la livraison au client de produit conforme à des normes définies, le fluide en place dans un gisement est un mélange constitué d'hydrocarbures liquide ou gazeux et d'eau. A l'origine, ce mélange est dans un état d'équilibre qui dépend de sa composition ainsi que des conditions de pression et de température existant dans la formation. L'exploitation détruit cet équilibre.

b- Définition :

Un séparateur est une capacité sous pression incorporée à un circuit où elle provoque un ralentissement de la vitesse d'écoulement de l'effluent. A la faveur de cette tranquillisation, les fluides se trient par différence de densité. Les liquides s'accumulent dans le bas de la capacité ou ils sont soutirés. Le gaz plus léger s'échappe par le haut. Des aménagements intérieurs de la capacité en améliorent l'efficacité. Des piquages pourvus de vannes et des appareils de mesure permettent le contrôle du fonctionnement.

La séparation consiste à éliminer le gaz, l'eau et les sédiments du pétrole pour le rendre propre, non agressif pour les ouvrages en acier et stabilisé par des raisons de sécurité, de stockage et de transport. La séparation s'effectue dans une série de trois séparateurs horizontaux qui représentent trois étages de séparation (HP, MP, ATP). Les deux premiers étages forment une batterie.

b-1- séparateurs tris phasiques :

Le schéma général d'un séparateur tri phasique est donné par la figure suivante :

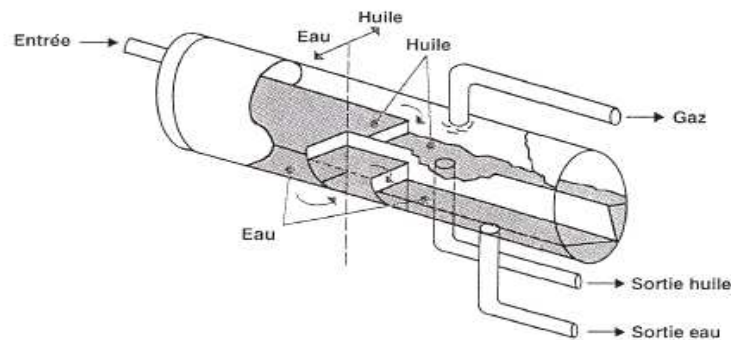


Figure I-2 : Schéma général d'un séparateur triphasique.

b-2- Fonction trois phases, obtenue par cloisonnement de la chambre :

Le séparateur est de type horizontal, une cloison verticale est placée dans l'axe du cylindre dans sa partie avale.

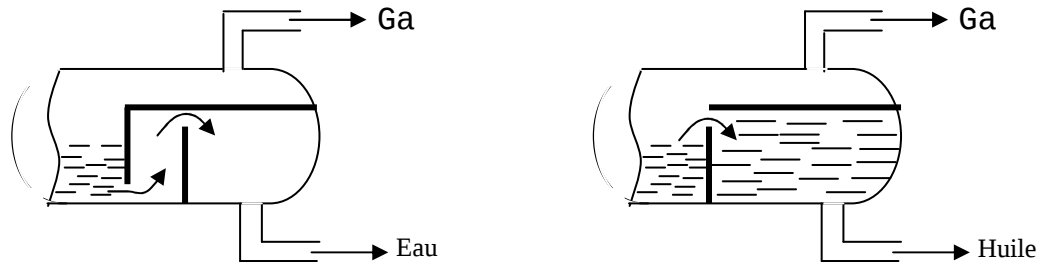


Figure I-3 : Séparation trois phases par cloisonnement de la chambre de rétention.

b-3- Fonction trois phases, obtenue par deux contrôleurs de niveaux :

Deux contrôleurs de niveaux sont installés à des hauteurs telles que l'un contrôle l'interface gaz – huile et l'autre, l'interface huile – eau

Les contrôles de ce type de séparateurs sont équipés de plongeurs à flottabilité négative, suspendus à une barre de torsion. Ils sont à actions proportionnelles et ils agissent sur les vannes de décharge dans le sens et avec l'amplitude convenable pour que les hauteurs des interfaces restent constantes. Le montage des contrôleurs de niveau avec flotteurs ou plongeurs à l'intérieur du séparateur existe également. Mais il oblige à prévoir des trous d'homme suffisamment grands pour le passage des flotteurs, ainsi que des cloisons, dans la chambre de décantation, pour les protéger contre les turbulences qui nuiraient à la précision de la mesure. Une étude de dimensionnement a été faite par le service collecte et desserte, et il a été décidé que le séparateur qui sera installé au niveau du manifold sera de type horizontal, à séparation tri phasique.

c- But : la séparation permet :

- la séparation du brut de certains constituants pour le rendre commerciale sur le marché international
- transporter le brut en toute sécurité.
- D'éliminer l'eau du gisement, et de traiter l'huile et le gaz séparément.

d- Paramètres à surveiller sur un séparateur:

- la pression de séparation
- le niveau d'huile et d'eau
- la température
- temps de rétention $T = C / Q$

- les vannes automatiques et les capteurs

8- L'objectif de la séparation :

- **Technique :**

Le fluide doit se maintenir en état monophasique dans les installations de stockage, et de transport. Eviter les bouchons de gaz sur les installations d'huile, et la formation de condensât ou hydrates dans les conduites de gaz.

- **Economique :**

Une séparation bien menée augmente le volume de liquide récupéré, en plus l'élimination de l'eau économise les frais de transport, et d'entretien inutile.

- **Contrôle :**

Il est possible grâce aux mesures prises sur les séparateurs d'évaluer le plus exactement ce que l'on tire des puits et par conséquent de mener le plus rationnellement l'exploitation de gisement « contrôle de G. O. R », la densité d'huile...etc.

9 -Description de processus :

La séparation, le fonctionnement d'un séparateur, est conditionnée par trois éléments physiques qui sont :

- ❖ Température en °C ou en °F
- ❖ Pression d'entrée en psig, ou en Bars.
- ❖ Vitesse de passage de fluide.

Dans la pratique, les trois paramètres ne sont pas indépendants mais interférents les des autres. En pratique, on se limite à trois étages de séparation pour des raisons économique, car au delà le gain de récupération est faible. Il existe pour chaque étage une pression pour laquelle la récupération est maximale.

Le procédé utilisé est le flash par étapes successives. Dans le cas de Gassi Touil, cette séparation s'effectue dans une série de trois séparations horizontales représentant trois étages de séparation (HP, MP, ATP). Les deux premiers étages forment une batterie.

Le brut sortant des puits producteurs est acheminé dans des collectes individuelles de diamètre 3'' à 4'' vers manifolds collecteurs situés dans le champ (appelés manifolds satellites No 0, 1, 2, 3). De là, le brut est acheminé vers l'unité de séparation à travers de gros collecteurs de diamètres 6'', 9'', 10'' et 12''.

10 - Description générale des batteries :

L'unité de traitement de brut (unité de séparation) regroupe une série de onze batteries, chaque batterie est formée d'un couple de séparation. Le schéma général de cette unité ainsi que les bacs de stockage de produit résultant sont donnés dans la **figure I-4**.

10-1- Batteries principales:

A l'entrée de l'unité de séparation, les affluents provenant des manifolds sont homogénéisés puis acheminés vers quatre batteries principales pour avoir des paramètres identiques. Le brut est alors introduit dans le premier étage (étage HP) où il subit la première détente de 800 psi g à 360 psi g en libérant une grande partie de gaz dissous dit gaz HP. Par différence de densité, l'eau, le brut et le gaz sont alors séparés à l'intérieur de la capacité du séparateur. Le gaz est évacué par le haut vers l'unité de réinjection de gaz pour le réinjecter dans le gisement pour le maintien de pression. L'excédent est envoyé vers torche. Le brut (l'eau est l'huile) sort par le bas du séparateur HP sous contrôle de niveau et entre dans le deuxième séparateur (étage MP) où il subira une deuxième détente de 360 psi g à 30 psig. de la même manière gaz, brut et eau sont séparés. Le gaz est envoyé vers la torche, l'eau et le brut sont envoyés au bac de stockage. Dans ce bac, l'eau est purgée vers le bournier. Ainsi s'achève l'opération de séparation. Le brut est stocké dans des bacs à toit flottant (au nombre de trois), et est préparé pour les expéditions.

10-2 Batterie faible pression :

Cette batterie traite les effluents des puits à faible GOR (Rapport Gaz sur l'Huile). Selon le même principe de séparation, seule la pression de premier étage est différente, car elle faible (120 psi).

10-3 Batterie test :

Le suivi de l'évolution de la production par puits depuis l'origine est une tâche quotidienne. Périodiquement, la production individuelle des puits est contrôlée dans les batteries d'essai ou batteries test.

Le puits à jauger est sélectionné au niveau des Manifolds satellites/puits et sa production acheminée dans un collecteur réservé à cet effet.

A l'entrée de l'unité, l'effluent du puits à tester est dirigé vers l'une de deux batteries test existantes. Une troisième batterie de test est montée en 1991 pour permettre les démarrages des puits à faible GOR.

Le principe de séparation reste le même mais le stockage s'effectue dans des bacs de test pour mesurer les volumes produits est déterminer la productivité du puits en question, son GOR, son WOR,...etc.

10-4 Batterie Forte Pression HP7 :

La batterie HP7 a été réalisée pour traiter les puits à fort GOR ayant une pression d'environ 60 bars.

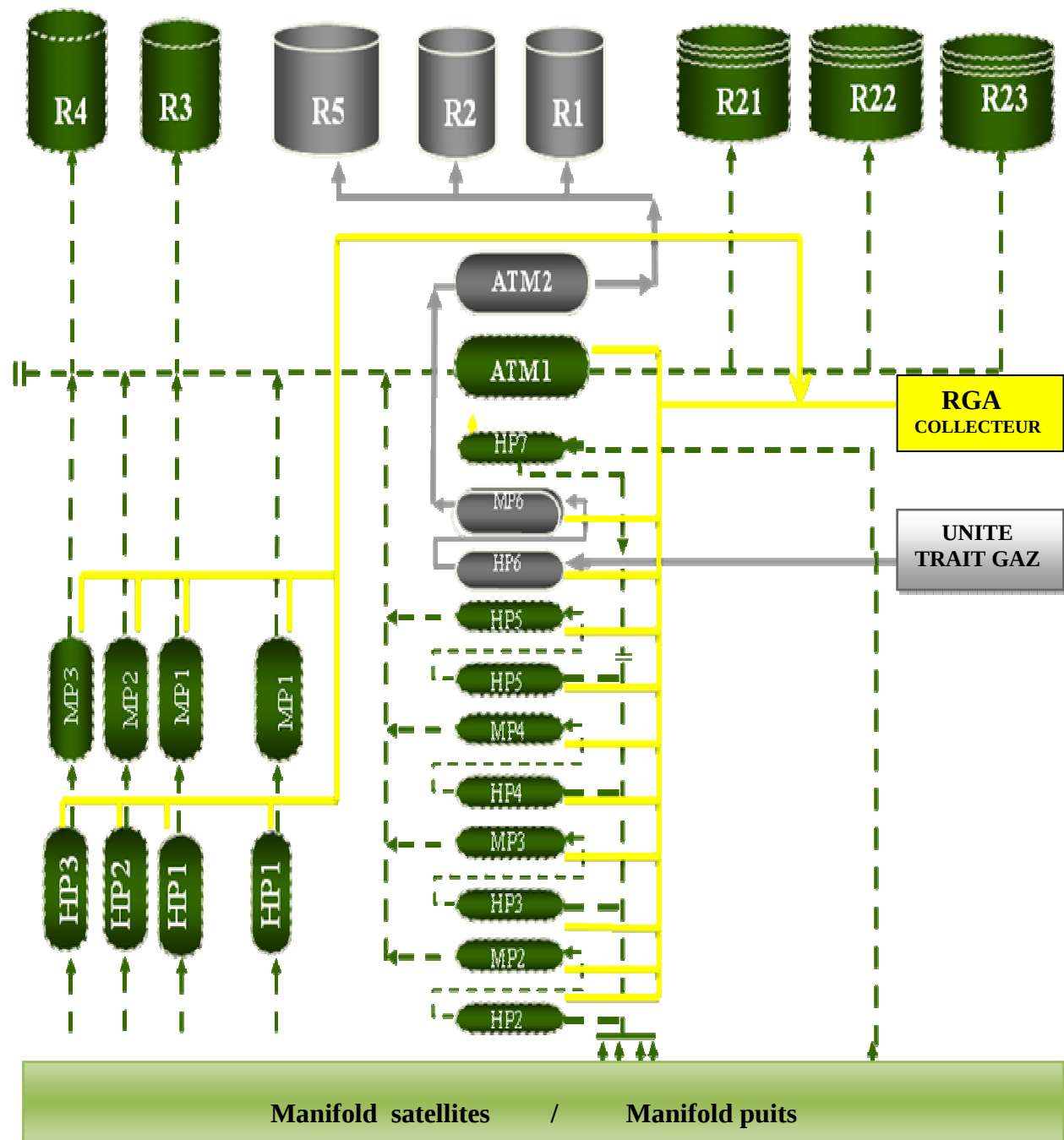


Figure I-4 : Unité Traitement brut Gassi Touil.

11- Présentation du séparateur :

Le séparateur est régi par une régulation pneumatique, en raison de la simplicité, de la robustesse et du moindre prix des instruments, ainsi que la disponibilité quasi générale du fluide nécessaire à sa mise en œuvre. Deux contrôleurs de niveau sont installés à des hauteurs telles que l'un contrôle l'interface gaz huile et l'autre l'interface huile-eau. Un autre contrôle de pression est prévu afin de maximiser la sécurité de l'installation de toute montée irraisonnable de la pression et de protéger le gazoduc de tout engouffrement d'huile. Les contrôleurs de l'huile et de l'eau sont équipés de plongeurs à flottabilité négative, suspendus à une barre de torsion. L'appareil mesure un couple créé par le poids du plongeur et la force de réaction de la barre de torsion. Ce couple varie avec la poussée d'Archimède sur le plongeur quand le niveau du liquide se déplace. Les contrôleurs sont à actions proportionnelles et ils agissent sur les vannes de décharge dans le sens et avec l'amplitude convenable pour que les hauteurs des interfaces restent constantes.

A partir du champ, les paramètres suscités (les différents niveaux et pressions) seront collectés, convertis en digital, ensuite envoyé vers le centre de supervision.

12- Généralités sur les instruments :

12-1. Capteurs :

Un capteur est un organe de prélèvement d'information qui élabore à partir d'une grandeur physique, une autre grandeur physique de nature différente (très souvent électrique). Cette grandeur représentative de la grandeur prélevée est utilisable à des fins de mesure ou de commande.

a. Capteur actif :

Fonctionnant en générateur, un capteur actif est généralement fondé dans son principe sur un effet physique qui assure la conversion en énergie électrique de la forme d'énergie propre à la grandeur physique à prélever, énergie thermique, mécanique ou de rayonnement.

b. Capteur passif :

Il s'agit généralement d'impédance dont l'un des paramètres déterminants est sensible à la grandeur mesurée. La variation d'impédance résulte :

- ❖ Soit d'une variation de dimension du capteur, c'est le principe de fonctionnement d'un grand nombre de capteur de position, potentiomètre, inductance à noyaux mobile, condensateur à armature mobile ;
- ❖ Soit d'une déformation résultant de force ou de grandeur s'y ramenant, pression accélération (armature de condensateur soumise à une différence de pression, jauge d'extensiométrie liée à une structure déformable)

12-2- Corps d'épreuve et Capteurs composites :

Pour des raisons de coût ou de facilité d'exploitation on peut être amené à utiliser un capteur, non pas sensible à la grandeur physique à mesurer, mais à l'un de ses effets. Le corps d'épreuve est le dispositif qui, soumis à la grandeur physique à mesurer produit une grandeur directement mesurable par le capteur.

12-3- Capteur intégré :

C'est un composant réalisé par les techniques de la micro-électronique et qui regroupe sur un même substrat de silicium commun, le capteur a proprement dit, le corps d'épreuve et l'électronique de conditionnement.

13- Généralités sur les vannes :

La vanne de régulation est utilisée comme organe de réglage dans différentes boucles de régulation, parmi lesquelles on peut citer : régulation de niveau, régulation de pression et régulation de débit.

13-1 Fonction de la vanne de réglage :

On attend donc de la vanne qu'elle fasse varier un débit de fluide en fonction des variations du signal en provenance du régulateur. La vanne de réglage est 'un robinet' commandé non plus manuellement, mais à distance, par un signal électrique ou pneumatique.

13-2. Contraintes dues au fluide et à l'environnement :

La vanne de réglage devra être conçue et fabriquée de manière à fonctionner correctement, et avec un minimum d'entretien, malgré un certain nombre de problèmes posés par le fluide et par son environnement.

Le fluide qui passe dans la vanne de réglage peut être :

- ❖ Corrosif (attaque chimique des matériaux) ;
- ❖ Chargé de particules solides (érosion, encrassement de la vanne) ;
- ❖ Chargé de bulles gazeuses, ou constitué d'un mélange de liquides et de gaz non homogènes ; Visqueux (exemple de l'huile) ;
- ❖ Inflammable ou explosif en présence de l'air, d'une étincelle ;
- ❖ Toxique, donc dangereux en cas de fuite ;
- ❖ Sous forte pression ou sous vide ;
- ❖ À très basse température ou à très haute température.

L'analyse approfondie et la résolution de ces problèmes doivent permettre d'assurer la sécurité du personnel et des installations, ainsi que le bon fonctionnement de la vanne.

13-3. Eléments constituant la vanne de réglage :

La vanne est constituée de deux éléments principaux :

- ❖ **Le servomoteur** : c'est l'élément qui assure la conversion du signal de commande en mouvement de la vanne ;
- ❖ **Le corps de vanne** : c'est l'élément qui assure le réglage du débit.

13. 4. Forme du corps de vanne : On distingue les différents corps de vannes :

- ❖ **Le corps droit** : l'entrée et la sortie sont dans le même axe ;
- ❖ **Le corps d'angle** : l'entrée et la sortie sont dans deux plans perpendiculaires ;

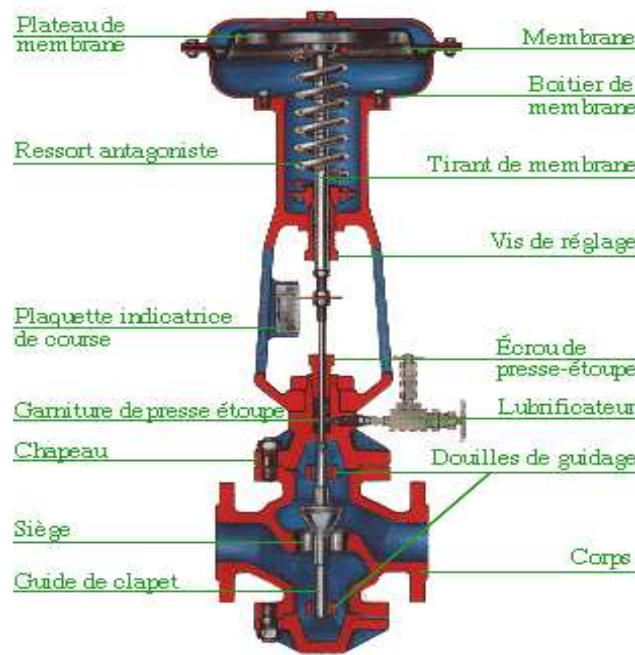


Figure I-5 : Schéma général d'une vanne.

- ❖ **Le corps mélangeur** : il possède deux entrées et une sortie afin de permettre le mélange de deux fluides ;
- ❖ **Le corps de dérivation (répartiteur)** : il possède une entrée et deux sorties afin de permettre la séparation du fluide suivant deux directions.

13. 5. Type de corps de vanne :**a. Clapet simple siège :**

Avantage :

- ❖ Bonne étanchéité à la fermeture (après rodage du clapet sur le siège) ;
- ❖ Existence de clapets réversibles à double guidage permettant d'inverser le sens d'action du corps de vanne par un montage à l'envers.

Inconvénients :

- ❖ La poussée du liquide exerce une force importante sur le clapet ce qui nécessite un actionneur puissant d'où utilisation d'un simple siège pour une différence de pression faible ;
- ❖ Frottements importants au niveau du presse étoupe ;
- ❖ Passage indirect donc plus grand risque de bouchage par des particules en suspension.

b. Clapet double siège :

Constitué par deux clapets et par deux sièges vissés. Le principal avantage apporté au corps de vanne à simple siège concerne son équilibrage, c'est à dire la diminution de la force résultante due à la poussée du fluide sur le clapet donc utilisable pour des fortes différences de pression. Son principal inconvénient est une mauvaise étanchéité de la fermeture du fait de la double portée.

c. Clapet à cage :

Il comprend un obturateur et une cage. Le fluide arrive perpendiculairement à la cage et passe par un espace déterminé par la position de l'obturateur (sorte de piston) à l'intérieur de la cage. En position basse, les trous situés à la partie inférieure de la cage sont obturés et réalisés ainsi l'étanchéité de la vanne à la fermeture.

Avantage :

- ❖ Équilibrage grâce aux trous dans l'obturateur ;
- ❖ Bonne étanchéité à la fermeture ;
- ❖ Bonne plage de réglage ;
- ❖ Cages spécifiques possibles pour obtenir différentes caractéristiques, ou pour résoudre un problème de cavitation (cage anti cavitation) ou de bruit (cage antibruit) ;
- ❖ Le changement de cage est aisé.

Inconvénients :

- ❖ Corps droit non réversible ;
- ❖ Risque de coincement de l'obturateur dans la cage avec des fluides chargés de particules solides.

d. Clapet à papillon :

L'obturateur est un disque dont le diamètre est égal au diamètre intérieur de la conduite. À la fermeture, ce disque a sa surface perpendiculaire au sens du passage du fluide. La variation de la section de passage se fait par inclinaison de ce disque par rapport à la verticale. La tige de l'obturateur effectue un mouvement de rotation, ce qui est nettement

préférable pour la presse étoupe (meilleure étanchéité). Cette rotation est souvent limitée à un angle d'ouverture de 60° à cause de l'importance du couple exercé par le fluide.

Ce type de vanne n'est réalisable que pour des grands diamètres $DN > 4''$. Vu la surface de l'obturateur et la forme de celui-ci, il ne peut être utilisé pour des pressions très élevées. Du fait de la grande longueur de portée du papillon sur le corps (qui forme aussi le siège), l'étanchéité à la fermeture est délicate à obtenir, donc mauvaise le plus souvent. A noter aussi un frottement dû à la force de poussée du liquide qui plaque la tige de l'obturateur contre la garniture (effort transversal).

e. Clapet à membrane :

Elle est utilisée dans le cas de fluides très chargés de particules solides, ou très corrosifs. La section de passage est obtenue entre une membrane déformable en caoutchouc synthétique généralement et la partie inférieure du corps de vanne.

Avantages :

- ❖ Solution peu coûteuse ;
- ❖ Supprime les presse étoupes d'où le risque de fuites éventuelles ;
- ❖ Bonne étanchéité à la fermeture.

Inconvénients :

- ❖ Précision de réglage très médiocre ;
- ❖ Caractéristique statique mal définie ;
- ❖ Pression maximale supportable faible ;
- ❖ Température maximale d'environ 200°C.

f. Les servomoteurs :

Le servomoteur est l'organe permettant d'actionner la tige de clapet de la vanne. L'effort développé par le servomoteur à deux buts :

- ❖ _ Lutter contre la pression agissant sur le clapet ;
- ❖ _ Assurer l'étanchéité de la vanne ;

Ces deux critères conditionnent le dimensionnement des servomoteurs. Le fluide moteur peut être :

- ❖ De l'air ;
- ❖ De l'eau ;
- ❖ De l'huile ;
- ❖ De l'électricité (servomoteur électrique).

En général, le fluide est de l'air et la pression de commande varie de 0,2 bar à 1 bar. On distingue :

- ❖ Le servomoteur classique à membrane, conventionnel (à action direct ou inverse) ou réversible (on peut changer le sens d'action) ;
- ❖ Le servomoteur à membrane déroulante, surtout utilisé pour les vannes rotatives ;
- ❖ Le servomoteur à piston, utilisé lorsque les efforts à fournir sont très importants.

La pression de commande peut être importante. Le fluide moteur peut être de l'air, de l'eau ou de l'huile ;

- ❖ Le servomoteur électrique, utilisé pour les vannes rotatives. On associe à un moteur électrique un réducteur de vitesse permettant ainsi d'obtenir des couples très importants.

14. Caractéristiques des vannes de régulation :

14-1. Caractéristique intrinsèque de débit :

C'est la loi entre le débit Q et le signal de vanne V , la pression différentielle ΔP aux bornes de la vanne étant maintenue constante.

On distingue essentiellement trois types de caractéristiques intrinsèques de débit :

- ❖ Linéaire ;
- ❖ Egal pourcentage ;
- ❖ Tout ou rien.

14-2. Débit linéaire PL :

Le débit évolue linéairement en fonction du signal. La caractéristique est une droite. Des accroissements égaux du signal vanne provoquent des accroissements égaux de débit.

14-3. Débit égal en pourcentage EQP :

La caractéristique est une exponentielle. Des accroissements égaux du signal vanne provoquent des accroissements égaux de débit relatif

14-4. Débit tout ou rien PT :

Cette caractéristique présente une augmentation rapide du débit en début de course pour atteindre alors environ 80% du débit maximum.

14-5 Position de la vanne en cas de manque d'air :

a. Cas des servomoteurs à diaphragme, a piston simple effet :

En cas de panne d'air, par action du ressort antagoniste, le servomoteur prend une position extrême permettant d'amener l'obturateur en position de fermeture ou d'ouverture complète. Ces types de servomoteurs ne posent donc pas de problème particulier pour le respect de la spécification (servomoteurs "directs", "inverses", réversibles.)

b. Cas des servomoteurs à piston double effet :

En cas de panne d'air, le piston prend une position quelconque selon la force exercée par le fluide sur l'obturateur de la vanne. Afin de forcer la position de l'obturateur, il est donc nécessaire de prévoir un dispositif comprenant une réserve d'air comprimé et des éléments de commutation permettant d'amener la vanne à la position choisie en cas de panne

15- Description des instruments constitutifs de la batterie de séparation :

Dans le cadre de notre étude de l'unité de séparation du brut on va aborder dans cette partie la description des différents instruments se trouvant au niveau des batteries de séparation ainsi que leurs caractéristiques techniques tel que les capteurs et les actionneurs qui sont illustré par la **figure II-6**.

Nous citons quelques notations utilisées dans ces séparateurs :

PI : indicateur de pression.

TI : indicateur de température.

PC : régulateur de pression.

LC : régulateur de niveau.

LG : Afficheur à glace.

LAH : indicateur de haut niveau.

LAL : indicateur de bas niveau.

FR : enregistreur de quantité de débit.

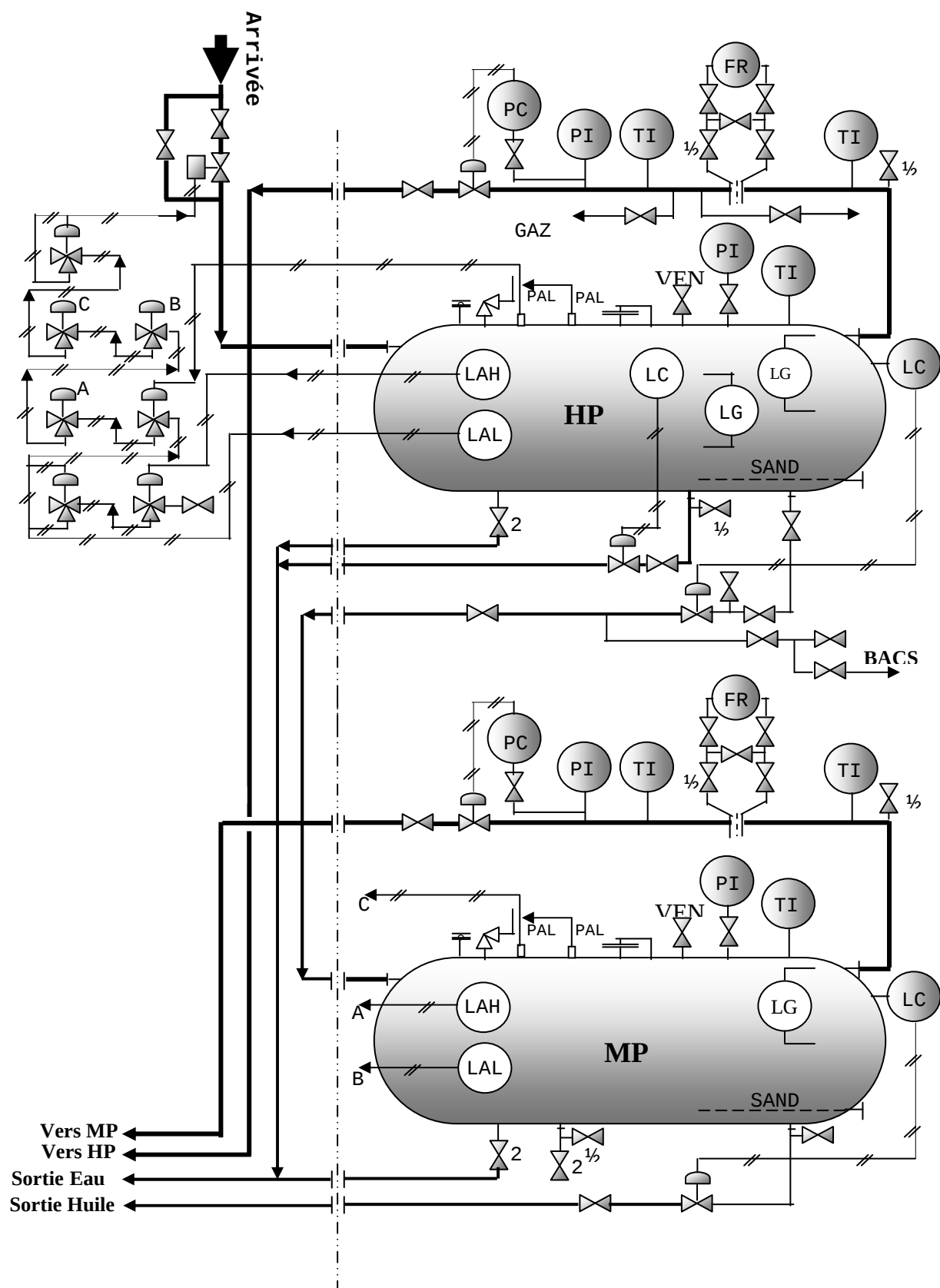


Figure I-7 : SEPARATEUR HP ET MP

15-1 Régulateurs et transmetteurs pneumatiques de niveau :

La pression et le niveau de cette unité de séparation sont régulés via un des régulateurs de type proportionnels séries 2500-249.

L'entrée du régulateur de pression est obtenue par un piquage dans le pipe relie à la vanne à réguler par contre celle du régulateur de niveau est obtenue à travers un flotteur suspendu à ce dernier.

Le capteur et le transmetteur de niveau utilisés dans notre unité, qui est un régulateur sans cage, sont donnés par la figure 9. Ce type de capteur est

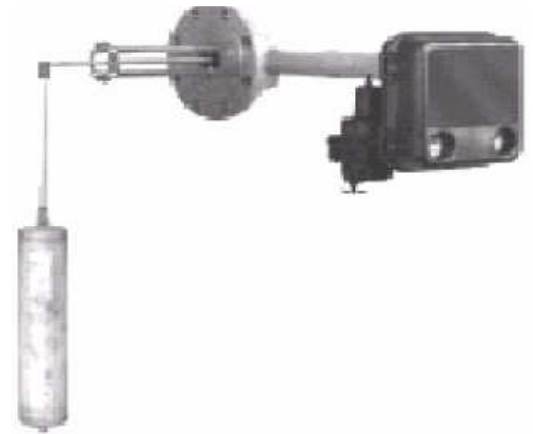


Figure I-8 : Régulateurs et transmetteurs
Pneumatiques de niveau

Généralement utilisé dans les applications de contrôle de densité et d'interfaces exigeant des plongeurs de grande dimension qui se prêtent plus facilement à un montage sur bride jusqu'à 203mm (8 in), et l'existence d'un grand nombre de longueurs de tige de plongeur différentes permet de descendre le plongeur à la profondeur la plus avantageuse dans le réservoir.

Caractéristiques :

- ❖ **Facilité de réglage :** La modification du point de consigne de la bande proportionnelle s'effectue au moyen d'une commande simple par cadran ;
- ❖ **Construction simple et durable :** L'instrument comporte peu de pièces mobiles. Le support à couteau du détecteur et le roulement à billes du boîtier de l'instrument en laiton pour l'arbre tournant du tube de torsion assurent un fonctionnement avec le minimum de frottement ;
- ❖ **Sensibilité aux faibles variations :** La réaction du plongeur à de faibles variations de densité permet l'utilisation de ces instruments pour les applications de contrôle de densité et toutes autres exigeant une réponse à de faibles niveaux de modifications du signal d'entrée ;
- ❖ **Facilité d'inversion :** Il est possible d'inverser l'action (directe/inverse et vice versa) sur le site sans pièce supplémentaire.

15-2 Vanne de régulation :

Dans l'unité de séparation donnée précédemment, il existe deux types de vannes à savoir le type 657 et le type 667. Le premier type est à action directe par contre le deuxième est à action inverse. Ces deux types sont de type égal pourcentage, ils sont donnés par la figure suivante :

Caractéristiques :

- ❖ Excellente linéarité entre la pression de charge et la course ;
- ❖ Limite de température de l'équipement interne avec sièges métalliques standard fixée 427°C ;
- ❖ Fonctionnement de service à basse température pour toute dimensions de diaphragme des actionneurs de type de 667 et 657 permet une performance de fonctionnement à -50°C. Un positionneur est recommandé pour assuré une réponse stable à -40°C
- ❖ Caractéristiques de débit : différents types de cage et d'obturateur autorisant l'obtention de caractéristiques de débit particulières pour les applications hautement spécialisées. La cage standard peut être fournie avec trois caractéristiques de débits différents :
- ❖ L'ouverture rapide ;
- ❖ Linéaire ;
- ❖ Egal pourcentage.



Figure I-9 : Vannes de régulation

15-3 Capteur de pression :

Le capteur de pression utilisé dans l'unité de séparation est le manomètre à tube de Bourdon. Il est vissé avec le support de tube qui forme 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 est affiché sur le cadran en tant que valeur de pression. Le système de mesure, le cadran et l'aiguille sont montés dans un boîtier.

- **Utilisation :**

Les manomètres à tube de Bourdon sont utilisés pour la mesure de pressions positives ou négatives de fluides gazeux ou liquides, à condition que ceux-ci ne soient ni hautement visqueux ni cristallisant. Les étendues de mesure s'étalent sur toutes les plages selon DIN de 0... 0,6 bar à 0. . . 4000 bars. La forme du tube dépend de l'étendue de mesure. Pour les étendues jusqu'à 0... 40 bars inclus on utilise normalement la forme en arc et à partir de 0... 60 bars la forme hélicoïdale. Les appareils sont fabriqués avec le raccordement vertical ou arrière. Il est conseillé de ne les utiliser qu'entre le premier quart et le dernier quart de l'échelle à cause de l'hystérésis. Il convient également de les protéger contre les risques de surpression ou de dépassement d'échelle. Le tube de Bourdon ne permet pas de mesurer les phénomènes rapides et évolutifs de pression. L'incertitude de mesure varie de 0,02 à 0,2 % pour le domaine de mesure de 0 à 3 108 Pa.

Les étendues de mesure des capteurs de pression utilisés dans notre unité sont :

- ❖ 0... 600 psi pour le séparateur haute pression ;
- ❖ 0... 100 psi pour le séparateur moyenne pression.

Le schéma interne d'un capteur de pression est donné par la figure suivante :

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

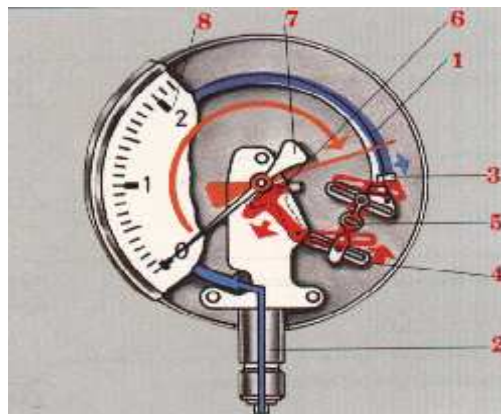


Figure I-10 : Schémas interne du manomètre

15-4 Capteur de température :

Dans l'unité de séparation, il existe quatre capteurs de température, deux sont installés sur les conduites de sortie gaz des deux séparateurs et les deux autres sont installés sur les séparateurs. Ces quatre capteurs sont à base de la résistance Pt100 qui est reliée en série avec une autre résistance. Les bornes de ces deux résistances sont reliées à un thermomètre.

15-5 Pilote guérite :

Cet instrument est utilisé soit pour le contrôle de la haute pression ou de la basse pression. Il est muni d'une vis qui est placée par le dessus pour le réglage de la raideur du ressort, d'un ressort pour fixer la pression de seuil et d'un piston pour obturer l'issue de gaz instrument des différents instruments placés en série dans le cas de présence d'une pression indésirable.

15-6 Appareil de sécurité de niveau :

Cet appareil est utilisé pour contrôler le haut et le bas niveau d'un ballon de séparation. Il est muni d'un système buse – palette afin de fixer la plage de variation A l'extrémité de cet appareil, un flotteur est fixé pour délivrer un signal au système buse – palette. Dans le cas de la présence d'un niveau en de hors de la plage désirée, le système buse – palette se referme et coupe le signal de la vanne d'entrée

16- Convertisseur Electro–Pneumatique :

Les convertisseurs I/P sont utilisés pour convertir en standard électronique les signaux pneumatiques dans le but de les transmettre sur une grande distance ou de les utiliser en régulation électronique. Les convertisseurs I/P sont utilisés dans toutes les boucles électroniques dont l'actionneur est pneumatique ou par exemple pour la traversée de zones explosives. Ils transforment les signaux électriques normalisés en signaux pneumatiques normalisés. Dans le cas d'un convertisseur électro– pneumatique, celui-ci reçoit un signal 4–20 mA et renvoie une pression de 200 à 1000mb. Le convertisseur est alimenté par une pression d'air de 1400mb.

17- Généralité sur les régulateurs :

Un régulateur est un mécanisme automatique qui élabore un signal de commande U en fonction de l'écart de réglage M – C selon un algorithme donné.

17-1 Classification des régulateurs :

Les régulateurs son classés comme suit :

a. Selon la nature de l'énergie qu'ils utilisent :

- ❖ **Pneumatique** : Sortie 0.2 à 1 bar. Il sont utilisés dans l'industrie chimique du gaz, ne présentent pas de danger d'explosion, de moins au moins utilisés car lents et encombrants ;
- ❖ **Electronique** : Sortie 4–20 mA utilisent des signaux analogiques à base d'amplificateurs opérationnels ;

- ❖ **Numérique** : Sortie sous forme numérique. La technologie numérique permet d'avoir une grande souplesse : opération arithmétique, auto ajustage des coefficients, possibilité d'émettre ou de recevoir des données.

b. Selon le type d'action :

- ❖ P Régulateur ;
- ❖ PI Régulateur ;
- ❖ PD Régulateur ;
- ❖ PID Régulateur ;
- ❖ Tout ou rien.

c. Selon le sens d'action :

Le sens d'action est inversible et est choisi en fonction de celui de la vanne. Le sens de celle ci est fixé en fonction des conditions de sécurité. Ainsi par exemple, une vanne de réglage d'un gaz combustible doit être fermée par manque d'air :

- ❖ **Direct** : l'augmentation de la mesure provoque l'augmentation de la commande ;
- ❖ **Inverse** : l'augmentation de la mesure provoque la diminution de la commande

17-2. Rôle et domaine d'utilisation de l'action proportionnelle :

Le rôle de l'action P dans un système de régulation automatique (SRA) est de réduire l'erreur de réglage qui est inversement proportionnelle au gain, mais rend la réponse plus au moins oscillatoire. On choisit un gain qui permet d'avoir un bon taux d'amortissement (égal à 0,75). On utilise un P régulateur lorsque la précision n'est pas importante. Le réglage par exemple du niveau d'eau dans un réservoir de stockage.

L'action P est souvent suffisante pour régler plusieurs systèmes dans l'industrie. Elle est simple à réaliser (simple amplificateur) d'où son grand avantage. Dans l'industrie tous les process annexes (utilités, stockage etc..) sont conduits par des P régulateurs (pneumatiques en général).

17-3. Rôle et domaine d'utilisation de l'action intégrale :

Dans les régulateurs industriels on affiche $1/T_i$, alors T_i est d'autant plus grand que l'action intégrale est faible. Le rôle principal de l'action intégrale est d'éliminer l'erreur statique. Toutefois l'action intégrale est un élément à retard de phase, donc l'augmentation de l'action intégrale (c. à. d. diminué T_i) produit une instabilité. La valeur optimale est choisie pour satisfaire un compromis stabilité rapidité. Si le système possède lui même un intégrateur

(exemple niveau), l'action I est quand même nécessaire pour annuler l'écart de perturbation car, suite aux variations de la consigne, l'intérêt de I est moindre car l'écart s'annule naturellement. Dans l'industrie, on utilisera l'action I chaque fois que nous avons besoin, pour des raisons technologiques, d'avoir une précision parfaite –exemple : la régulation de la pression ou température dans un réacteur nucléaire. De plus, il faut souligner que l'action I est un filtre donc il est intéressant de l'utiliser pour le réglage des paramètres très dynamiques tels que la pression.

17-4. Rôle et domaine d'utilisation de l'action dérivée :

L'action dérivée compense les effets du temps mort du processus. Elle a un effet stabilisateur mais une valeur excessive peut entraîner une instabilité. La présence de l'action dérivée permet donc d'augmenter la rapidité du système en augmentant le gain sans être inquiété par la stabilité. Dans l'industrie, l'action D n'est jamais utilisée seule mais en général avec l'action intégrale. On recommande de l'utiliser pour le réglage des paramètres lents tels que la température. Par contre en présence des paramètres bruités, l'action dérivée est déconseillée. En effet un signal bruité ayant par exemple la fréquence du réseau (50 Hz) sera amplifié en le dérivant.

18- Régulateur tout ou rien (TOR) :

18-1. Définition :

Un régulateur «tout ou rien» est un régulateur qui élabore une action de commande discontinue qui prend deux positions ou deux états 0 et 1 (ou 0 et 100%)

18-2. Domaine d'utilisation :

Les régulateurs tout ou rien sont utilisés pour la commande des systèmes ayant une grande inertie où la précision de régulation n'est pas importante. A titre d'exemple la régulation d'un four à l'aide d'une résistance chauffante

18-3. Fonctionnement d'un régulateur «tout ou rien» :

Dans ce type de régulateur, la commande U du correcteur agit sur un relais électromécanique à contact. Dans le cas simple, lorsque $U=1$, une bobine est excitée et ferme le contact du relais pour alimenter la résistance de chauffe et est désexcitée lorsque $U=0$ (le contact s'ouvre alors). Les régulateurs tout ou rien classiques sont par exemple les thermostats et les soupapes de sécurité (pressostats) qu'on utilise dans les systèmes de sécurité

Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons abordé une partie théorique révélant les définitions de quelques instruments utilisés dans l'unité traitement brut de Gassi Touil et montré leurs inconvénients.

Les problèmes rencontrés à l'unité traitement brut sont dues aux multiples inconvénients des instruments et du système de contrôle pneumatique qui sont :

- L'encombrement des systèmes de raccordement,
- la sensibilité des instruments à l'humidité et aux poussières,
- La lenteur et la perturbation des processus de contrôle (temps de rétention trop grand)...etc.
- pannes fréquentes avec le système actuel de contrôle pneumatique.
- Rendement et sécurité presque négligé.
- mauvaise séparation du brut qui diminue le volume de liquide récupéré, en plus augmente les frais de transport, et d'entretien.
- Mauvaise régulation des vannes.

*Choix des instruments
pour l'intégration sous
système numérique*

1-Introduction :

En raison d'une modernisation incessante des outils de production, les systèmes industriels deviennent de plus en plus complexes et sophistiqués. En parallèle, la fiabilité, la disponibilité, la sûreté de fonctionnement ainsi que la protection de l'environnement, sont devenues de véritables enjeux pour les entreprises actuelles. Des nouveaux instruments numériques sont apparus afin de prendre en compte et de résoudre ces problèmes.

L'objectif de ce chapitre est de définir et de donner les différents cahiers de charge des instruments permettant d'intégrer l'unité de séparation et manifolds sous le système numérique.

2-Transmission du signal de mesure :

Selon le type de capteur, le signal électrique de mesure peut être de différentes natures, soit analogique, numérique ou logique.

- **Signal de mesure analogique :** Il est lié au mesurand par une loi continue, parfois linéaire, qui caractérise l'évolution des phénomènes physiques mesurés.

Il peut être :

Courant 0 – 20 mA, 4 – 20 mA ;

Tension 0 – 10 V, 0 – 5 V.

- **Signal de mesure numérique :** Il se présente sous la forme d'impulsions électriques générées simultanément (mode parallèle, sur plusieurs fils) ou successivement (mode série, sur un seul fil). Cette transmission est compatible avec les systèmes informatiques de traitement.
- **Signal de detection logique :** Il ne compte que deux valeurs possibles, c'est un signal tout ou rien.

3-Les instruments de mesures sur terrain :

Les instruments communicants (transmetteurs) avec le centre de supervision ont besoin d'être placés dans des endroits parfois difficiles d'accès et en communiquant entre eux, la diffusion d'information se fait. Les besoins concernant ces objets sont :

- Une grande autonomie de fonctionnement ;
- La résistance à des conditions hostiles ;
- La fiabilité des informations fournies ;
- La rapidité de transmission.

4- Les transmetteurs intelligents :

Le transmetteur intelligent est un transmetteur muni d'un module de communication et d'un microcontrôleur

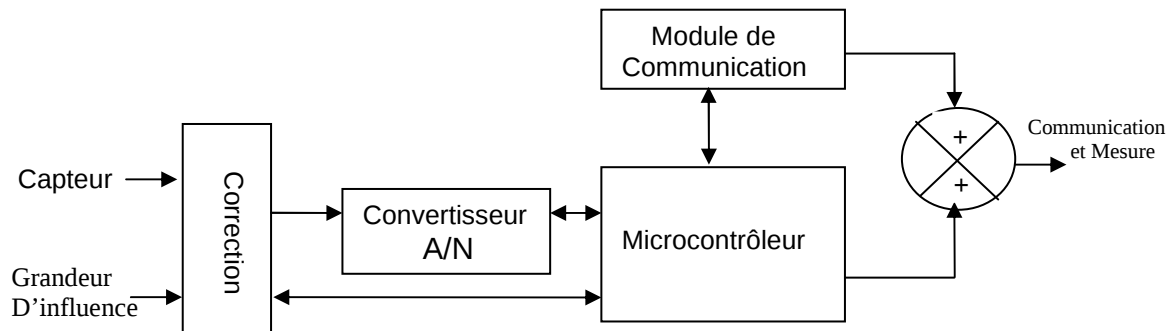


Figure II -2 : Schéma interne d'un transmetteur intelligent.

➤ **Le module de communication permet :**

- ✓ de régler le transmetteur à distance ;
- ✓ de brancher plusieurs transmetteurs sur la même ligne.

➤ **Le microcontrôleur permet :**

- ✓ de convertir la mesure en une autre grandeur, appelée grandeur secondaire. Par exemple, il peut convertir une mesure de différence de pression en niveau ;
- ✓ de corriger l'influence des grandeurs d'influences sur la mesure.

4-1- Avantages métrologiques du transmetteur intelligent :

- Précision : En effet, le transmetteur possède moins de composants analogiques. Les grandeurs d'influences sont compensées. La non linéarité du transducteur peut être corrigée ;
- Autosurveillance – Position de repli ;
- Traitement du signal – Filtrage ;

4-2- Avantages à la configuration et maintenance :

- Convivialité - Accès à distance ;
- Standardisation ;
- Diagnostic – Forçage du signal de sortie ;
- Archivage des configurations.

5- Choix d'un transmetteur :**5-1- Etendue de mesure :**

Il faut tenir compte à la fois de la plage de mesure et de la valeur maximale de la grandeur mesurée. Les transmetteurs doivent être capables d'offrir une mesure correcte dans la totalité de l'étendue de mesure, ainsi que d'offrir une résistance à la valeur maximale de la grandeur mesurée.

5-2- Températures :

Il faut tenir compte à la fois de la température maximale du procédé et de la Température ambiante. Souvent, la température du procédé va dépasser les limites de l'élément détecteur. En effet, l'élément détecteur de la plupart des transmetteurs électroniques ne va pas fonctionner convenablement lorsque les températures dépassent les 107°C. Ceci impose d'utiliser les accessoires de montage appropriés (longueurs suffisantes des prises d'impulsion, serpentins,...) afin de ramener la température du fluide procédé à des limites acceptables par la cellule du transmetteur.

L'exposition des électroniques à semi-conducteurs à des températures ambiantes élevées a pour effet de nuire à la longévité des composants. La plupart des électroniques ne peuvent pas aller au-delà d'une température de service de 93°C et il existe un grand nombre de composants dont la température maximale de fonctionnement correct est de 85°C. Les hautes températures tendent à provoquer des défaillances électroniques. Là encore, il est recommandé de veiller au meilleur refroidissement possible du module électronique. On peut également envisager un système de protection hivernale de l'électronique, que ce soit par un réchauffage vapeur, électrique ou par des boîtiers thermostatés.

5-3- Environnement :

Le transmetteur doit être en mesure de fonctionner dans des environnements où règne un taux d'humidité relative de 0 à 100%.

Le fluide du procédé et le milieu ambiant doivent être pris en compte au titre de leur éventuel caractère corrosif. Par exemple, les transmetteurs utilisés sur les plates formes d'exploitation pétrolière offshore sont soumis à l'action corrosive de l'eau de mer.

5-4- Boîtier antidéflagrant :

L'expression boîtier antidéflagrant désigne un boîtier pour appareillage électrique qui est capable de résister sans dommage à une explosion d'un gaz ou d'une vapeur susceptible de se produire à l'intérieur du boîtier.

Suite à l'explosion du gaz ou de la vapeur à l'intérieur du boîtier, celui-ci ne doit pas générer à l'extérieur du boîtier des étincelles ou des flammes susceptibles d'enflammer le gaz ou la vapeur présente autour du boîtier.

5-5-Equipements en sécurité intrinsèque :

Les équipements et câblages en sécurité intrinsèque sont incapables de libérer une énergie électrique suffisante, dans des conditions normales ou anormales, pour susciter l'inflammation d'un mélange atmosphérique dangereux spécifique.

Par conditions anormales, on entend notamment les dommages accidentels à toute partie de l'équipement ou du câblage, de l'isolant ou toute panne de composants électriques, application d'une surtension, opérations de réglage et d'entretien et autres conditions similaires.

6- Les différents transmetteurs :**6- 1- Transmetteur de pression :**

On utilise souvent le transmetteur de pression lorsqu'on doit réaliser l'indication et/ou l'enregistrement d'une pression en un lieu non adjacent à l'élément primaire en contact avec le milieu soumis à la pression.

Parmi les considérations à prendre en compte dans le choix d'un transmetteur, nous citerons :

- La température maximale du procédé, l'exposition des électroniques à semi-conducteurs à des températures ambiantes élevées à pour effet de nuire à la longévité des composants (valeur limite aux environs de 85°C) ;
- La plage de pression de service et de la pression maximale. Les transmetteurs doivent pouvoir résister à une surpression égale à au moins 150 % de leur pression maximale. Ce paramètre élimine un éventuel arrêt du procédé pour recalibrage ou réparation ;
- L'environnement qui peut imposer parfois une humidité relative de 100 % ;
- La sortie qui peut être 4-20 mA, 0-5 V... ;
- La précision de référence qui est un nombre définissant la limite que les erreurs ne vont pas dépasser lorsque le capteur est utilisé dans les conditions de service de référence.

6-2- Transmetteur de température :

Capteurs de température, transmetteurs pour montage local, pour montage dans tête de sonde ou postes de mesure complets. Les transmetteurs réalisent des mesures précises et se raccordent sans peine à des thermocouples ou à des thermomètres à résistance. Le logiciel intelligent permet d'effectuer le paramétrage en un tour de main et surtout sans erreurs de saisie.

Des améliorations significatives de la précision de mesure peuvent être obtenues en utilisant des sondes qui sont appareillées aux transmetteurs. Cette procédure entraîne l'identification de la relation entre la résistance et la température pour une sonde à résistance spécifique. Cette relation, donnée approximativement par l'équation de Callendar-van Dusen, est décrite comme :

$$R_t = R_0 + R_0 a(t - d(0.01t - 1)(0.01t) - b(0.01t - 1)(0.01t)^3) \quad (\text{II -1})$$

Où : R_t : Résistance (ohms) à Température t (°C) ;

R_0 : Constante spécifique de sonde (Résistance à $t = 0$ °C) ;

a : Constante spécifique de sonde ;

d : Constante spécifique de sonde ;

b : Constante spécifique de sonde (0 à $t > 0$ °C).

Les valeurs exactes des constantes de Callendar-van Dusen (a , d , b) sont spécifiques pour chaque sonde à résistance et sont établies en testant individuellement chaque sonde à des températures différentes.

6-3-Transmetteur de niveau :**a- Le flotteur :**

Il se maintient à la surface du liquide, il est rendu solidaire d'un capteur de position qui délivre le signal électrique correspondant au niveau. La mesure s'apparente ensuite à la mesure d'un déplacement ou la détection d'une position.

➤ Domaine d'utilisation :

C'est une technologie qui convient mal aux liquides très visqueux susceptibles d'adhérer aux parois du flotteur, modifiant ainsi son poids et par conséquent sa profondeur d'immersion. Ils sont utilisables aussi bien dans les réservoirs ouverts, fermés, sous

pression qu'en extérieur sur les puits, canaux.... La mesure peut être faussée lorsque la densité du fluide varie ;

- **Gamme de mesure** : 10 mm à plusieurs mètres (30 m)
- **Précision** : 0,5 à 5% de l'étendue de mesure

2. Le plongeur :

C'est un cylindre immergé dont la hauteur est au moins égale à la hauteur maximale du liquide dans le réservoir. Le plongeur est suspendu à un capteur dynamométrique qui se trouve soumis à une force F (poids apparent), qui est fonction de la hauteur h du liquide.

$$F = P - r g h S \quad (\text{II-2})$$

$r g h S$: Poussée d'Archimède s'exerçant sur le volume immergé du plongeur ;

S : Aire de la section du plongeur ;

P : Poids du plongeur ;

r : Densité de liquide ;

g : Gravité ;

h : Hauteur du liquide.

➤ **Domaine d'utilisation :**

Comme les dispositifs à flotteur, les dispositifs à plongeur utilisent le principe d'Archimède. Le plongeur subit de la part du liquide, une force qui est dépendante du niveau d'immersion. Le plongeur de forme cylindrique est peu sensible aux oscillations de niveaux autour d'un point d'équilibre. Il convient aux liquides très visqueux.

- **Gamme de mesure** : 30 cm à 6 mètres maximum
- **Précision** : de l'ordre de 0,5 %

6-4-Transmetteur de débit :

Par mesure de pression différentielle à l'aide d'organes déprimogènes, ces débitmètres de type manométrique sont les plus utilisés pour la mesure des débits de fluide. Ils exploitent la loi de Bernouilli qui indique la relation existant entre le débit et la perte de charge résultant d'un changement de section de la conduite. Ces dispositifs sont utilisables que lorsque l'écoulement est turbulent. En partant de la relation $Q_v = S . V$ et en supposant une masse volumique constante (fluide incompressible), on peut écrire l'équation de continuité :

$$Q_v = S_1 . V_1 = S_2 . V_2. \quad (\text{II-3})$$

Celle ci montre qu'avec un écoulement régulier et uniforme, une réduction de diamètre de la canalisation entraîne une augmentation de la vitesse du fluide, donc de l'énergie potentielle ou de la pression de la canalisation. La pression différentielle est convertie en débit volumique, à l'aide de coefficients de conversion, selon le type de débitmètre manométrique utilisé et le diamètre de la conduite.

6-5-Diaphragme :

Il s'agit d'un disque percé en son centre, réalisé dans le matériau compatible avec le liquide utilisé. Le diaphragme concentrique comprime l'écoulement du fluide, ce qui engendre une pression différentielle de part et d'autre de celui-ci. Il en résulte une haute pression en amont et une basse pression en aval, proportionnelle au carré de la vitesse d'écoulement. C'est le dispositif le plus simple, le moins encombrant et le moins coûteux.

- **Domaine d'utilisation :**

Ne convient pas aux liquides contenant des impuretés solides car celles-ci peuvent s'accumuler à la base du diaphragme. Il introduit une perte de charge importante
diamètre de canalisation : tous diamètres disponibles précision : 2 à 5 %

- **Critères de choix des capteurs de débit :**

Les critères de choix sont très nombreux selon ces éléments à considérer :

Tableau II-1 : Critères de choix des capteurs de débit.

Caractéristiques du fluide	Critères métrologiques	Caractéristiques de l'installation
• Nature du fluide (liquide chargé, conducteur...) ; • Viscosité ; • Régime d'écoulement ; • Température ; • Pression ; • Agressivité ; • Compressibilité.	• Nature du signal de sortie (0–10 V, 4–20mA) ; • Dynamique ; • Précision ; • Etendue de mesure ; • Bande passante.	• Diamètre de canalisation ; • Perte de charge engendrée ; • Encombrement ; • Etalonnage ; • Usure.

7- Cahiers de charge des instruments intelligents et l'unité de séparation :

A l'issu de la description des différents instruments, nous donnerons dans cette partie les cahiers de charge concordant avec les instruments à installer.

7-1- Transmetteurs de pression :**1. Séparateur HP :**

- Etendu de mesure : 0–600 psi ;
- Précision : +/-0.1% de la pleine échelle ;
- Insensible aux vibrations ;
- Température ambiante : -10–60 oC ;
- Indicateur : affichage LCD ;
- Montage direct sur le procédé ;
- Signal de sortie : 4–20 mA + protocole HART ;
- Matériaux des pièces en contact avec le fluide : Inox ;
- Antidéflagrant.

2. Séparateur MP :

- Etendu de mesure : 0–100 psi ;
- Précision : +/-0.1%
- Insensible aux vibrations ;
- Température ambiante : -10–60 oC ;
- Indicateur : affichage LCD ;
- Montage direct sur le procédé ;
- Signal de sortie : 4–20 mA + protocole HART ;
- Matériaux des pièces en contact avec le fluide : Inox ;
- Antidéflagrant.

7-2-Transmetteurs de température :

Le transmetteur de température est le même soit pour le séparateur HP ou MP.

Son cahier de charge est donné par :

- Etendu de mesure : -10–60 oC ;
- Incertitude : 0.1% de la pleine échelle ;
- insensible aux vibrations ;
- Température ambiante : 0 a 60 °C ;
- Indicateur : affichage LCD ;
- Montage direct sur le procédé ;

- Signal de sortie : 4–20 mA + protocole HART ;
- Matériau de boîtier : Inox ;
- Entrée : sonde à base de Pt100.

7-3- Transmetteurs de sécurité :

Pour la sécurité des séparateurs, on utilise deux transmetteurs de niveaux et deux transmetteurs de pression soit pour le séparateur HP ou pour le séparateur MP.

Le cahier de charge de ces transmetteurs est donné comme suit :

1. transmetteurs de pression :

- Pression maximale : 470 psi pour HP et 100 psi pour MP ;
- Pression minimale : 300 psi pour HP et 20 psi pour MP ;
- Insensible aux vibrations ;
- Température ambiante : -10–60 °C ;
- Montage direct sur le procédé ;
- Signal de sortie : 4–20 mA + protocole HART ;
- Matériaux des pièces en contact avec le fluide : Inox ;
- Antidéflagrant.

2. transmetteurs de niveau (pour les deux séparateurs) :

- Insensible au vibration ;
- Température : -10–60 °C ;
- Entrée reliée à un flotteur ;
- Signal de sortie : 4–20 mA + protocole HART ;
- Matériaux des pièces en contact avec le fluide : Inox ;
- Antidéflagrant.

7-4- Transmetteurs de niveau :

Notre choix se base sur un transmetteur de niveau à plongeur. Les caractéristiques techniques de ce plongeur sont :

- La hauteur maximale d'émergence du plongeur est : 14'' (35.56 cm) ;
- Diamètre du plongeur : 2'' (5.08 cm) ;
- Densité du fluide : 0.7702 pour le séparateur HP et 0.7867 pour le séparateur MP.

7-5- Transmetteurs de débit :

Le diamètre de la conduite avant le diaphragme déprimogène est :

$D=7''.981$ pour le séparateur HP

$D=6''.025$ pour le séparateur MP.

Le diamètre du diaphragme calculé à partir de cette équation :

$$S = Q \times \sqrt{d / 2\Delta p} \quad \text{(II-4)}$$

Pour transmettre cette pression, un transmetteur de pression différentielle est mis en évidence.

Les caractéristiques à exiger pour ce transmetteur sont :

- Etendu de mesure : 0–200 psi ;
- Précision : +/-0.1% de la pleine échelle ;
- Insensible aux vibrations;
- Température ambiante : -10 a 60 oC ;
- Indicateur : affichage LCD ;
- Signal de sortie : 4–20 mA + protocole HART ;
- Antidéflagrant.

8-Choix des vannes :

Pour notre unité de séparation, on peut maintenir les vannes de régulation existantes, en ajoutant des convertisseurs I/P à chaque vanne. Ces convertisseurs I/P reçoivent à leurs entrées un signal électrique et délivrent à leurs sorties un signal pneumatique de 6 à 30 psi. Pour la vanne d'entrée tout ou rien du séparateur HP, on va placer une vanne motorisée au lieu de la vanne pneumatique existante.

9- Proposition des instruments intelligents pour l'unité de séparation :

Parmi les instruments intelligents existant, on peut proposer comme ceux utilisés dans l'unité de réinjection de gaz de Gassi Touil. Ces instruments, fabriqués par Fisher **Rosmount**, ont de bonnes performances et répondent aux cahiers de charge établis précédemment.

9-1- Transmetteur de pression modèle 2088 :

Transmetteur deux fils, basé sur le principe piézo-résistif.

- **Applications** : mesure de pression relative, de pression absolue et mesure de niveau ;
- **Signal de sortie** : 4-20mA + protocole HART ;
- **Limites de température ambiante** : -40 à 85 °C ;

9-2- Transmetteur de température modèle 3144 :

Le 3144P est le meilleur transmetteur de température pour les applications critiques, de contrôle et de sécurité. Entrée pour sonde à simple ou double élément pour un seul transmetteur. Il Convient pour les systèmes de sécurité.

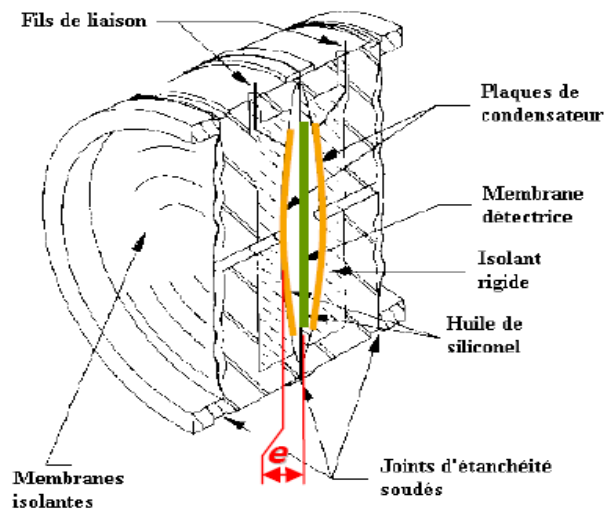
- **Entrées** : sondes à résistance (2, 3 ou 4 fils : Pt 100, Pt 200, Pt 500, Pt 1000) ; thermocouples,
- **Incertitude nominale**: 0,1°C ou 0,1 %
- Signal 4-20 mA HART passif / Entrée 12 et 32 Vcc en Fieldbus.
- L'indicateur local LCD indique par défaut les valeurs de la sonde et les informations de diagnostic du transmetteur.
- **Plage de mesure** : -200 à 850°C
- **Entrée en mV** : -10 à 100 mV

9-3- Transmetteur de niveau modèle 0249 :

- **Souplesse d'application** : le transmetteur et le capteur peuvent être utilisés sur une grande diversité de fluides, dans une large zone de température et dans des environnements variés.
- **Circuit imprimé protégé contre l'humidité** : les connexions pour raccordement local se trouvent dans une chambre séparée afin d'empêcher tout apport d'humidité dans le boîtier lors du câblage.
- **Alimentation** : 11 à 45 volts
- **Longueur du plongeur** : 14.00 (356mm)
- **Humidité relative** : 10 à 95%.
- **Matériaux du plongeur et du tube de torsion** :
- Plongeur : Acier inoxydable 304 ;

- Tige du plongeur, axe de transmission du levier du plongeur : Acier inoxydable 316 ;
- Limites de fonctionnements Température ambiante: -40 à 80°C

9-4-Transmetteur de débit modèle 3051 :



Une pression agit sur la membrane détectrice qui se déforme suivant la pression. Cette membrane forme avec les parois de la cellule un condensateur. Les plaques du condensateur détectent la déformation e et la convertissent en signal électrique de tension.

- **Plage de fonctionnement** : 3 psi (0,20 bars) à 300 psi (20,6 bars) gamme 4 ;
- **Alimentation externe requise** : transmetteur standard (4.20 mA) avec tension 10.5 à 55 Vdc ;
- **Sortie** : signal numérique superposé au 4.20mA conforme au protocole HART;
- **Indication** : 15-digit affichage LCD ;
- **Limites de Température** : -40 à 85 °C.

Conclusion :

Ce chapitre avait comme objectif de présenter une description détaillée de différents instruments intelligents. Les cahiers de charge de ces instruments sont prescrits afin de satisfaire les conditions de travail de l'unité traitement brut.

L'étude de la rénovation de l'unité de traitement du pétrole brut a abouti à la proposition de la mise en place de nouveaux instruments répondant au cahier de charge établi lesquels sont non seulement disponibles sur le marché mais sont aussi fiables et assurent plus de sécurité que les instruments obsolètes utilisés jusqu'ici

Grace aux nouveaux instruments on aura les avantages suivants ;

- Une meilleure régulation des vannes
- Plus de sécurité et de rendement
- Une meilleure fiabilité des instruments
- Plus de productivité et une meilleure séparation du brut grâce à un contrôle automatique des manifolds puits / satellites
- Temps de rétention bien défini
- Une séparation bien menée et augmentations du volume de liquide récupéré, en plus l'élimination de l'eau avec la bonne régulation de ces instruments économise les frais de transport, et d'entretien inutile.

Chapitre

3

*Modélisation par l'outil
Grafcet*

1- Introduction

D'une façon générale un système automatisé peut se décomposer en deux parties qui coopèrent :

La partie opérative (PO) : c'est la partie physique à automatiser (mouvement à réaliser et contrôle des mouvements : vérins, moteurs, capteurs).

La partie commande (PC) : c'est un automate qui élabore en sortie des ordres destinés au processus en fonction des comptes rendus venant du processus et des consignes qu'il reçoit en entrée.



Pour établir le cycle de fonctionnement du processus, on utilise un outil graphique appelé GRAFCET. Ce **G**raphe **F**onctionnel de **C**ommande **E**tape **T**ransition décrit tout système dont les évolutions peuvent s'exprimer séquentiellement, c'est-à-dire dont la décomposition en étapes est possible.

C'est un langage clair, strict permettant de décrire un fonctionnement sans ambiguïté.

Le GRAFCET est devenu à l'heure actuelle plus qu'un outil de description, c'est un langage de programmation graphique.

2- Généralités sur le GRAFCET:

2-1 Définition du GRAFCET :

Le GRAFCET (Grappe Fonctionnelle de Commande Etape Transition) est un modèle de représentation graphique des comportements dynamiques de la partie commande.

Le GRAFCET décrit les interactions entre la partie commande et la partie opérative à partir de l'interface. Il établit une relation entre :

- les **entrées**, correspondant aux transferts d'informations de la partie opérative vers la partie commande ;
- Les **sorties**, correspondant aux ordres transmis de la partie commande vers la partie opérative

Le GRAFCET est défini par :

Un ensemble d'éléments graphiques

- les **étapes**,
- les **transitions**,
- les **liaisons orientées** reliant les étapes aux transitions et les transitions aux étapes ;

Une interprétation entrées, traduisant le comportement de la partie commande vis-à-vis de la base :

Ses entrées et ses sorties, caractérisée par :

- les **actions** associées aux étapes,
- les **réceptivités** associées aux transitions ;

Des **règles d'évolution** définissant formellement le comportement dynamique de la partie commande ainsi décrite.

a-Étape :

Une étape caractérise un comportement invariant d'une partie ou de la totalité de la partie commande à un instant donné ; suivant l'évolution du système :

Une étape est soit **active**, soit **inactive** ;

L'ensemble des étapes actives définit la situation de la partie commande.

À chaque transition est associée une proposition logique appelée réceptivité qui regroupe, parmi toutes les informations disponibles, uniquement celles qui sont susceptibles, à un instant donné, de faire évoluer la situation de la partie commande .

b -Transition :

Une transition indique la possibilité d'évolution entre étapes. Chaque transition représente une, et une seule, possibilité d'évolution.

Une transition est dite **validée** lorsque toutes les étapes immédiatement précédentes reliées à cette transition sont activées.

c- Réceptivité :

À chaque transition est associée une proposition logique appelée réceptivité qui regroupe, parmi toutes les informations disponibles, uniquement celles qui sont susceptibles, à un instant donné, de faire évoluer la situation de la partie commande.

Elle est une fonction combinatoire d'informations booléennes qui définie :

- ✓ Etats des capteurs ;
- ✓ Impulsion sur un bouton poussoir ;
- ✓ Action d'un Temporisateur, d'un compteur ;

Il existe deux cas particuliers de réceptivité :

a-1 Une temporisation :

La temporisation est une réceptivité qui permet une prise en compte du temps, il implique l'utilisation d'un temporisateur.

On note $t / i / \Delta$ la variable booléenne qui vaut 1 si et seulement s'il s'est écoulé un temps au moins égal à Δ depuis la dernière fois que l'étape i est passée de l'état inactif à l'état actif.

a-2 Une réceptivité toujours vraie :

Une telle réceptivité s'écrit " $= 1$ ". Le franchissement de cette transition se fera dès que la ou les étapes immédiatement antérieures seront actives sans autre condition.

2-2 -Structure de base du GRAFCET :**a- Saut d'étapes :**

Cette propriété du GRAFCET est utilisée quand le système demande de passer plusieurs étapes non utiles, à un moment donné.

b- Reprise de séquence :

La reprise de séquence permet de reprendre une même séquence lorsque les actions à réaliser sont répétitives.

c- Macro étape :

Le but d'une macro étape est de faciliter la description des systèmes complexes en évitant la surcharge du GRAFCET principal, elle est représentée par un carré partagé en trois parties par deux traits horizontaux.

La macro étape représente une partie du GRAFCET qui est détaillé par un autre diagramme appelé expansion de la macro étape. Cette dernière commence par une étape d'entrée « Ei » et se termine par une étape de sortie « Si ».

2-3-Règles d'évolution du GRAFCET:

La modification de l'état de l'automatisme est appelée évolution, elle est régie par cinq différentes règles :

❖ REGLE 1 : étape initiale

Les étapes initiales sont celles qui sont activées au début du fonctionnement. Il doit toujours y avoir au moins une.

❖ REGLE 2 : franchissement d'une transition

Une transition est soit validée soit non validée. Elle est validée lorsque toutes les étapes précédentes sont activées. Elle ne peut être franchie que :

- lorsque elle est activée.

-et lorsque la réceptivité associée à la transition est vraie.

Elle est alors obligatoirement franchie.

❖ REGLE 3 : évolution des étapes active

Le franchissement d'une transition entraîne l'activation de toutes les étapes immédiatement suivantes et la désactivation des étapes immédiatement précédentes.

❖ REGLE 4 : évolutions simultanées

Plusieurs transitions simultanément franchissables sont simultanément franchies.

❖ REGLE 5 : activation et désactivation simultanées d'une étape

Si, au cours du fonctionnement une étape est activée et désactivée au même temps elle reste activée.

2-4-Niveaux du GRAFCET:**a- GRAFCET NIVEAU I :**

Il est établi sous une forme écrite littérale pour éventuellement des non-spécialistes

b- GRAFCET NIVEAU II :

Il met en œuvre et décrit la partie opérative (PO) il s'adresse cette fois à des spécialistes, il est utilisé pour la réalisation et le dépannage des systèmes automatisés.

2-5- Transcription du modèle GRAFCET en programme PLC :

Le LADDER est est le langage le plus utilisé dans la programmation de la majorité des automates ainsi ,on fait la transcription du modèle GRAFCET en programme PLC comme suit :

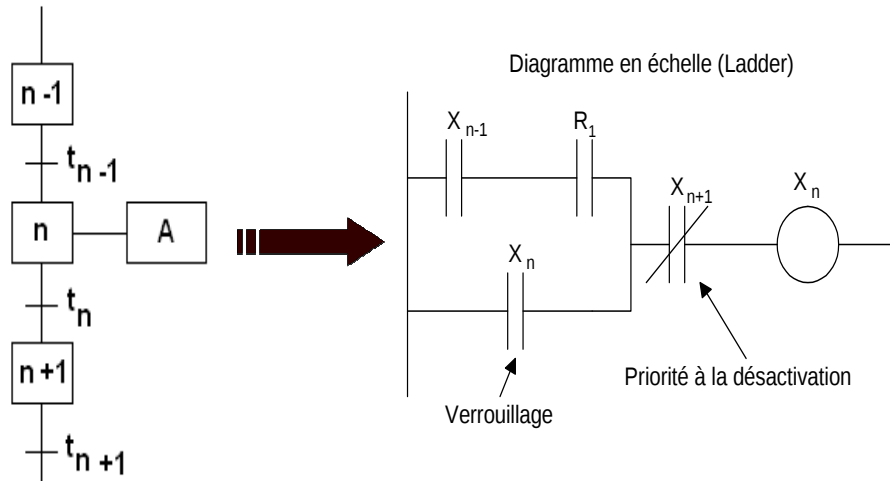


Figure III-2 : Transcription du modèle GRAFCET en programme PLC

3- Modélisation du procédé par l'outil GRAFCET :

➤ Cahier des charges :

3 -1- Commande et sécurité de l'unité de séparation et du manifold :

a) La production :

Après réarmement des vannes SDV des manifolds (satellite) au moyen d'un bouton de réarmement (REA) qui sont initialement fermées. L'arrivée du brut provenant des puits provoquant une petite pression détectée par le PT (Pression Transmeter) qui ouvre de son rôle la SDV pour la mise en production des manifolds.

Pour mettre en production les séparateurs (MP-HP) tri phasiques, il faut s'assurer tout d'abord que les manifolds sont ouverts pour permettre au pétrole brut arrivant des différents champs d'entrer dans les conduites qui mènent vers les séparateurs HP et s'assurer aussi que les vannes de pressurisation PV (Pressurisation Valve) sont ouvertes après réarmement et les Shut Down Valve SDV ainsi que les Blow Down Valve BDV (torche) sont fermées et qu'il y a aucun défaut ou alarmes. Toutes les conditions définies précédemment représentent l'étape initiale.

Lors du démarrage de l'unité de séparation du pétrole brut, les fluides passent tout d'abord par les vannes de pressurisation PV. Après détection d'une petite pression différentielle (PDSL) entre l'amont et l'aval des PV, les Shut Down Valve SDV s'ouvrent et au même temps les vannes PV restent ouvertes, alors, on dit que les séparateurs sont en production. La production d'un séparateur est assurée par les trois vannes de régulation gaz, eau et huile contrôlées par un régulateur PID.

b) Sécurité :

Dans cette unité de séparation et contrôle manifolds, un très haut niveau de sécurité est exigé car on est fréquemment confronté à des perturbations du procédé, des défaillances d'équipements ou d'autres conditions potentiellement dangereuses.

Les différentes batteries et pipes (HP-MP) sont équipées de plusieurs éléments de sécurité afin d'améliorer la fiabilité, d'assurer la protection du personnel et des installations. Pratiquement, on trouve des boutons d'arrêt d'urgence AU, des détecteurs de feu DF, des détecteurs de fuites de gaz DG, des détecteurs de niveau haut huile LSHHO et bas LSLLO, des détecteurs de niveau haut eau LSHHW et bas LSLLOW, des détecteurs de haute pression de gaz PSHH et enfin un détecteur de coupure d'air instrument PSL.

Le déclenchement de l'un ou plusieurs capteurs de ces derniers activent automatiquement l'ouverture de la vanne torche(BDV) et l'activation des alarmes et de système anti-incendie ou génération d'air ainsi que l'arrêt de vanne d'entrée (SDV) brut et vanne de pressurisation(PV).

NB : CI toutes les vannes des batteries sont fermées et il y a aucune présence des alarmes.

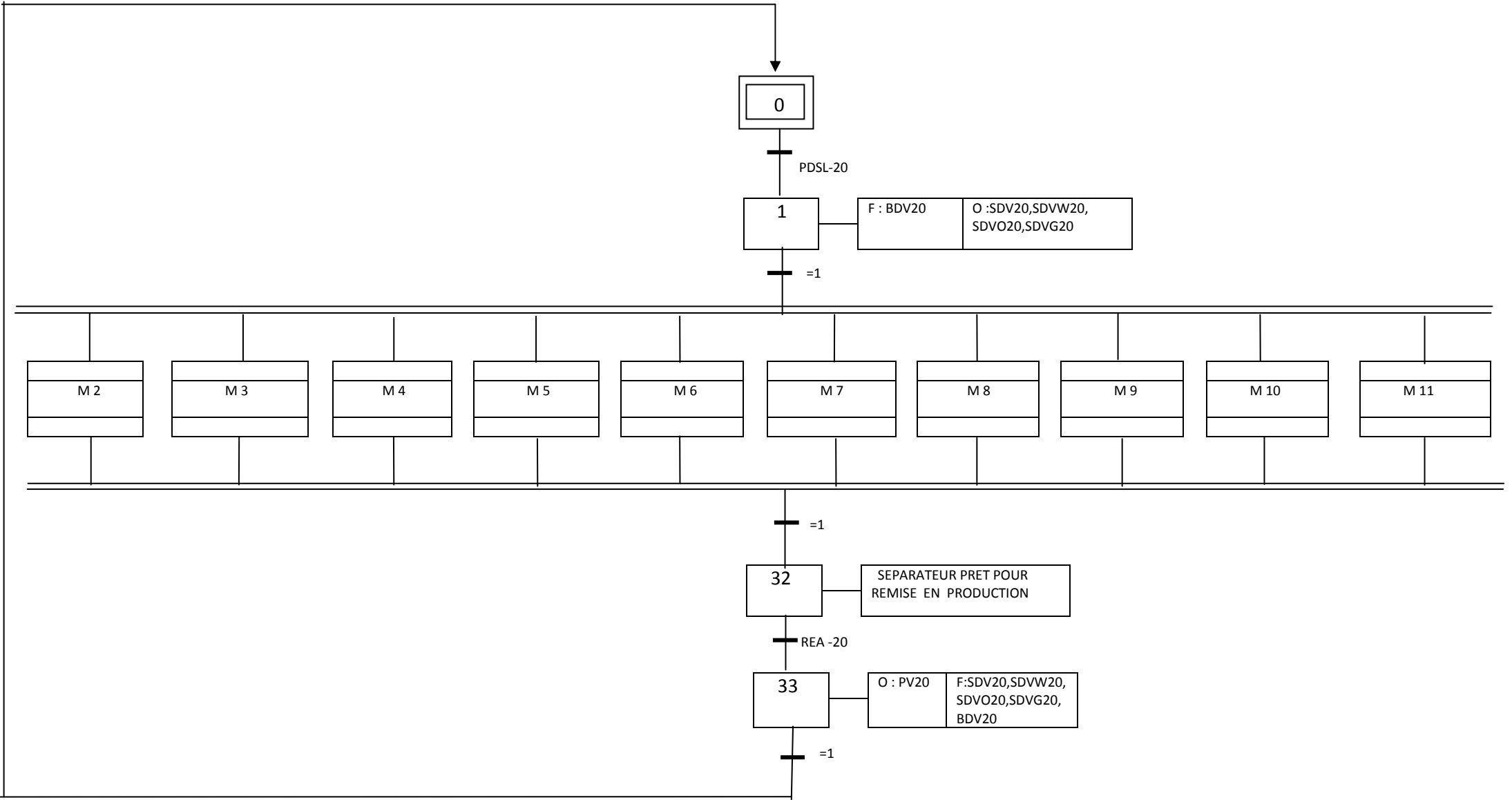
3 -2- Modèle Grafcet pour les différents séparateurs et manifolds:

Conclusion :

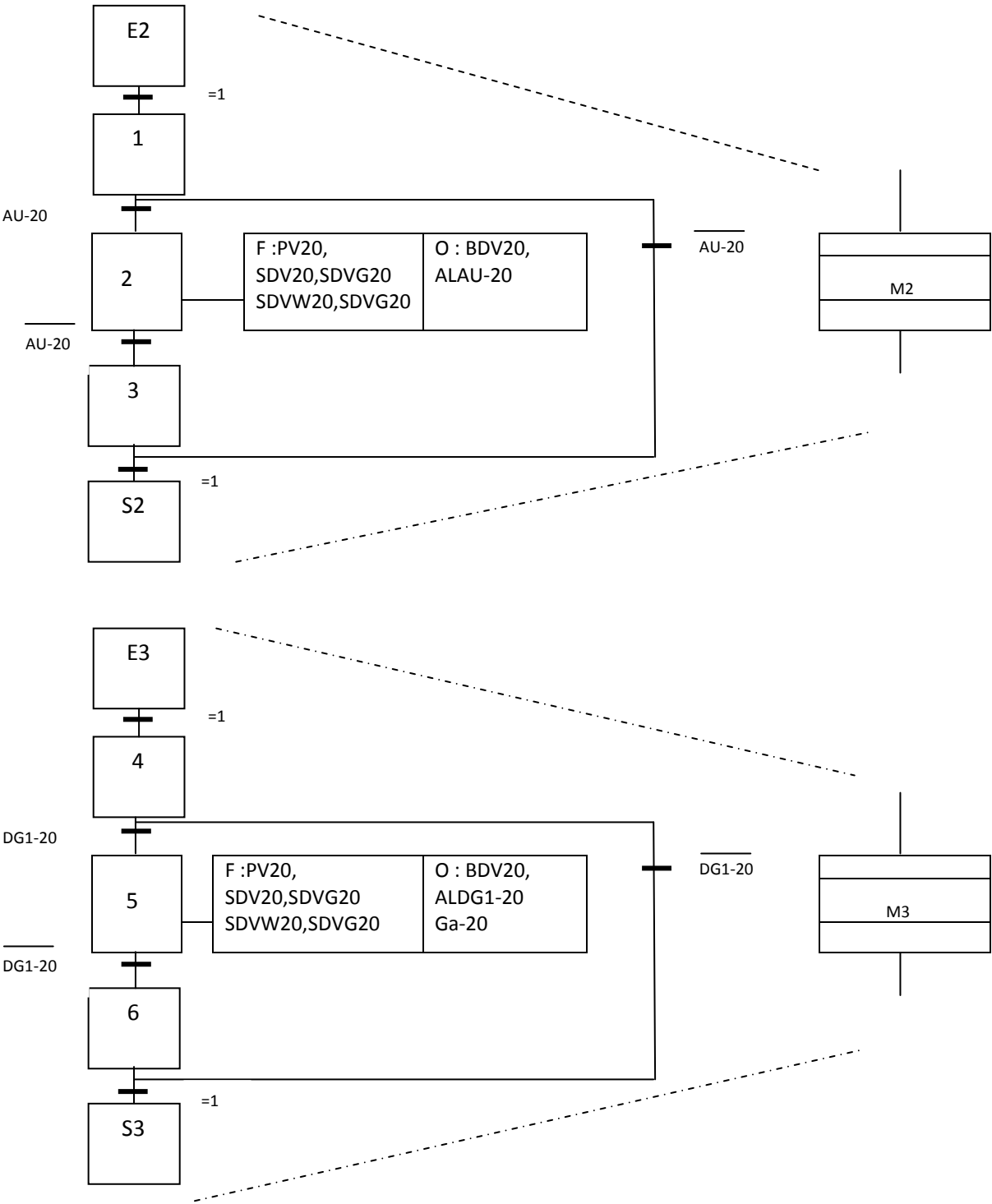
En tenant compte de la complexité et la difficulté du processus ainsi que des contraintes imposées par l'entreprise et en faisant une bonne analyse de problème nous mène à une déduction d'une base des entrées et des sorties qui nous permettra de modéliser ce problème en GRAFCET par la suite d'aboutir à une solution idéale, flexible, facile et programmable en STEP7. (Transcription du modèle GRAFCET en programme PLC).

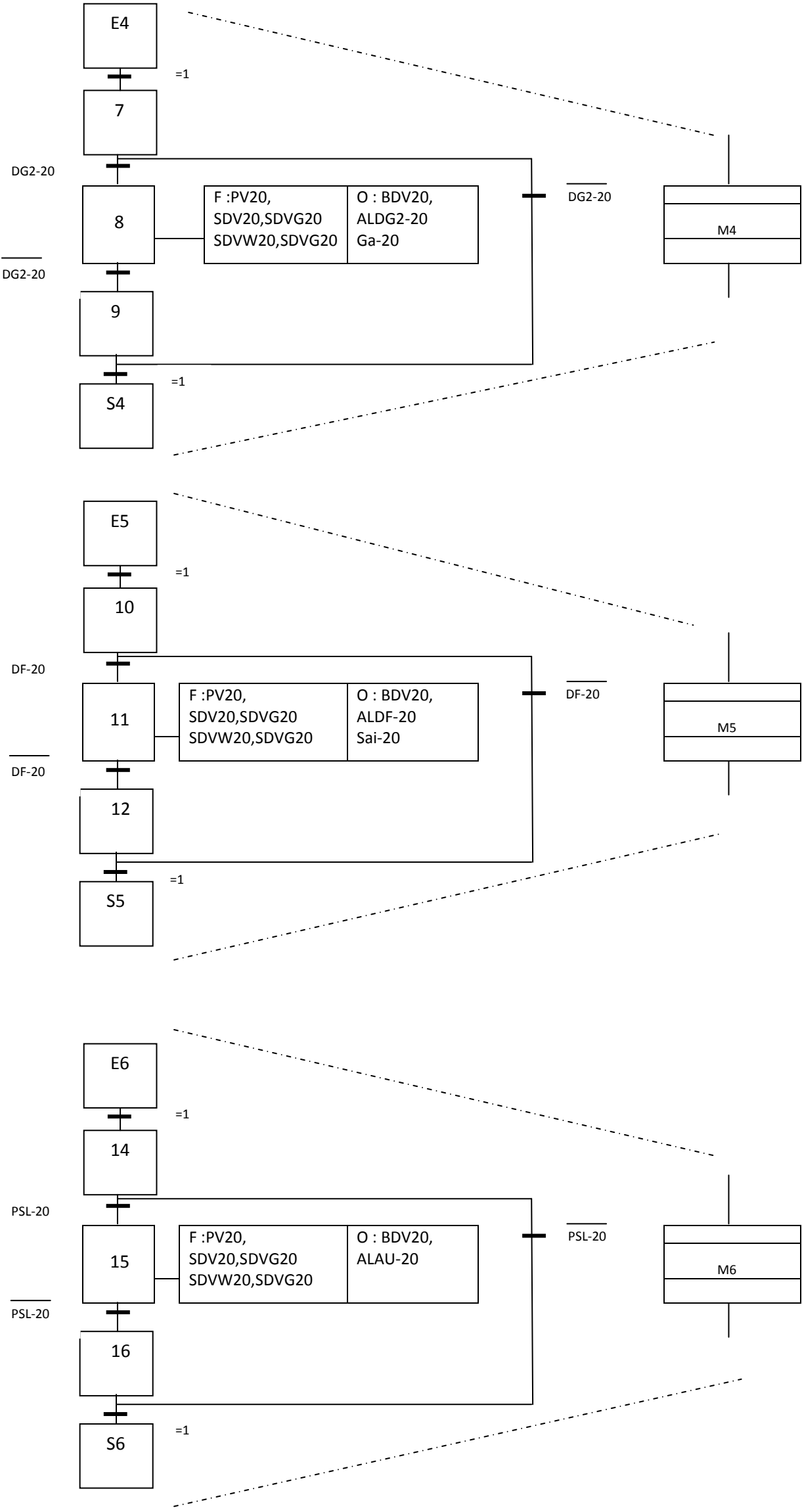
Le respect de cahier des charges et sa modélisation par GRAFCET nous permettra d'élaborer un programme exécutable sans lacune et de réfléchir au choix de l'automate programmable, de sa CPU et de tous des types et nombres des modules qui vont être utilisés dans le prochain chapitre.

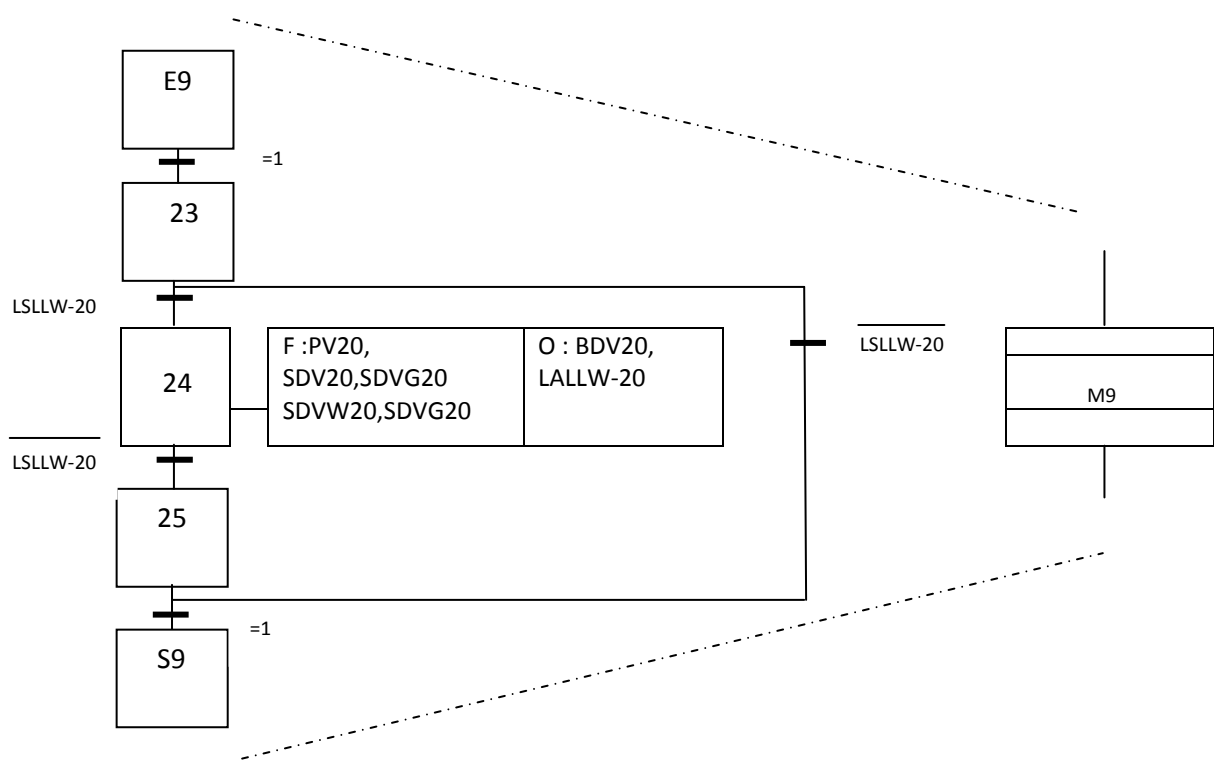
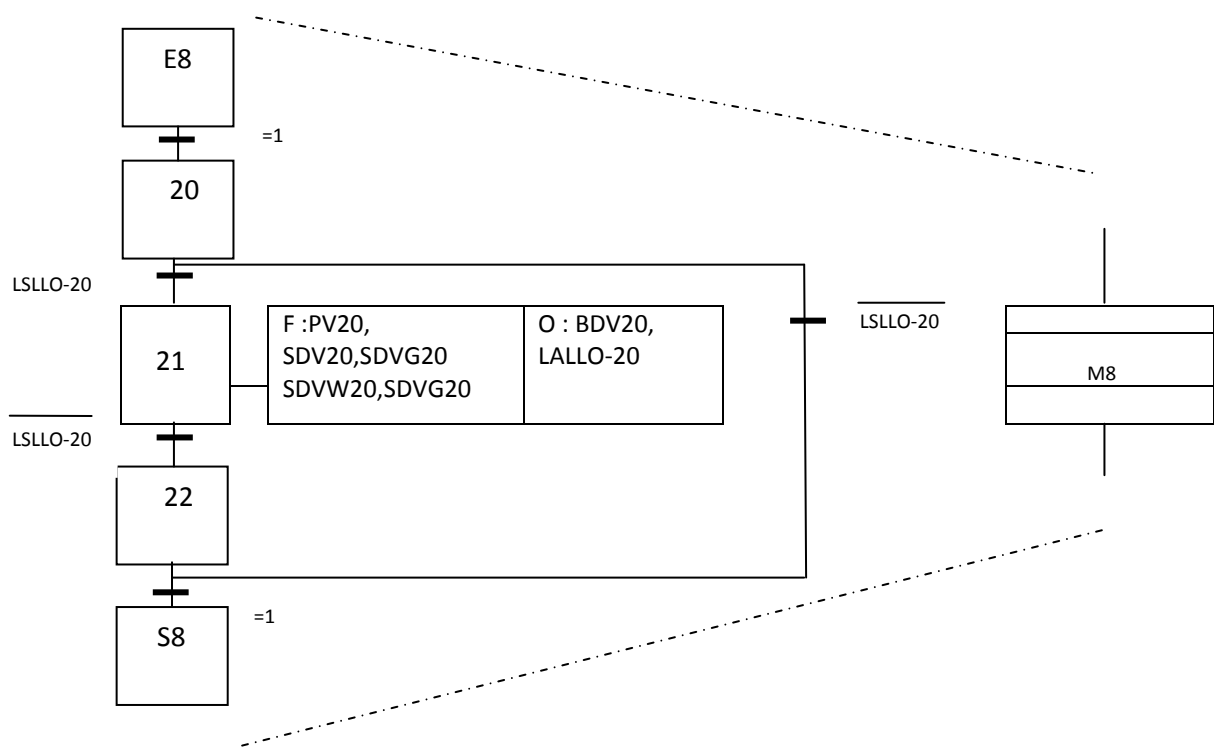
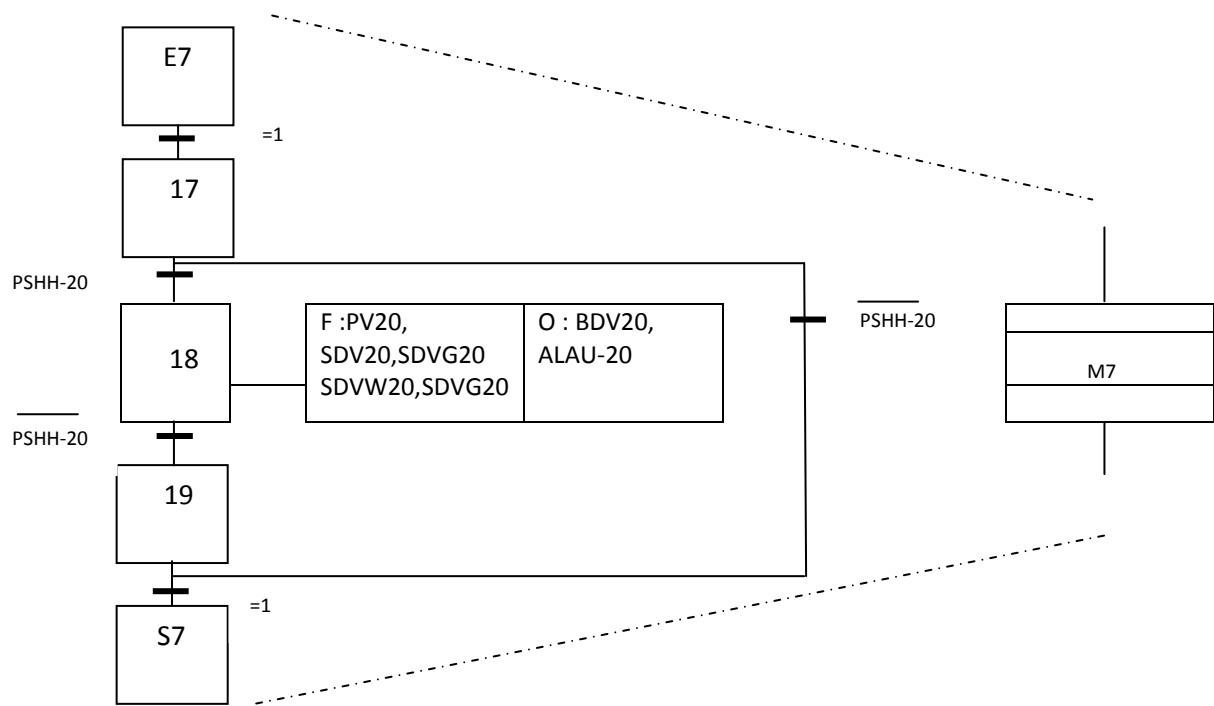
GRAFCET DE SEPARATEUR HP DE BATTERIE 2 :

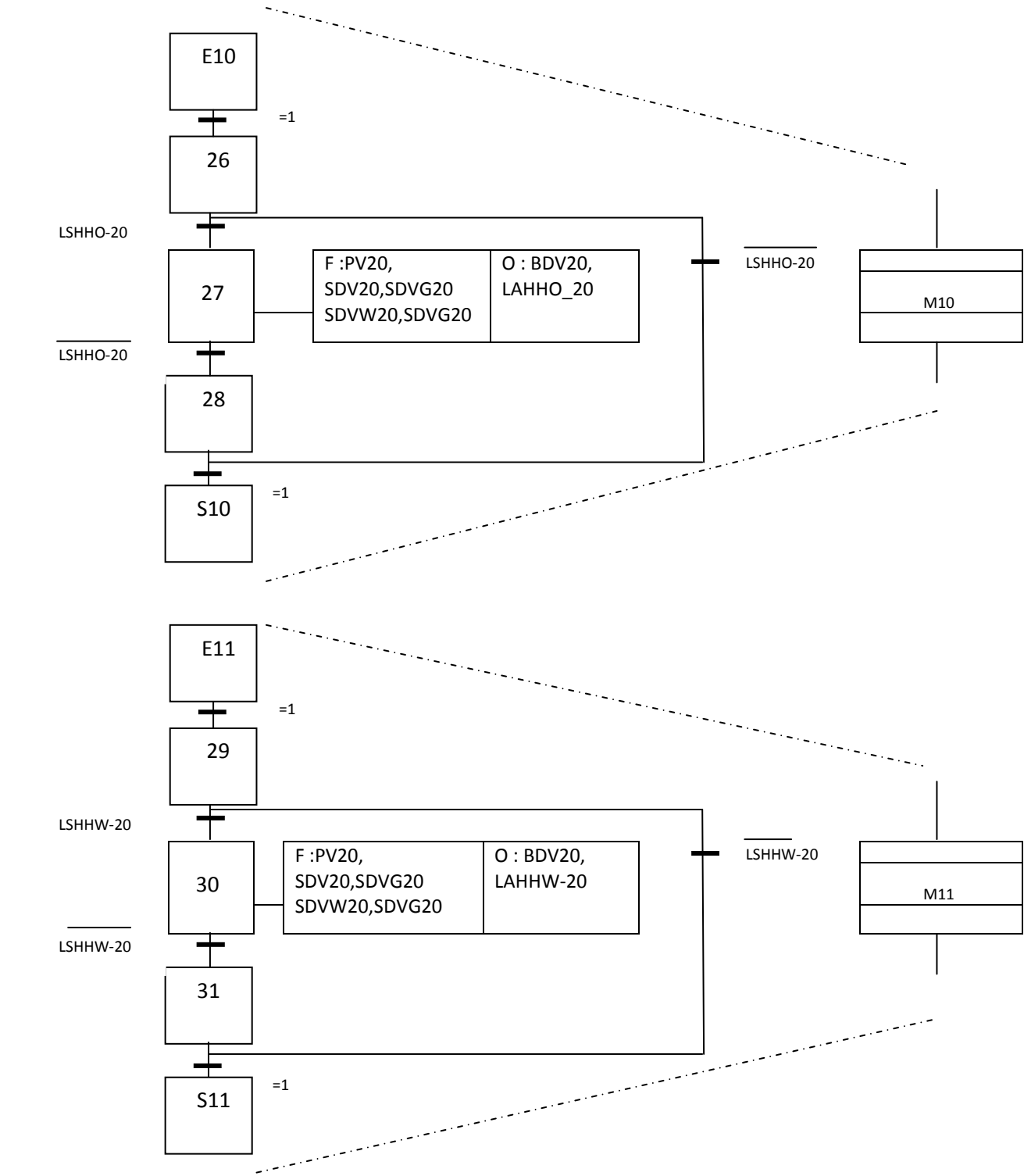


LES MACROS ETAPES : de séparateur HP de batterie 2

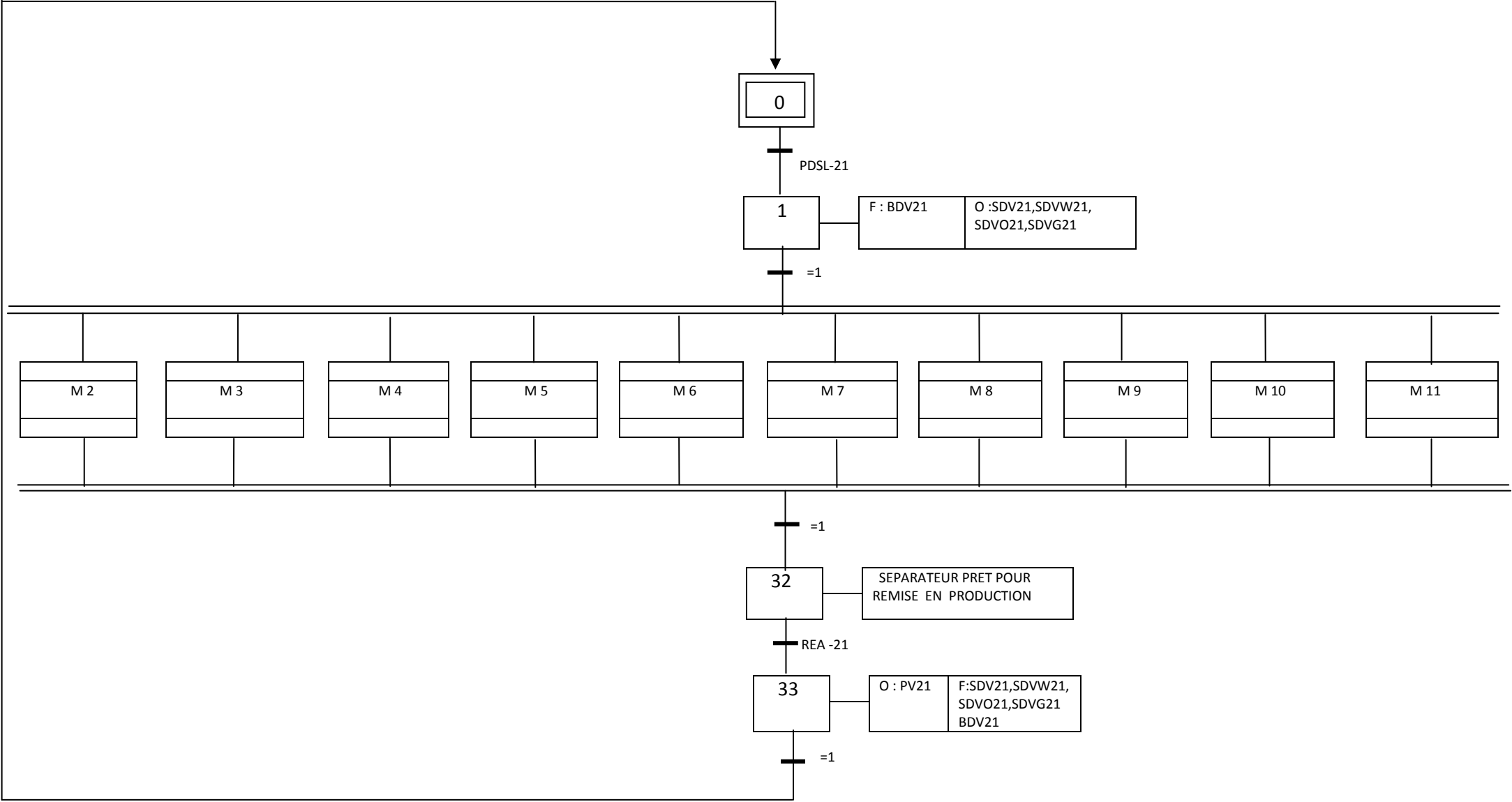




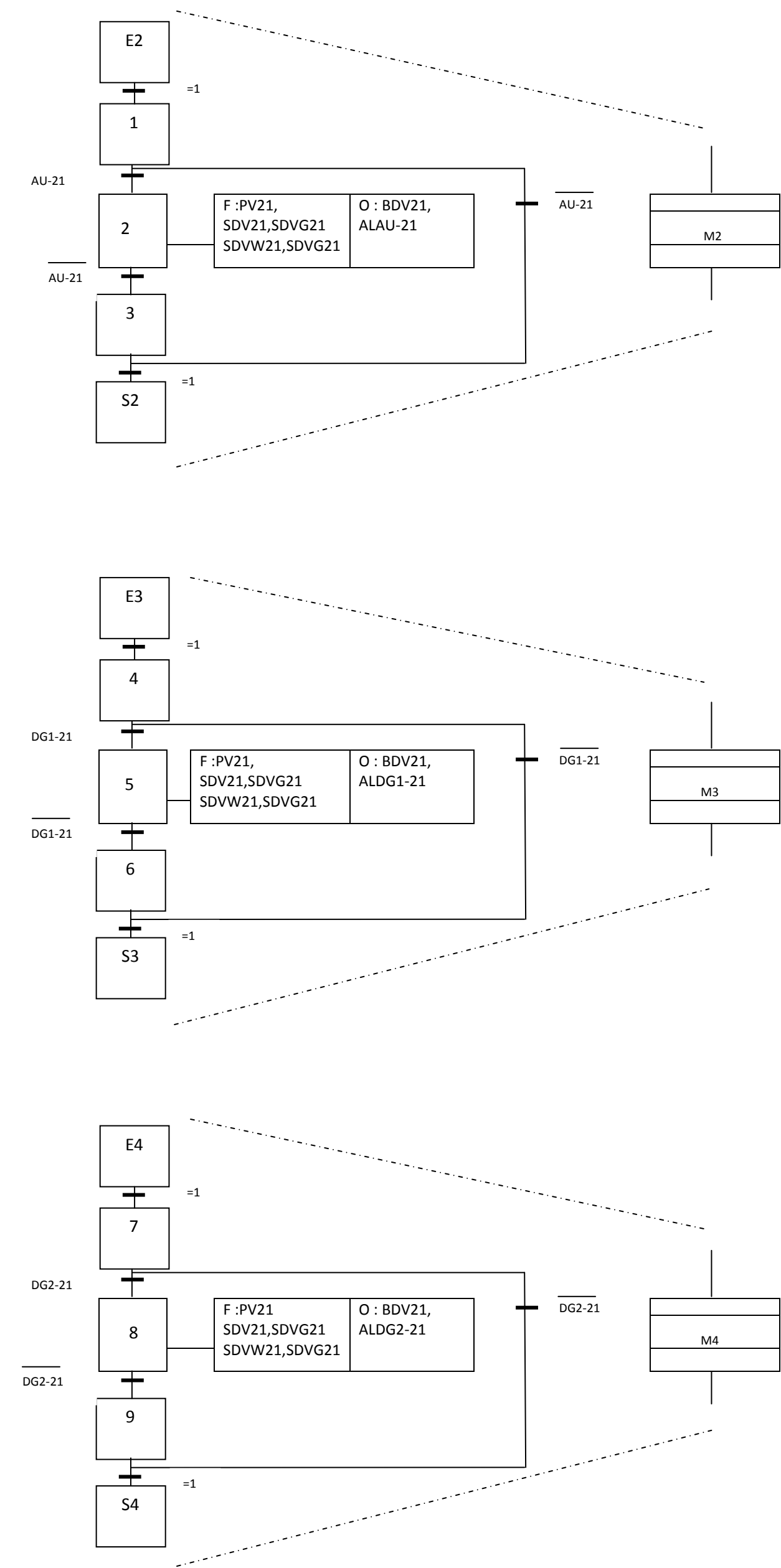


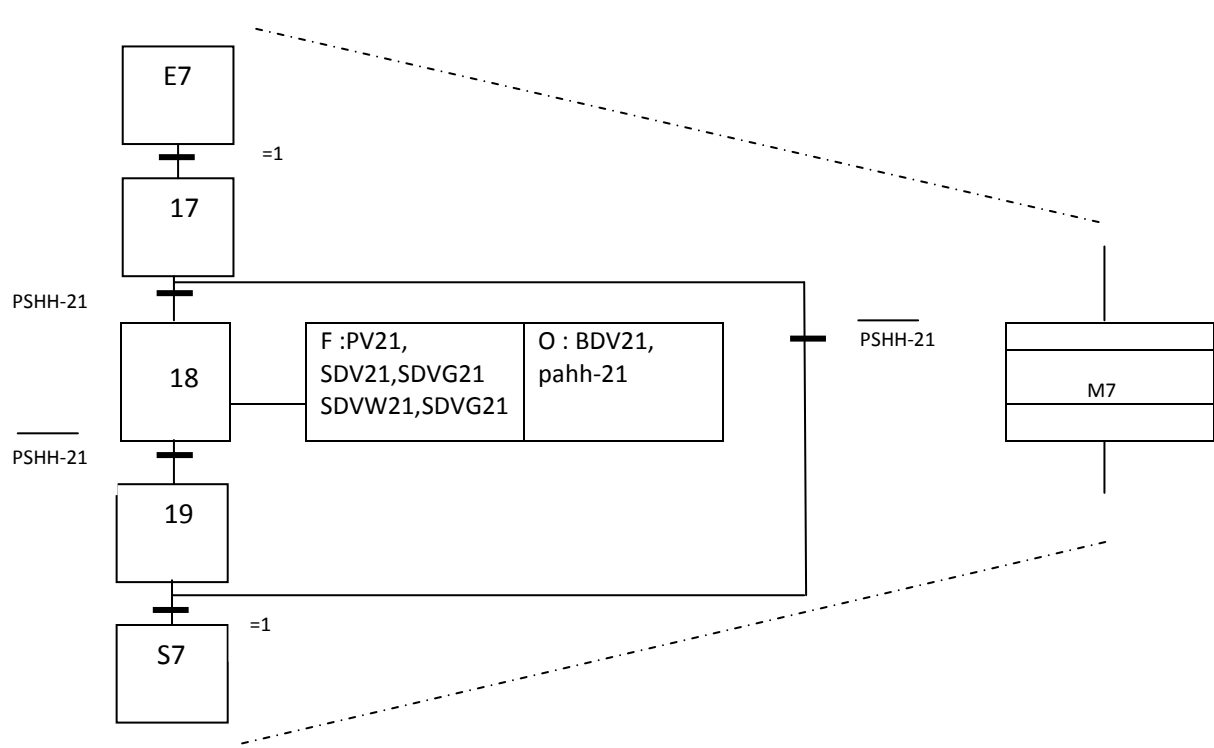
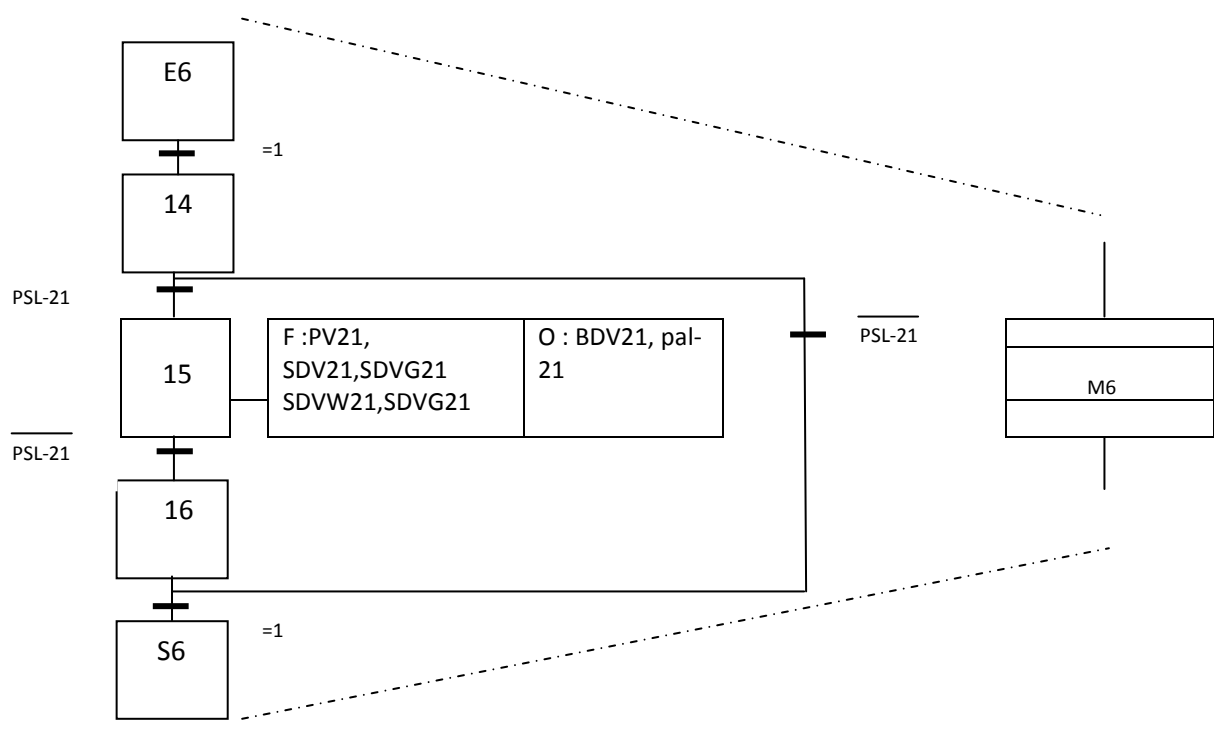
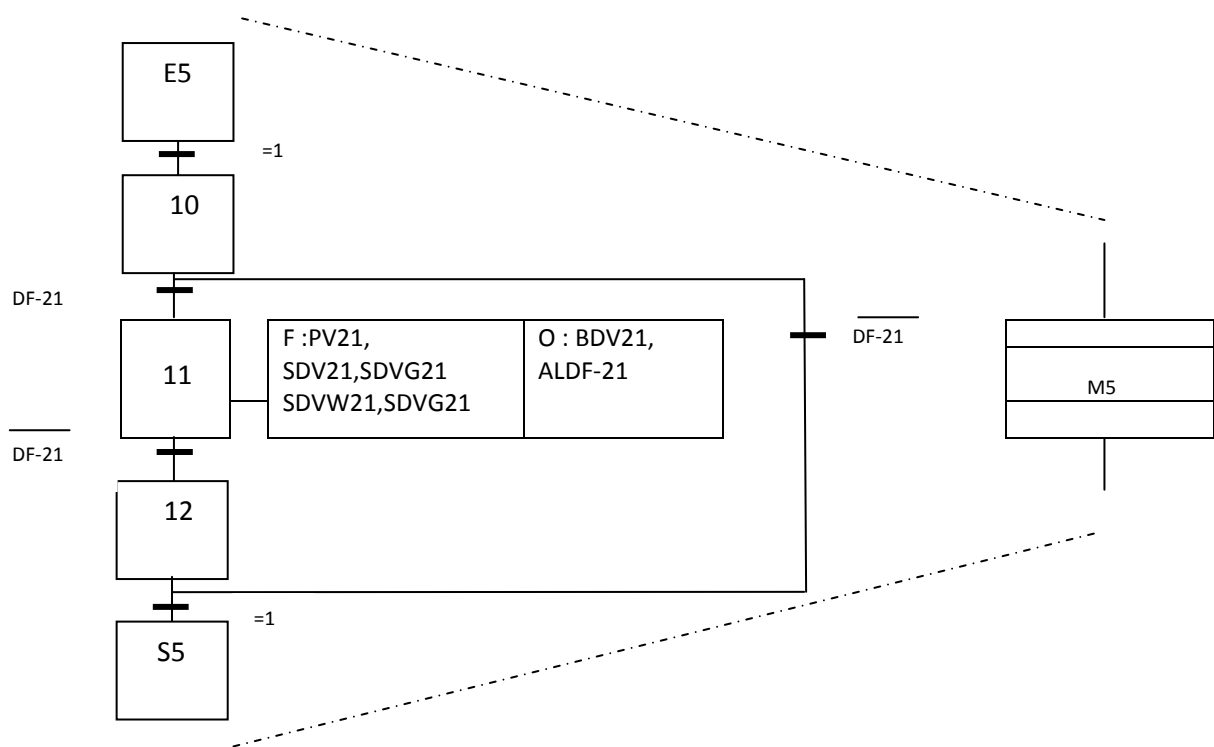


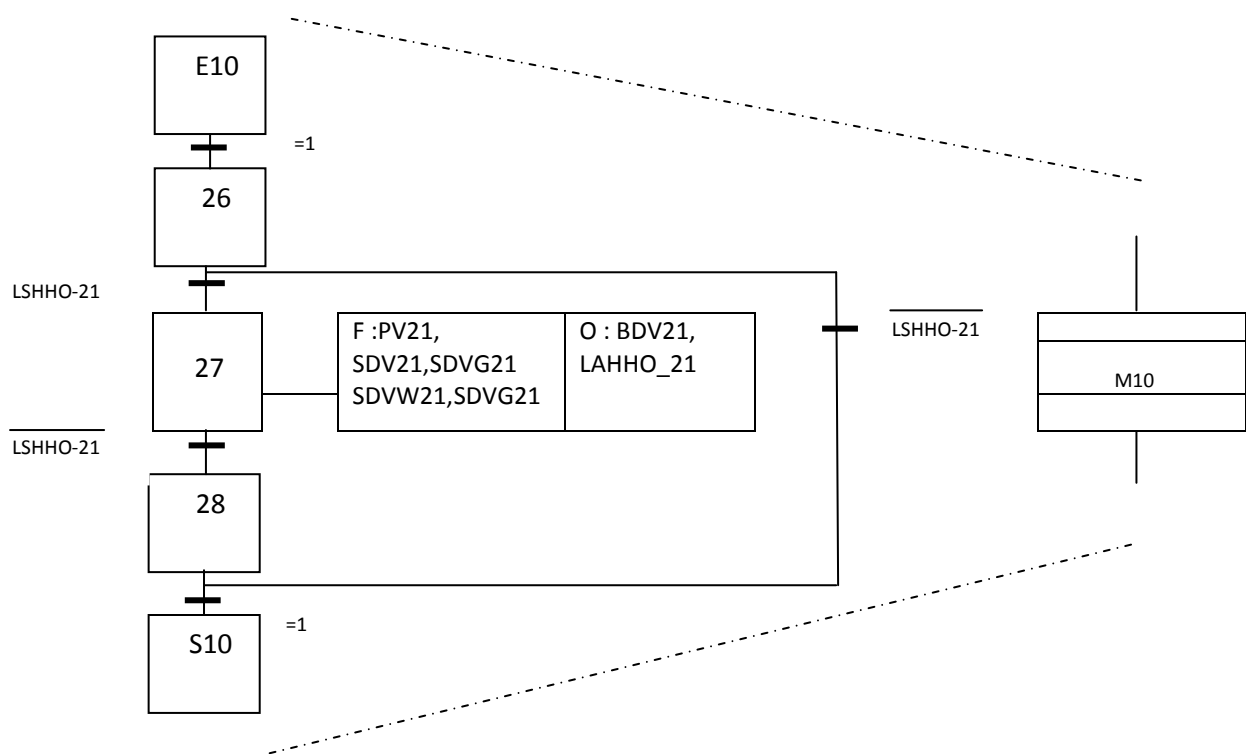
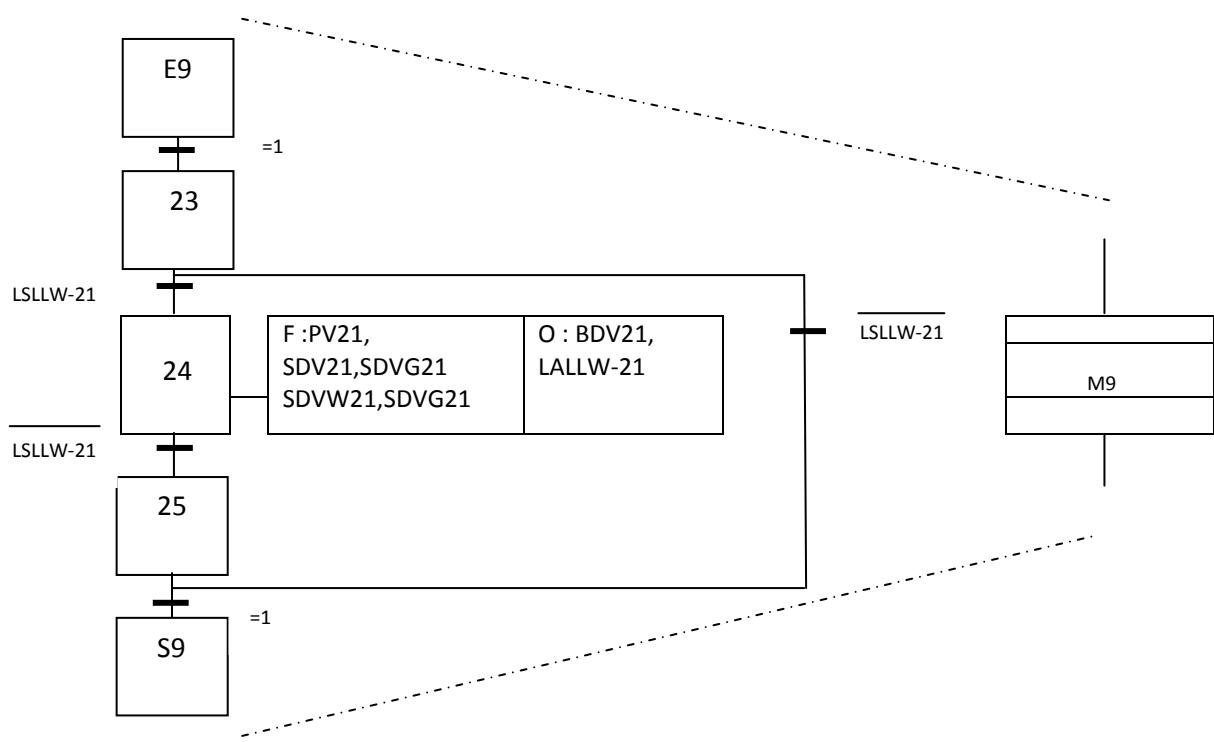
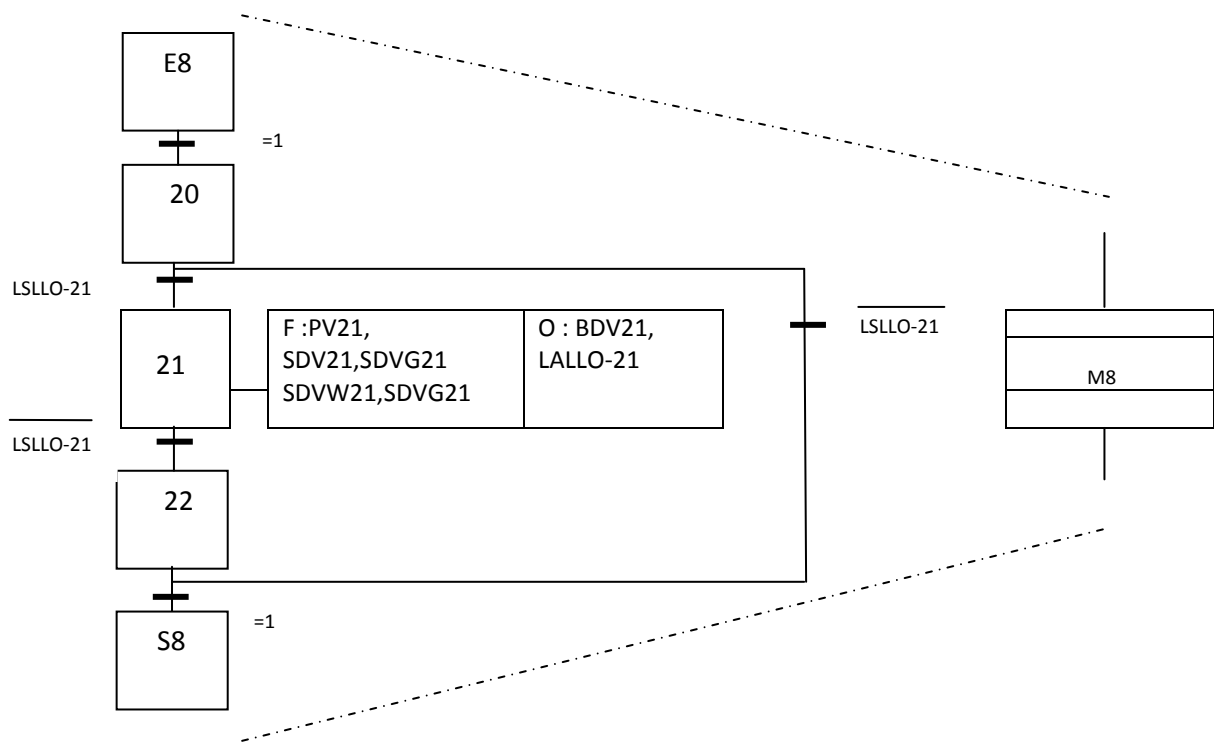
GRAFCEC DE SEPARATEUR MP DE BATTERIE 2 :

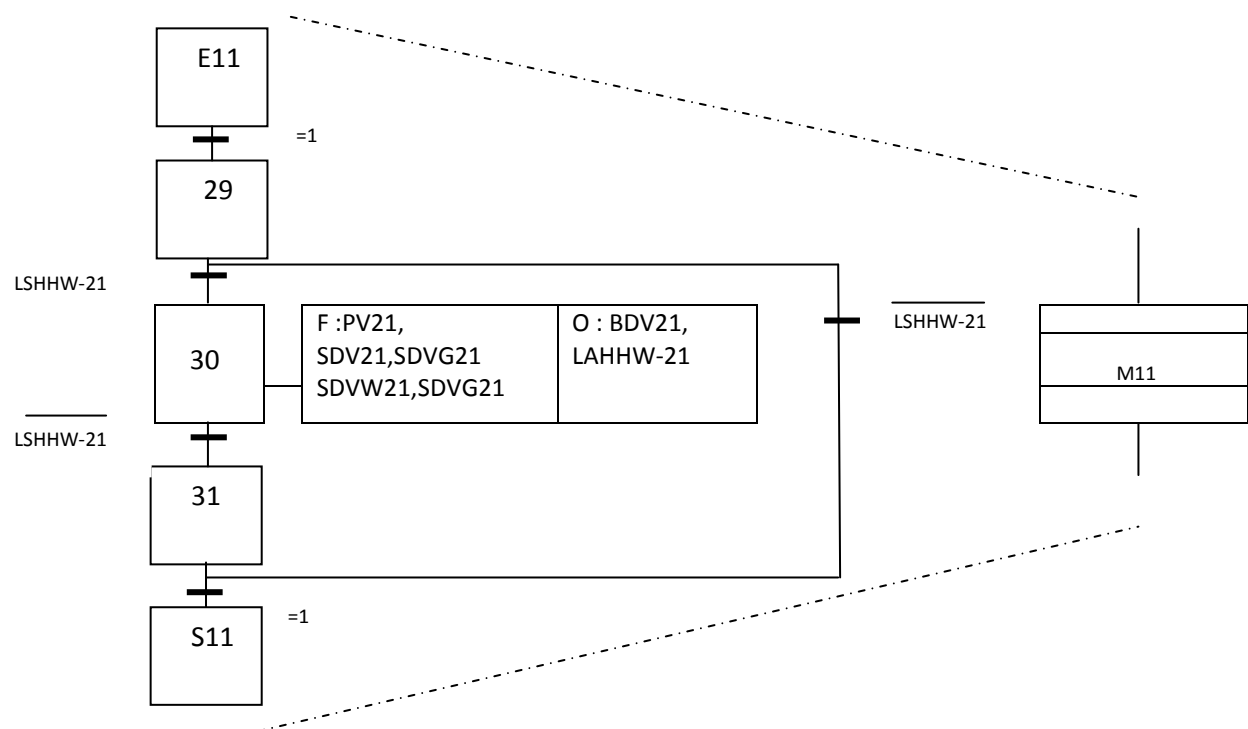


LES MACROS ETAPES : de séparateur MP de batterie 2

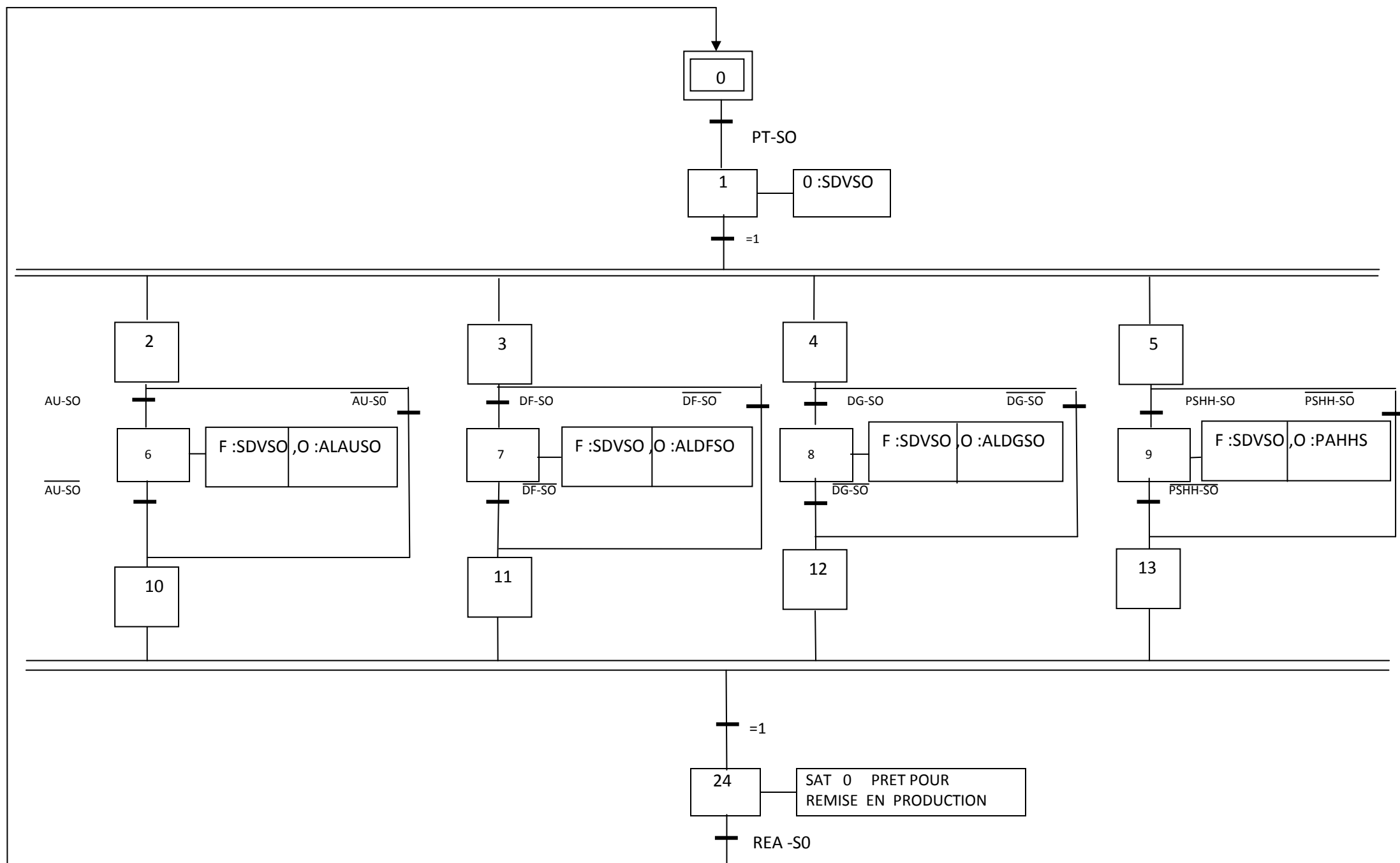




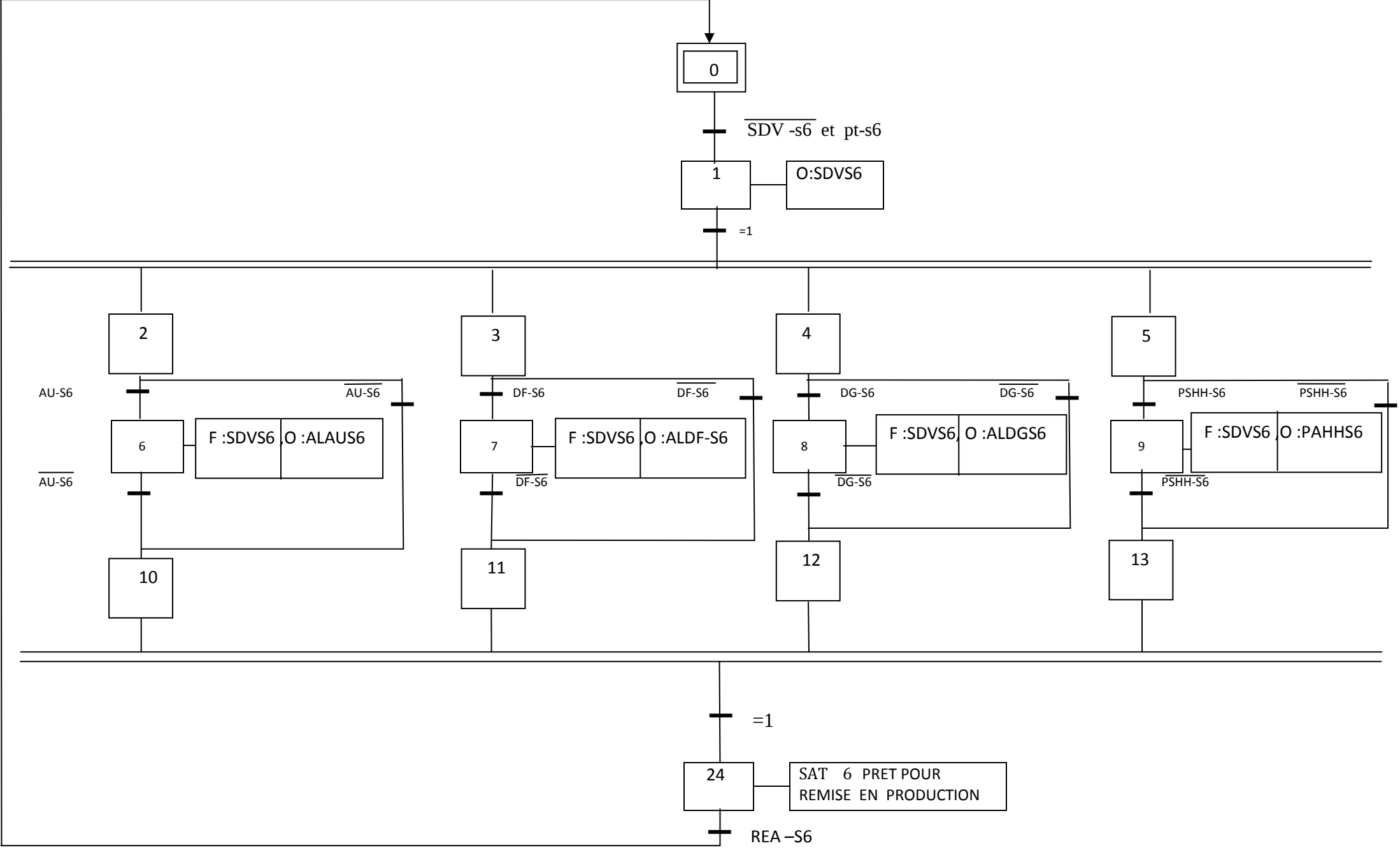




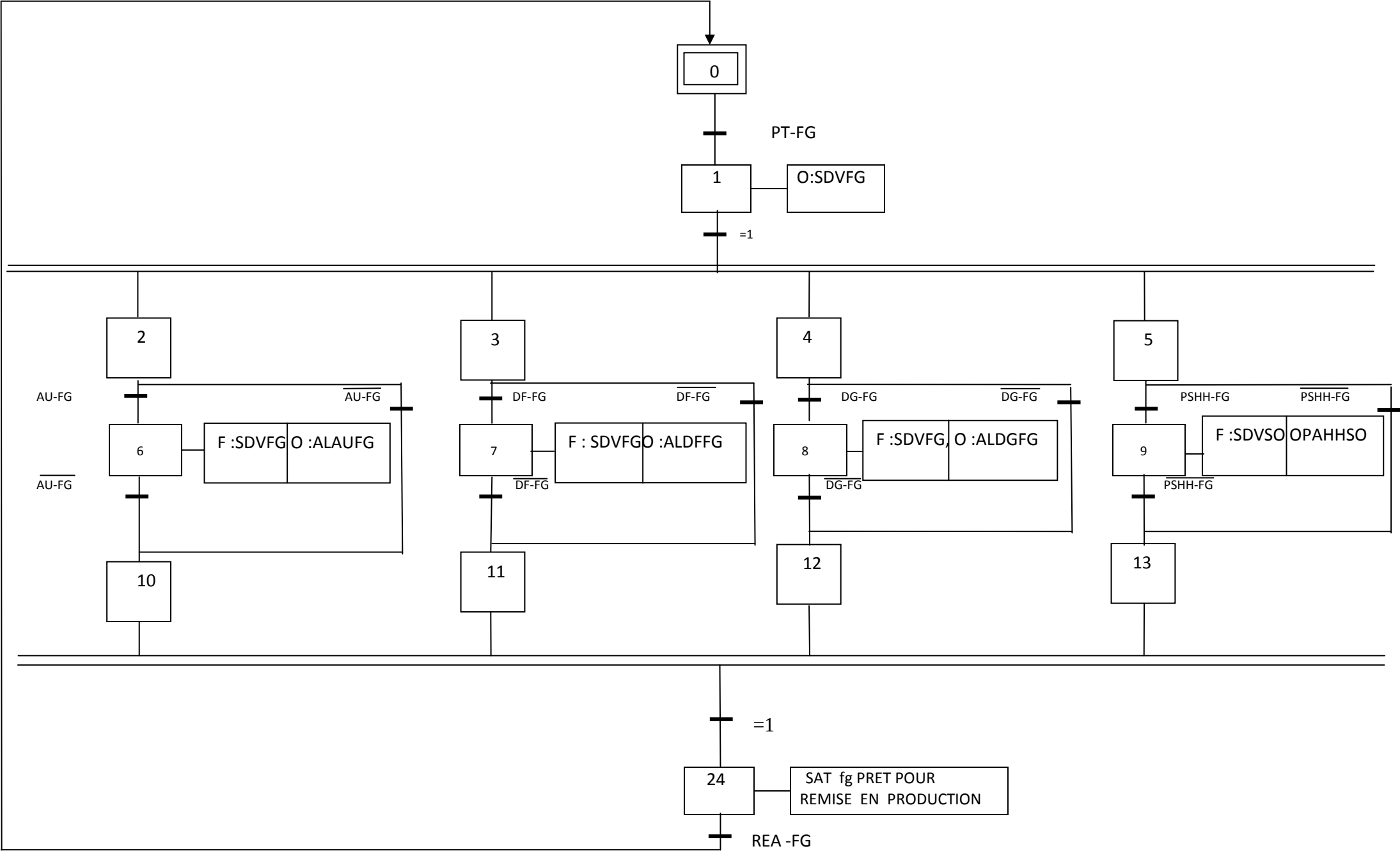
GRAFCET DE SECURITE VANNE SATILLITE 0(S0) :



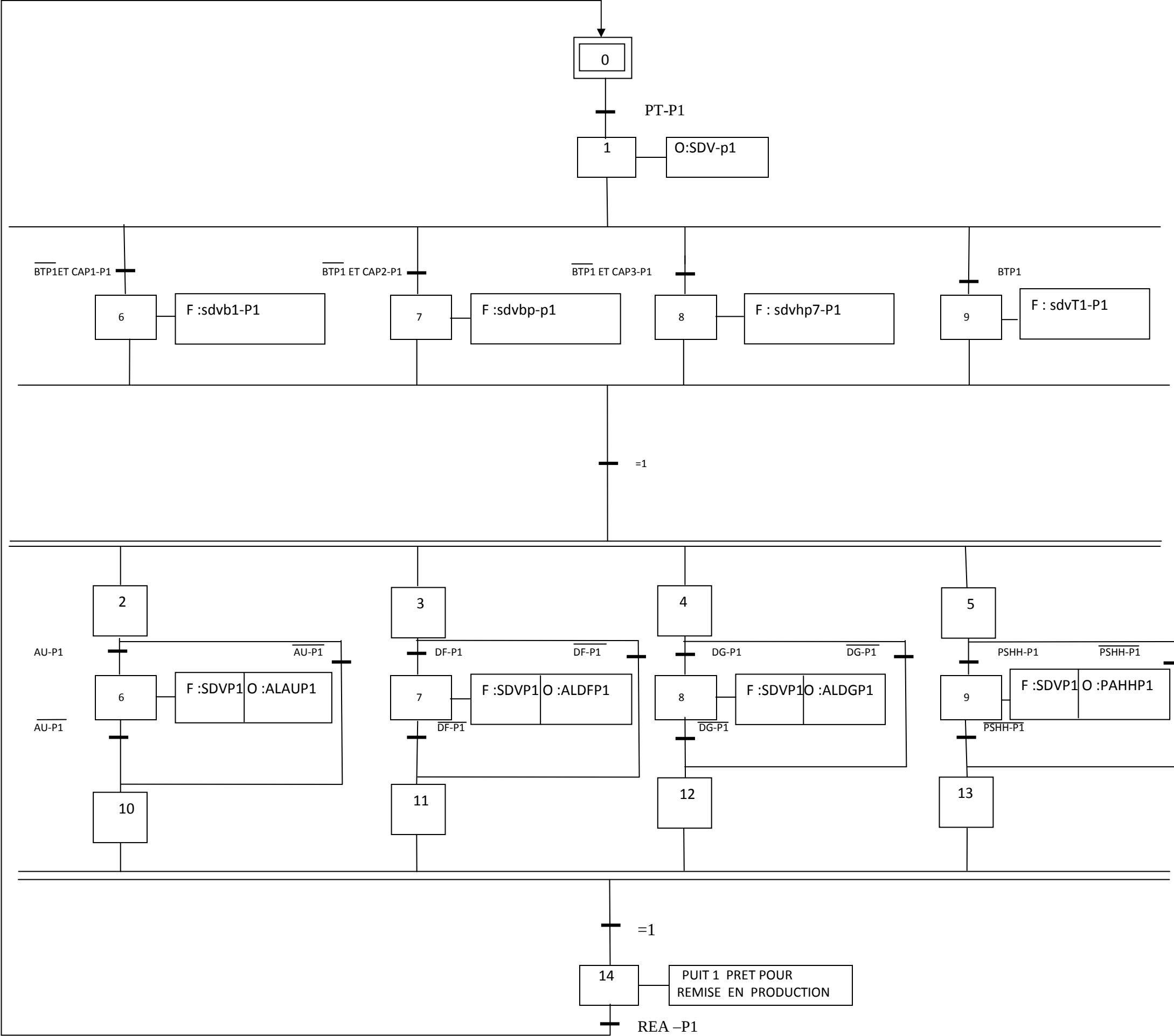
GRAFCET DE SECURITE VANNE SATILLITE “GAZOLINE” ::



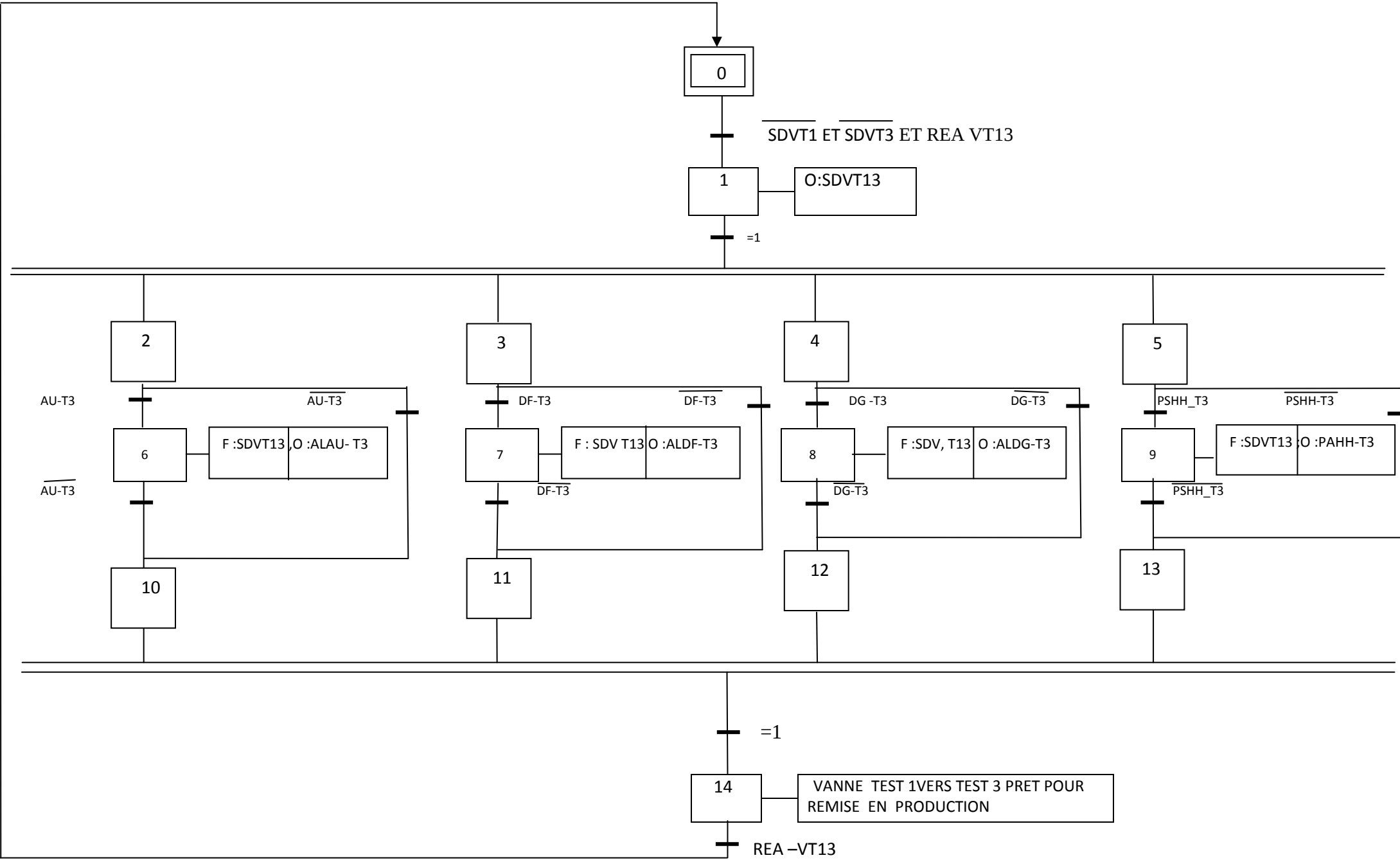
GRAFCET DE SECURITE VANNE SATILLITE FG “FORTE PRESSION ” :



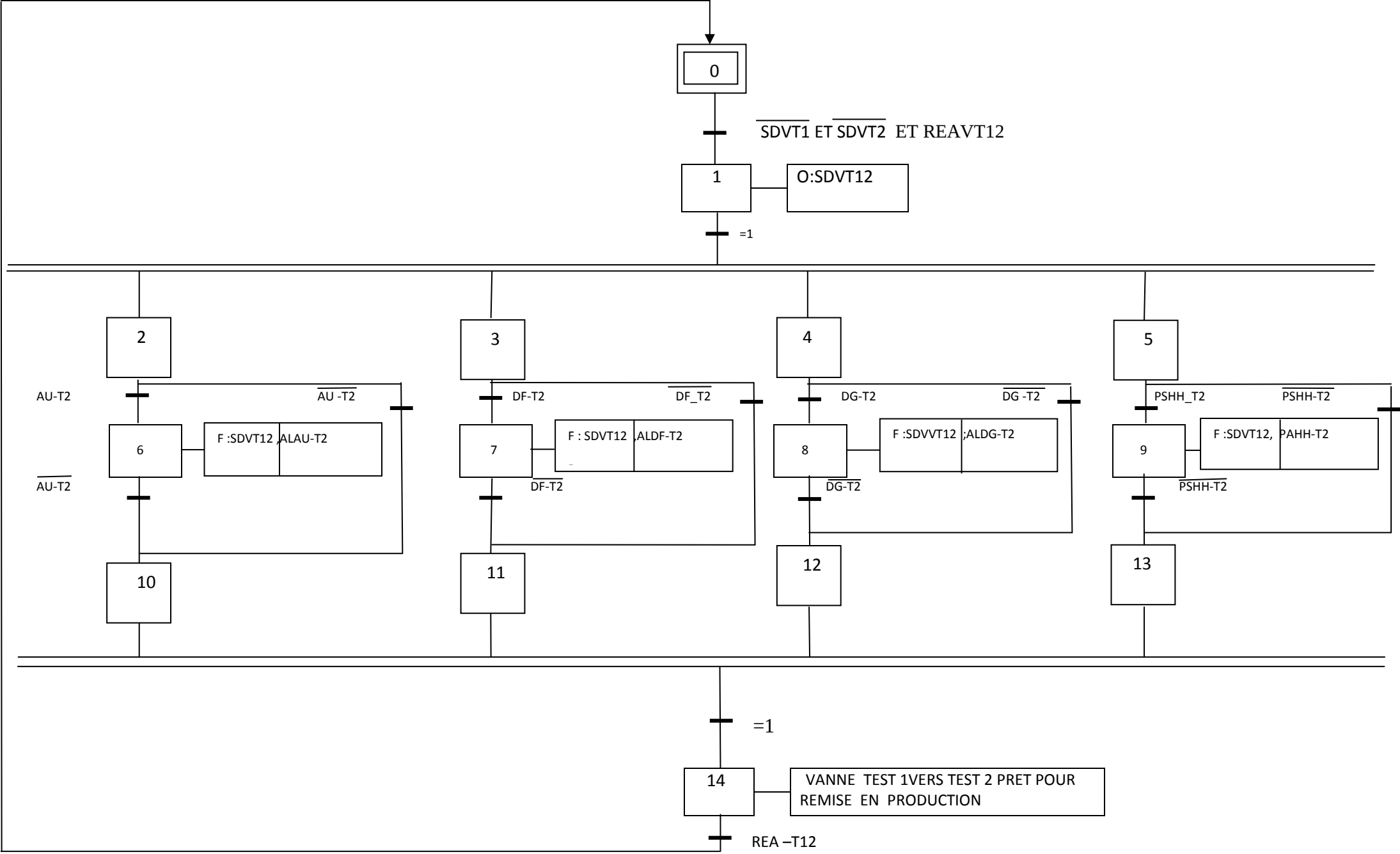
GRAFCET DE SECURITE DE PUIT 1 :



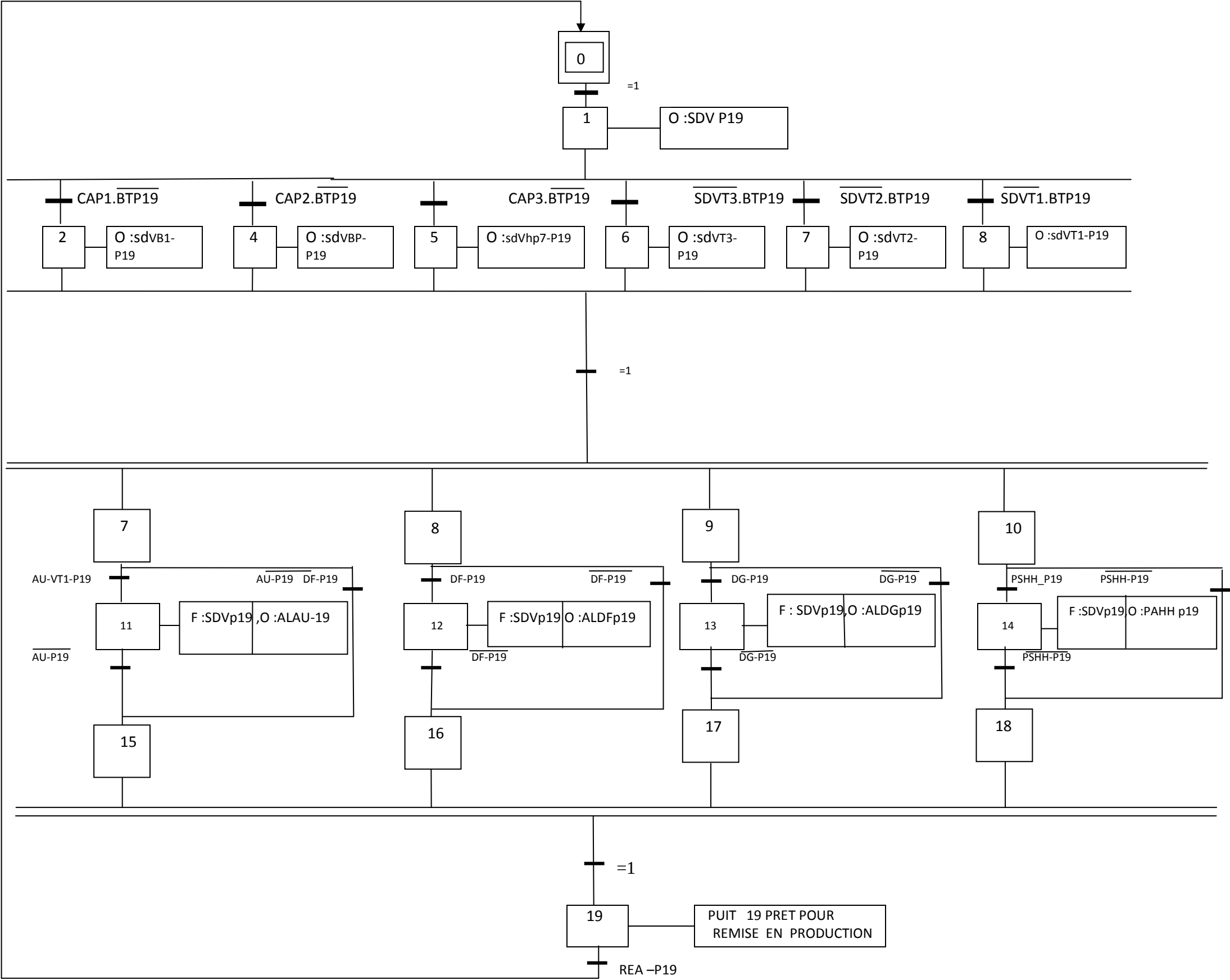
GRAFCET DE SECURITE VANNE:VT1-T3 (AVANT LES SEPARATEURS TESTS) :



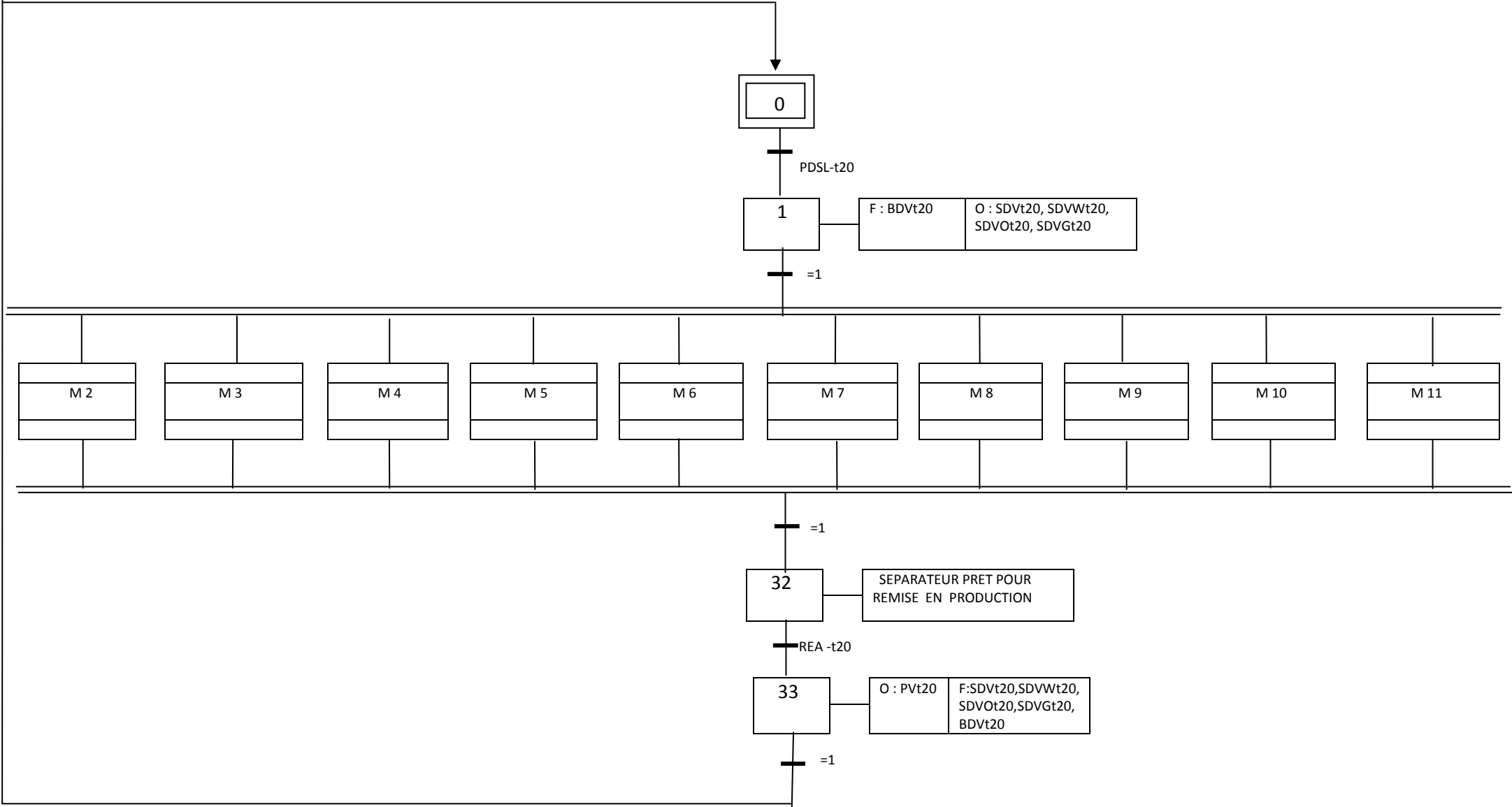
GRAFCET DE SECURITE VANNE TEST 1 VERS TEST 2 :



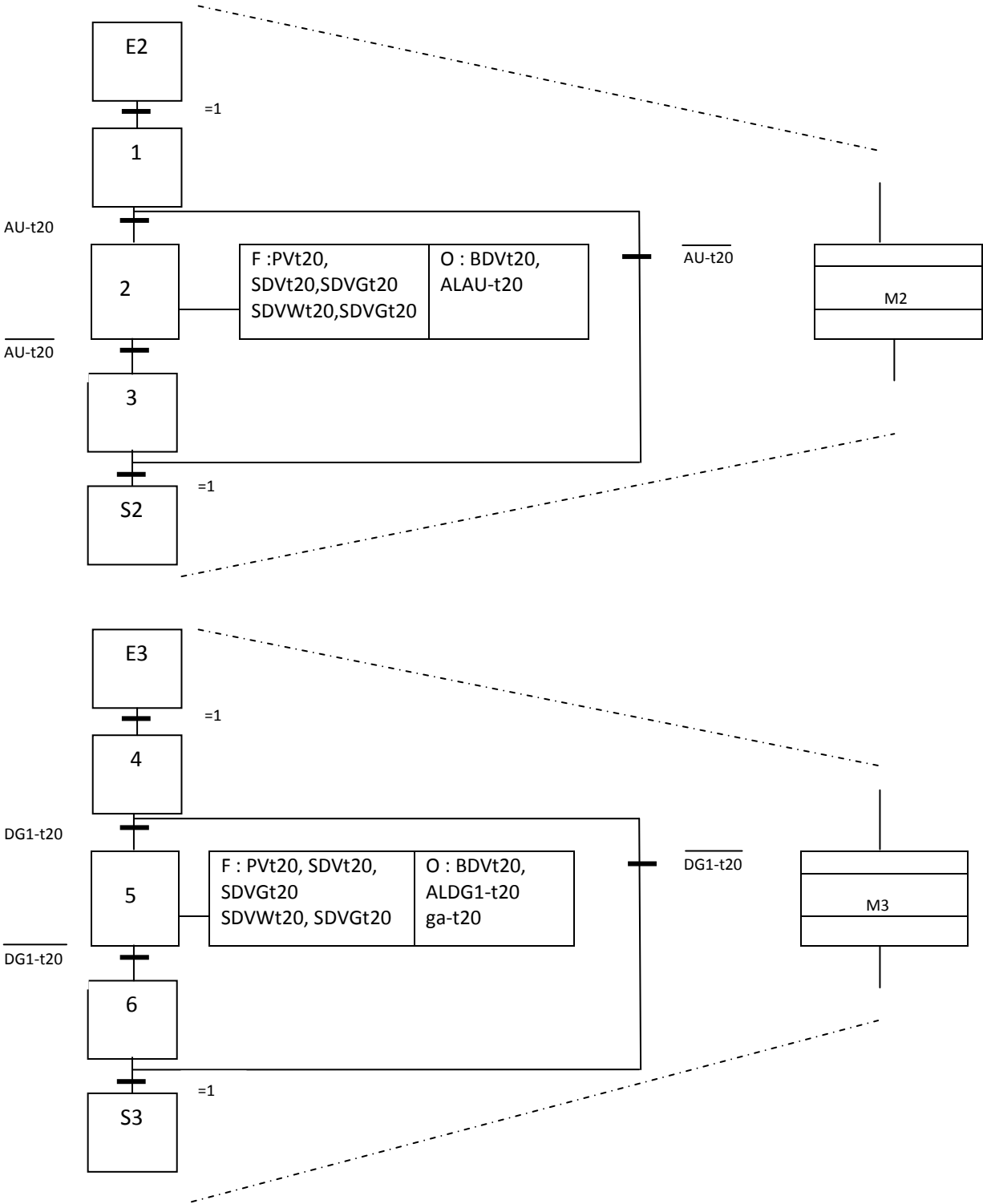
GRAFCET DE SECURITE DES PUIITS EXEMPLE Le puit numéro 19 :

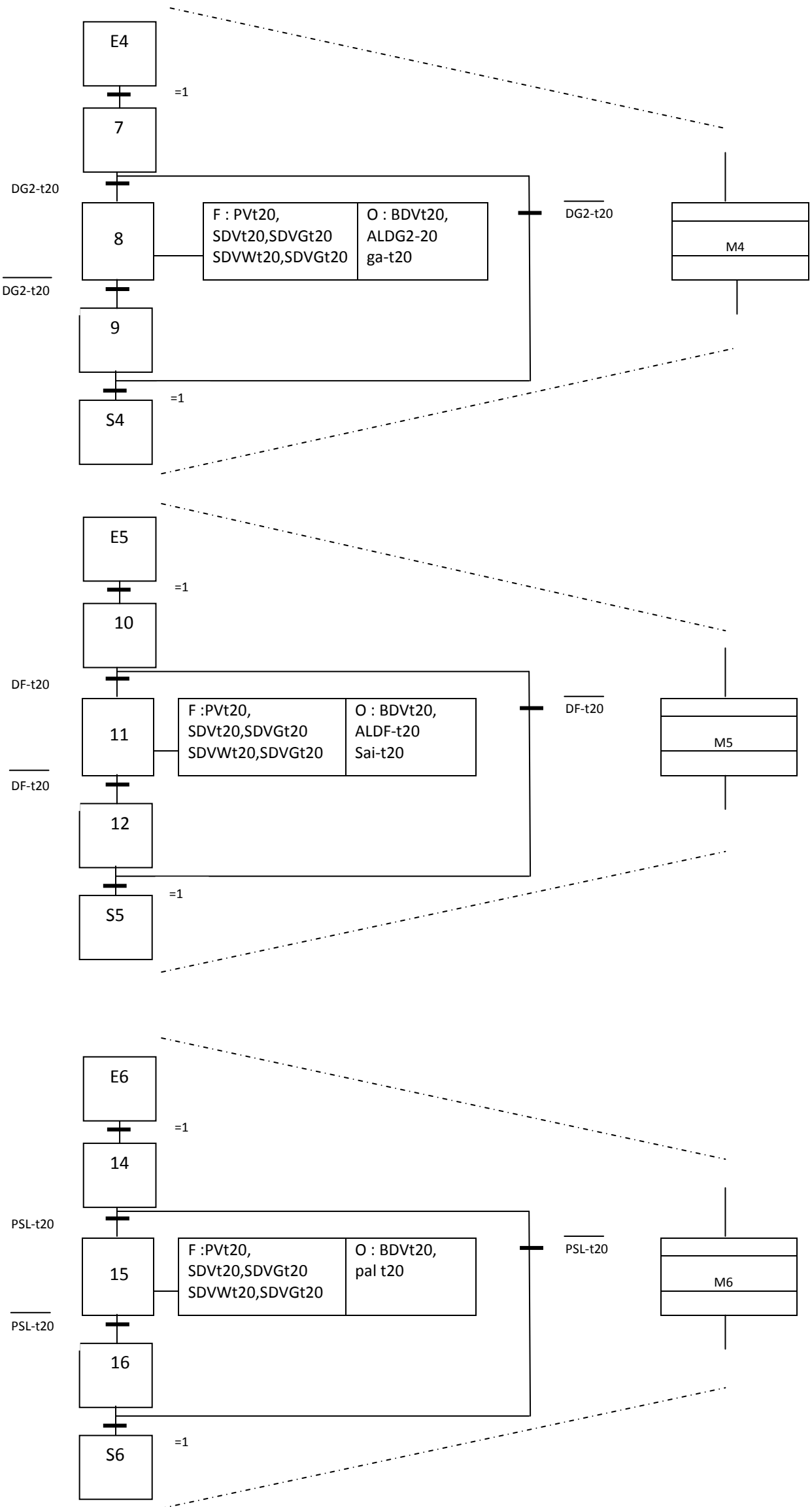


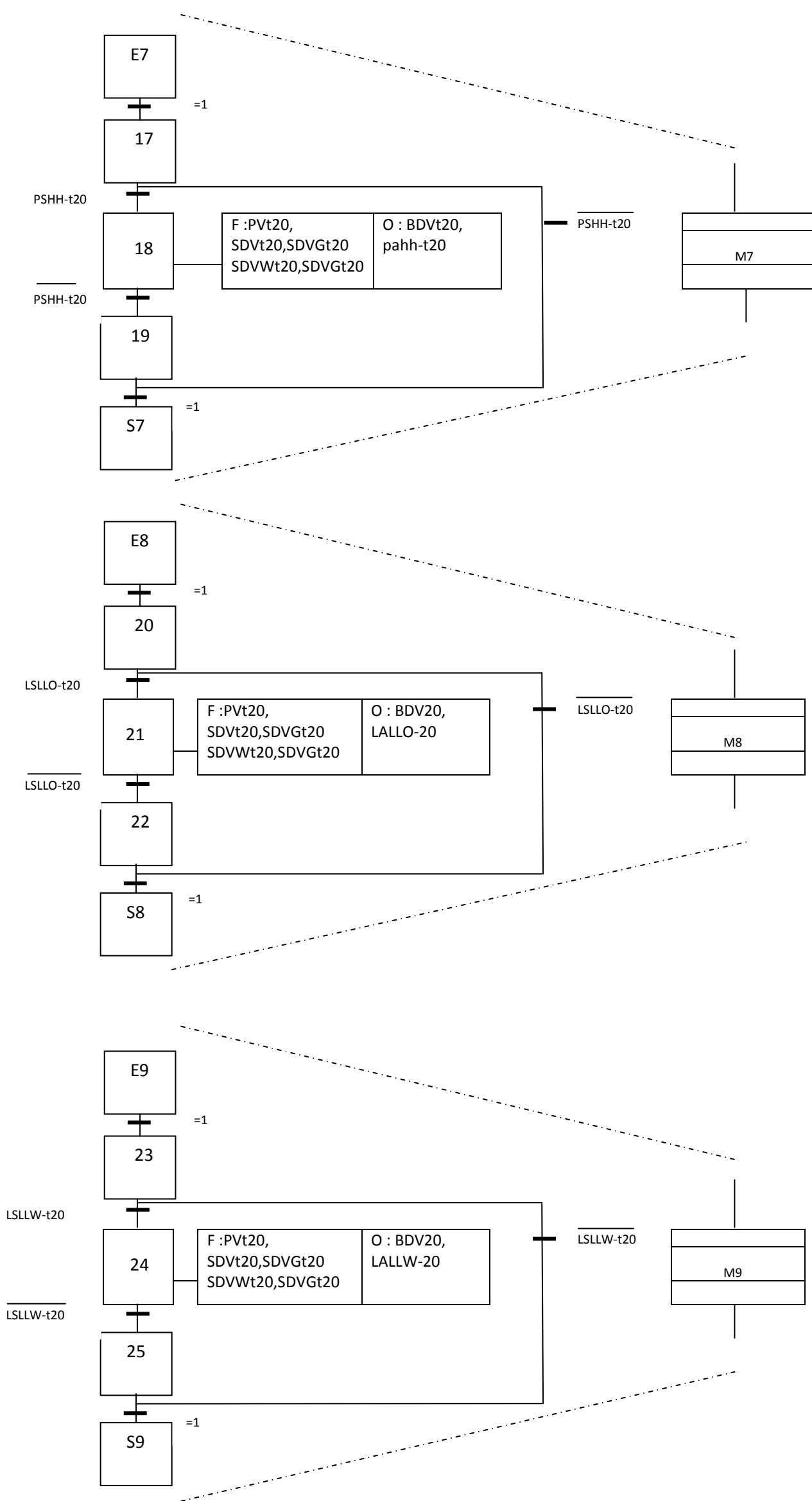
GRAFCET DE SEPARATEUR HP DE TEST 2 :

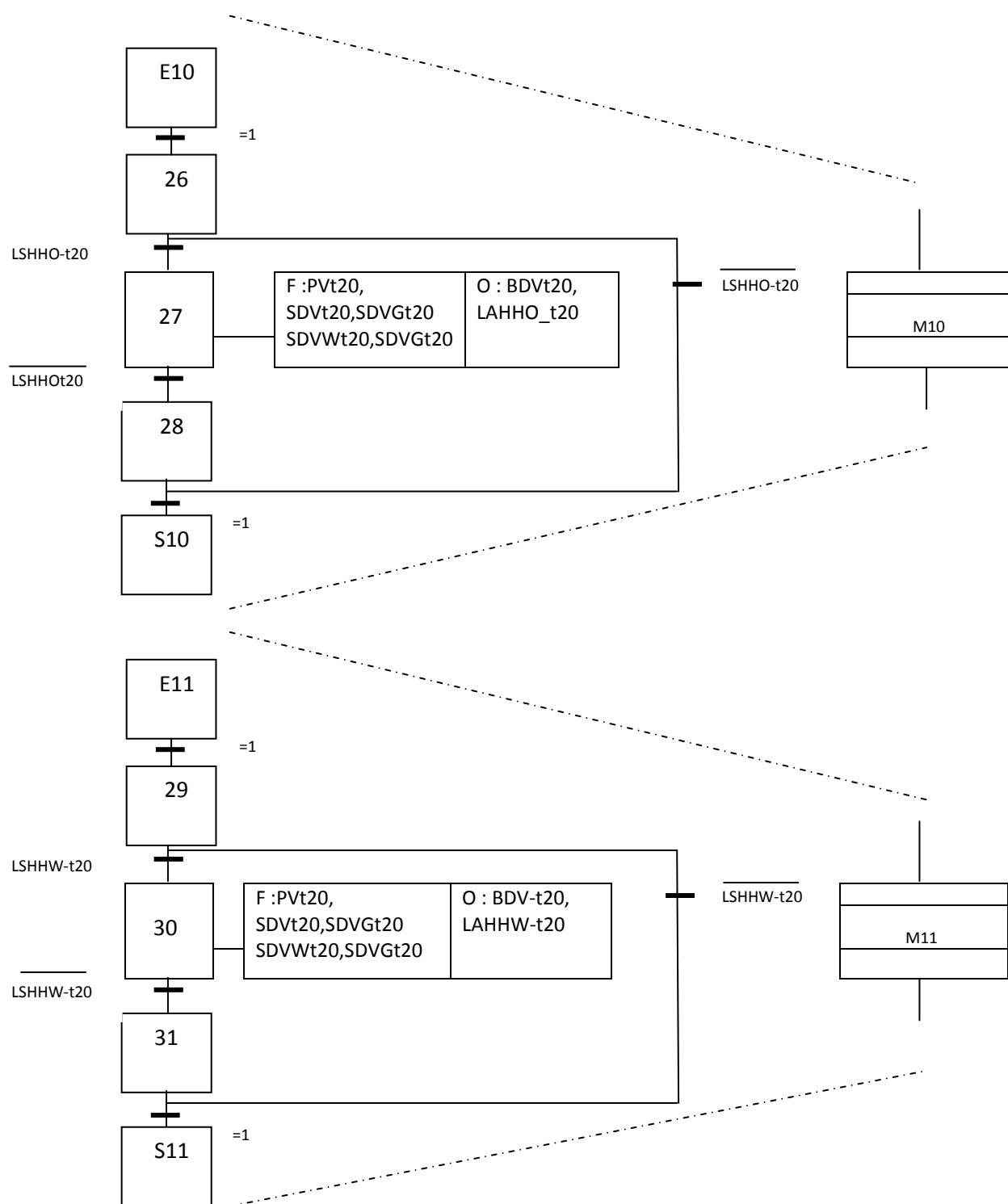


LES MACROS ETAPES : DE SEPARATEUR DE BATTERIE TEST 2 :

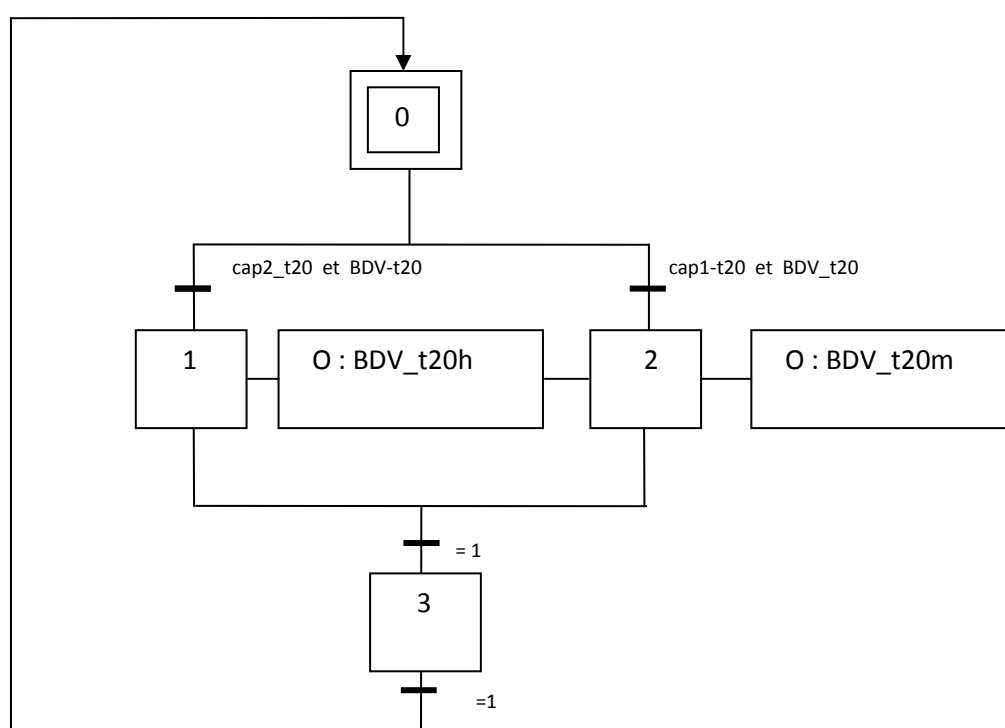








Vanne toche de batterie test 2 ;



Conclusion :

En tenant compte de la complexité et la difficulté du processus ainsi que des contraintes imposées par l'entreprise et en faisant une bonne analyse de problème nous mène à une déduction d'une base des entrées et des sorties qui nous permettra de modéliser ce problème en GRAFCET par la suite d'aboutir à une solution idéale, flexible, facile et programmable en STEP7. (Transcription du modèle GRAFCET en programme PLC).

Le respect de cahier des charges et sa modélisation par GRAFCET nous permettra d'élaborer un programme exécutable sans lacune et de réfléchir au choix de l'automate programmable, de sa CPU et de tous des types et nombres des modules qui vont être utilisés dans le prochain chapitre.

*Développement d'une
solution programmable*

1- Introduction :

Avec l'évolution de la technologie, les exigences attendues de l'automatisation sont très importantes. Elle doit assurer l'augmentation de la productivité, l'amélioration de la qualité et la diminution des coûts de production. En plus de cela elle doit garantir également l'amélioration des conditions de travail, la sécurité et la sûreté de fonctionnement et la suppression des tâches pénibles ou répétitives.

Pour répondre à toutes ces exigences dans l'installation présentée précédemment, la mise en place d'un automate programmable est nécessaire afin d'assurer un bon fonctionnement de l'unité de traitement d'huile de GASSI TOUIL (SONATRACH).

2- Bases des entrées/sorties :

Après l'étude et l'analyse fonctionnelle de l'unité traitement d'huile, on a déduit les différentes entrées et sorties qui vont être gérées par l'automate programmable.

2-1-Les entrées :

On a deux types d'entrées : ANALOGIQUES et TOR.

- Les entrées analogiques sont celles des signaux électriques élaborés par les transmetteurs des niveaux, de pression et ceux des débits. Ces signaux sont de type courant normalisé entre : [4mA, 20mA] ; donc ils sont directement reliés dans les modules d'entrée analogique de l'automate. Et ces modules vont réaliser la conversion de ces signaux issus du processus en signaux numériques pour le traitement interne de l'automate S7-300.

- Les entrées TOR conviennent aux raccordements d'appareils à contacts et détecteur de sécurité pression, et celles des signaux élaborés par les autres capteurs tout ou rien, tel que la détection de la pression différentielle (PDSL) d'huile ou par les différents défauts qui peuvent se produire au cours du fonctionnement.

2-2- Les sorties :

Les sorties existantes dans la configuration de l'automate sont des sorties TOR. Leurs destinations soit vers les actionneurs : électrovannes, contacteurs, système anti incendie ou bien vers les différentes alarmes ou voyants.

3- Gamme de l'automate choisie :

Après la détermination des différentes entrées et sorties vues précédemment ainsi que la définition des conditions requises pour l'automatisation, notre choix c'est basé sur l'automate de la gamme S7-300 qui existe au centre de production de Gassi Touil.

4- Choix de l'automate S7 300 :

- L'existence de cet automate dans le centre de production
- Très utilisé dans l'industrie et pour son adaptation optimale de la tâche d'automatisation qu'on va réaliser.
- Extension sans perturbations lorsque l'ampleur de la tâche augmente en raison des extensions prévues pour l'unité.
- Souplesse d'utilisation, grâce à la simplicité de réalisation d'architecture décentralisées et aux multiples possibilités de mettre en réseau (MPI, PROFIBUS-DP), pour l'envoi d'informations sur l'état des séparateurs (niveau et pression).

5- configuration matérielle :

La connaissance de la nature et du nombre des entrées / sorties nécessaires pour le développement de cette solution nous conduit aux choix des modules qui vont répondre à nos besoins.

- ✓ Nombre d'entrées analogiques : 168
- ✓ Nombre d'entrées TOR : 804
- ✓ Nombre de sorties TOR : 858

Donc la configuration matérielle proposée est comme suit :

❖ Modules d'entrées :

- 26 modules d'entrées TOR : 32voies
- 21 modules d'entrées Analogiques : 8 voies.

❖ Modules de Sorties :

- 27 modules de sorties TOR : 32 voies <

❖ Choix de la CPU :

La CPU qu'on a choisi est la CPU315-2DP. Elle dispose d'une mémoire de programmation de capacité moyenne ainsi d'une interface PROFIBUS-2DP maître / esclave. Donc elle est destinée aux automatismes mettant en œuvre des structures de périphérie centralisée et décentralisée. Ainsi que l'interface multipoint MPI qui est un port de communication intégré de tous les Simatic S7-300, il permet la mise en réseau de l'automate.

Notre intérêt au choix de cette CPU est de pouvoir réaliser une communication par profibus avec l'unité pour l'envoi d'information sur l'état des batteries plus la liaison de l'automate au PC de la supervision.

❖ coupleur :

Le nombre de modules utilisé nécessite l'utilisation d'un deuxième châssis pour pouvoir placer tous les modules.

Pour coupler les profilés support /châssis de base d'extension dans STEP 7, nous plaçons les modules de couplage correspondants à l'emplacement 3 de chacun des profilés support.

Le module de couplage correspondant pour une extension d'exactement un profilé support est le IM 361.

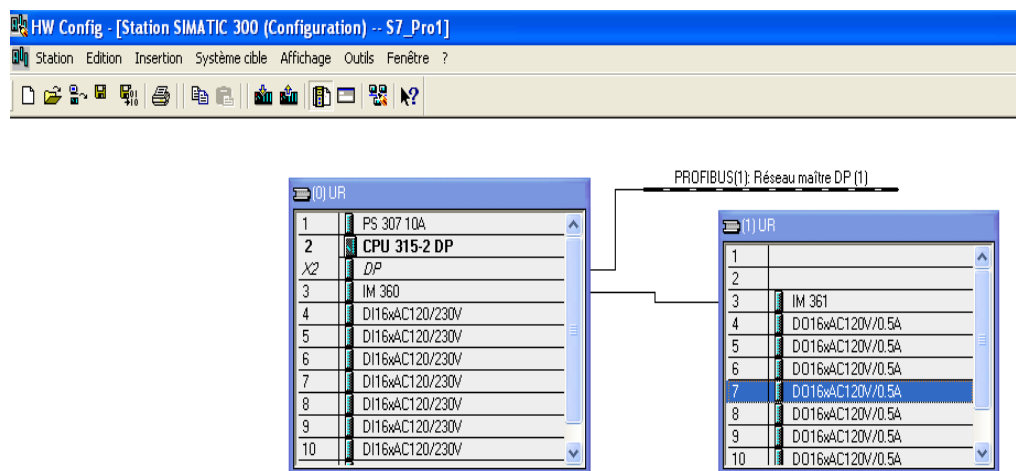


Figure V-2 : configuration matérielle de l'automate.

6- L'API dans son environnement :

6- 1- Besoin de communication :

L'API ne se limite pas à communiquer avec le processus qu'il pilote via ses modules d'E/S il se charge aussi des

- échanges d'informations avec le PC de la supervision.
- L'envoi d'informations sur l'état des séparateurs vers d'autres API.

6-2- Outil de communication :

Nous nous intéressons ici aux outils directs et indirects via un réseau local. Ce sont essentiellement :

- des éléments de saisie d'information
 - o boutons poussoirs : Il s'agit là d'outils simples et robustes, mais limités à une faible quantité d'information (ordres de marche, d'arrêt d'urgence ou sélection des bacs de chaque ligne) ;
- des éléments transmettant des informations
 - o voyants,
 - o alarmes sonores,
- la supervision dont le rôle dépasse largement la communication entre API et opérateur, car il concerne l'ensemble du système automatisé de production, mais le poste de supervision n'en constitue pas moins un outil de communication à distance pour recevoir des informations de l'automate, lui donner des ordres (la supervision n'échangeant pas directement avec les capteurs et actionneurs), voire changer certains de ses paramètres. La supervision se compose d'un logiciel spécialisé win cc, d'un clavier opérateur, d'un écran (souvent de grand format).
- Les réseaux :

Les réseaux locaux industriels vont permettre de satisfaire une partie de nos besoins. La diversité des besoins est telle que l'on distingue dans ces réseaux différentes catégories:

- ✓ les réseaux de terrain (PROFIBUS- DP).
- ✓ les réseaux de salle de commande (MPI).

La figure suivante représente un système automatisé à plusieurs réseaux locaux hiérarchisés

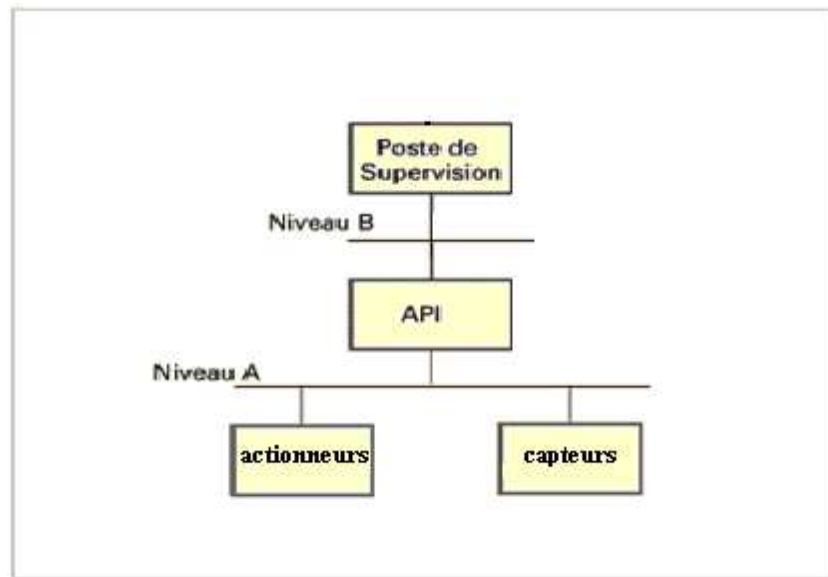


Figure V-3 : réseau de communication.

Au **niveau A**, on va avoir une faible quantité d'information : quasi-exclusivement du TOR ou de la mesure ; le temps de transfert est par contre très critique.

Au **niveau B**, le volume et la diversité des informations échangées s'accroissent. On doit pouvoir relier l'API au PC. Le réseau PROFIBUS utilise ici une liaison maître/esclave entre l'automate et des capteurs ou actionneurs. Le débit maximal possible pour ce réseau est de l'ordre de 1 Mbit/s.

6-3- Utilisation de PROFIBUS DP :

6- 3-1 Le Profibus DP :

Le **PROFIBUS (Process, Field Bus)** est le nom d'un type de bus de terrain inventé par **Siemens** et devenu peu à peu une norme de communication dans le monde de l'industrie.

Le **Profibus** est un réseau qui permet la communication de périphéries décentralisées, appareils de contrôle et de nombreux autres appareils de terrain avec les systèmes d'automatisation, la communication sert à l'échange de données entre automates programmables ou entre un automate et les stations décentralisées.

6- 3-2 -Quelques particularités du PROFIBUS-DP :

- Connecte 126 stations max.
- Possibilité de réalisation d'un réseau capillaire (très fin).
- Programmation des stations également par le bus de terrain.

- Extension modulaire ; le bus de terrain peut croître avec les exigences
- Système ouvert ; possibilité de raccorder les appareils de terrain d'autres fabricants.
- Communication directe entre esclaves DP.

6-3-3 -Avantage du réseau PROFIBUS DP :

- Disponibilité élevée.
- Sûreté de transport des données.
- Coupure ou mise en marche d'un appareil de terrain en cour de service sans répercussion sur les autres.

6-3-4- La Communication Via Profibus-DP :

La communication est assurée par un système de télégramme de commande et de réponse. Le maître envoie en continu des télégrammes adressés aux esclaves et il attend de leur part des télégrammes de réponse.

Le maître peut envoyer un même télégramme simultanément à tous les esclaves raccordés au bus.

6-3-5- Choix du Profibus-DP dans Cette Etude :

Nous avons proposé une CPU avec un Profibus-DP intégré afin d'envoyer des informations sur l'état des batteries pour assurer un bon contrôle de traitement des huiles. Pour cela une connaissance de niveau et niveau de chaque séparateur de l'huile demandée est nécessaire pour le bon déroulement de la production. D'autre part, le Profibus-DP sera utilisé pour l'installation des stations décentralisées (ET200 par exemple) en cas de besoins d'extension ou ajout d'autres capteurs/actionneurs.

Dans ce cas la CPU peut supporter deux modes de communication :

- Communication de processus ; pour l'accès aux modules de périphérie (échange de mémoire image) via ce Bus PROFIBUS-DP. Cette communication est appelée à partir des niveaux de programme à exécution cyclique.
- Communication de données, pour l'échange de données entre système d'automatisation ou bien entre pupitres opérateurs et plusieurs systèmes d'automatisation. Cette communication peut être cyclique ou à déclenchement événementiel sur appel de blocs du programme utilisateur.

7 - Configuration de la périphérie décentralisée (DP) :

Elle désigne un réseau maître constitué d'un maître de périphérie décentralisée et d'esclaves de périphérie décentralisée reliés par un câble de bus et communiquant entre eux via le PROFIBUS-DP dans le but d'assurer l'échange de toutes les informations en provenance des capteurs et des actionneurs.

La nécessité de communication entre cellules (communication entre automates) a permis de voir apparaître de nombreuses normes de communication (Profibus, ...etc.).

Le déterminisme nécessaire pour certaines applications conduit à l'utilisation de réseaux Maître / Esclave.

- **Maître DP :**

Le réseau maître DP (par exemple une CPU 315-2DP, STEP 7 donne automatiquement une ligne représentant le réseau maître. Les esclaves DP sont affectés à ce maître DP par la fonction glissé-lâcher. Après, on procède à la configuration matérielle de l'automate maître DP S7-300.

- **Esclave DP :** L'esclave DP est reconnu dans la fenêtre sous le dossier "PROFIBUS DP". Selon le type d'esclave DP qu'on configure (par exemple une CPU 314-2DP), les emplacements des modules de l'automate esclave DP S7-300.

7-1- Choix de la configuration décentralisée :

En tenant compte de la complexité et la difficulté du processus, ainsi que des contraintes imposées par le centre de production GASSI TOUIL et les normes de sécurité imposées par les compagnies d'assurance nous avons poussé à choisir une configuration décentralisée à base de deux automates programmables industriels SIEMENS S7-300 (CPU 315-2DP) de façon que le système "ESD" est le maître DP s'en charge de la sécurité et le système de contrôle du procédé "PCS" est l'esclave DP s'en charge de la régulation en communiquant entre eux via un bus PROFIBUS-DP.

Le bus de terrain PROFIBUS-DP est destiné aux exigences d'échanges de données rapides et efficaces (de réaction très rapide) entre des automates et des appareils décentralisés. Cette délocalisation de la périphérie dans la couche liaison permet d'obtenir un câblage optimal.

8 - Création du programme maitre (du système d'arrêt d'urgence "ESD") :

Après avoir choisi toute la configuration matérielle (PS, CPU, E/S...etc.).

Dans ce dernier classeur figure directement un espace pour les blocs, contenant le premier bloc : Bloc d'organisation OB1. Ensuite, on opère la commande **Insertion > Bloc S7 > Fonction** pour créer des blocs fonction FC. Un tableau de propriétés permet de choisir le langage de programmation : CONT, LOG ou LIST dans la page de l'éditeur de programme.

8 -1- Programmation structurée :

Il est possible de répartir le programme utilisateur de l'ensemble des tâches de commande en blocs de programmes à des fonctions FC. Cela donne un très grand avantage de pouvoir tester individuellement les blocs et de les faire fonctionner ensemble par une fonction globale.

Notre travail est partagé en 51 blocs fonctions, qui seront assemblés dans le bloc d'organisation (OB1) afin d'obtenir un programme principal qui sera exécuté par la CPU.

L'OB1 fait appel aux blocs fonctions pour délivrer les données correspondantes, cette méthode est généralement utiliser pour les automatismes complexes, il permet de simplifier l'organisation, la gestion et le test du programme.

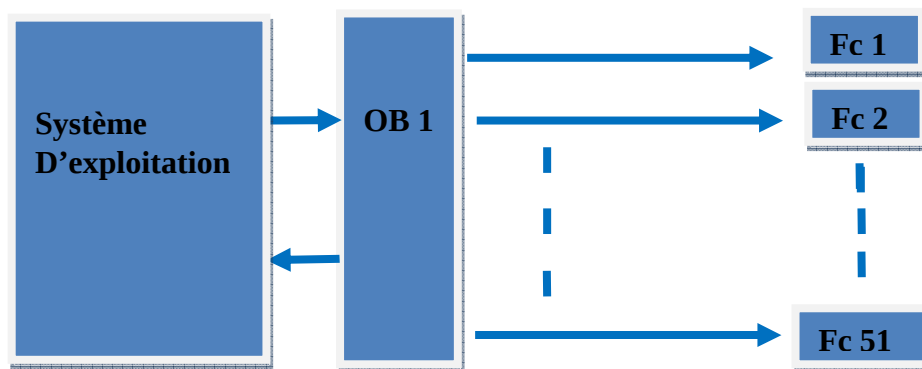


Figure V-5 : Programmation structurée de L'ESD

8 -2-Chargement du programme :

Avant charger le programme, il faut s'assurer que le PC de programmation est connecté à l'interface MPI de la CPU via un câble MPI et vérifie alors si la configuration actuelle permet de générer des données système chargeables. Une fois la configuration, le paramétrage et la création du programme terminés, on choisit le bloc d'organisation OB1 et les fonctions FC1, FC2 jusqu'à FC51 puis on transfère le programme utilisateur dans la CPU en utilisant la commande **Système cible > Charger**.

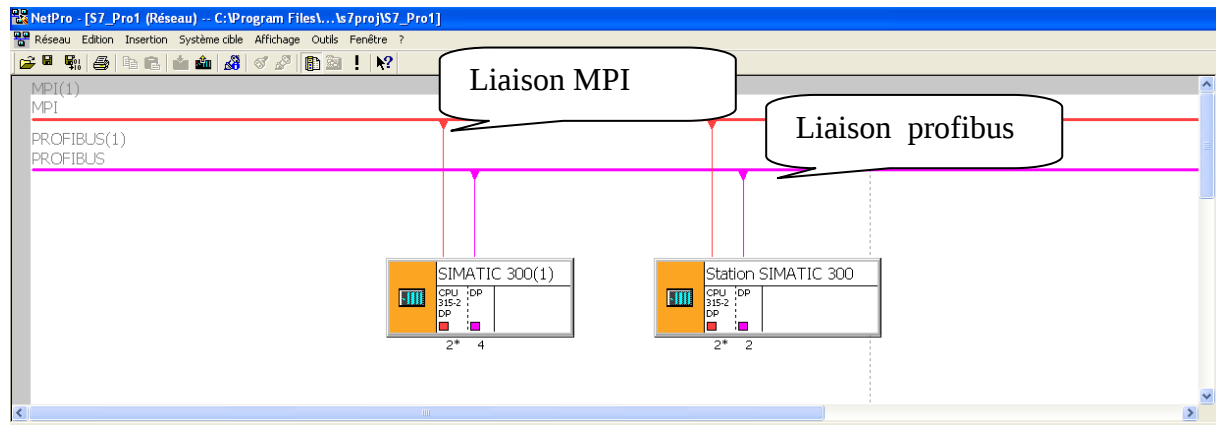


Figure V- 6 : liaison MPI et PROFIBUS

9 -Présentation de l'application S7-PLCSIM :

Après la configuration matérielle, le paramétrage, la création et le chargement du programme du système d'arrêt d'urgence ESD, on procède à la validation et la simulation des programmes destinés aux CPU S7-300 par le logiciel S7-PLCSIM.

Le logiciel optionnel de simulation de modules S7-PLCSIM permet d'exécuter et de tester le programme dans un environnement d'essai incluant automate et processus avant de le charger dans l'automate réel de l'installation automatisée. La simulation par S7-PLCSIM nécessite l'installation du logiciel STEP 7 sur le PC et permet la détection précoce et la suppression des erreurs de programmation.

L'application S7-PLCSIM qui dispose d'une interface simple permet de surveiller et de modifier les différents paramètres utilisés par le programme comme par exemple l'activation ou la désactivation des entrées.

10 -Mise en marche du logiciel S7-PLCSIM :

Pour la mise en route du logiciel S7-PLCSIM on suit les étapes suivantes :



SIMATIC Manager.

1-ouvrir le gestionnaire de projets SIMATIC



2-cliquer sur le bouton dans la barre d'outils ou sélectionner la commande

outils>simulation de modules. Cela entraîne l'ouverture de l'application S7-PLCSIM avec une fenêtre CPU (ayant l'adresse MPI par défaut).

a-parcourir la boîte de recherche jusqu'au projet S7_ (voulu).

b-parcourir la boîte de recherche jusqu'au classeur des blocs.

c-cliquer sur le bouton  ou choisir la commande **système cible>charger** pour charger le classeur des blocs dans l'AP de simulation.

d-pour créer des fenêtres supplémentaires afin de visualiser des informations relatives à l'AP simulé :

*cliquer sur le bouton  ou choisir la commande insertion >entrée .alors la fenêtre affiche EB0 (bit d'entrée 0).

* cliquer sur le bouton  ou choisir la commande insertion >sortie .alors la fenêtre affiche AB0 (bit de sortie 0).

Ca sera la même procédure pour la création de fenêtres de mémentos, temporisations et de compteurs.

e-choisir le menu **CPU** et vérifier que la commande **mettre sous tension** est activé.

f- choisir la commande **exécution >mode d'exécution** et vérifier que la commande cycle continu est activée.

g-mettre la CPU simulée en marche en cliquant sur l'une des cases **RUN** ou **RUN-P**.

h-cliquer sur le bit 0 de **EB0** pour simuler la mise à 1 de l'entrée **E0.0** et observer la réaction des temporisations et d'**AB0**.

i- cliquer sur  ou choisir la commande **fichier>enregistrer CPU sous...** pour enregistrer l'état actuel de l'AP de simulation dans un nouveau fichier.

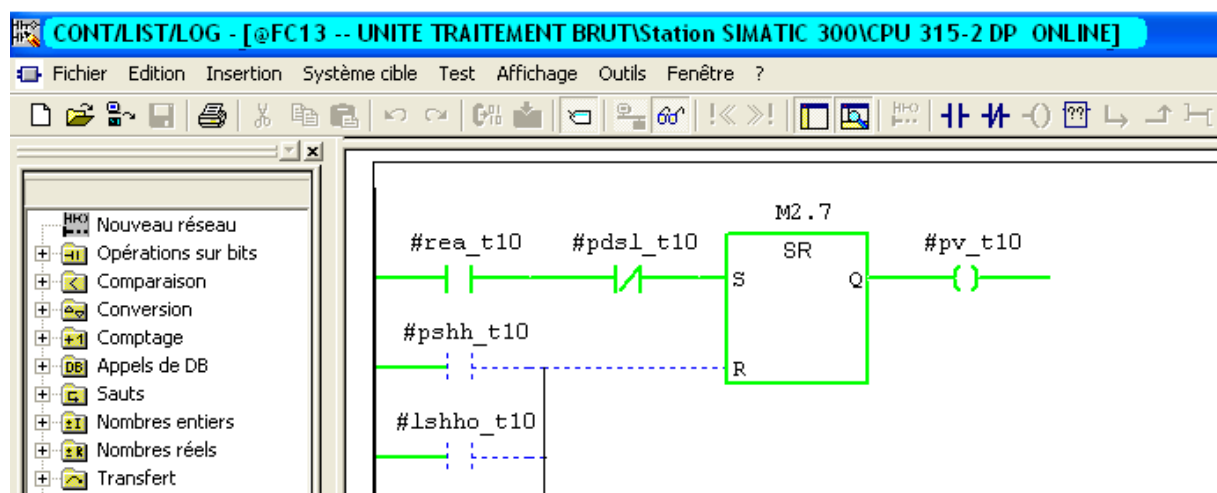


Figure V- 7 : Simulation de séparateur test 1

11-Création du programme de l'esclave («PCS») :

Dans notre cas l'automate esclave a comme rôle la régulation de niveau eau huile et pression gaz à travers les vannes de régulation, donc on fera appel à des régulateurs PID programmés sous step 7.

11-1- Réalisation d'un PID sous STEP7 :

Pour la réalisation des régulateurs qui assurent le contrôle des unités du centre de production, on a choisi le bloc de régulation continue SFB41/FB41 "CONT_C"

11-2 -Présentation du bloc de régulation continue SFB41/FB41 "CONT_C" :

Le bloc FB 41 « CONT_C » (continuous controller) sert à réguler des processus industriels à grandeurs d'entrée et de sortie continues sur les automates programmables SIMATIC S7. Le paramétrage vous permet d'activer ou de désactiver des fonctions partielles du régulateur PID et donc d'adapter ce dernier au système régulé.

11-3 -Utilisation du SFB41/FB41 "CONT_C" :

C'est un régulateur PID de maintien individuel, mais aussi comme régulateur en cascade, proportionnel ou de rapport dans des régulations à plusieurs boucles. Sa méthode de travail se base sur l'algorithme PID du régulateur d'échantillonnage à sortie analogique, complété le cas échéant par un niveau de formateur d'impulsions assurant la formation de sorties à impulsions modulées en durée pour régulations à deux ou trois échelons avec actionneurs proportionnels.

Le SFB/FB réalise un régulateur PID prêt à l'utilisation avec sortie continue de grandeur réglante et possibilité d'influencer la valeur de réglage à la main. Il propose les fonctions partielles suivantes :

- ✓ Branche de consigne
- ✓ Branche de mesure
- ✓ Formation du signal d'erreur
- ✓ Algorithme PID
- ✓ Traitement de la valeur de réglage manuelle
- ✓ Traitement de la valeur de réglage
- ✓ Action anticipatrice

Branche de consigne :

La consigne est entrée en format de virgule flottante à l'entrée SP_INT.

Branche de mesure :

La mesure peut être lue en format de périphérie ou de virgule flottante. La fonction CRP_IN convertit la valeur de périphérie PV_PER en un nombre à virgule flottante compris entre -100 et +100 %.

Formation du signal d'erreur :

La différence entre la consigne et la mesure donne le signal d'erreur. Il est conduit par une zone morte (DEAD BAND) pour atténuer une petite oscillation entretenue causée par la quantification de grandeur réglante. Quand DEADB_W égale 0, la zone morte est désactivée.

Algorithme PID :

L'algorithme PID travaille dans l'algorithme de position. Les parties proportionnelle, intégrale (INT) et dérivée (DIF) sont en parallèle et peuvent être activées ou désactivées séparément. Ceci permet de paramétrer des régulateurs P, PI, PD et PID, mais aussi des régulateurs I et D purs.

Traitement de valeur manuelle :

On peut passer du mode automatique au mode manuel et inversement. En mode manuel, la grandeur réglante est adaptée à une valeur manuelle. L'intégrateur (INT) est forcé de façon interne à LMN - LMN_P - DISV et le dérivateur (DIF) est forcé à 0 et égalisé de façon interne. Ainsi, le passage au mode automatique est exempt de chocs.

Traitement de valeur de réglage :

La fonction LMNLIMIT permet de limiter la valeur de réglage à des valeurs que nous indiquons. Si la grandeur d'entrée dépasse ces limites, des bits le signalent.

La fonction LMN_NORM normalise la sortie de LMNLIMIT. La valeur de réglage est disponible aussi en format de périphérie. La fonction CRP_OUT convertit la valeur à virgule flottante LMN en une valeur de périphérie.

12- Etapes de programmation du bloc SFB41/FB41 "CONT_C" :

Après l'obtention des paramètres nécessaires du régulateur, on suit les étapes suivantes pour générer et programmer le bloc SFB41/FB41 "CONT_C" :

a) Création du bloc OB35 :

L'OB35 est un bloc dit d'alarme cyclique comme le bloc OB36..Etc, son utilisation assure une fréquence d'appel constante du bloc SFB41. Ceci est essentiel pour que le régulateur puisse être optimisé grâce au réglage de ses paramètres.

Ceci serait impossible si l'on utilisait l'OB1 qui offre une fréquence d'appel incertaine.

Dans le programme de configuration matérielle, il est possible de choisir la fréquence d'exécution de l'OB35 en allant dans les propriétés de la CPU sous l'onglet, Alarmes cycliques.

b) Appel du bloc SFB41/FB41 :

Le réseau Call FB41, DB41 appelle le bloc régulateur PID FB41 en l'associant à un DB d'instance local qui est le DB41. Après avoir exécuté cette commande le bloc est généré.

c) Paramétrage du bloc SFB41/FB41 :

Cette étape consiste à implanter les paramètres nécessaires du régulateur dans le bloc tels que la valeur souhaitée, la valeur réelle et la variable d'ajustement. Puis on sauvegarde et on charge l'OB35 et DB41 dans la CPU.

d) Outil de paramétrage et de visualisation de la régulation PID :

Le paramétrage nous permet d'activer ou de désactiver des fonctions partielles du régulateur PID et donc d'adapter ce dernier au système réglé. On peut aisément réaliser ceci à l'aide de l'outil de paramétrage de la régulation PID.

Figure V- 8 : Paramétrage du régulateur PID

Schéma fonctionnel :

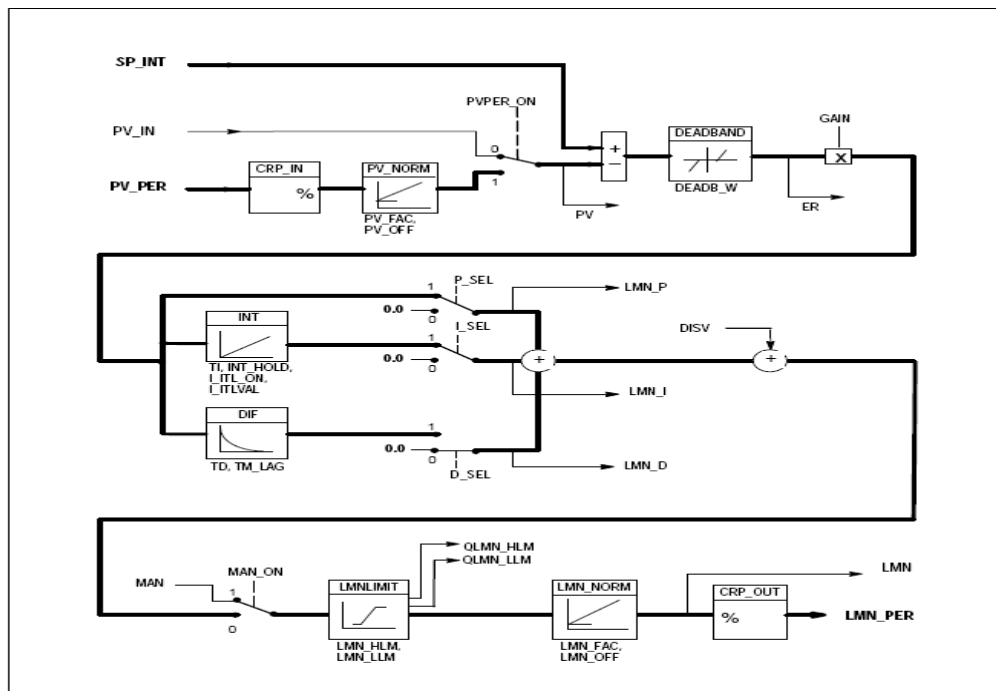


Figure 9 : Schéma fonctionnel du bloc SFB41/FB41 "CONT_C"

On prend par exemple ; La pression du gaz dans les séparateurs HP de batterie 2 est contrôlée par les vannes de sortie gaz

La mesure de pression est assurée par un détecteur de pression et dirigée vers le transmetteur. Celui-ci transmet le signal au module d'entrée analogique de l'automate. Ce signal analogique est transformé en numérique pour être exploité par le régulateur.

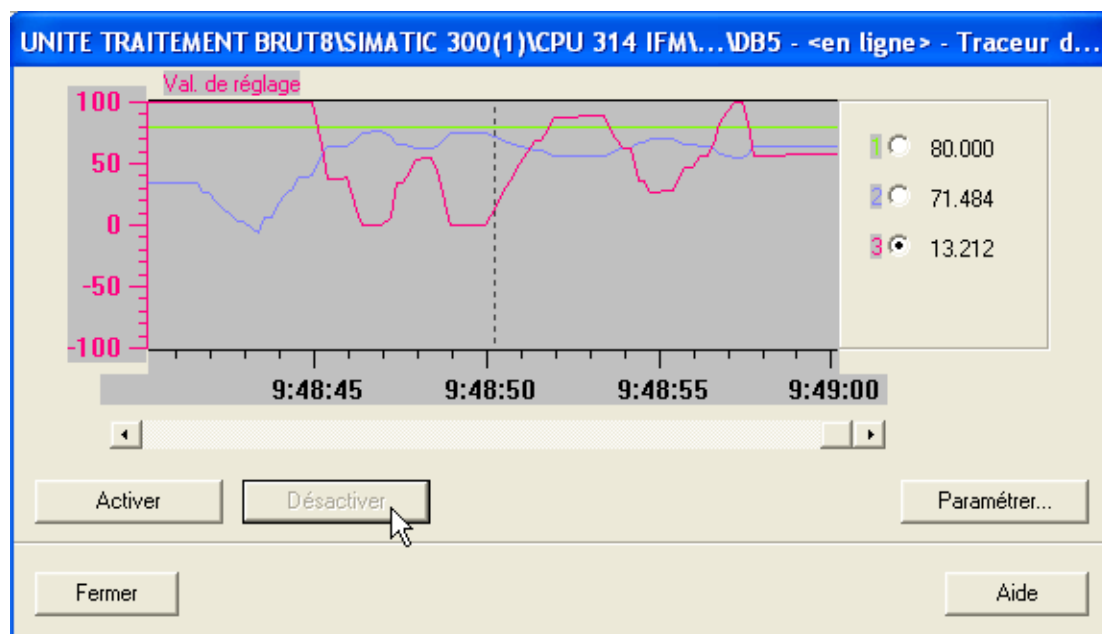


Figure V-9 : Simulation d'un PID de batterie test 1

Conclusion

L'automate programmable modulaire SIMATIC S7-300 est l'élément de base du système de contrôle qui commande directement les processus de fabrication. Il remplace avantageusement les systèmes en logique câblée dans la plupart des applications industrielles. Il est composé essentiellement d'une alimentation, d'une CPU et de modules d'entrées ou de sorties. La configuration matérielle et la programmation des automates des installations industrielles sont déduites suivant le cahier des charges et réalisées à l'aide du logiciel STEP 7 selon un langage et une structure de programmation.

Le STEP7 permet l'utilisation d'autres logiciels simultanément tels que le logiciel optionnel de simulation de modules S7-PLCSIM qui permet d'exécuter et de tester le programme avant de le charger dans l'automate réel.

Grâce aux options de l'automate programmable S7-300 qui comporte des blocs de régulation configurés et prêts à l'emploi tel que le bloc de régulation continue SFB41/FB41 "CONT_C" qui remplacera les PID pneumatiques en assurant un fonctionnement optimal malgré l'évolution rapide des paramètres à régler et l'existence des différentes perturbations considérables.

*Développement des vues
de contrôle et de
supervision*

1 - Introduction :

Actuellement, les installations industrielles deviennent très complexes surtout dans l'industrie du pétrole et gaz, et souvent le contrôle-commande, la surveillance, le diagnostic et les travaux de maintenance dans ce genre d'installations présentent d'énormes difficultés. Mais l'utilisation de la supervision industrielle peut résoudre ces problèmes tout en gagnant du temps qui est un facteur très important dans la production.

La technique de supervision industrielle consiste à surveiller l'état de fonctionnement d'un procédé pour l'amener à son point de fonctionnement optimal. Le but c'est de disposer en temps réel d'une visualisation de l'état d'évolution des paramètres du processus, ce qui permet à l'opérateur de prendre rapidement des décisions appropriées à ses objectifs telle que la cadence de production, qualité des produits et sécurité des biens et des personnes.

Notre objectif dans ce chapitre est de réaliser un système de supervision pour la gestion de l'unité de séparation et control Manifold (satellites et puits) l'aide d'un logiciel de supervision qui est le Win CC FLEXIBLE 2008.

2 - Généralités sur la supervision :

2 - 1 - Définition de la supervision :

La supervision est une forme évoluée de dialogue Homme-Machine, elle présente beaucoup d'avantage pour les processus industriels de production. Elle facilite à l'opérateur la surveillance de l'état de fonctionnement d'un procédé ainsi que son contrôle-commande. Elle permet grâce à des vues préalables créées et configurées à l'aide d'un logiciel de supervision, d'intégrer et de visualiser en temps réel toutes les étapes nécessaires à la fabrication d'un produit et de détecter les problèmes qui peuvent survenir en cours de fonctionnement dans une installation industrielle.

Lorsque la complexité des processus augmente et que les machines et installations doivent répondre à des spécifications de fonctionnalité toujours plus sévères, l'opérateur a besoin d'un maximum de transparence. Cette transparence s'obtient au moyen de l'Interface Homme-Machine (IHM).

Les fonctions de la supervision sont nombreuses, on peut citer quelques unes :

- Elle répond à des besoins nécessitant en général une puissance de traitement importante.
- Assure la communication entre les équipements d'automatismes et les outils informatiques d'ordonnancement et de gestion de production.
- Coordonne le fonctionnement d'un ensemble de machines enchaînées constituant une ligne de production, en assurant l'exécution d'ordres communs (marche, arrêt,...etc.) et de tâches telles que la synchronisation.
- Assiste l'opérateur dans les opérations de diagnostic et de maintenance.

2 - 2 - Avantage de la supervision :

Un système de supervision donne de l'aide à l'opérateur dans la conduite des procédés industriels, son but est de présenter à l'opérateur des résultats expliqués et interprétés et son avantage principal est :

- Surveiller les procédés industriels à distance.
- La détection des défauts.
- Le diagnostic et le traitement des alarmes.

Un système IHM constitue l'interface entre l'homme (opérateur) et le processus (machine/installation). Le contrôle proprement dit du processus est assuré par le système d'automatisation. Il existe par conséquent une interface entre l'opérateur et WinCC flexible (sur le pupitre opérateur) et une interface entre WinCC flexible et le système d'automatisation.

Un système IHM se charge des tâches suivantes :

a- Représentation du processus :

Le processus est représenté sur le pupitre opérateur. Lorsqu'un état du processus évolue p. ex., l'affichage du pupitre opérateur est mis à jour.

b- Commande du processus :

L'opérateur peut commander le processus via l'interface utilisateur graphique. Il peut p. ex. définir une valeur de consigne pour un automate ou démarrer un moteur.

c- Vue des alarmes :

Lorsque surviennent des états critiques dans le processus, une alarme est immédiatement déclenchée, p. ex. lorsqu'une valeur limite est franchie.

d- Archivage de valeurs processus et d'alarmes :

Les alarmes et valeurs processus peuvent être archivées par le système IHM. Vous pouvez ainsi documenter la marche du processus et accéder ultérieurement aux données de la production écoulée.

e- Documentation de valeurs processus et d'alarmes :

Les alarmes et valeurs processus peuvent être éditées par le système IHM sous forme de journal. On peut ainsi consulter les données de production à la fin d'une équipe.

f- Gestion des paramètres de processus et de machine :

Les paramètres du processus et des machines peuvent être enregistrés au sein du système IHM dans des recettes. Ces paramètres sont alors transférables en une seule opération sur l'automate pour démarrer la production d'une variante du produit p. ex.

3 - Présentation du logiciel de supervision WinCC FLEXIBLE 2008:

WinCC (**W**indows **C**ontrol **C**enter) flexible 2008 est un système IHM (**I**nterface-**H**omme-**M**achine) très performant développé par SIEMENS. C'est un outil flexible qui s'intègre parfaitement dans les solutions d'automatisation et de techniques de l'information et qui est destiné à la configuration des systèmes de supervision.

WinCC flexible permet la saisie, l'affichage et l'archivage des données tout en facilitant les tâches de conduite et de surveillance aux exploitants. Il est compatible avec Windows et comporte des objets graphiques prédéfinis tels que : Affichage numérique, bibliothèque complète de symboles IHM, affichage de texte et courbes, champs d'édition de valeurs du processus,...etc.

3 - 1 - Avantage de WinCC flexible 2008 :

- WinCC permet de visualiser le process et de concevoir l'interface utilisateur graphique destinée à l'opérateur.
- WinCC permet à l'opérateur de surveiller le processus. Pour ce faire, le process est visualisé par un graphisme à l'écran. Dès qu'un état du process évolue, l'affichage est mis à jour.
- WinCC permet à l'opérateur de commander le process. A partir de l'interface utilisateur graphique, il peut p. ex. entrer une valeur de consigne ou ouvrir une vanne.
- Lorsqu'un état de process devient critique, une alarme est déclenchée automatiquement. L'écran affiche une alarme en cas de franchissement d'un seuil défini.
- Les alarmes et valeurs de process peuvent être imprimées et archivées sur support électronique par WinCC. Ceci permet de documenter la marche du process et d'avoir accès ultérieurement aux données de production du passé.
- Les interfaces de programmation ouvertes de WinCC permettent d'intégrer de différents programmes pour piloter le process ou exploiter des données.
- On peut adapter WinCC de façon optimale aux exigences de notre process. Le système supporte de nombreuses configurations.

La gamme des configurations s'étend du système monoposte aux systèmes répartis à plusieurs serveurs en passant par les systèmes client-serveur.

- La configuration WinCC peut être modifiée à tout moment même après mise en service. Les projets existants n'en sont pas affectés.
- WinCC est un système IHM compatible avec le réseau Internet qui permet de réaliser des solutions basées sur le web (contrôle-commande à distance).

3 – 2- WinCC et SIMATIC STEP 7:

Faisant partie du concept TIA de Siemens (Totally Integrated Automation), WinCC s'avère particulièrement efficace dans le cadre d'une mise en oeuvre avec des automates programmables de la famille de produits SIMATIC. Les automates programmables d'autres marques sont bien entendus également pris en charge.

WinCC s'intègre parfaitement au logiciel SIMATIC STEP7. Cela nous permet de choisir des mnémoniques et bloc de données de SIMATIC STEP7 comme variable dans WinCC. On économise ainsi en temps et on évite aussi des sources d'erreurs dues à la répétition de la saisie.

3 - 3- Communication entre le PC de supervision et l'automate:

La communication entre le PC de supervision et la machine ou le processus est réalisé par l'intermédiaire de l'automate, au moyen de « variables ». La valeur d'une variable est écrite dans une zone mémoire (adresse) de l'automate où est lue par le PC de supervision.

La structure générale est illustrée dans la figure suivante :

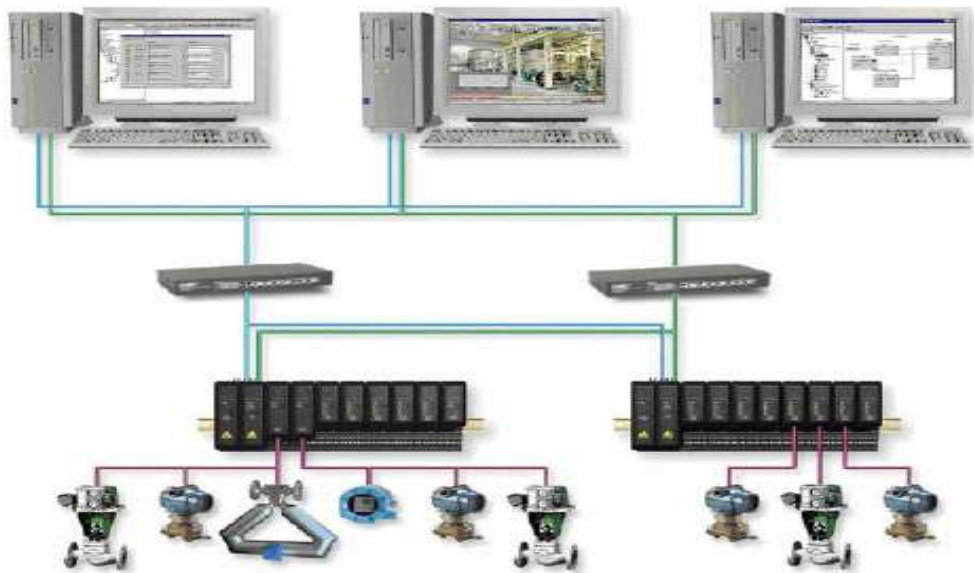


Figure V-1 : Structure générale de communication entre le PC de supervision et l'API

4 - Développement d'un système de supervision sous WinCC Flexible 2008:

4 -1- Réalisation des vues de contrôle et de supervision de l'unité traitement brut:

L'unité traitement brut se compose d'une station Manifold (Sat, puits) et d'une station de séparation brut.

On a développé 8 vues pour cette station :

- Vues d'accueil.
- Vues de la batterie de séparation 2...5
- Vues de la batterie de séparation faible GOR
- Vues de la batterie de séparation Fort GOR
- Vues de la batterie de séparation Test
- Vues de la batterie de séparation Manifold Sat 0 1 2.
- Vues de la batterie de séparation Manifold Puits
- Vues Alarmes

➤ **Vues d'accueil :**

Cette première vue est la vue d'accueil qui comporte les différents boutons de navigation qui serviront à basculer vers les autres vues

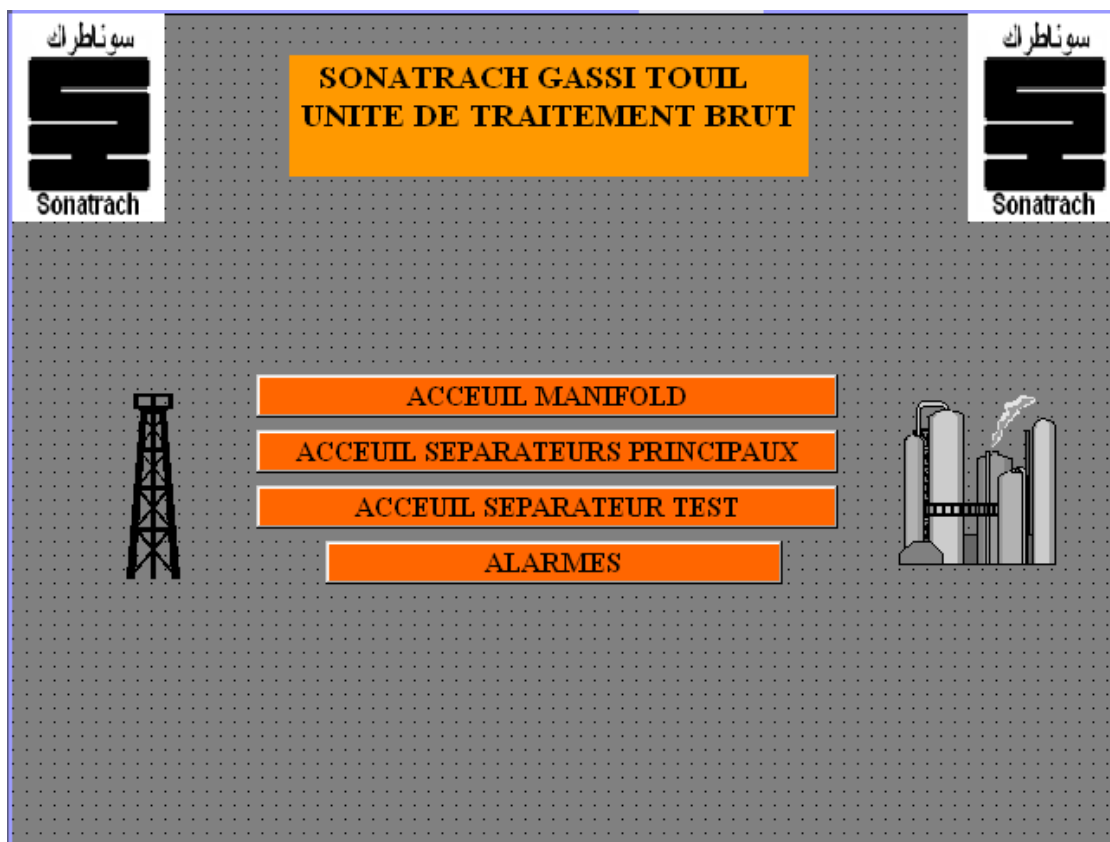


Figure V-1 : Vue d'accueil principale

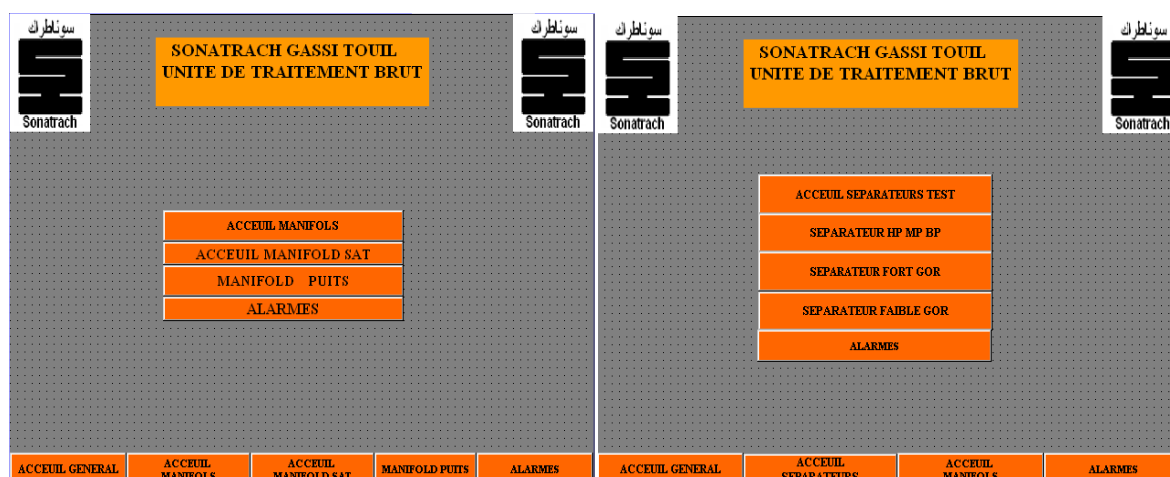


Figure V-2 : Vues d'accueil Manifold et Séparateurs

➤ Vues des batteries de séparation:

Dans ces vues on a configuré les éléments et les objets pour visualiser l'ensemble des séparateurs HP, MP et BP de chaque batterie de séparation. Dans les batteries on a inséré et configuré des boutons de commande et de navigation, les vannes en choisissant des différentes couleurs afin de spécifier l'état de ces vannes s'elles sont ouvertes ou fermées, des alarmes qui nous informent sur les défauts process...etc.

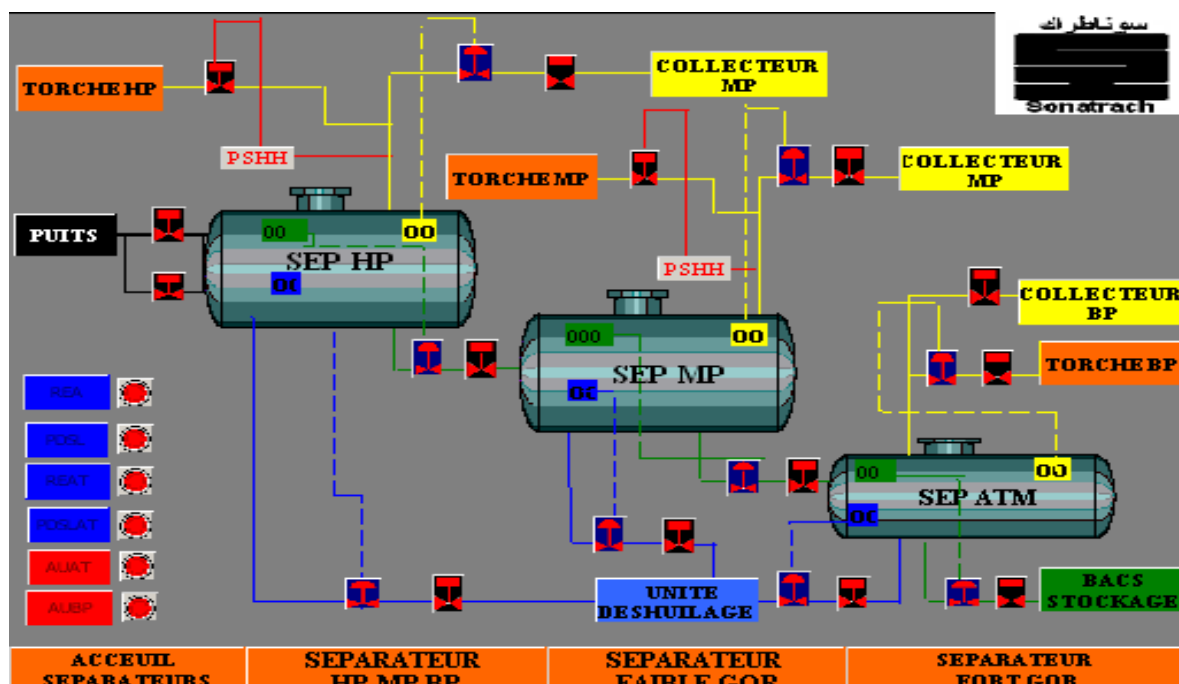


Figure V-3: Séparateurs HP, MP et BP

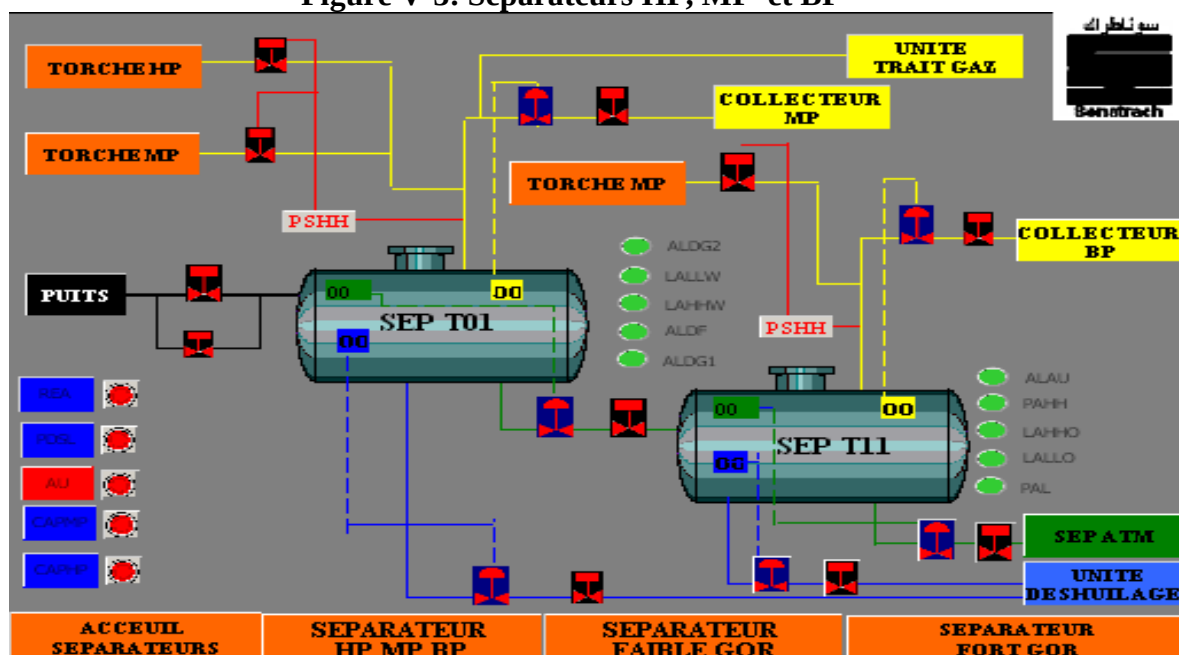


Figure V-4: Séparateurs BATTERIE 1 HP et MP

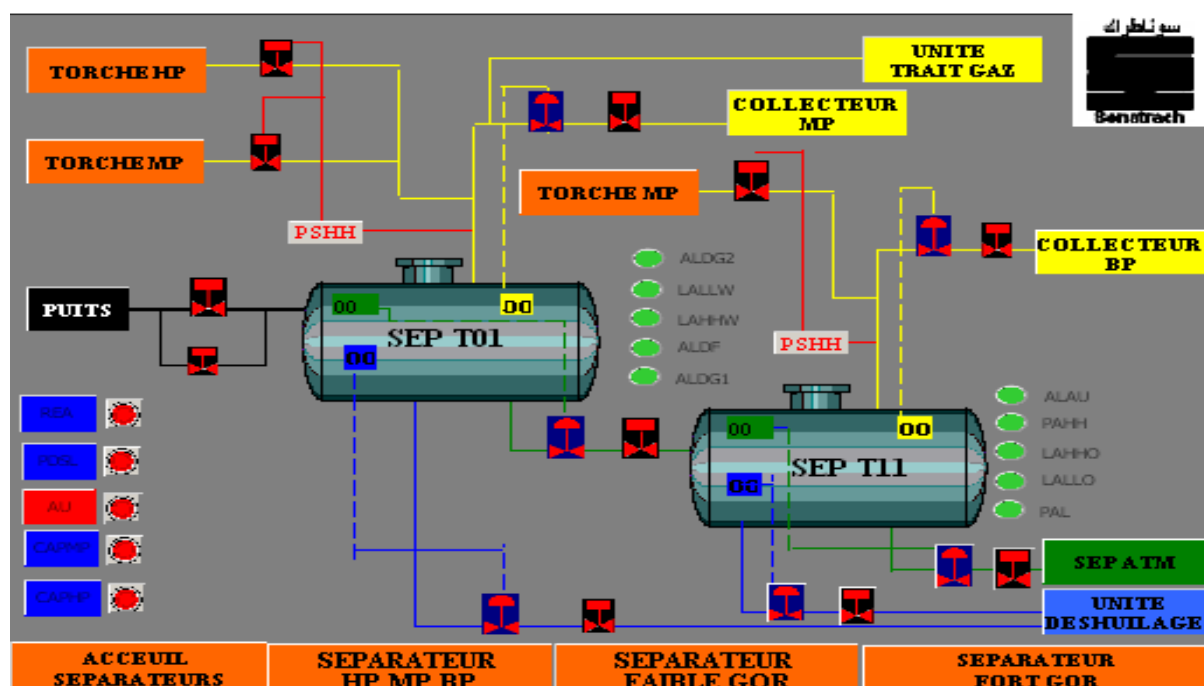


Figure V-5: Séparateurs BATTERIE teste 1(HP et MP).

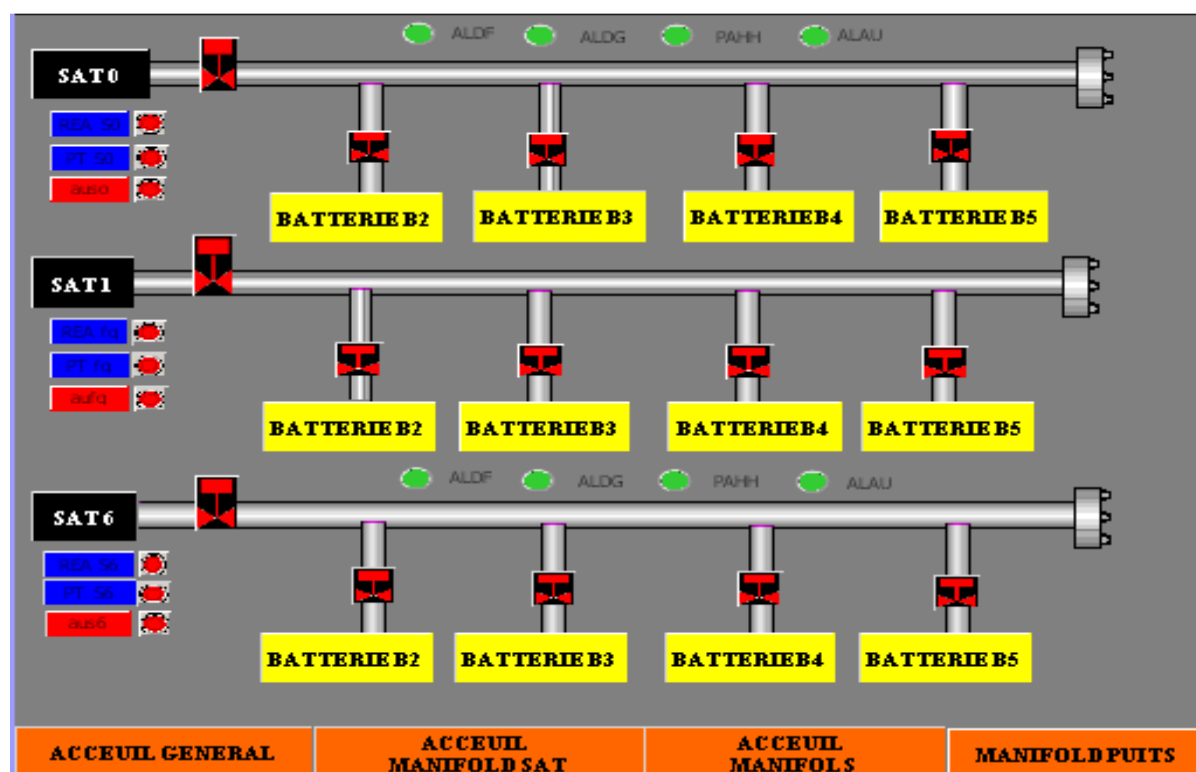


Figure V-6: Manifold satellite 0 ,1 et 2



Figure V-7 :vue du pid sous WINCC FLEXIBLE

Dans les figures précédentes, les afficheurs sont configurés d'une façon à afficher les données des transmetteurs tels que les niveaux d'huile et d'eau, la pression du gaz, la température séparateurs afin de permettre à l'opérateur de suivre leur évolution en fonction du temps.

Conclusion :

Dans ce chapitre on a réalisé les vues de contrôle et de supervision l'unité traitement brut Gassi Touil qui nous permettent de suivre l'évolution du procédé en temps réel. On a constaté que le logiciel de supervision WinCC Flexible 2008 est très riche en options. Il est très puissant dans les solutions globales d'automatisation car il assure un flux continu d'informations. Ses composants conviviaux permettent d'intégrer sans problème les applications dont on a besoin. Il combine entre l'architecture moderne des applications Windows et la simplicité du logiciel de conception graphique et il intègre tous les composants nécessaires aux tâches de visualisation et de pilotage. Donc il suffit d'imaginer le design de l'installation et tout les effets d'animations qui seront nécessaire pour bien apporter l'état réel de l'installation à l'opérateur avec plus d'informations à partir des messages configurés et l'attribution des couleurs différentes pour les états différents des objets.

Grâce au logiciel de visualisation du processus qu'il possède, il nous a permet de contrôler facilement et avec clarté toutes les opérations d'automatisation l'unité traitement brut de Gassi Touil.

Conclusion Générale

Conclusion générale :

Ce travail donne une démarche générale et la procédure à suivre pour réaliser l'automatisation d'une installation donnée.

L'étude de la rénovation de l'unité de traitement brut a abouti à la proposition de la mise en place de nouveaux instruments lesquels sont non seulement disponibles sur le marché mais qui sont aussi fiables et assurent plus de sécurité que les instruments obsolètes utilisés jusqu'ici.

L'utilisation de l'automate programmable industriel SIEMENS S7-300 qui représente le cerveau des automatismes est très puissante dans les solutions globales d'automatisation car il présente beaucoup d'avantages tels que la facilité de programmation grâce au langage STEP7, la flexibilité, la facilité d'extension de ses modules et la possibilité de visualisation et validation du programme établie avant son implantation sur l'automate grâce à son logiciel de simulation des modules physiques S7-PLCSIM. Ainsi que les blocs de régulation configurés et prêts à l'emploi dont il dispose s'intègrent facilement aux solutions de contrôle-commande afin d'améliorer les performances des boucles de régulation et assurer l'optimalité de la production.

La technique de supervision industrielle par WINCC FLEXIBLE 2008 qui est une forme évoluée de dialogue Homme-Machine est indispensable dans les automatismes complexes comme dans le cas de notre station, car elle facilite le diagnostic ainsi que les tâches de surveillance et de conduite des installations.

Grâce à ce nouveau système totalement rénové on aura les avantages suivants :

• Contrôle :

- Un contrôle numérique fiable, performant, et surtout compatible avec le système de contrôle – commande
- Très haute rapidité de transmission et de précision de mesure.

• Economique :

- Une séparation bien menée augmente le volume de liquide récupéré, en plus l'élimination de l'eau économise les frais de transport, et d'entretien inutile.
- Plus de rendement
- Diminue le coût de maintenance pour l'entreprise.

- **Sécurité :**

- Augmente le niveau de sécurité du personnel et de l'équipement.
- Nouveau système d'arrêt d'urgence

L'utilisation de cette solution permet non seulement d'augmenter le rendement mais induit une réduction des charges de maintenance de façon significative.

Ce projet était une occasion d'appliquer nos connaissances acquises durant notre formation. Il nous a permis d'acquérir un savoir faire dans le domaine pratique, de tirer profit de l'expérience des personnes du domaine et d'autre part, d'apprendre une méthodologie rationnelle à suivre pour l'élaboration des projets d'automatisation. Cela a été pour nous une expérience très enrichissante.

En fin, nous espérons que ce modeste travail sera d'une grande utilité pour les industries et pour les promotions à venir.

Tableau des Symboles d'entrées :

CAP1_	Détecteur de basse pression
CAP2-	Détecteur de moyenne pression
CAP3-	Détecteur de haute pression
LSHHO_	Détecteur de niveau très haut huile
PDSL	Détecteur de pression différentielle
REARM	Réarmement des vannes
AU	Bouton d'arrêt d'urgence
DF	Détecteur de feu
DG1	Détecteur 1 de fuites de gaz
DG2	Détecteur 2 de fuites de gaz
LSHHO	Détecteur de niveau très haut huile
LSHHW	Détecteur de niveau très haut eau
LSLLO	Détecteur de niveau très bas huile
LSLLW	Détecteur de niveau très bas eau
PSHH	Détecteur de très haute pression gaz
SSDV	SWITCH de Vanne d'entrée pétrole brut
SPV	SWITCH de Vanne de pressurisation
SSDVO	SWITCH de Vanne de sortie huile
SSDVW	SWITCH de Vanne de régulation d'eau
SSDVG	SWITCH de Vanne de régulation de gaz
SBDV	SWITCH de Vanne de torche
SBDV-..H	SWITCH de Vanne de torche haute pression
SBDV-..M	SWITCH de Vanne de torche basse pression
SVT12	SWITCH de Vanne test1 vers test 2
SVT13	SWITCH de Vanne test1 vers test 3

Tableau des Symboles de sorties:

Nom	Commentaire
SDV	Vanne d'entrée pétrole brut
PV	Vanne de pressurisation
SDVO	Vanne de sortie huile
SDVW	Vanne de régulation d'eau
SDVG	Vanne de régulation de gaz
ESDVO	Vanne de régulation d'huile
BDV	Vanne de torche
ALDF	Alarme détection feu
SAI	Déclenchement du système anti-incendie
ALG1	Alarme 1 détection fuites gaz
ALG2	Alarme 2 détections fuites gaz
PAL	Alarme coupure d'air instrument
LAHHO	Alarme niveau très haut huile
LAHHW	Alarme niveau très haut eau
LALLO	Alarme niveau très bas huile
LALLW	Alarme niveau très bas eau
PAHH	Alarme très haute pression
GA	Génération d'air
ESDV	Etat de Vanne d'entrée pétrole brut
EPV	Etat de Vanne de pressurisation
ESDVO	Etat de Vanne de sortie huile

ESDVW	Etat de Vanne de régulation d'eau
ESDVG	Etat de Vanne de régulation de gaz
EBDV	Etat de Vanne de torche
PAL	Alarme coupure d'air instrument
LAHHO	Alarme niveau très haut huile
LAHHW	Alarme niveau très haut eau
LALLO	Alarme niveau très bas huile
LALLW	Alarme niveau très bas eau
PAHH	Alarme très haute pression
BP	Batterie principale (moyenne pression)
HP7	Batterie fort gor (haute pression)
B1	Batterie 1 (basse pression)
VT12	Vanne test1 vers test 2
VT13	Vanne test1 vers test 3
BDV-..H	Vanne de torche haute pression
BDV-..M	Vanne de torche basse pression
EBDV-..H	Etat de Vanne torche haute pression
EBDV-..M	Etat Vanne torche basse pression
PT	Transmetteur de pression

Symboles des séparateurs et manifolds :

..-10	Séparateur HP de batterie 1
..-11	Séparateur MP de batterie 1
..-20	Séparateur HP de batterie 2
..-21	Séparateur MP de batterie 2
..-30	Séparateur HP de batterie 3
..-31	Séparateur MP de batterie 3
..-40	Séparateur HP de batterie 4
..-41	Séparateur MP de batterie 4
..-50	Séparateur HP de batterie 5
..-51	Séparateur MP de batterie 5
..-60	Séparateur HP de batterie 6
..-61	Séparateur MP de batterie 6
..-70	Séparateur HP de batterie HP7
..-T10	Séparateur MP de batterie TEST1
..-T11	Séparateur HP de batterie TEST1
..-T20	Séparateur MP de batterie TEST 2
..-T21	Séparateur HP de batterie TEST 2
..-T30	Séparateur MP de batterie TEST 3
..-T31	Séparateur HP de batterie TEST 3
..-AT1	Séparateur MP de batterie ATMSPHERIQUE 1
..-AT2	Séparateur HP de batterie ATMSPHERIQUE 2
..-P19	Puit numéro 19
..-S0	Satellite numéro 0

Bibliographie

1 R.DAVID – H.ALLA, Du Grafset aux réseaux de Pétri, 2^{ème} édition, édition HERMES 1997.

2 CERR M. ; *Instrumentation Industrielle*, vol 2, Technique et Documentation, Pari 1980.

3 Cours : Mesure de Niveau par Plongeur : http://artic.acbesancon.fr/reseau_stl/FTP_STL/POISSENOT%20Niveaux/plongeur.htm

4 Cours sur les Mesures de Niveaux : <http://stielec.ac-aixmarseille.fr/cours/dereumaux/mesureniveau.htm>

5 Data Sheet : Les Transmetteurs : <http://www.sts-ag.ch/sw414.asp>

6 DINDELEUX D. ; *Le Carnet du Régleur : Mesure et Régulation*, Valence 1984.

7 Document Technique : Transmetteur de Niveaux à Plongeur
<http://www.magnetrol.com/fr/html/products.asp?family=12&product=634>

8 Emerson Process Management, *Electro-Pneumatic Transducers*, Bulletin 62.1:646, September 1999.

9 Emerson Process Management, *Rosemount 2088 Absolute and Gage Pressure Transmitter*, Product Data Sheet 00813-0100-4690, Rev GA, August 2004.

10 Emerson Process Management, *Rosemount 3051S Series Product*, Data Sheet 00813-0100-4801, Rev FA, August 2004.

11 Emerson Process Management, *Rosemount 3144P Transmetteur de Température*, Bulletin 00813-0100-4021, Rév DA, Août 2004.

12 Emerson Process Management, *Sondes de Température et Accessoires*, Bulletin 00813-0200-2654, Rév FB, Octobre 2003.

13 Emerson Process Management, *Transmetteurs et capteurs de niveau Série 2390-249*, Bulletin 11.2:2390-249:F, Avril 1996.

14 Emerson Process Management, *Type 657 and 667 Diaphragm Actuators Product*, Bulletin 61.1:657, June 2002.

15 Fisher Rosemount, *Régulateurs et Transmetteurs Pneumatiques de Niveau Series' 2500-249*, Bulletin 34.2:2500:F, Mars 1997.

16 HADJAR K. ; *Réalisation d'une Unité de Sécurisation et de Mesure pour un Séparateur*, IAP Boumerdès, 2000.

17 <http://perso.club-internet.fr/gatt/BTSCIRA/Cours/Mita.htm>.

18 Safety *related automation solution in process:* www.hima.com

19 SPINK L. K.; *Principles and Practice of Flow Meter Engineering*, Foxboro, Mass., USA 1975.

20 : Documentation techniques de Siemens, aide STEP7 CD ROM Siemens. (CD STEP7).

21 : J -M Bleux . J.-L Fanchon. “Automates Industriels.” Collection Etapes.