

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud MAMMERY De Tizi-Ouzou



Faculté De Génie Electrique et d'Informatique
Département : Automatique

Mémoire de Fin d'Etudes de MASTER PROFESSIONNEL

Domaine : Sciences et Technologies
Filière : Génie électrique

Spécialité : Automatique et Informatique Industrielles.

Présenté par :

LOUNI Mohamed

Mémoire dirigé par Mme. BEDOUHENE Saida et co-dirigé par M. BOUZEKRI Karim

Thème :

Automatisation et supervision de SKID d'injection de produit chimique

Mémoire soutenu publiquement le 22 /09 / 2016 devant le jury composé de :

Mr. KARA.R

Mme. BEDOUHENE.S

Mme. CHEBALLAH.F

Mme. ZAABOT.Z

Président.

Encadreur.

Examinatrice.

Examinatrice.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

- à la pensée de mon père, à ma mère FATIMA ;
- à ma grande mère maternelle Ouardia et paternelle DAHBIA ;
- à mes frères et sœurs ;
- à mes enseignants, spécialement pour ceux qui ont intervenu dans mon cursus universitaire ;
- à mes chers amis Malik, Youcef, Mourad, Smail, Ouiza et Lynda;

Mohamed Louni

Remerciement

Mes profonds remerciements à ma promotrice madame Bedouhane. S pour son suivi et conseils durant l'évolution de ce travail.

Je remercie les membres de jury qui ont accepté de juger mon travail.

Je tiens également à exprimer mes gratitudes envers tous les enseignants qui ont contribué à ma formation, à mes collègues pour leurs encouragements pendant les années d'études.

Un merci particulier à monsieur Bouzekri. K et monsieur Athmane. G ingénieurs en instrumentation.

A tous ce qui ont contribué de près ou de loin à ma formation.

Mohamed Louni

Introduction générale	1
------------------------------------	---

Chapitre 1 : Présentation du site Bir Rebaa Nord et du Groupement GSA

1.1. Introduction	2
1.2. Présentation du groupement GSA	2
1.3. Champ BRN	2
1.4. But de l'usine	3
1.4.1. Les unités des procédés.....	3
1.4.2. Les unités auxiliaires.....	3
1.5. Organigramme du Groupement SONATRACH-AGIP (GSA)	5
1.6. Service méthode et planification	7
1.7. Service maintenance et entretien	7
1.8. Déroulement des interventions	7
1.9. Organigramme du département maintenance	7
1.10. Conclusion	8

Chapitre 2 : Description de SKID d'injection de produit chimique.

2.1. Introduction	9
2.2. Présentation du SKID d'injection de produit chimique	10
2.2.1. Schéma PI&D d'un SKID d'injection de produit chimique.....	10
2.2.2. Partie instrumentation de skid d'injection de produit chimique.....	11
2.2.2.1. Les pré-actionneurs.....	11
2.2.2.2. Actionneurs.....	13
2.3. Conclusion	25

Chapitre 3 : Modélisation de SKID d'injection de Produit Chimique par le GRAFCET

3.1. Introduction	26
3.2. GRAFCET	26
3.3. Structure d'un système automatisé	26
3.4. Niveau d'un GRAFCET	27
3.5. Éléments de base d'un GRAFCET	27
3.5.1. Étape.....	27
3.5.2. Étape initiale.....	28
3.5.3. Transition.....	28
3.5.4. Réceptivité.....	28
3.5.5. Liaison orientée.....	29
3.6. Action associée à une étape	29
3.6.1. Actions continues.....	29
3.6.2. Action conditionnelle.....	29
3.6.3. Action d'étapes simultanément actives.....	30
3.6.4. Action répétée.....	30
3.6.5. Action temporisée.....	31

3.7. Règles de constructions	31
3.8. Règles d'évolution du GRAFCET	32
3.9. Structures d'un GRAFCET	33
3.9.1. Séquence unique (structure linéaire)	33
3.9.2. Séquences multiples	33
3.10. Saut d'étapes	34
3.11. Reprises de séquences	35
3.12. Cahier des charges	35
3.12.1. Mode de marche	36
3.12.1.1. Marche de contrôle et d'essai	36
3.12.1.2. Marche en continu	36
3.13. Traitement des défauts	37
3.14. GRAFCET niveau 1	38
3.14. GRAFCET niveau 2	40
3.15. CONCLUSION	43

Chapitre 4 : Automatisation et supervision de SKID

4.1. Introduction	44
4.2. Automate programmable industriel API	44
4.3. Présentation du S7-300	45
4.4. Les caractéristiques du S7-300	45
4.5. Architecture d'un API	45
4.6. Constitution d'un automate S7-300	46
4.6.1. Module d'alimentation (PS)	46
4.6.2. Unité centrale (CPU)	46
4.6.2.1. Commutateur de mode.....	46
4.6.2.2. Signalisation d'état (LED).....	47
4.6.2.3. Carte mémoire.....	47
4.6.2.4. Logement de la pile	47
4.6.2.5. Connexion MPI	47
4.6.2.6. Interface DP.....	47
4.6.3. Coupleur (IM)	47
4.6.4. Modules d'entrées /sorties (SM)	47
4.6.5. Modules de fonction (FM).....	48
4.6.6. Modules de communication (CP)	48
4.7. Programmation de l'automate S7-300	48
4.7.1. En schéma à contacte (CONT).....	49
4.7.2. En Logigramme (LOG)	49
4.7.3. En liste d'instruction (LIST)	49
4.8. Bloc du programme utilisateur	49
4.8.1. Bloc d'organisation (OB)	49

4.8.2. Bloc de donnés (DB)	50
4.8.3. Blocs fonctionnels (FB)	50
4.8.4. Fonctions (FC)	50
4.9. Blocs système	50
4.9.1. Blocs fonctionnels (SFB)	50
4.9.2. Fonction systèmes (SFC)	50
4.9.3. Blocs de données système	50
4.9.4. Structure du programme utilisateur	50
4.10. Programmation du cycle de fonctionnement	51
4.10.1. Création de projet STEP7	51
4.10.2. Configuration matérielle	51
4.10.3. Structure du programme	52
4.10.4. Simulation du programme à l'aide du logiciel PL7SIM	52
4.11. Supervision à l'aide du WINCC	53
4.11.1. Description de WINCC.....	53
4.11.2 Avantages de WINCC	54
4.11.3. Application disponible sous WINCC	54
4.11.4 Communication entre WINCC et automate programmable	55
4.12. Procédure de programmation	56
4.12.1. Création d'un nouveau projet	56
4.12.2. Espace de travail	56
4.12.3. Edition des vues	57
4.12.4. Intégration dans SIMATIC STEP 7	58
4.13. Plateforme de supervision du processus	58
4.14. Conclusion	61

Liste des figures :

Figure 1.1. Le centre de traitement d'huile du champ Bir Rebaa Nord.....	3
Figure 1.2. Les trois circuits de traitement d'huile.....	5
Figure 1.3. Organigramme du Groupement SONATRACH-AGIP (BRN).....	6
Figure 1.4. Organigramme du Département Maintenance.....	8
Figure 2.1. Schéma PI&D du SKID d'injection (SKID IPSER).....	10
Figure 2.2. Le SKID d'injection de produit chimique.....	11
Figure 2.3. Accumulateur.....	12
Figure 2.4. Électrovanne.....	13
Figure 2.5. Vanne tout ou rien.....	13
Figure 2.6. Pompe doseuse.....	14
Figure 2.7. Agitateur (MILTON ROY MIXING).....	15
Figure 2.8. Moteur MCC.....	16
Figure 2.9. Modèle équivalent d'un moteur MCC.....	17
Figure 2.10. Alimentation avec transistor.....	18
Figure 2.11. Pont en H.....	18
Figure 2.12. Soupape de sécurité.....	19
Figure 2.13. Débitmètre ultrason.....	20
Figure 2.14. Schéma de connexion d'un transmetteur a deux fils.....	21
Figure 2.15. Transmetteur de niveau de type KUBLER.....	22
Figure 2.16. Manomètre a tube de bourdon.....	22
Figure 2.17. Schéma de câblage.....	23
Figure 2.18. PT analogique (KILLER).....	23
Figure 2.19. Système d'énergie solaire.....	24
Figure 3.1. Structure générale d'un automatisme.....	27
Figure 3.2. Étape active (A) / Étape inactive (B).....	27
Figure 3.3. Étape initiale.....	28
Figure 3.4. Représentation d'une transition et d'une place.....	28
Figure 3.5. Représentation d'une réceptivité (r).....	28
Figure 3.6. Liaisons orientées.....	29
Figure 3.7. Action continu.....	29
Figure 3.8. Action conditionnelle.....	30
Figure 3.9. Actions simultanées.....	30
Figure 3.10. Action répétée.....	30
Figure 3.11. Représentation d'une temporisation.....	31
Figure 3.12. Arcs orientés.....	31
Figure 3.13. Convergence en ET.....	32
Figure 3.14. Divergence en ET.....	32

Figure 3.15. Convergence en OU	32
Figure 3.16. Divergence en OU	32
Figure 3.17. Structure linéaire.....	33
Figure 3.18. Séquence exclusive en OU	34
Figure 3.19. Séquence simultanée en ET.....	34
Figure 3.20. Saut de l'étape 1 vers l'étape 4 si $\overline{ab} = 1$	35
Figure 3.21. Reprise de la séquence 3 vers 1 lorsque la réceptivité $\overline{S}=1$	35
Figure 4.1. Automate programmable S7-300 modulaire	45
Figure 4.2. Présentation de la CPU	46
Figure 4.3. Mode de programmation logigramme.....	49
Figure 4.4. Assistant de STEP7 pour la création projet.....	51
Figure 4.5. : Configuration matérielle sous STEP7.....	52
Figure 4.6. Structure du programme de la chaîne.....	52
Figure 4.7. Exemple de simulation sous PL7SIM	53
Figure 4.8. Communication avec WinCC	53
Figure 4.9. Échange d'information entre le WINCC et les API.....	55
Figure 4.10. Création d'un nouveau projet.....	56
Figure 4.11. Espace de travail de WINCC	57
Figure 4.12. Liaisons entre la station S7-300 et la station de supervision	58
Figure 4.13. La vue d'accueil	59
Figure 4.14. La vue de sélection	59
Figure 4.15. La vue de sélection en mode automatique.....	60
Figure 4.16. La vue des alarmes	60
Figure 4.17. La vue de visualisation générale.....	61

Introduction générale

De nos jours, l'automatisation joue un rôle phénoménal dans le développement de l'industrie vue les améliorations qu'elle apporte et qu'elle ne cessera d'apporter aux différentes industries. Son application s'accroît rapidement et elle s'étend de plus en plus des petits appareils aux grandes installations industrielles.

SONATRACH-AGIP comme toutes les grandes entreprises pétrolières utilise des machines ou des systèmes très complexes, Cette complexité rend la tâche difficile aux maintenanciers, notamment dans le cas d'injection d'un produit dangereux dans une surface dangereuse comme la tête de puits, donc dans ce cas les opérateurs sont obligés de travailler avec une très grande vigilance pour éviter les dégâts, surtout lorsqu'il s'agit d'un système de fonctionnement manuel comme le cas de SKID d'injection de produit chimique dans la vanne latérale de la tête de puits.

Pour remédier à ce problème, la direction technique de l'entreprise nous a confiée travail d'élaboration d'un programme de fonctionnement continu et de détection de défauts, ainsi que les affichés sur une interface homme/machine, ce qui veut dire automatiser et visualiser le SKID d'injection de produit chimique.

L'objectif de ce travail est de faire une étude sur le SKID d'injection de produit chimique, et de donner une solution pour son automatisation et sa supervision.

A cet effet, le présent mémoire s'articule autour de quatre chapitres présentés comme suit :

Le premier chapitre sera sur la présentation du site Bir Rebaa Nord et de groupement SONATRACH-AGIP ainsi que des généralités sur les unités qui compose le centre de traitement d'huile.

Dans le second chapitre, nous présenterons les différents composants de SKID d'injection de produit chimique et leurs fonctionnements.

L'objectif du troisième chapitre est la modélisation de séquence de fonctionnement de SKID d'injection de produit chimique de par le GRAFCET.

Nous introduirons, dans le quatrième chapitre, l'automate programmable S7-300 sélectionné pour la commande et son logiciel de programmation STEP 7 ainsi la supervision avec SIMATIC Protool.

Nous clôturons notre mémoire par une conclusion générale.

CHAPITRE 1:

PRÉSENTATION DU SITE BIR REBAA NORD ET DU GROUPEMENT GSA

1.1. Introduction :

Dans ce chapitre on va aborder d'une façon générale tous ce qui concerne l'architecture du centre de traitement d'huile de Bir Rebaa Nord (BRN) qui se trouve a sud-est de HASSI MESSAOUD et ces objectifs principaux, et puisqu'on a choisi le département de maintenance dans notre travail, on va décrire les différentes sections et taches de ce département.

1.2. Présentation du groupement SONATRACH –AGIP (GSA):

Groupement SONATRACH-AGIP (GSA)

L'association SONATRACH-AGIP est décidée à poursuivre son essor en Algérie. Avec le démarrage incessant du 3^{ème} train (ROD) avec BHP Billiton, ces trois leaders pétroliers mondiaux ont confirmé leur volonté d'aller en avant. Les résultats enregistrés jusque-là constituent vraiment un Motif de satisfaction.

L'engagement précoce d'AGIP, filiale du groupe Eni, aux côtés de SONATRACH s'est avéré payant. La compagnie italienne AGIP qui la première a signée un contact d'exploration de type partage de production Avec SONATRACH. C'était en 1987, une année après la promulgation des Amendements de la loi sur les Hydrocarbures.

En 1990, les efforts d'AGIP sont couronnées de succès par la découverte du gisement Bir-Rebaa Nord(BRN), ce gisement produit actuellement 45000 barils par jour, suivie de celle de deux autres gisements : Bir-Rebaa Ouest(BRW) en 1991 et de Bir-Rebaa Sud-Ouest(BRSW).

Le centre de production de BRN est une usine dimensionnée pour traiter 80 000 barils de pétrole par jour. Une unité de séparation sépare le pétrole brut de l'eau et du gaz qui l'accompagnent.

Le pétrole brut est ensuite envoyé vers une unité de stabilisation avant d'être expédié vers le centre de Mesdar au Nord-ouest de BRN, par une pipe de 20 pouces construit par AGIP et SONATRACH sur une longueur de 230 km.

1.3. Champ BRN :

Le champ BRN s'étend sur une longueur de 120 Km et une largeur de 70 Km avec différents types de puits : injection d'eau, réinjection de gaz et 117 puits producteurs d'huile qui envoient le brut vers le CTH : Centre de Traitement d'Huile, qui fait le traitement du brut par séparation d'huile, de gaz et d'eau à partir d'un procédés composé de plusieurs opérations successives appelle un train de traitement d'huile. L'usine CTH de BRN contient trois lignes de traitement d'huile : la première et la deuxième située à BRN et la troisième à ROD comme représenté dans la figure 1.1 suivante :

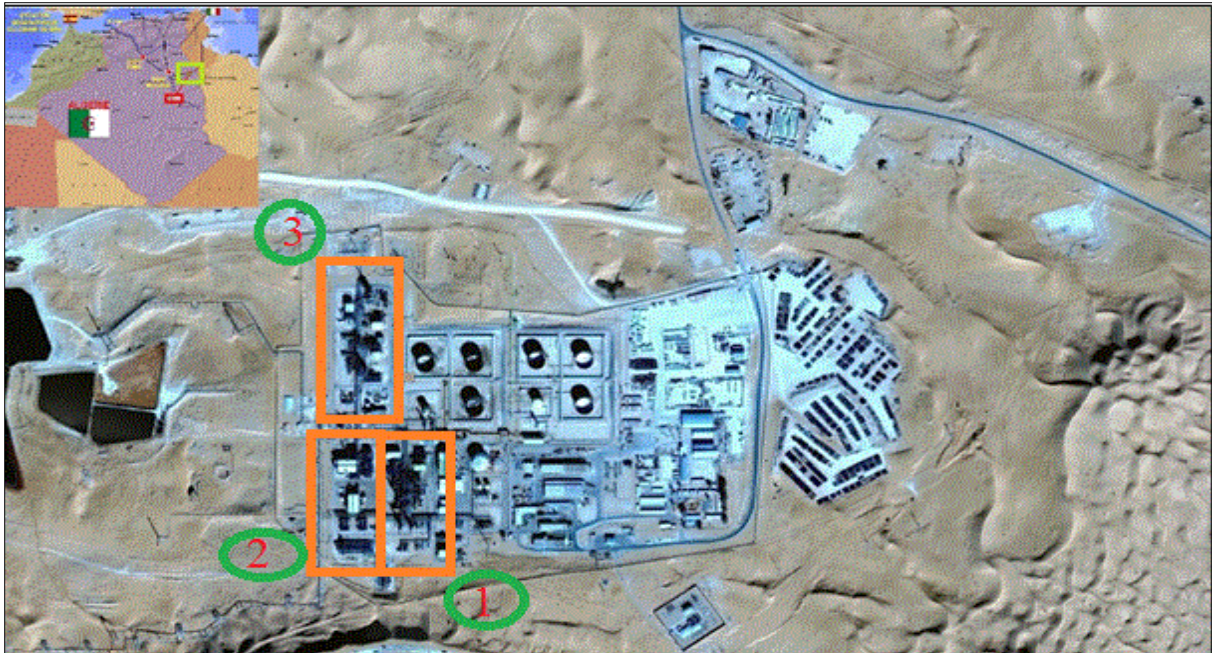


Figure 1.1 : Le centre de traitement d'huile du champ Bir Rebaa Nord.

1.4. But de l'usine :

Le but de l'usine de Bir Rebaa Nord est l'extraction de l'huile brute, l'expédition de l'huile stabilisée et la réinjection du gaz non utilisé.

L'usine contient les unités suivantes :

1.4.1. Les unités des procédés :

- **Unité100 (têtes des puits producteurs et réseau de collecte)** : le but de cette unité est de fournir une quantité suffisante de produits hydrocarbures aux unités de traitement successives.
- **Unité110 (têtes des puits ré injecteurs et réseau de réinjection)** : son rôle est la réinjection du gaz déshydraté dans des puits appropriés.
- **Unité130 (manifold d'entrée)** : est un point de rassemblement de la production des puits producteurs sur champ.
- **Unité200 (séparateurs de l'huile)** : le but est de réaliser la séparation du gaz associé et de l'eau de formation de l'huile brute à l'entrée de l'installation.
- **Unité210 (traitement de l'huile)** : le but est de réaliser la stabilisation de l'huile brute provenant de l'unité de séparation.
- **Unité250 (huile off-spec)** : son objectif est de traiter provisoirement l'huile pour les problèmes d'exploitation que pour les arrêts des unités 200 et 210.
- **Unité310 (déshydratation du gaz)** : le but est d'éviter les problèmes des condensations d'eau en présence de gaz acides.

- **Unité360 (compression du gaz)** : le but est de ré-comprimer le gaz provenant de différents points de l'installation, à des différents niveaux de pression, pour pouvoir le renvoyer avec celui à haute pression, à l'unité 310 pour déshydratation.
- **Unité370/380/390 (réinjection de gaz traité)** : le but est de ré-comprimé le gaz provenant de l'unité de déshydratation pour être envoyé dans les autres réseaux.
- **Unité670 (système d'injection inhibiteur de corrosion)** : cette unité comprend les installations nécessaires à l'injection d'une solution anticorrosion dans les points les plus importants des unités de procédé du centre de production d'huile de Bir Rebaa Nord.
- **Unité680 (système d'injection méthanol)** : cette unité contient des installations nécessaires à l'injection de méthanol dans les points les plus importants des unités de procédé du centre de production d'huile de Bir Rebaa Nord [2].

1.4.2. Les unités auxiliaires :

- **Unité220 (stockage de l'huile et expédition)** : le but est de stocker l'huile traitement dans les réservoirs et l'expédier par pipeline.
- **Unité230 (système torche)** : le but est d'assurer l'exploitation des installations dans des conditions de sécurité.
- **Unité420 (système gaz combustible)** : le but est de stocker le gaz de l'unité de procédé, Produire et distribuer aux utilisateurs du centre de production d'huile de Bir Rebaa Nord.
- **Unité430 (système huile combustible)** : le but de cette unité est le stockage et la distribution de l'huile combustible dans le centre de production d'huile de Bir Rebaa Nord.
- **Unité450 (centrale électrique)** : le but de la centrale est la production et la distribution de l'énergie électrique dans le centre de production de Bir Rebaa Nord.
- **Unité480 (groupe électrogène de secours)** : est utilisé pour l'alimentation des utilisateurs nécessaires à l'arrêt des installations en toute sécurité en cas d'arrêt total de la production d'énergie électrique et pour le redémarrage de la centrale électrique.
- **Unité490 (système d'air comprimé)** : cette unité contient les installations annexes nécessaires pour produire, stocker et distribuer aux utilisateurs du centre de production d'huile de Bir Rebaa Nord.
- **Unité530 (système eau service)** : cette unité contient les équipements nécessaires pour stocker et distribuer aux utilisateurs du centre de production d'huile de Bir Rebaa Nord.

- **Unité 550 (purification et stockage de l'huile de lubrification)** : le but de l'unité est de stocker l'huile neuve, purifier et stocker l'huile usée et envoyer vers les unités 380/390.
- **Unité 560 (traitement des eaux huileuses)** : cette unité contient les installations nécessaires à traiter les eaux huileuses venant des unités de procédé et des services du centre de production d'huile de Bir Rebaa Nord.
- **Unité 730 (système d'eau anti-incendie)** : le but de cette unité est de stocker l'eau pour en cas d'incendie.
- **Unité 920 (centrale électrique)** : le but de la centrale est la production et la distribution de l'énergie électrique dans le centre de production d'huile de Bir Rebaa Nord. [4]

Dans l'usine, l'huile brute est traitée par la séparation d'huile dans les eaux et le gaz à travers des circuits différents.

L'huile brute est dégazée à travers les séparateurs 200-v-01/02/03, déshydratée et dessalée à travers le désaltère électrostatique 210 et stabilisée dans la colonne 210 avant d'être envoyée au stockage dans les réservoirs 220 et expédiée via pipeline.

Le gaz associé récupéré dans différents niveaux de pression est ré-comprimé par les compresseurs 360-k-01/02/03, déshydraté par le système à glycol dans l'unité 310 et envoyé afin de maintenir la pression de gisement à la réinjection dans les puits.

L'eau huileuse séparée est envoyée vers l'unité 560 pour le traitement des eaux huileuses pour la récupération de l'huile.

Le schéma blocs montre les différentes phases du procédé à partir des puits de production jusqu'aux puits de réinjection du gaz et à l'expédition vers pipeline de l'huile stabilisée du centre de production voir la figure 1.2.

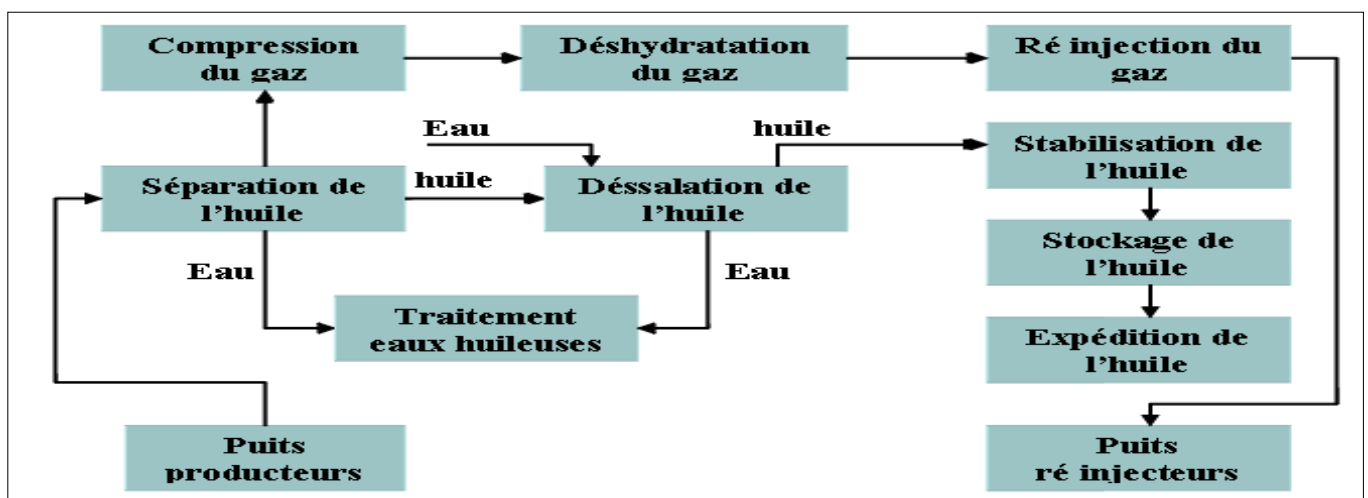


Figure 1.2 : Les trois circuits de traitement d'huile.

1.5. Organigramme du Groupement SONATRACH-AGIP (GSA) :

Le groupement SONATRACH-AGIP contient de différents départements comme illustré dans la figure 1.3 :

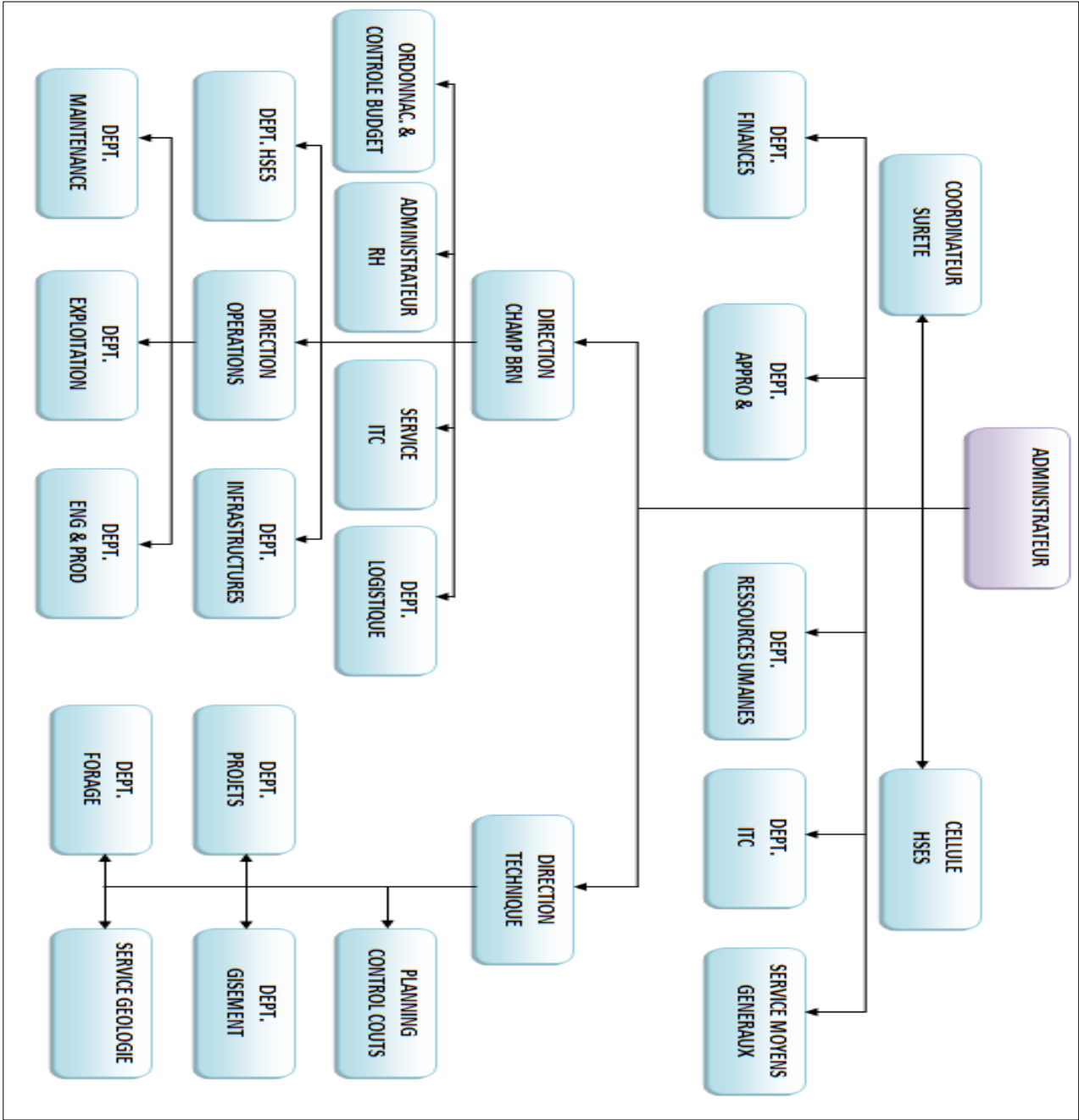


Figure 1.3 : Organigramme du Groupement SONATRACH-AGIP (BRN)

Le département maintenance veille sur le bon fonctionnement du matériel industriel, et il assure la révision ainsi que l'inspection des équipements et des installations au niveau de l'usine et les puits.

Ce département maintenance contient deux services :

- Service Méthode.
- Service maintenance et entretien.

1.6. Service méthode et planification :

Le service méthodes s'occupe de la planification et de la programmation des interventions (curatives et préventives), il est géré par un chef de service auquel sont attachés trois groupes d'ingénieurs (instrumentistes, mécaniciens et électriciens) en plus d'un archiviste et des gestionnaires de stock.

La gestion des équipements est assurée par une cellule de gestion appelée Gestion de la Maintenance Assistée par Ordinateur (GMAO) elle gère la maintenance à partir d'un software de gestion (Data Stream 7).

Le déclenchement des ordres de travail est lancé par l'établissement d'un OT par une structure demandeur d'intervention pour les OT curatifs et d'une façon automatique pour les OT préventifs.

1.7. Service maintenance et entretien :

Le rôle de ce service est d'intervenir, dans le champ ou à l'usine, pour des missions d'ordre préventif ou curatif ; il est subdivisé en quatre sections :

- 1- Section Mécanique,
- 2- Section Électricité,
- 3- Section instrumentation,
- 4- Section Chaudronnerie,

L'effectif de chaque section est dirigé par deux chefs de section.

1.8. Déroulements des interventions :

Selon un besoin formulé par un département quelconque, toute demande de travail doit être validée par le chef de département maintenance, ensuite la cellule GMAO programme un ordre de travail (OT) qui sera émis pour la section d'intervention concernée.

1.9. Organigramme du département maintenance :

Le département maintenance consiste en deux services, le service méthode et le service maintenance qui contiens des sections comme représenté dans la figure 1.4 :

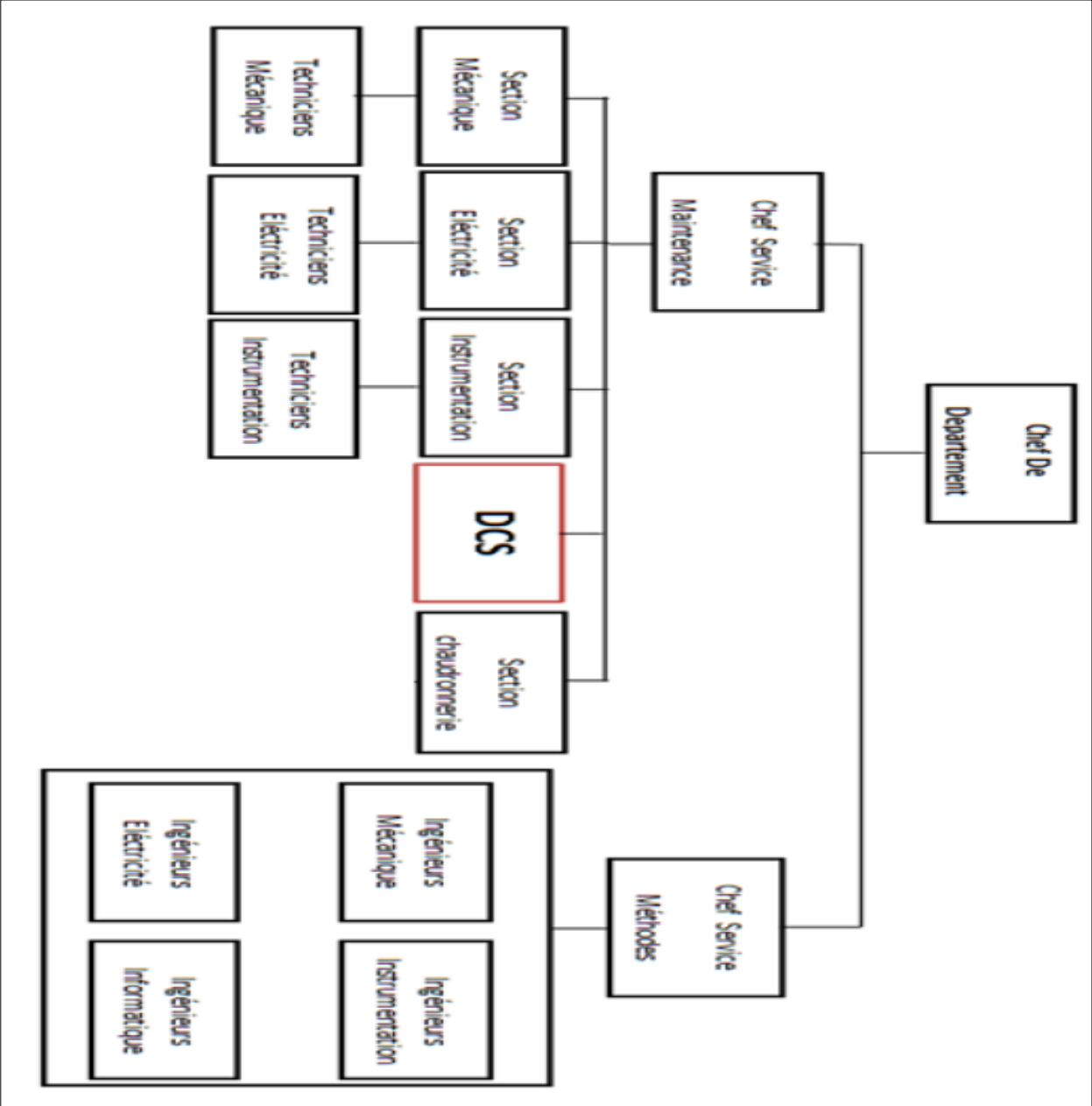


Figure 1.4: Organigramme du Département Maintenance.

1.10. Conclusion :

Nous avons présenté dans ce chapitre une vue générale du site de BRN, ce site à un rôle important pour la production d’huile. Toutes les unités qui le composent constituent une chaîne pour produire de l’huile (pétrole).

CHAPITRE 2 :

**DESCRIPTION DE SKID D'INJECTION
DE PRODUIT CHIMIQUE**

2.1. Introduction :

Le terme "**corrosion**" désigne la destruction d'un métal sous l'action du milieu environnant (air, eau de mer, solutions aqueuses, sols...), par un processus de type physico-chimique.

La forme de corrosion la plus courante est celle qui affecte la structure métallique par une attaque généralisée et uniforme se traduisant par la présence de produits de corrosion à la surface du métal et par une perte de matière uniformément répartie.

Mais, dans de nombreux cas, la corrosion se manifeste par une attaque localisée pouvant entraîner des dommages très importants, sans que le métal présente dans son ensemble une perte de poids significative.

L'étude des mécanismes de la corrosion, et par conséquent la connaissance des moyens à mettre en œuvre pour y remédier, repose sur l'exploitation des lois de la thermodynamique et de la cinétique électrochimique.

Rappelons très succinctement que la corrosion d'un métal se traduit à l'échelle moléculaire par la destruction du réseau métallique suivant une réaction d'oxydation (perte d'électrons) : $Métal + O_2 \longrightarrow (ion\ métallique)\ n+ + ne$

Soit par exemple : $Fe + O_2 \longrightarrow Fe^{++} + 2e^-$

Les électrons produits par la réaction de la dissolution anodique écrite ci-dessus doivent être nécessairement, puisqu'il ne peut pas y avoir accumulation d'électrons, être consommés simultanément dans une réaction de la réduction (gain d'électrons) :

$Espèce\ oxydante + O_2 + ne^- \longrightarrow (Espèce\ réduite)\ n$

Soit par exemple : $\frac{1}{2} O_2 + H_2O + 2e^- \longrightarrow 2OH$ ou $2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2$

Plusieurs réactions de la réduction peuvent se superposer à rendre possible la réaction de dissolution anodique. De même, des réactions chimiques secondaires peuvent intervenir entre les produits des réactions électrochimiques de base, l'ensemble conduisant à la transformation du métal en un mélange d'oxydes et d'hydroxydes.

Dans le cas où la réaction se fait essentiellement par la consommation de l'oxygène, on peut écrire globalement : $Fe + \frac{1}{2} O_2 + H_2O \longrightarrow Fe(OH)_2$

Dans notre cas on utilise souvent les produits chimiques suivants :

- Inhibiteur de Corrosion/Huile FQS 15060
- Anti-corrosion AVACID F25
- Inhibiteur de Corrosion NORUST IG 514

De façon générale, la corrosion menace l'industrie, et pour éviter ce problème les ingénieurs d'IPSER ont pensés de créer le SKID d'injection de produit chimique.

2.2. Présentation du SKID d'injection produit chimique :

Le SKID d'injection est composé de :

- ✓ Une structure métallique, support des équipements.
- ✓ 2 cuves 1000 litres de stockage produit ST1 et ST2
- ✓ 2 agitateurs pour homogénéisation des produits (1 agitateur par cuve) AG1 et AG2
- ✓ 2 pompes doseuses pour injection des produits PD1 et PD2.
- ✓ 1 coffret de commande locale CR1
- ✓ 2 platines hydrauliques pour la gestion manuelle des points d'injections.

2.2.1 Schéma PI&D d'un SKID d'injection de produit chimique :

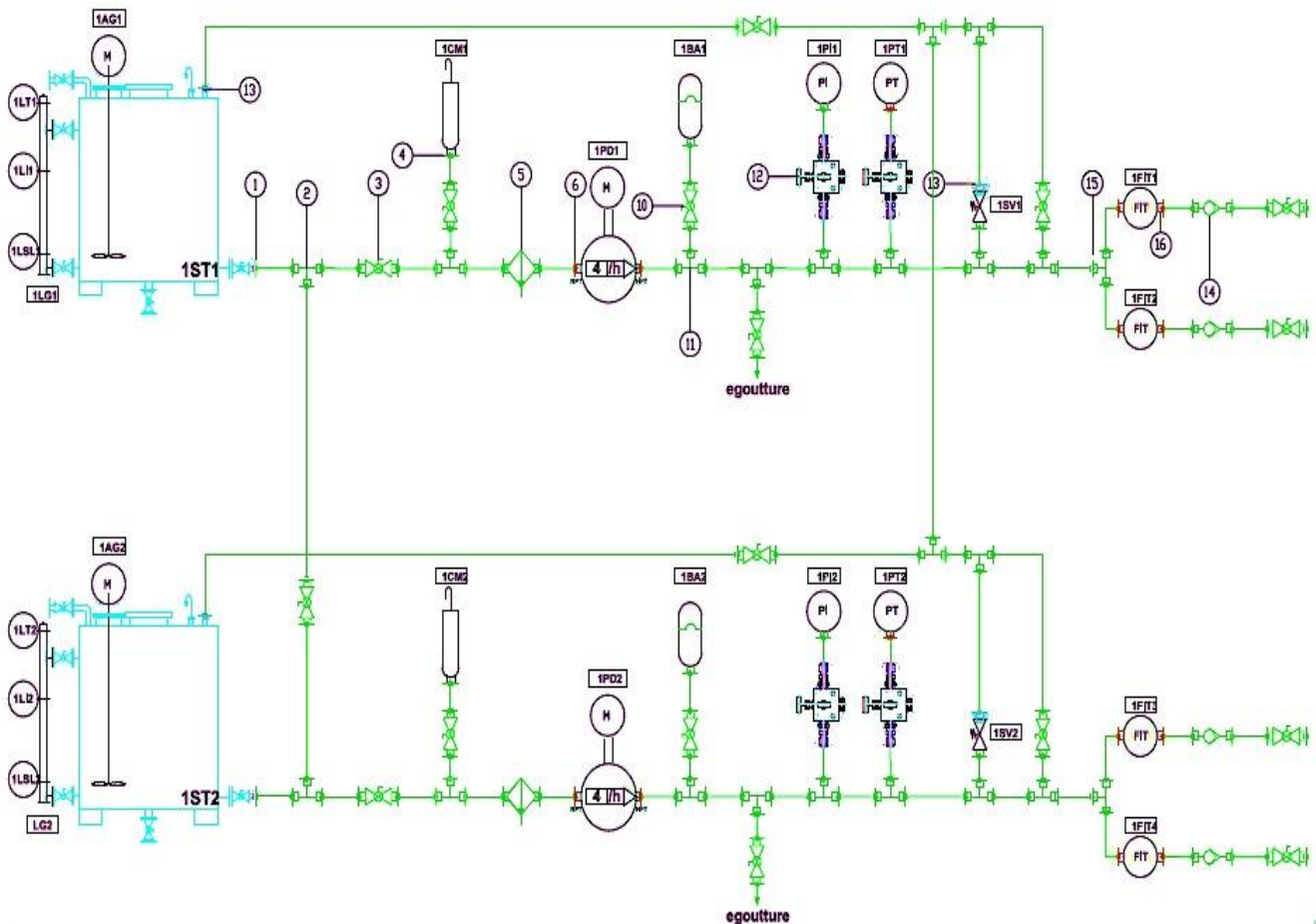


Figure 2.1 : Schéma PI&D du SKID d'injection (SKID IPSER).

2.2.2. Partie instrumentation de skid d'injection produit chimique :



Figure 2.2. Le SKID d'injection produit chimique

2.2.2.1. Les pré-actionneurs :

a. Les clapets anti-retour :

Ils assurent le passage de fluide dans un sens et bloquent le débit dans l'autre sens. Une bille peut se déplacer dans une cavité. Lorsque le fluide se déplace dans le sens contraire au sens de passage, la bille obstrue le passage et empêche l'huile de s'échapper. Cet élément peut être utilisé pour maintenir un circuit sous pression en cas de coupure d'alimentation.

b. Les accumulateurs

Les accumulateurs hydrauliques sont des organes susceptibles d'emmagasiner et de restituer l'énergie sous forme d'huile sous pression selon les besoins pour maintenir cette pression requise durant une certaine période. Il utilise généralement un gaz (azote ou air comprimé) comme accumulateur d'énergie

Le fluide sous pression ne doit pas être en contact avec le gaz, il doit être isolé par un piston flottant ou une membrane ou dans une vessie, car ce dernier absorberait une quantité considérable qui serait libérée partiellement dans la tâche.

- 1 : corps
- 2 : soupape
- 3 : vessie
- 4 : valve de gonflage

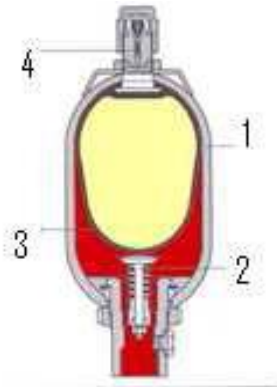


Figure 2.3. : Accumulateur

c-électrovannes :

Ce sont des électrovannes à membrane de type TOR (tout ou rien), elles sont commandées électriquement et elles sont normalement fermées, et l'ouverture de ces électrovannes permet la circulation de fluide dans la tuyauterie.

▪ Constitution d'une électrovanne :

L'électrovanne est constituée des éléments suivants :

- ✓ Un corps qui permet le raccordement des conduits
- ✓ Une cloche qui contient les éléments de sectionnement
- ✓ D'un piston ou membrane qui est l'élément moteur du système
- ✓ D'un clapet qui assiste le piston pour l'ouverture ou la fermeture.
- ✓ D'un électroaimant (avec sa bobine) qui assure la manœuvre du clapet.

▪ Principe de fonctionnement d'une électrovanne :

Pour fonctionner une électrovanne, on doit bénéficier d'une pression amont supérieure à 0 bar. Cette pression va permettre au piston ou membrane de se mouvoir. Pour une électrovanne normalement fermée "NF", au repos la pression passe par-dessus de la membrane par un petit orifice et colle le piston sur le passage de la sortie. Un ressort exerce la poussée du piston. La surface du piston étant supérieure dessus qu'en dessous le piston obstrue.

Pour changer l'état de l'électrovanne, l'électroaimant est alimenté et ouvre un passage via le clapet créant ainsi une baisse de pression sur le dessus du piston qui naturellement s'ouvre.



Figure 2.4 : Électrovanne

2.2.2.2. Actionneurs :

a. Vanne tout ou rien (TOR) :

En automatique, le concept TOR (Tout Ou Rien) se ramène au binaire : 1 ou 0. Cela signifie que l'information à traiter ne peut prendre que deux états (marche / arrêt). Seuls ces deux niveaux logiques sont possibles, d'où l'appellation commande tout ou rien (en anglais : bang–bang-control ou on–off-control).



Figure 2.5 : Vanne tout ou rien

b. Pompe doseuse :

Le SKID IPSEK contient une pompe doseuse à piston électromécanique de la marque MILTON ROY, elle est composée de :

- Un moteur électrique.
- Un ensemble mécanique.
- Un ensemble doseur (coté hydraulique).

❖ Principe de Fonctionnement :

Le mouvement de rotation de moteur transmis par une vis sans fin à une roue dentée ; cette dernière reliée au plateau inclinable qui a une liaison démontable avec un système bielle-manivelle ; ce système transforme le mouvement d'entraînement rotatif en mouvement de translation alternatif à course réglable.

Le réglage de débit s'effectue à l'aide du vernier.

Pour notre application on a opté pour une pompe de la marque MILTON ROY pour ces caractéristiques résistantes au produit chimique.



Figure 2.6 : pompe doseuse

Ayant les caractéristiques suivantes :

Poids sans moteur : 19 kg

Plage de température : -5°C à +80°C

Moteurs Normalise CE

La pompe MILROYAL est une pompe doseuse électromécanique, lubrifiée à l'huile sous carter fermé, elle est conçue pour un fonctionnement industriel en continu.

Elle se compose de la manière suivante :

- ✓ Un dispositif d'entraînement constitué par un moteur
- ✓ Un ensemble mécanique
- ✓ Un ensemble doseur

❖ Principe de fonctionnement de l'ensemble mécanique :

L'ensemble mécanique fonctionne suivant le principe du plateau inclinable. Le mouvement de rotation du moteur est transmis par la vis sans fin à la roue tangente, elle-même reliée au plateau inclinable. Un système bielle-manivelle transforme le mouvement rotatif d'entraînement en un mouvement linéaire alternatif à course réglable.

La course dépend de l'angle d'inclinaison du plateau qui est déterminé par la position d'une vis micrométrique. Le réglage manuel de débit s'effectue à l'aide du vernier.

Lorsque le plateau est vertical (angle nul), la bielle décrit un cône de révolution ; la mécanique tourne mais le coulisseau ne se déplace pas longitudinalement (course nulle). [8]

c. Moteur à courant continu (MCC) :

On sait que derrière chaque pompe un moteur qui l'entraîne, et dans notre cas on va utiliser le moteur à courant continu, et le même cas pour l'agitateur qu'on va utiliser.

Ayant les caractéristiques suivantes :

Puissance :	0,25 kW
Vitesse de rotation :	1350 tr/min
Tension d'alimentation :	24 V
Fréquence :	50 Hz

1 : tête de l'agitateur

2 : arbre

3 : les hélices

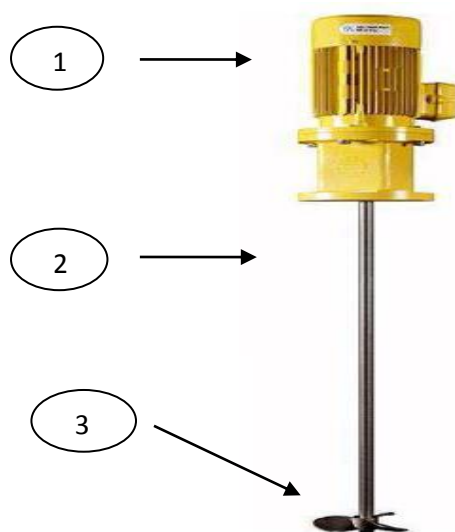


Figure 2.7 : Agitateur (MILTON ROY MIXING)

❖ Principe de fonctionnement :

Si un conducteur en forme de spire, parcouru par un courant I , est placé dans un champ magnétique, il est soumis à des forces de Laplace. Ces forces créent un couple de rotation qui fait tourner la spire sur son axe. Quand la spire a fait un demi-tour, il faut inverser la polarité pour inverser le sens des forces et continuer le mouvement. Ce sera le rôle du collecteur.

Le rotor, (partie tournante), est constitué d'un noyau métallique avec un bobinage de cuivre, le stator comporte des aimants permanents qui engendrent un champ magnétique dont le flux traverse le rotor. L'espace étroit entre le rotor et le stator est nommé entrefer.

Le rotor est l'induit et le stator l'inducteur, dans d'autres moteurs, l'inducteur peut également être bobiné.

Un collecteur avec des balais (charbons) permet de transmettre l'énergie électrique au rotor.

Le rotor est donc constitué de fils électriques parcourus par un courant qui forment des spires, ces mêmes fils sont dans le flux magnétique des aimants. Ces conducteurs sont donc soumis à des forces de Laplace, un couple moteur est ainsi créé. Pour entretenir la rotation du moteur, le collecteur inverse le sens du courant dans les spires à chaque demi-tour.

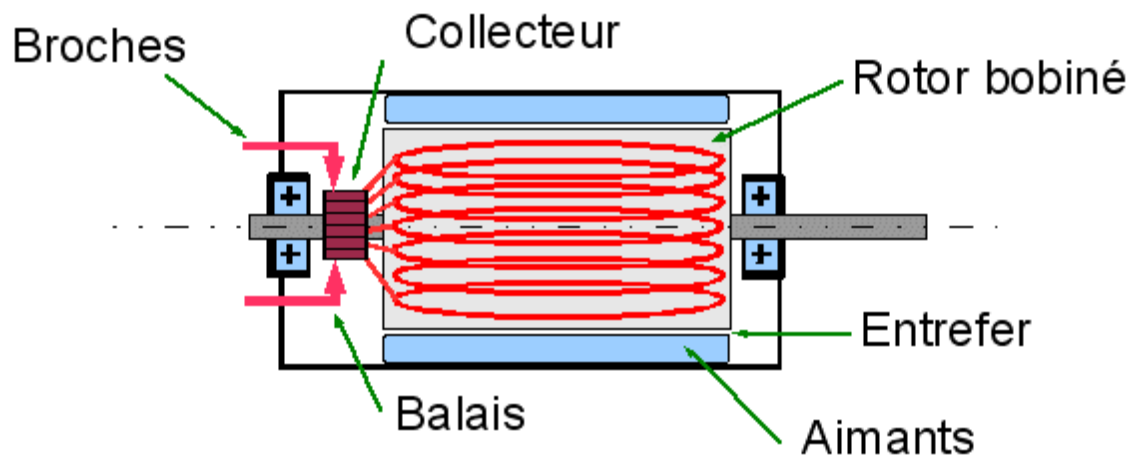
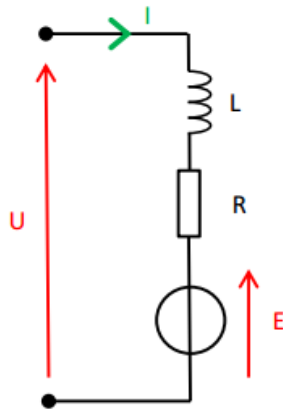


Figure 2.8 : moteur MCC

❖ **Schéma équivalent du moteur à courant continu :****Figure 2.9 :** Modèle équivalent d'un moteur MCC

Le moteur se comporte comme une résistance en série avec un générateur de tension (fem : force électromotrice).

I : courant consommé par le moteur

U : Tension d'alimentation du moteur

E : force électromotrice

R : résistance interne du bobinage.

En réalité, il existe aussi une inductance L dans le circuit que l'on peut négliger ici si le courant est en régime continu.

❖ **Les équations caractéristiques du moteur sont les suivantes :**

Cette équation découle directement du schéma équivalent ci-dessus

$$U = E + RI$$

U : alimentation (volts)

E : fem (volts)

R : résistance interne (ohm)

I : courant (ampère)

La tension fem est proportionnelle à la vitesse angulaire

$$E = K \cdot W$$

K : constante du moteur

W : vitesse angulaire (rad /s)

Le courant consommé par le moteur est directement lié au couple résistant sur l'arbre.

$$C=K.I$$

C : couple moteur (n.m)

❖ Alimentation de moteur :

Le moteur peut être alimenté simplement par un relais électromécanique ou par un transistor associé à une diode de roue libre Voir figure 2. 10 : le plus souvent le moteur à besoin de tourner dans les deux sens de rotation, on utilise alors un dispositif nommé pont en **H** Voir figure 2.11 :

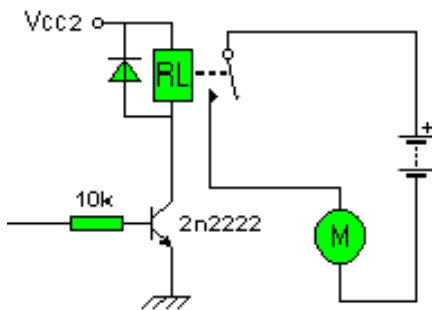


Figure 2.10 : Alimentation avec transistor

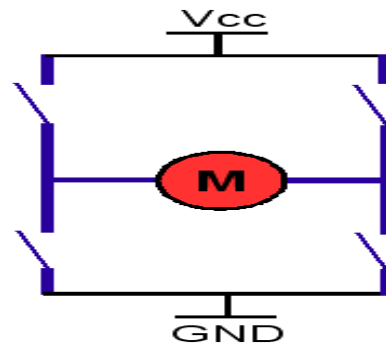


Figure 2.11 : Pont en H

Il suffit de fermer deux des contacts pour faire tourner le moteur dans un sens ou dans l'autre.

On utilise le plus souvent des transistors PNP et NPN, ou des MOS, canal P et canal N, à la place des contacts.

❖ Variation de vitesse du moteur :

Pour faire varier la vitesse d'un moteur on peut faire varier la tension d'alimentation à ses bornes mais dans ce cas une partie importante de l'énergie est consommée par le dispositif d'alimentation, on préfère l'alimenter de façon discontinue avec un hacheur et faire ainsi varier la tension moyenne à ses bornes.

Quand le transistor est saturé, le moteur est alimenté à la tension maximale. Le courant est important dans le transistor mais la tension VCE est presque nulle, il n'y a donc pas d'échauffement du transistor.

Quand le transistor est bloqué, le moteur n'est plus alimenté. La tension VCE est maintenant maximale mais il n'y a plus de courant dans le transistor. Le rendement de ce dispositif d'alimentation est donc très bon.

La fréquence est suffisamment élevée pour avoir une rotation continue et sans bruit du moteur. [3]

d. Soupape de sécurité :

Une soupape de sécurité est un dispositif de sécurité, destiné à protéger les capacités contre les surpressions ou contre les dépressions, son fonctionnement doit être exceptionnel et sa position reste normalement fermée.

Les capacités industrielles sont caractérisées par une pression de service maximale qu'il est interdit de dépasser, c'est la pression qui a servi de base au calcul de résistance des matériaux constituant la capacité.



Figure 2.12: Soupape de sécurité

e. Débitmètre ultrason :

Le principe fondamental de fonctionnement de ce type de débitmètres repose essentiellement sur l'exploitation des effets de propagation du son dans un fluide s'écoulant dans une conduite. Il est réparti en famille Débitmètre à ultrasons à effet Doppler.

Un émetteur et un récepteur sont montés en opposition de manière à ce que les ondes acoustiques allant de l'un à l'autre soient à 45 ° par rapport au sens d'écoulement dans la conduite. La vitesse du son allant de l'émetteur au récepteur constitue la vitesse intrinsèque du son, plus un apport dû à la vitesse du fluide. La mesure du temps t mis par le signal pour parcourir la distance L permet de connaître la vitesse du fluide et d'en déduire le débit.

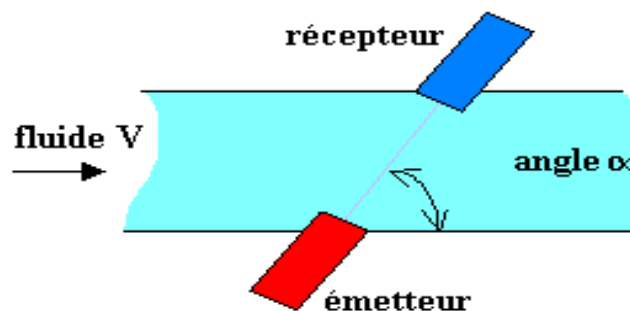


Figure 2.13 : Débitmètre ultrason

- L'équation fondamentale pour le calcul de débit :

$$T = \frac{L}{C + V \cos \alpha}$$

C : vitesse de propagation du son dans le fluide

V : vitesse du fluide

L : distance entre émetteur et récepteur

α : angle entre V et la direction définie par le couple émetteur / récepteur

Il est primordial que le fluide ne véhicule pas de gaz ou de solides, pour éviter la dispersion des ondes acoustiques entre les deux transducteurs. L'ensemble du dispositif, à l'extérieur de la conduite, est insensible à l'agressivité du fluide et n'entraîne aucune perte de charge.

Les performances offertes par ce type de débitmètre peuvent se résumer comme suit :

- Domaine d'utilisation : fréquemment utilisé pour les écoulements turbulents, pour les fluides non conducteurs (notamment hydrocarbures), là où les débitmètres électromagnétiques ne conviennent pas.
- Diamètre de canalisations : généralement important (6000 mm).

- Précision : peut atteindre 0,5 %.
- Temps de réponse très rapide, jusqu'à 1 ms. [9]

f. Capteur de niveau magnétique :

Les transmetteurs AF-ADF et AVK-ADF servent à contrôler le niveau des liquides dans les réservoirs. Ces liquides ne doivent pas contenir de particules solides et ne doivent pas être enclins à la cristallisation. Ils forment, en association avec une commande magnétique ou une lecture linéaire, un système d'indication de niveau.

Les transmetteurs de niveau travaillent selon le principe du flotteur avec transmission magnétique avec réglage par potentiomètre 3 fils ou résistance 2 fils. Une chaîne de mesure (contacts Reed + résistances) logée dans le tube de guidage, est actionnée par un aimant permanent logé dans un flotteur. Ainsi on obtient une indication constante de niveau.

Le raccordement électrique des transmetteurs se fait par l'intermédiaire de bornes encastrées.

Les transmetteurs de mesure à tête à 2 fils de type BMG doivent être raccordés conformément au schéma de raccordement avec convertisseur R/I de l'appareil suivant :

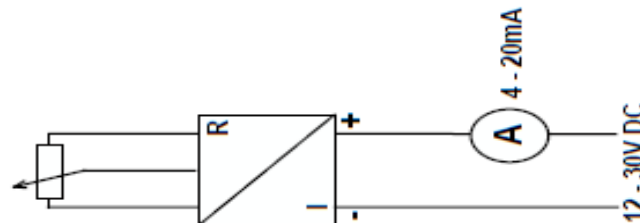


Figure 2.14 : schéma de connexion d'un transmetteur à deux fils

Les indicateurs de niveau à by-pass KSR fonctionnent selon le principe des vases communicants. Un flotteur à aimant permanent est intégré dans ce récipient. Celui-ci varie sa position en hauteur avec le niveau du milieu. Des indicateurs de niveau de remplissage optiques et électriques ou des interrupteurs magnétiques montés à l'extérieur sur le tube by-pass sont actionnés par le champ magnétique.

Les indicateurs de niveau à by-pass servent à surveiller le niveau de remplissage de liquides. Tous les matériaux du tube by-pass et du flotteur doivent résister au liquide à surveiller. Pour garantir un fonctionnement sûr, les voyants à rouleaux magnétiques de niveau à by-pass fonctionnant avec un fluide de température inférieure à 20°C, et en cas il arrive on doit l'isoler. [5]

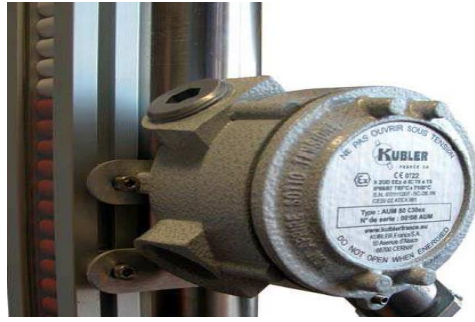


Figure 2.15 : transmetteur de niveau de type KUBLER

g. Manomètre a tube de bourdon :

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 de 0,6 bar à 4 k bar. Pour les étendues jusqu'à 40 bars inclus on utilise normalement la forme en arc et à partir de 60 bars la forme hélicoïdale. Les appareils sont fabriqués avec le raccordement vertical ou arrière. Il convient 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 k bar.

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

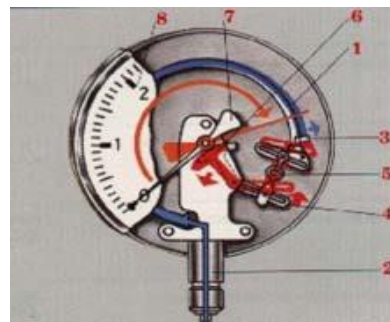
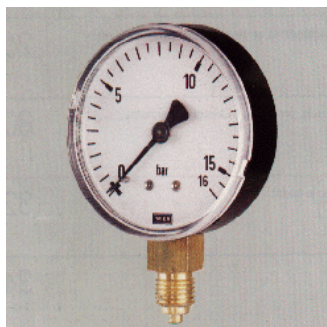


Figure 2.16 : manomètre a tube de bourdon

h. Transmetteur de pression :

Ces transmetteurs piézorésistifs avec boîtier étanche à la pression sont destinés aux applications en ambiances explosives et permettent de mesurer de façon stable et précise des pressions absolues et relatives, en milieux liquides et gazeux, dans la gamme de 0,1 à 150 bar.

Cette série repose sur le principe d'un capteur piézorésistif stable associé à une électronique analogique. Le point zéro, la sensibilité et les coefficients de température du zéro et de la sensibilité sont étalonnés ou compensés par résistances ou potentiomètres.

La valeur de pression peut être lue par l'interface et est simultanément disponible avec sortie analogique en version 4...20 mA ou 0...10 V.

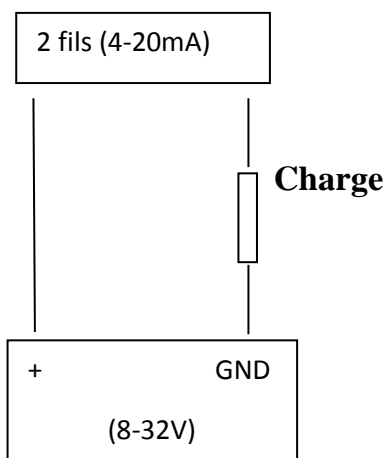


Figure 2.17: schéma de câblage



figure 2.18 :PT analogique (KILLER)

❖ Les caractéristiques de ce type de transmetteur sont :

Pression : 0 à 150 bar

Température : -30 à 80 C

Sortie en courant : montage à 2 fils 4-20 mA

Précision : <=2%

i. Panneaux solaires :

Un système photovoltaïque autonome complet inclut un ou plusieurs modules, un contrôleur de charge/décharge, des batteries et des accessoires de connexion. Certaines applications peuvent nécessiter un onduleur, un convertisseur DC-DC, un chargeur de batteries...etc.

Les modules solaires convertissent la lumière en électricité, La puissance électrique est stockée dans les batteries et le contrôleur de charge protège la batterie sur ou sous charges. L'installation est dimensionnée de façon à fournir de l'énergie toute l'année y compris les jours de faible irradiation. Elle dispose de quatre jours d'autonomie.

❖ Schéma de système des panneaux solaires :

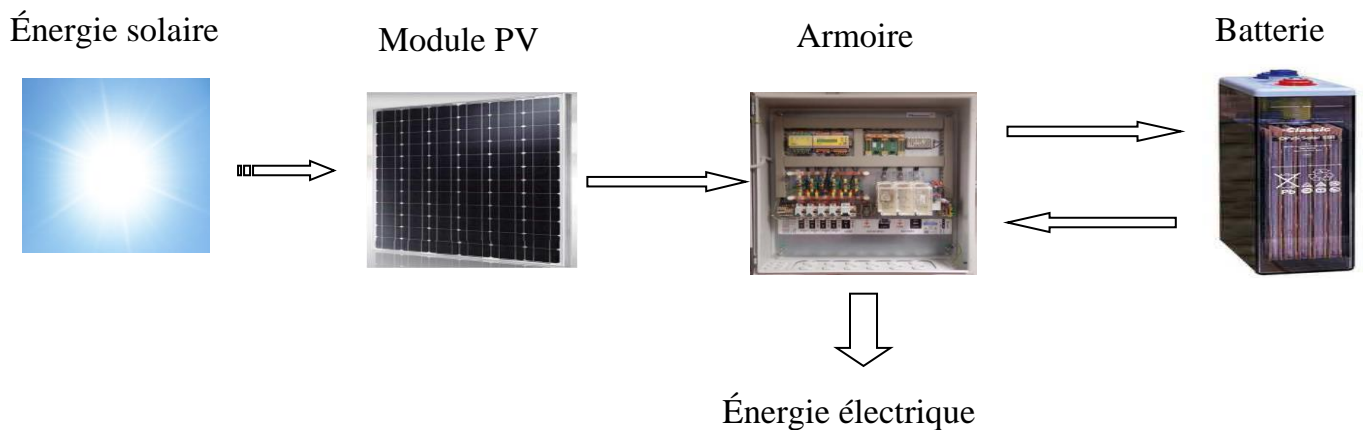


Figure 2.19 : Système d'énergie solaire

❖ Les principaux composants de système des panneaux solaire :

➤ Modules solaires :

Un module solaire est un arrangement de cellules solaires câblées en série afin de produire une tension électrique donnée. Les modules solaires sont fabriqués dans plusieurs tailles et types. Celui utilisé dans ce projet comprend 72 cellules poly cristallines disposées selon un ordre défini de façon à produire 200W.

Le module photovoltaïque utilisé est un **ET-M572200** de la marque **ET-Solar**.

➤ Armoire :

L'armoire de régulation PN-GM est un dispositif de gestion d'énergie assurant l'interface entre les différents composants du système autonome solaire photovoltaïque. La gestion du dispositif est assurée par l'automate programmable PN-GM.

➤ Batteries :

Ces batteries sont fabriquées selon la technologie dryfit gel avec des plaques positives tubulaires assurant ainsi une puissance maximale, robustesse et une très longue vie d'utilisation avec plus de 2000 cycles.

Les batteries solaires tubulaires gel 2V 1415Ah sont destinée généralement pour les grandes installations solaires et éoliennes et adaptées à tout genre de climats.

Le système utilise des batteries gel étanche **OPzV 2V A602/1415**. Ce sont des batteries conçues spécialement pour une utilisation en système photovoltaïque. Elles nécessitent très peu d'entretien. 12 blocs sont connectés en série pour former un parc batterie avec une tension de 24DC. [9]

2.3. Conclusion :

Dans ce deuxième chapitre, nous avons donné un aperçu sur l'ensemble des instruments déjà existant sur place et ceci en fonction des l'information qui nous sont fournies. Il y a lieu de signaler que les instruments choisi pour notre station sont choisis librement et elles sont adaptées aux besoins et contraintes du milieu de notre application c'est-à-dire qu'ils sont déjà utilisées dans des autres systèmes qui ressemble à celui que nous voulons étudier. Le chapitre suivant portera sur la modélisation de SKID d'injection de produit chimique par l'outil de GRAFCET afin de définir et étudier les différents modes de marche et d'arrêt.

CHAPITRE 3 :

**MODÉLISATION DE SKID D'INJECTION
DE PRODUIT CHIMIQUE PAR LE
GRAF CET**

3.1. Introduction :

L'automatisation des systèmes de productions est devenue une priorité dans l'industrie vu son efficacité, rendements et sa flexibilité, ainsi l'automaticien prend soin d'automatiser les systèmes de productions en faisant recours à des outils de description et de modélisation qui prend en considération les contraintes du cahier des charges, et parmi ces outils on distingue le GARFCET.

La modélisation du comportement des systèmes automatisés de production nécessite une représentation formelle comme le RDP (Réseaux De Pétri) ou le GRAFCET. (Graphe Fonctionnel de Commande Étape/Transition), qui est le produit d'un travail d'équipe de la commission AFCET et aussi une extension des RDP.

Le GRAFCET est un diagramme fonctionnel conçu dans le but de décrire graphiquement, suivant un cahier des charges, les différents comportements d'évolution d'un automatisme séquentiel. Il permet de construire des modèles ayant une structure graphique à laquelle on associe une interprétation. Il s'appuie sur l'enchaînement systématique ETAPE-TRANSITION, utilisé pour la simplification de la programmation des API qui est à la fois simple à utiliser et rigoureux sur le plan formel. Il constitue un unique outil de dialogue entre toutes les personnes de la conception, à l'utilisation ou à la maintenance de la machine à automatiser.

L'objectif de ce chapitre est de présenter l'outil de modélisation GRAFCET. Les définitions des éléments et structures de base permettant de traiter, d'analyser et de synthétiser la majorité des problèmes rencontrés lors de la conception de la partie commande, suivant un cahier des charges proposé par le client.

3.2. GRAFCET :

Le GRAFCET est un mode de représentation et d'analyse d'un automatisme, particulièrement bien adapté au système à évolution séquentielle, c'est-à-dire décomposable en étape.

Le GRAFCET représente donc graphiquement le fonctionnement d'un automatisme par un ensemble :

- D'étapes auxquelles sont associées des actions.
- De transition entre étapes auxquelles sont associées des réceptivités.
- Des liaisons orientées entre les étapes et les transitions.
- Mode de représentation.

3.3. Structure d'un système automatisé :

Un système à automatiser se décompose, de manière générale en deux parties qui comprennent :

- **PO : partie opérative :**

Il regroupe l'ensemble des opérateurs techniques tel que les actionneurs et les capteurs qui assurent le contrôle du Processus physique à automatiser.

▪ **PC : partie commande :**

Automatisme qui donne des ordres destinés à la partie opérative en fonction des informations reçues à partir des capteurs (dialogue avec la machine) ou à partir des consignes qui sont données par l'opérateur (dialogue homme-machine).

La figure ci-dessous 3.1 montre la structure d'un système automatisé de production :

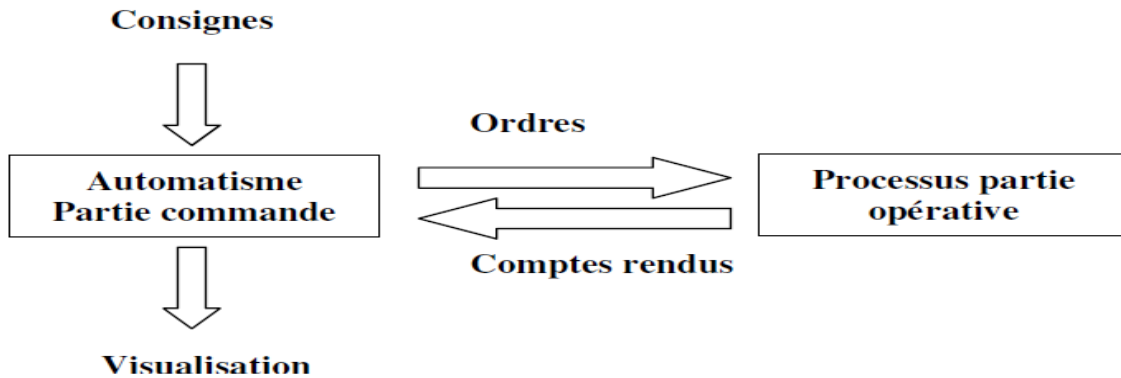


Figure 3.1: Structure générale d'un automatisme

3.4. Niveau d'un GRAFCET :

a) GRAFCET de niveau 1 :

Appelé aussi niveau de la partie commande. Il décrit l'aspect fonctionnel du système et les actions à faire par la partie commande en réaction aux informations provenant de la partie opérative, indépendamment de la technologie utilisée. Les actions et les réceptivités sont écrites en mot et non en abréviation.

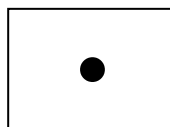
b) GRAFCET de niveau 2 :

Appelé aussi niveau de la partie opérative. Dans ce cas, on a plus de détails des actionneurs, des pré-actionneurs et des capteurs, donc on utilise des abréviations.

3.5. Éléments de base d'un GRAFCET :

3.5.1. Étape :

Une ÉTAPE correspond à une phase durant laquelle on effectue une ACTION pendant une certaine durée. L'action doit être stable, c'est à dire que l'on fait la même chose pendant toute la durée de l'étape. Lorsque l'étape est active, on le précise en y ajoutant un point.



(A)



(B)

Figure 3.2: Étape active (A) / Étape inactive (B)

3.5.2. Étape initiale :

L'étape initiale représente l'étape active du système au début du fonctionnement.

Elle se différencie en doublant les cotées du carré comme elle montre la figure suivante :

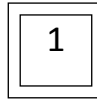


Figure 3.3 : étape initiale

3.5.3. Transition :

C'est le passage d'une étape à une autre. Elle est représentée par un trait perpendiculaire au trait vertical entre une (ou des) étape(s) d'entrée(s) située(s) en amont et une (ou des) étape(s) de sortie (s) située (s) en aval de cette transition. Elle permet de décrire l'évolution possible de l'étape vers une autre. Elle représente la possibilité de changement d'état du système séquentiel, on associe à une transition une réceptivité.

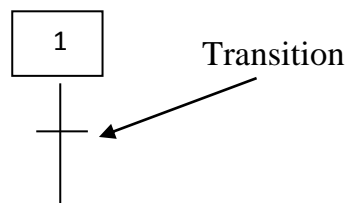


Figure 3.4: Représentation d'une transition et d'une place

3.5.4. Réceptivité :

C'est une condition ou une information nécessaire pour un éventuel franchissement de la transition. Elle s'exprime comme étant une expression booléenne.

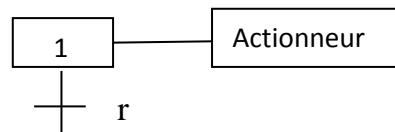


Figure 3.5: Représentation d'une réceptivité (r)

▪ Réceptivité particulière :

Prise en compte du temps : les temporisations sont des variables booléennes qui permettent une prise en compte du temps. Pour écrire ces temporisations, on fait appel à un opérateur normalisé « t1/Xi/t2 ».

Réceptivité toujours vraie. La réceptivité toujours vraie est une réceptivité dont la valeur logique est toujours « =1 », le franchissement de cette transition se fera dès que les étapes précédentes sont actives.

Réceptivité à événements : suivant les fronts : montants ou descendants.

3.5.5. Liaison orientée :

Une liaison est un arc orienté (ne peut être parcouru que dans un sens). A une extrémité d'une liaison il y a une seule étape, à l'autre une transition. On la représente par un trait plein et rectiligne, vertical ou horizontal.



Figure 3.6 : Liaisons orientées

3.6. Action associée à une étape :

Les actions à exécuter sont liées aux états du système qui émettent des ordres vers la partie opérative (OP). Lorsqu'une étape est active, l'action associée est exécutée, par contre elle ne s'exécute pas si son étape est inactive. Les actions sont décrites de façon littérale ou symbolique à l'intérieure d'un rectangle relié aux étapes associées.

3.6.1. Actions continues :

La sortie A correspondante est vraie tant que l'étape associée est active. Lorsque l'étape devient inactive la sortie est mise à faux.

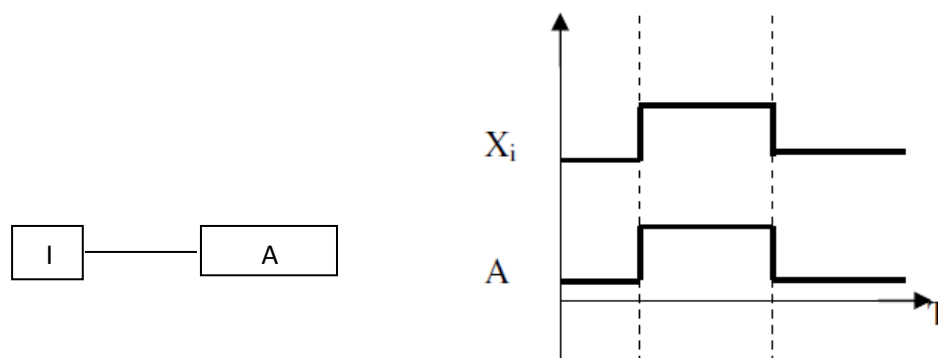


Figure 3.7 : action continu

3.6.2. Action conditionnelle :

Une action conditionnelle n'est exécutée que si l'étape i associée est active et si la condition associée est vraie. Cette condition notée a est une expression booléen portant sur l'ensemble des entrées, des variables d'étapes et exprimée à l'aide des opérateurs logiques ET, OU, NON. La figure 3.8 ci-dessous montre une action conditionnelle.

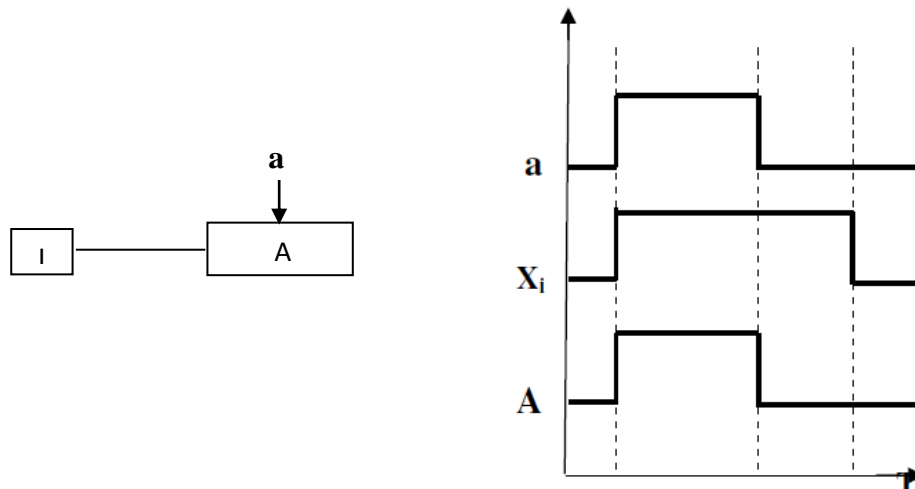


Figure 3.8: action conditionnelle

3.6.3. Action d'étapes simultanément actives :

Dès que l'étape i est active, elle déclenche en même temps les deux actions A et B.

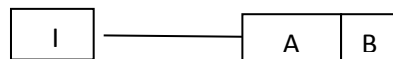


Figure 3.9: actions simultanées

3.6.4. Action répétée :

C'est une action qui est associée à plusieurs étapes. Elle délivrera la même action (A), lorsque les étapes qui leurs correspondes sont actives.

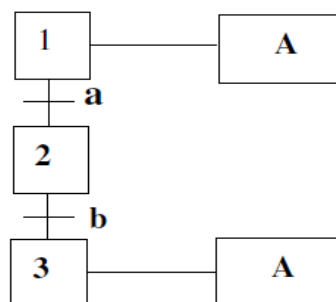


Figure 3.10: action répétée

Remarque :

Si on distingue la mise à 1 et la mise à 0 de l'action (A) de l'exemple précédent, c'est une action mémorisée.

3.6.5. Action temporisée :

Cette action est un cas particulier d'action conditionnelle dans laquelle le temps intervient comme condition logique. L'indication de temps s'effectue par la notation : t/X_i , où t représente une durée qui doit être écoulée depuis l'activation de l'étape i . Cela permet d'exécuter l'action seulement pendant un certain temps, ou après un certain temps d'activité de l'étape.

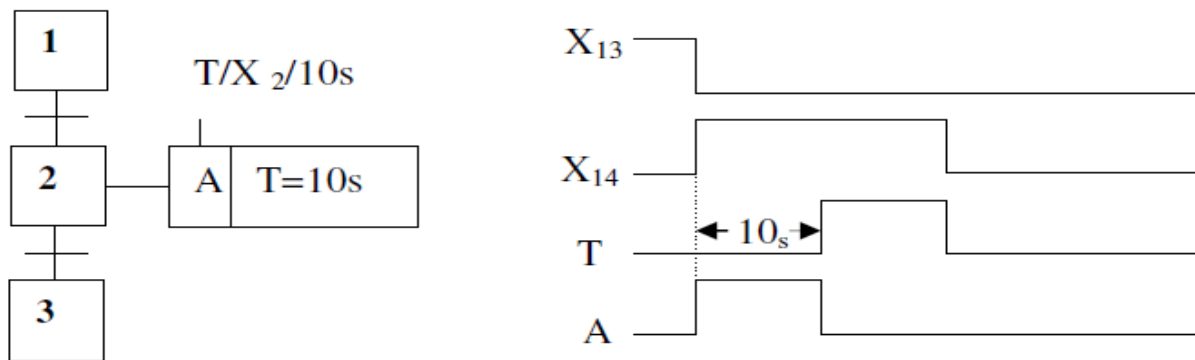


Figure 3.11: représentation d'une temporisation

3.7. Règles de constructions :

- **Les arcs orientés :**

On relie étapes et transitions, qui doivent strictement alterner, grâce à des arcs orientés par convention. Ces arcs sont de simples traits verticaux, lorsqu'ils sont orientés de haut en bas et sont munis d'une flèche vers le haut quand la liaison est orientée vers le haut.

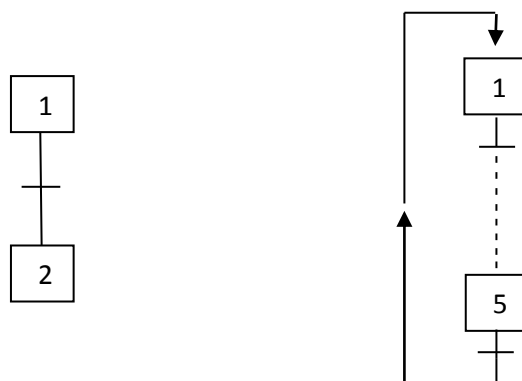


Figure 3.12 : arcs orientés

- Si plusieurs étapes doivent être reliées vers une même transition, alors on regroupe les arcs à l'aide d'une double barre horizontale appelées « convergence en ET ».

• Si plusieurs étapes doivent être issues d'une même transition alors on regroupe les arcs à l'aide d'une double barre horizontale appelée « divergence en ET ». Voir les figures 3.13 et 3.14 suivantes :

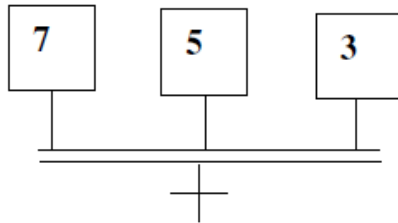


Figure 3.13: convergence en ET

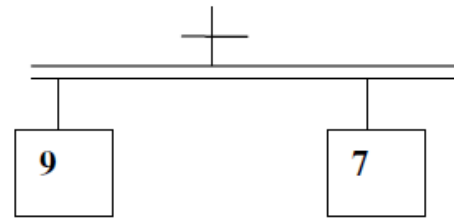


Figure 3.14 : divergence en ET

- Si plusieurs transitions sont reliées à une même étape, on regroupe les arcs par un simple trait et l'on parle de « convergence en OU ».
- Si plusieurs transitions sont issues d'une même étape, on regroupe les arcs par un simple trait de « divergence en OU ».

Voir les figures 3.15 et 3.16 suivantes :

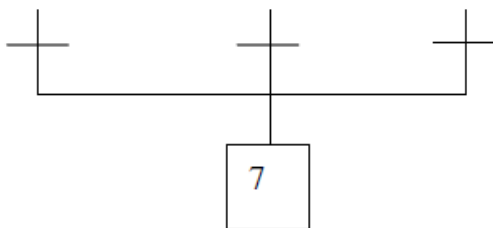


Figure 3.15 : convergence en OU

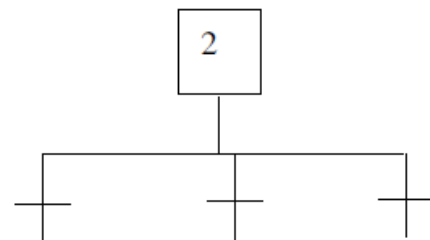


Figure 3.16 : divergence en OU

3.8. Règles d'évolution du GRAFCET :

Un GRAFCET possède un comportement dynamique, évolue en suivant cinq règles :

▪ **Règle N°1 : Situation initiale**

L'initialisation, précise les étapes actives au début du fonctionnement. Elle est activée inconditionnellement.

▪ **Règle N° 2 : Franchissement d'une transition**

Une transition est dite validée lorsque toutes les étapes « amont » (immédiatement reliées à cette transition) sont actives. Le franchissement d'une transition se produit Lorsque la transition est validée et la réceptivité associée à cette transition est vraie.

- **Règle N°3 : Évolution des étapes actives**

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

- **Règle N° 4 : Évolutions simultanées**

Plusieurs transitions simultanément franchissables sont simultanément franchies.

- **Règle N° 5 : Activation et désactivation simultanée d'une étape**

Si au cours du fonctionnement, la même étape est simultanément activée et désactivée, elle reste active, et cela pour éviter des commandes transitoires non désirés.

3.9. Structures d'un GRAFCET :

3.9.1. Séquence unique (structure linéaire) :

Dans le cas d'un système automatisé simple, où le grafcet est linéaire. Le déroulement des opérations se fait étape par étape, formant une suite dont le déroulement s'effectue toujours dans le même ordre, le grafcet ci-dessus en est un exemple.

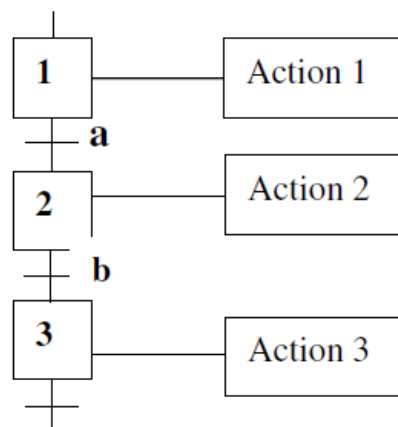


Figure 3.17: structure linéaire

3.9.2. Séquences multiples :

Cette séquence contient les types suivants :

- **Séquence exclusive OU** : lorsque, à partir d'une étape, on peut effectuer un choix entre plusieurs séquences possibles conditionnées par plusieurs réceptivités exclusives, on a affaire à une sélection de séquences ou aiguillage. La figure 3.18 ci-dessous montre la séquence exclusive OU.

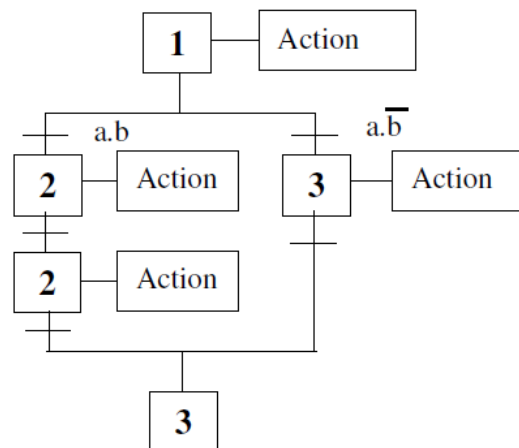


Figure 3.18 : séquence exclusive en OU

- **Séquence simultanée ET** : Un GRAFCET peut comporter plusieurs séquences s'exécutant simultanément mais dont les évolutions dans étapes actives dans chaque branche restent inchangées.

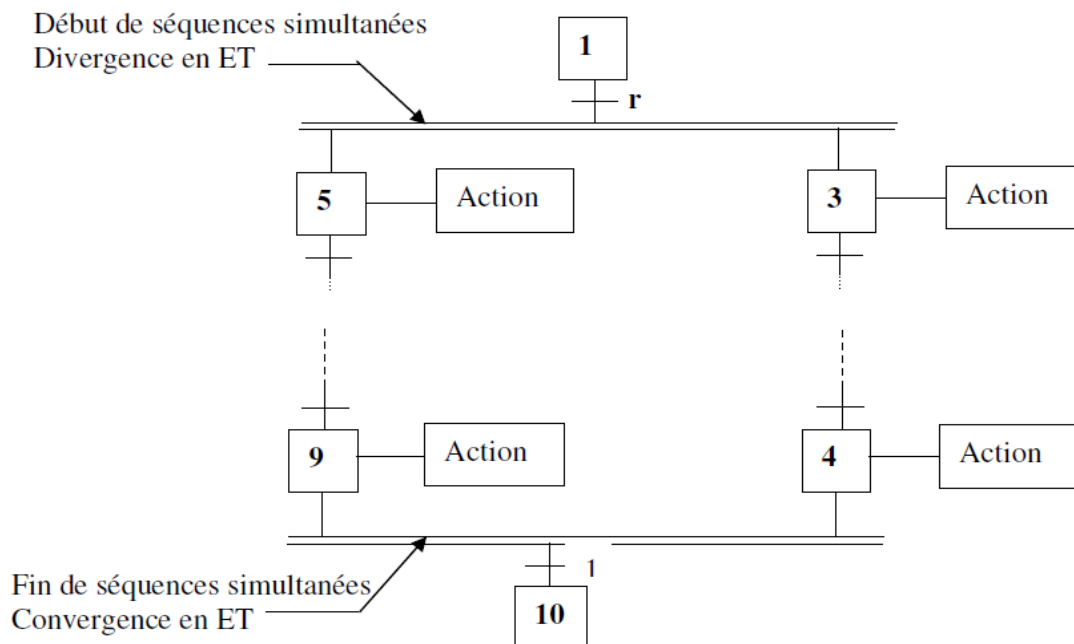


Figure 3.19 : séquence simultanée en ET

3.10. Saut d'étapes :

Le saut permet de sauter une ou plusieurs étapes, lorsque les actions associées à ces étapes ne sont pas utiles.

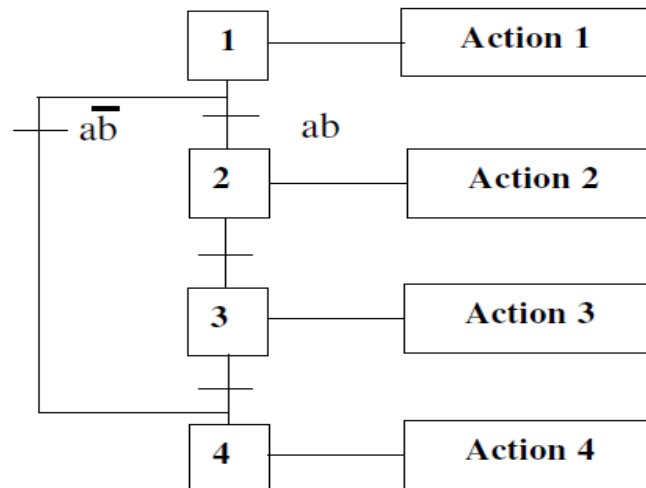


Figure 3.20: saut de l'étape 1 vers l'étape 4 si $\overline{ab} = 1$

3.11. Reprises de séquences :

Permet de recommencer plusieurs fois la même séquence tant que la condition n'est pas vraie. [1]

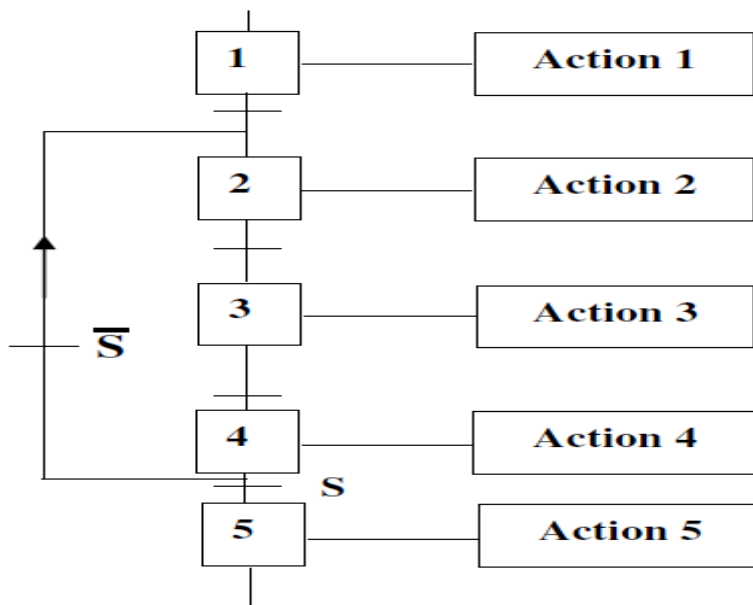


Figure 3.21 : reprise de la séquence 3 vers 1 lorsque la réceptivité $\overline{S}=1$

3.12. Cahier des charges :

Le cahier des charges d'un système automatisé est la description de son comportement en fonction de l'évolution de son environnement. Il décrit la relation entre la partie commande et la partie opérative ainsi que les conditions d'utilisation et de fonctionnement de l'automatisme.

Donc notre cahier des charges est donné comme suit :

Le schéma hydraulique de notre SKID donne les possibilités d'injection :

- Ligne 1 : soutirage dans la cuve 1 (ST1) par la pompe 1 (PD1)
- Ligne 2 : soutirage dans la cuve 1 (ST1) par la pompe 2 (PD2)
- Ligne 3 : soutirage dans la cuve 2 (ST2) par la pompe 2 (PD2)
- Ligne 4 : soutirage dans la cuve 2 (ST2) par la pompe 1 (PD1)

Le choix du circuit d'injection est réalisé à partir des jeux de vannes manuelles sur les panoplies hydrauliques et du commutateur de choix sur le coffret CR1.

Le système ne permet qu'un seul point d'injection à la fois et qu'un moteur électrique en fonctionnement, une pompe ou un agitateur. [4]

3.12.1. MODE DE MARCHE :

3.12.1.1. Marche de contrôle et d'essai :

Chaque pompe et agitateur est mis en marche et arrêté à partir du coffret de commandes locales CR1, un seul moteur est autorisé en fonctionnement il est nécessaire d'arrêter le moteur en marche pour démarrer un autre moteur.

La position du commutateur de choix sur le coffret CR1 valide les asservissements des pompes avec les niveaux bas de cuves.

Les conditions initiales pour démarrage des moteurs sont :

Conditions communes à tous les moteurs

- Pas d'arrêt d'urgence.
- Pas d'alarme incendie.

Conditions par élément en fonction du choix par le commutateur sont :

- Pas de défaut électrique du moteur.
- Pas de niveau bas ou très bas de la cuve.

3.12.1.2. Marche en continu

Le commutateur de choix définit l'utilisation des pompes avec les cuves.

- Position 1 normal : cuve 1 (ST1) avec la pompe 1 (PD1)

Cuve 2 (ST2) avec la pompe 2 (PD2).

- Position 2 inverse : cuve 1 (ST1) avec la pompe 2 (PD2)

Cuve 2 (ST2) avec la pompe 1 (PD1).

- Mise en fonctionnement d'une pompe à partir du coffret de commandes locales CR1.
- Fonctionnement en permanence de la pompe pendant un temps T1 (24h), réglable dans l'automate.
- En fin de temporisation T1 (24h) la pompe s'arrête.
- Mise en route de l'agitateur de la cuve sélectionnée avec la pompe suivant la position du commutateur de choix sur coffret CR1, pendant un temps T2 (1h) réglable dans l'automate.
- En fin de temporisation T2 (1h) arrêt de l'agitateur.
- Remise en route de la pompe pour un nouveau cycle.

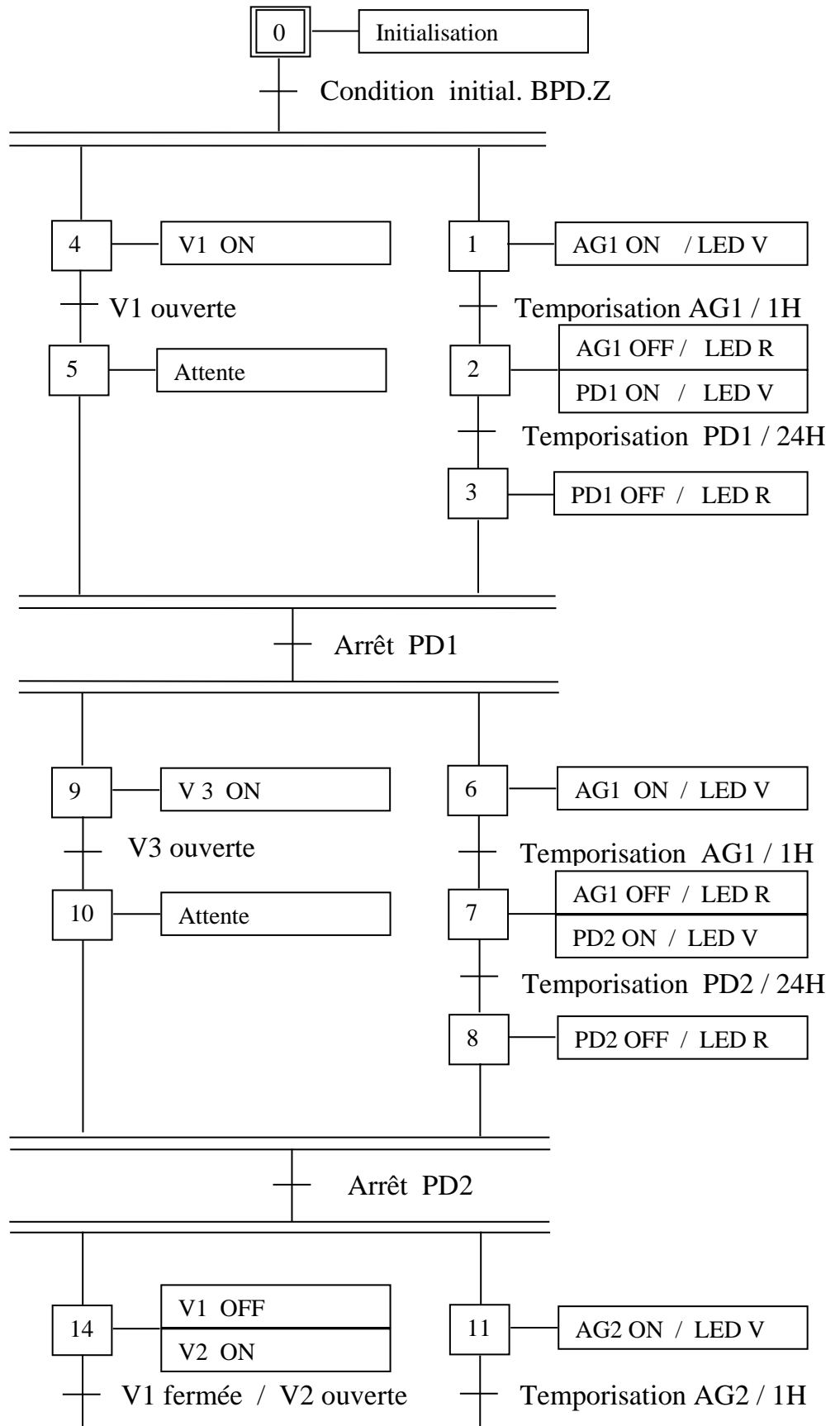
Arrêt du cycle par action sur bouton poussoir arrêt de la pompe en fonctionnement sur coffret CR1 ou par action sur bouton poussoir arrêt de l'agitateur en fonctionnement ou sur détection des défauts suivants :

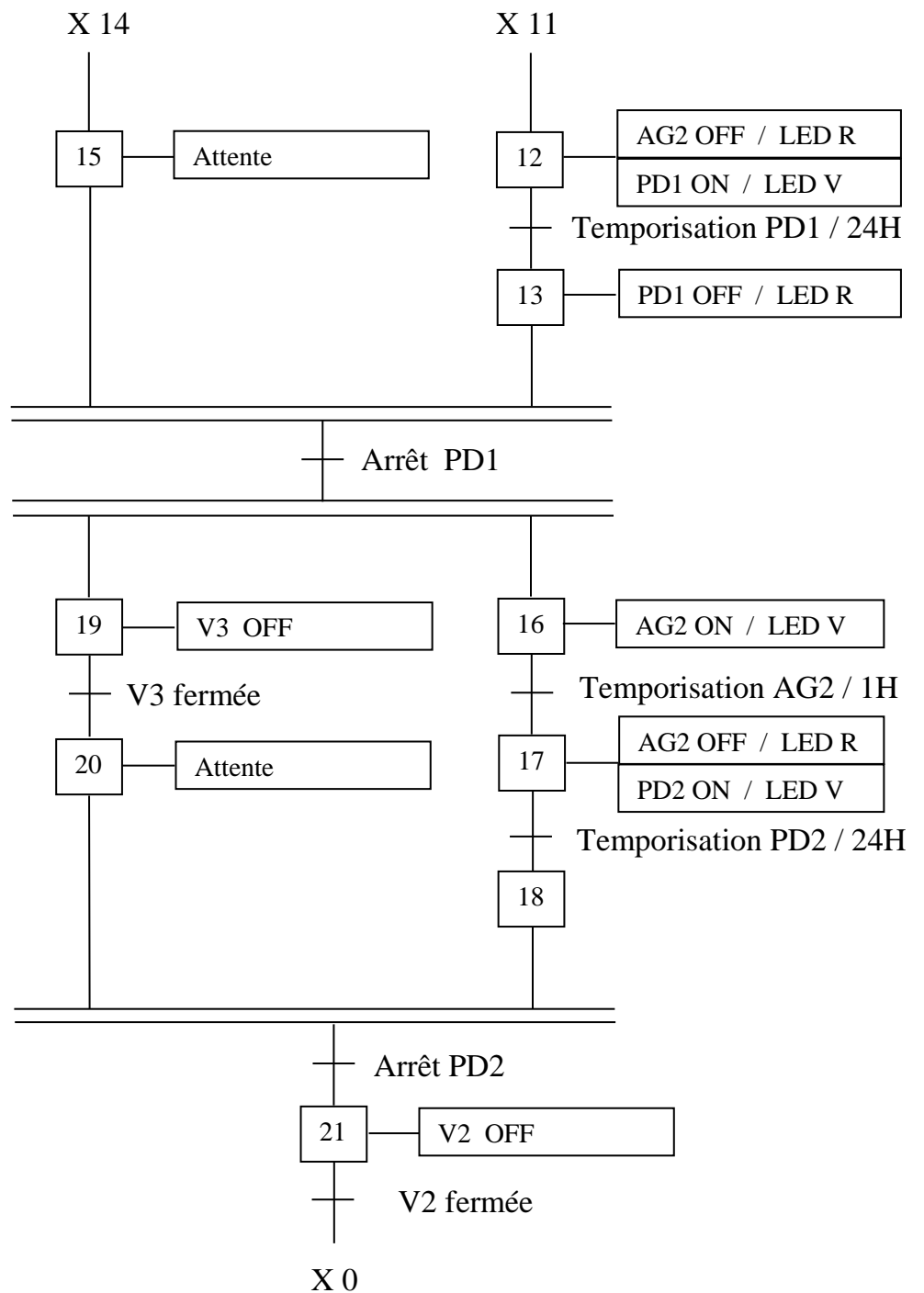
- Arrêt d'urgence sur coffret CR1.
- Défaut électrique moteur pompe (discordance contacteur).
- Défaut électrique moteur agitateur (discordance contacteur).
- Niveau bas cuve – seuil défini dans l'automate sur valeur du LT1 ou LT2.
- Niveau bas des deux cuves LSL1 ou LSL2.
- Détection incendie.

3.13. Traitement des défauts :

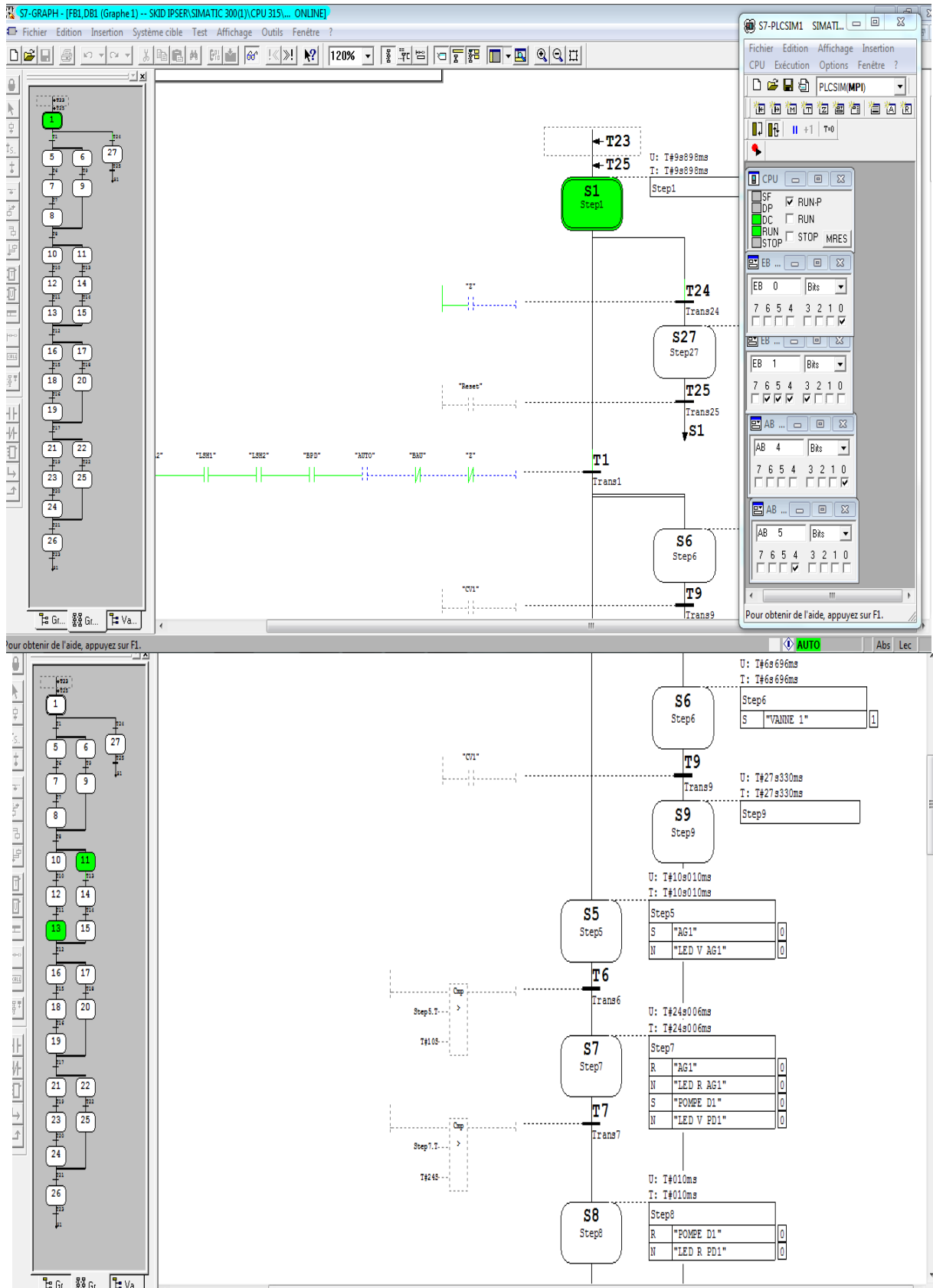
- Défaut électrique pompe doseuse PD1 et PD2 :
 - Détection par discordance du contacteur par rapport à la demande de marche ou d'arrêt.
 - Signalisation sur coffret CR1 voyant HA1 ou HA2.
 - Active l'information défaut général KA.
- Défaut électrique agitateur AG1 et AG2 :
 - Détection par discordance du contacteur par rapport à la demande de marche ou d'arrêt.
 - Signalisation sur coffret CR1, voyant HA3 ou HA4.
 - Active l'information défaut général KA.
- Défaut niveau bas cuve ST1 et ST2 :
 - Détection sur seuil de valeur analogique du LT1 ou LT2.
 - Active l'information défaut général KA.
- Défaut incendie :
 - Détection par câble thermique.
 - Active l'information défaut général KA.

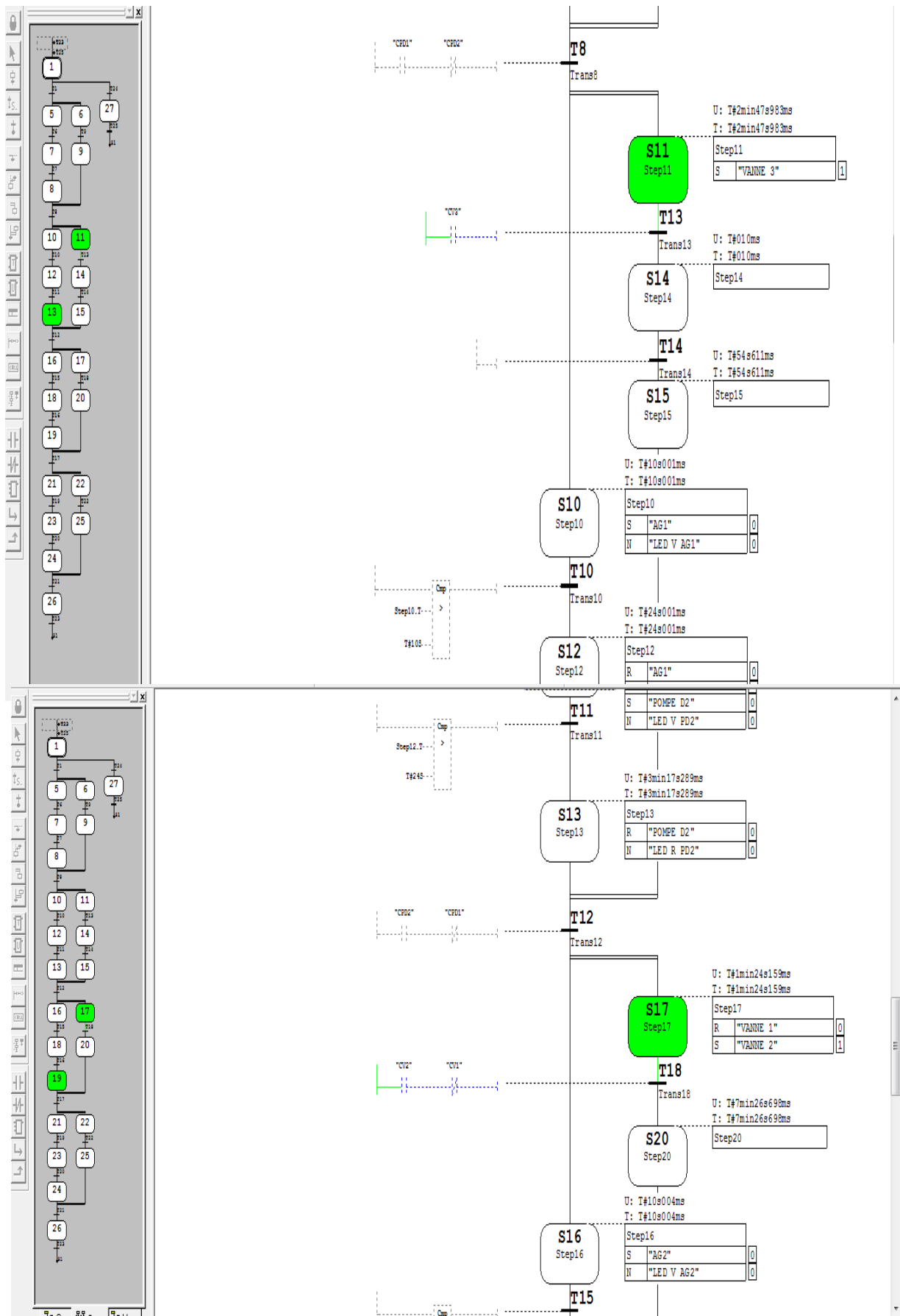
3.14. GRAFCET niveau 1

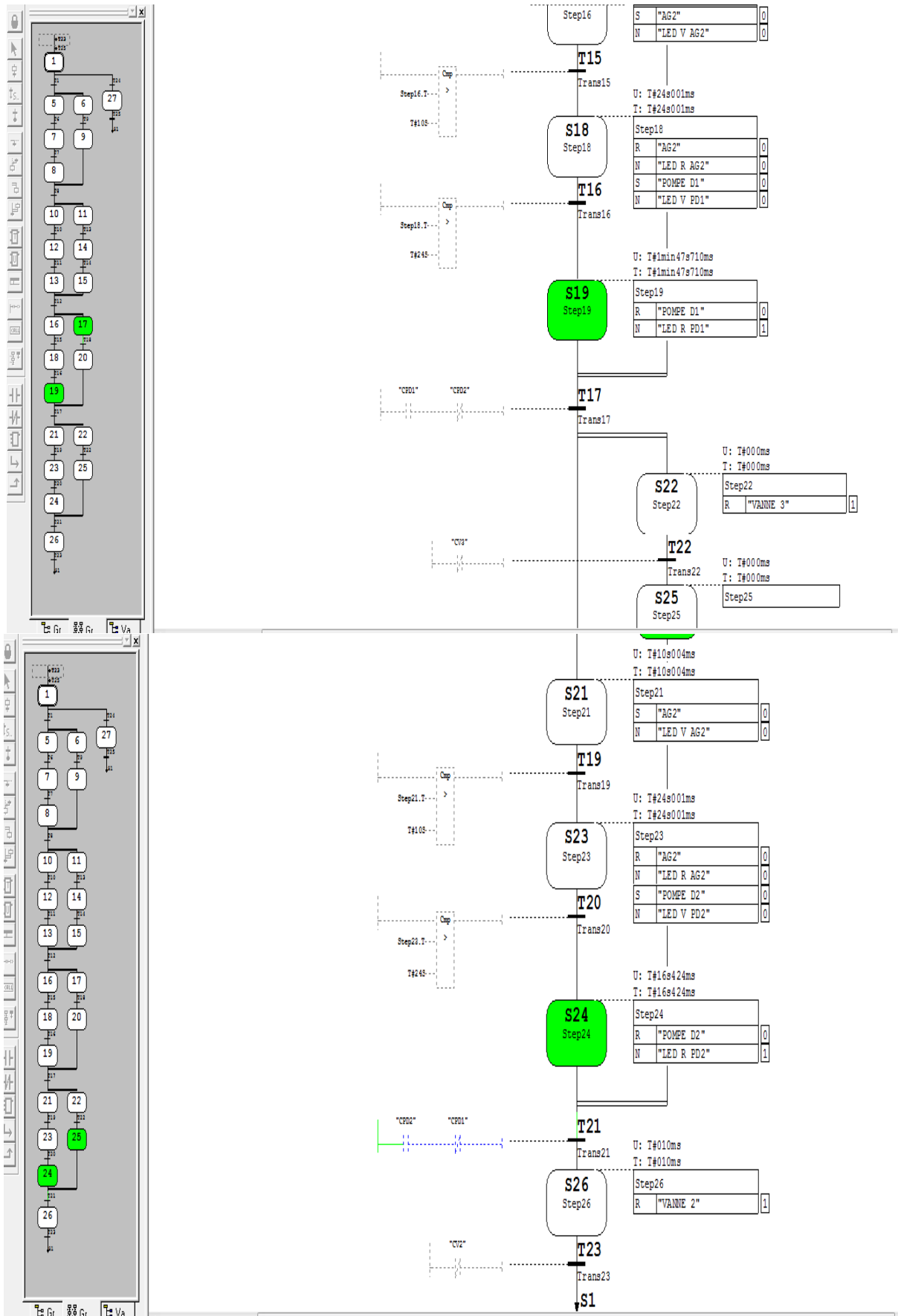




3.14. GRAFCET niveau 2 :







3.15. CONCLUSION :

En tenant compte de la complexité du processus ainsi que des contraintes imposées par l'entreprise, nous avons modélisé le procédé de commande à l'aide du GRAFCET. Nous avons élaboré en premier lieu un GRAFCET de niveau 1 pour expliquer le système, puis le GRAFCET niveau 2 qui met en œuvre et décrit la partie opérative. Ce dernier est utilisé pour la réalisation ou le dépannage des systèmes automatisés.

Au terme de ce chapitre nous concluons que le GRAFCET est un outil de modélisation qui permet facilement le passage d'un cahier des charges fonctionnel à un langage d'implantation optionnel. Il permet la description du comportement attendu de la partie commande d'un système automatisé, comme il permet de créer un lien entre la partie commande et la partie opérative.

Ainsi, le GRAFCET a facilité considérablement le passage de la description à la modélisation, et nous permettra au chapitre suivant d'aborder la programmation de la partie opérative qui pilotera le procédé et ce à l'aide du STEP7.

CHAPITRE 4 :

AUTOMATISATION ET SUPERVISION DE SKID

4.1. Introduction :

Les automates programmables industrielles (API) ont, depuis leur apparition, poussé l'industrie à s'orienter vers une nouvelle stratégie de commande se basant sur des programmes informatiques (logique programmée), éclipsant ainsi les méthodes anciennes se basant sur des relais électromagnétiques et des systèmes pneumatiques pour la réalisation des parties de commande (logique câblée), et en profitant du vaste développement de l'informatique pour améliorer les techniques de contrôle surtout en termes d'interfaces graphiques qui donnent en plus de la visualisation l'évolution des Process en temps réel, l'accès à la manipulation de leurs grandeurs, l'industrie a vu ainsi la naissance de la supervision industrielle.

Le système d'automatisation SIMATIC S7-300 est un automate modulaire utilisé dans presque toutes les branches de l'industrie, sa modularité lui permet de réaliser des fonctions d'automatisation les plus diverses. SIMATIC S7 désigne un produit de la société SIEMENS, il est synonyme de la nouvelle gamme d'automates programmables. Les automates programmables accomplissent des tâches d'automatisation traduites sous forme d'un programme d'application, l'utilisateur définit, dans une suite d'instructions, la manière avec laquelle l'automate commandera l'installation. Pour que l'automate puisse comprendre ce programme, ce dernier doit être écrit en un langage déterminé et suivant des règles bien définies. STEP 7 est le langage de programmation développé pour la famille SIMATIC S7.

Les systèmes automatisés sont aussi utiles dans un environnement industriel agressif, ils remplacent l'opérateur surtout dans les tâches les plus dures et les plus dangereuses pour l'homme (conditions extrêmes de température ou de pression, produits chimiques, etc.).

Dans notre cas l'importance d'un système automatisé est primordiale, car l'intervention de l'opérateur dans la plupart de temps dans un milieu de produit chimique constitue un danger sur l'être humain.

Les systèmes de supervision permettent d'obtenir des vues synthétiques des équipements ou ensemble d'équipements afin de visualiser leurs états physiques ou fonctionnels. Situés dans des salles de commande, les systèmes de supervision offrent la possibilité de déporter et de centraliser la vision des organes physiques (capteurs et actionneurs) parfois très éloignés.

Dans ce chapitre nous allons décrire les détails de la solution d'automatisation du système d'injection de produit chimique qu'on a proposés, ainsi qu'au développement de l'interface graphique de supervision et de commande de SKID, qu'on va illustrer avec des figures d'une partie de notre programme, et sa simulation sur PLCSIM combiné avec des figures de notre station de supervision. Cette dernière permettra à l'opérateur de visualiser l'état de SKID ainsi que l'accès à la commande du système.

4.2. Automate programmable industriel API :

Un automate Programmable Industriel (API) est une machine électrique programmable, adapté à l'environnement industriel et destiné à piloter des procédés. Son fonctionnement est défini par un programme, il donne des ordres aux pré-actionneurs de la partie opérative à partir des données d'entrées (capteurs, détecteurs

...), rend des comptes en permanence de son état et dialogue avec l'opérateur et le processus, donc l'automate peut traiter :

- Des commandes de type logique, séquentiel, et analogique.
- Des fonctions de calcul arithmétique, temporisation, comptage, comparaison...etc.
- Des liaisons avec d'autres appareils (imprimantes, calculateurs ...). [10]

4.3. Présentation du S7-300 :

L'automate S7-300 est un automate modulaire fabriqué par la firme SIEMENS, on peut le composer en fonction de nos besoins à partir d'un vaste éventail de modules.

La gamme de modules comprend :

- Des CPU de différents niveaux de performance
- Des modules de signaux pour les entrées/sorties TOR et analogique
- Des processus de communication pour les taches de communication
- Des modules d'alimentation
- Des coupleurs pour configurer un automate sur plusieurs profil-supports.

4.4. Les caractéristiques du S7-300 :

L'automate S7-300 possède les caractéristiques suivantes :

- Automate très performant, optimal dans la résolution des problèmes.
- Gamme diversifiée de CPU.
- Gamme complète de modules.
- Possibilité d'extension jusqu'à 32 modules.
- Raccordement central de la console de programmation.

4.5. Architecture d'un API :

La figure ci-dessous montre les différents modules du S7-300.

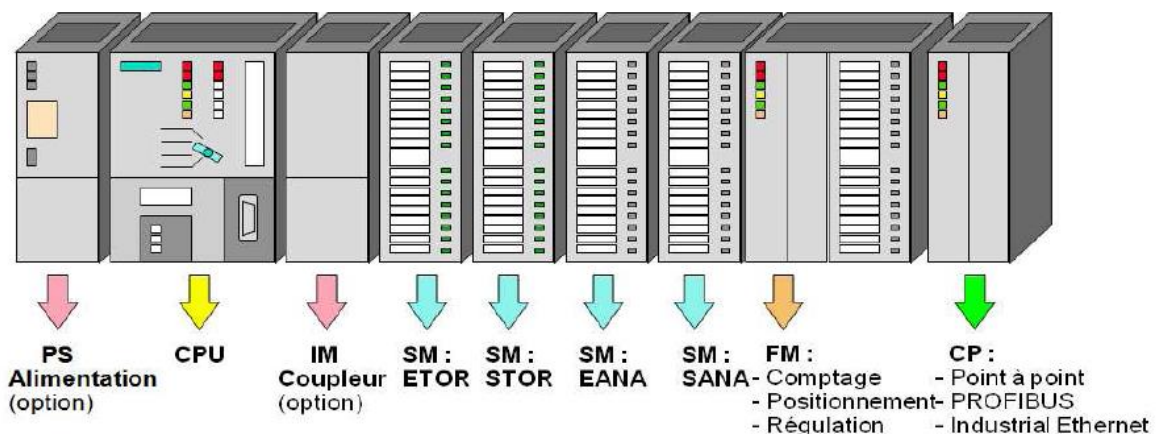


Figure 4.1 : automate programmable S7-300modulaire

4.6. Constitution d'un automate S7-300 :

Le S7-300 étant de conception modulaire, il dispose d'une vaste gamme de modules. Ces modules peuvent être combinés selon les besoins lors de la conception d'une solution d'automatisation.

4.6.1. Module d'alimentation (PS) :

Dans notre cas le S7-300 nécessite une tension d'alimentation de 24 V cc, cette tension est assurée par les panneaux solaires qui sont installés à côté.

Ce module permet de sauvegarder le contenu des mémoires RAM au moyen d'une pile de sauvegarde ou d'une alimentation externe.

Il remplit aussi des fonctions de surveillance et signalisation à l'aide des LED. La LED de signalisation « défaillance pile » par exemple. Elle est alimentée lorsque :

- La pile n'est pas en place,
- La polarité n'est pas respectée,
- La tension de la pile est insuffisante (basse).

4.6.2. Unité centrale (CPU) :

La CPU (Central Processing Unit) lit les états des signaux d'entrées, exécute le programme utilisé et commande les sorties (actions). Elle permet le réglage du comportement au démarrage et le diagnostic de défauts par les LED.

L'utilisateur a le choix parmi plusieurs CPU aux performances étagées. La plus performante est la CPU 314 (I/O intégrées sont numérique analogique).

Notre CPU est intégrée dans un boîtier compact et comporte les éléments suivants :

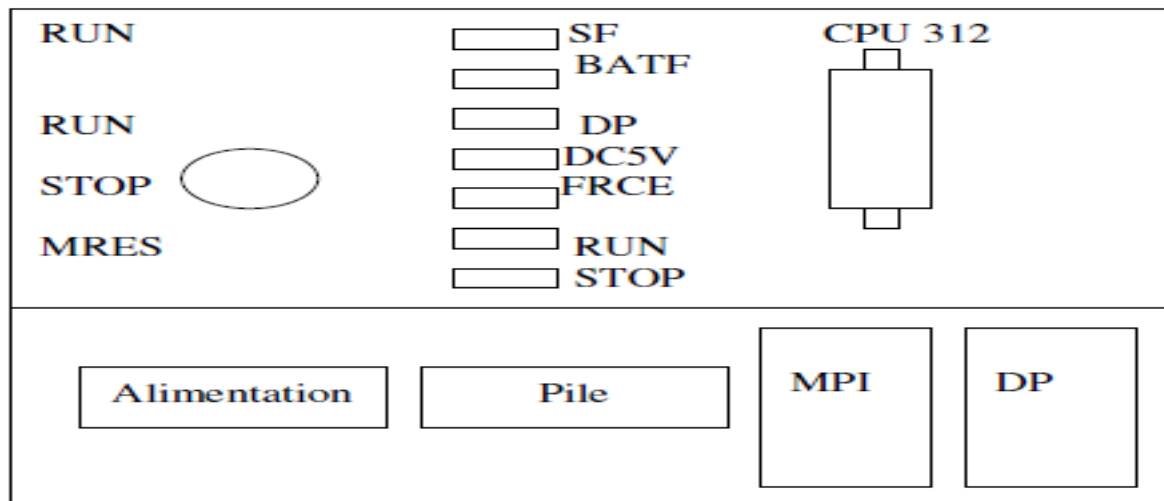


Figure 4.2 : présentation de la CPU

4.6.2.1. Commutateur de mode :

- MRES : Effacement général (module Reset),
- STOP : Arrêt, le programme n'est pas exécuté,
- RUN : Le programme est exécuté, accès en lecture seule avec une PG,
- RUN.P : Le programme est exécuté, accès en lecture et en lecture avec une PG.

4.6.2.2. Signalisation d'état (LED) :

La CPU comporte des LED de signalisation suivante :

- SF (rouge) : Signalisation de défauts, défaut interne de la CPU ou d'un module avec fonction de diagnostic,
- BATF (rouge) : Défaut de pile, pile à plat ou absente,
- DC5v (verte) : Signalisation de la tension d'alimentation interne 5 V, allumage fixe 5 V ok ; Clignote : surcharge courant.
- FRCE (jaune) : Forçage ; Signalisation qu'au moins une entrée ou une sortie est forcée de manière Permanente,
- RUN (verte) : Clignotement a la mise en route de la CPU,
- STOP (jaune) : Allumage continu en mode stop. Clignotement lent lorsqu'un effacement général est requis. Clignotement rapide lorsqu'un effacement général est en cours. Clignotement lent lorsqu'un effacement général est requis par un affichage de la carte mémoire.

4.6.2.3. Carte mémoire :

La carte mémoire conserve le Contenu du programme en cas de coupure de courant, même en absence de la pile.

4.6.2.4. Logement de la pile :

Un emplacement protégé par un cache est prévu pour une pile au lithium.

4.6.2.5. Connexion MPI :

Pour raccorder la console de programmation ou un autre appareil sur l'interface.

4.6.2.6. Interface DP :

C'est une Interface de raccordement d'une périphérie décentralisée directement à la CPU.

4.6.3. Coupleur (IM) :

Les coupleurs (360/361 ou 365) sont des cartes électroniques qui assurent la communication entre les entrées/sorties (périphérique ou autres) et l'unité centrale. Ils permettent de réaliser des configurations à plusieurs châssis.

Le châssis :

Le châssis supporte les éléments mécaniques de base du S7-300, il remplit les fonctions suivantes :

- Assemblage mécanique des modules,
- Distribution de la tension d'alimentation des modules,
- Acheminement du bus de fond de panier aux différents modules.

4.6.4. Modules d'entrées /sorties (SM) :

Les modules d'entrées/ sorties sont des interfaces vers les capteurs et les actionneurs d'une installation. On dispose de différents modules d'entrées sorties dont :

➤ Modules d'entrées/sorties Tout Ou Rien (TOR) :

Ces modules constituent les interfaces d'entrées et de sorties pour les signaux tout ou rien (TOR) de l'automate. Ils permettent d'accorder à l'automate S7-300 des capteurs et des actionneurs TOR les plus divers, en utilisant si nécessaire des équipements d'adaptation (conversion).

Les modules d'entrées/ sorties convertissent les signaux TOR externe du S7-300 au niveau du signal interne de l'automate.

Les modules de sorties transposent le niveau du signal interne du S7-300 au niveau du signal requis par les actionneurs ou prés actionneurs.

➤ **Modules d'entrées/sorties analogiques :**

Les modules analogiques sont des interfaces pour des signaux analogiques en provenance et à destination des processus commandés.

Les modules d'entrées analogiques transforment les signaux mesurés analogiques (courant, tension, pression,) en valeur numériques. Cette opération est assurée par des convertisseurs (CAN).

4.6.5. Modules de fonction (FM) :

Ces modules réduisent la charge de traitement de la CPU en assurant des tâches lourdes en calcul, comme ils assurent aussi les fonctions spéciales telles que :

- Comptage,
- Positionnement,
- Régulation.

4.6.6. Modules de communication (CP) :

Ils permettent d'établir des liaisons homme-machine et machine-machine qui sont effectuées à l'aide des interfaces de communication :

- liaisons,
- Point-a-Point,
- Profibus,
- Industrial Ethernet.

4.7. Programmation de l'automate S7-300 :

L'automatisation des systèmes de plus en plus fréquents dans les industries a donné les systèmes d'automatisation SIMATIC utilisent le logiciel STEP 7 comme logiciel de base pour la configuration de la programmation (STEP 7-micro Win/Win32 pour le SIMATIC S7-200 et le SIMATIC Manager pour le S7- 300 et S7-400).

Le STEP 7 offre les fonctions suivantes pour l'automatisation d'une installation :

- Possibilités d'extensions grâce aux applications proposées par l'industrie SIMATIC,
- Possibilités de paramétrage de modules fonctionnels et de modules de communication.
- Forçage et fonctionnement multiprocesseurs.
- Communication par données globales.
- Transfert de données commandé par événement à l'aide des blocs de communication et des blocs fonctionnels.
- Configuration de liaisons.

Avec le logiciel STEP7, le programme peut être représenté et programmé en trois langages différents :

- Langage à contacts « CONT »,
- Langage en Logigramme « LOG »,
- Langage en Liste d'instruction « LIST ».

Les programmes d'automatisation programmés en CONT ou LOG sont en principe toujours traduisibles en LIST.

Dans la mémoire de programme de l'automate, le programme est toujours stocké en LIST (plus exactement en langage machine).

4.7.1. En schéma à contacte (CONT) :

Le schéma à contacts est un langage de programmation graphique, s'inspire des schémas de circuit électrique à contact, ils sont rassemblés dans des réseaux, un ou plusieurs réseaux ou segment formant un bloc de code.

4.7.2. En Logigramme (LOG) :

Le Logigramme est une représentation graphique ayant recours aux symboles de la logique. Les différentes fonctions y sont représentées par un symbole avec indicateur de fonction. Les entrées sont disposées à gauche du symbole, les sorties à droite de ce dernier.

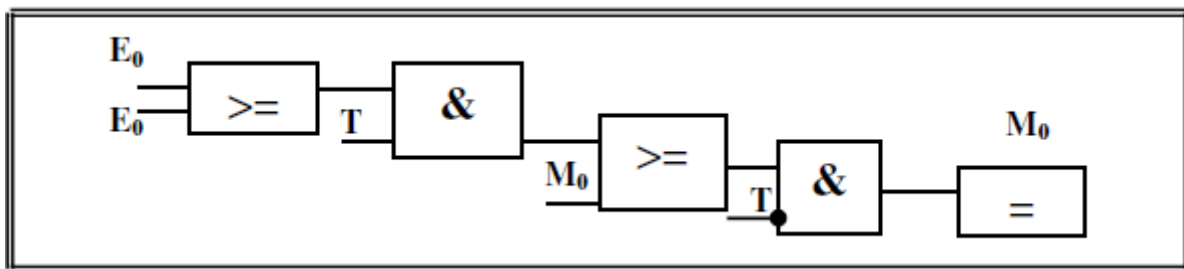


Figure 4.3 : mode de programmation logigramme

4.7.3. En liste d'instruction (LIST) :

C'est un langage de programmation textuel proche au langage machine. Cette forme de représentation permet de programmer librement et de manière détaillée des opérations complexes. Les différentes instructions correspondent aux étapes par lesquelles la CPU traite le programme.

4.8. Bloc du programme utilisateur :

Les parties d'un programme utilisateur structuré correspondant à ces différentes tâches, sont les blocs de programme.

Le STEP7 est doté de plusieurs blocs (utilisateurs, systèmes) qui permettent de structurer le programme utilisateur, c'est-à-dire le subdiviser en différentes parties autonomes qui donnent les avantages suivants :

- Simplification l'organisation du programme.
- Modification facile du programme.
- Simplifier le test du programme.

4.8.1. Bloc d'organisation (OB) :

Les blocs d'organisations (OB) constituent l'interface entre le système d'exploitation de la CPU et le programme utilisateur. Il gère le traitement de programme cyclique et déclenché par alarme, ainsi que le comportement de mise en route de l'API et le traitement des erreurs.

L'OB contient l'instruction d'appel de bloc pour ramener les autres blocs (FB, FC, . .), afin d'être exécutés par l'automate.

4.8.2. Bloc de données (DB) :

Les blocs de données sont destinés au stockage des données nécessaires au traitement du programme.

On distingue des blocs de données d'instance et des blocs de données globaux.

4.8.3. Blocs fonctionnels (FB) :

C'est un bloc programmable, rémanent, subordonné à un bloc d'organisation afin qu'il puisse être traité par la CPU. Un bloc de données d'instance est associé à ce dernier qui en constitue la mémoire. Il intervient dans des programmes spéciaux (programmation des régulateurs, fonction de signalisation, de calcul, de saut à l'intérieur d'un bloc, etc.).

4.8.4. Fonctions (FC) :

Une fonction FC, est un bloc de codes programmables, sans mémoire.

Les FC peuvent faire appel à des blocs de données globaux pour la sauvegarde des données.

Les programmes sont exécutés quand cette fonction est appelée par d'autres blocs de code. Ce dernier se fait pour renvoyer une valeur de fonction au bloc appelant, ou pour l'exécution d'une fonction technologique (commande individuelle avec combinaison binaire).

4.9. Blocs système :

Sont appelés par le programme utilisateur en cas de besoin :

4.9.1. Blocs fonctionnels (SFB) :

Ce sont des blocs intégrés à la CPU S7, possédant les mêmes propriétés que (FB). Ils ont pour rôle la régulation, et le comptage.

4.9.2. Fonction systèmes (SFC) :

Sont les fonctions programmées, intégrées dans la CPU S7, possèdent les mêmes propriétés que les fonctions (FC). Elles ont pour rôle :

- De Contrôler le programme utilisateur.
- De gérer l'horloge.
- De Transférer l'enregistrement.
- De gérer les événements d'erreurs synchrones et asynchrones.
- d'adresser de module.

4.9.3. Blocs de données système :

Ces blocs sont générés par des applications spécifiques lors de la configuration matérielle. Ils servent à stocker les adresses et les paramètres des modules. Ils peuvent être programmés aux choix avec les modes de représentation (CONT, LOG et LIST).

4.9.4. Structure du programme utilisateur :

L'écriture du programme utilisateur complet se fait dans le bloc d'organisation OB1 (programmation linéaire). Ce type de traitement est requis de la commande de procédés simples, exigeant des programmes de taille et complexités réduites.

Pour les automatismes complexes, la subdivision en parties plus petites est recommandée.

Celle-ci correspondent aux fonctions technologiques du processus, et sont appelées blocs (programmation structurée). Cette structure offre les avantages suivants :

- Écriture des programmes importants mais clairs,
- Organisation simple du programme,
- Standardisation certaines parties du programme,
- Facilité de modification,
- Tests faciles de programme,
- Facilité de mise en service. [6]

4.10. Programmation du cycle de fonctionnement :

4.10.1. Création de projet STEP7 :

Après avoir lancé le logiciel, nous avons procédé à la création du projet sous le nom « skid ipser » qui est illustré dans la figure 4.4 :

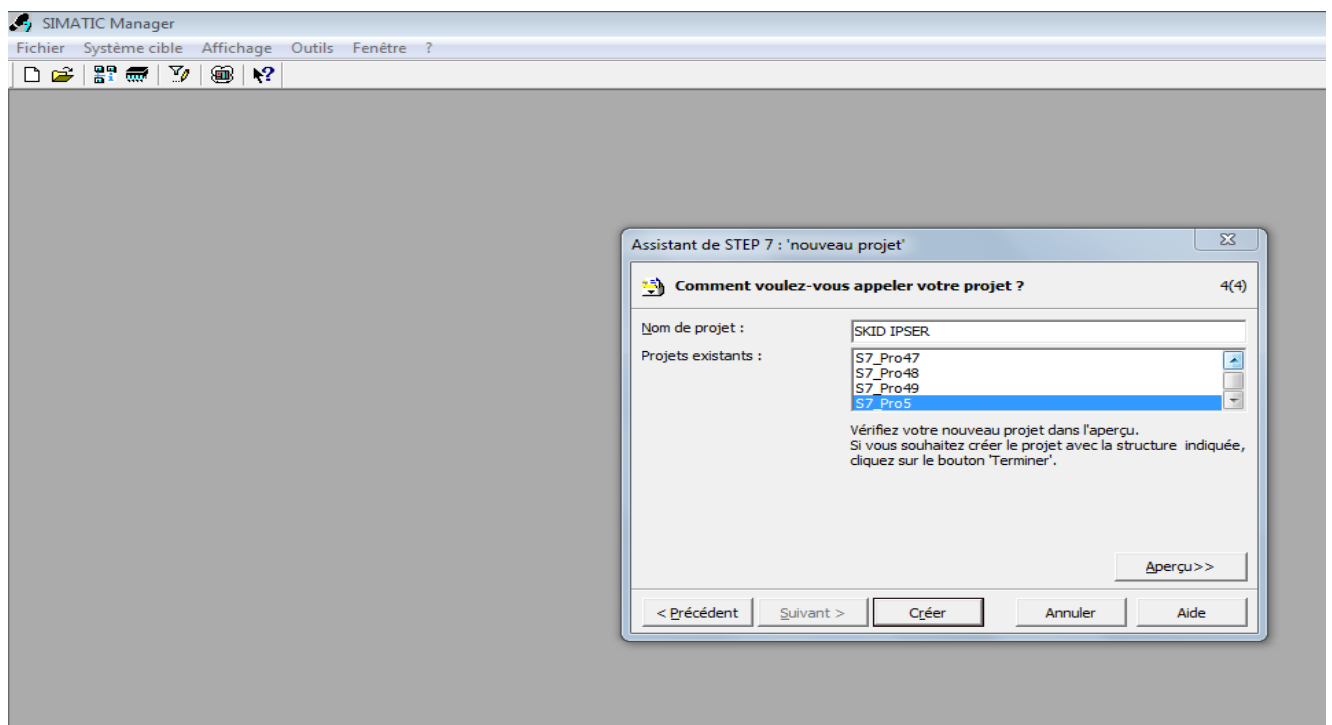


Figure 4.4 : Assistant de STEP7 pour la création projet

4.10.2. Configuration matérielle :

Le choix de la configuration matérielle que nous avons mentionné précédemment est illustré dans la figure 4.5 suivante :

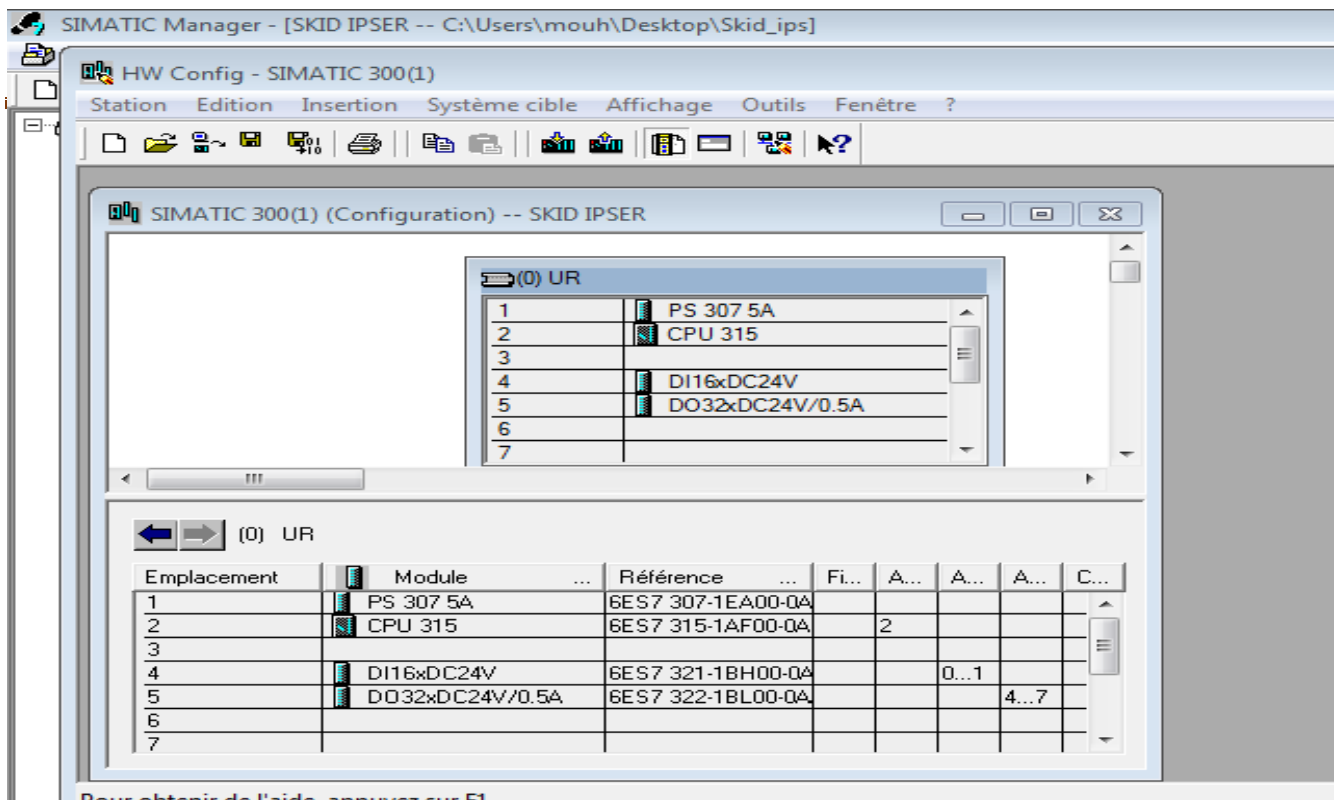


Figure 4.5 : configuration matérielle sous STEP7

4.10.3. Structure du programme :

La structure du programme est illustrée dans la figure 4.6 suivante :

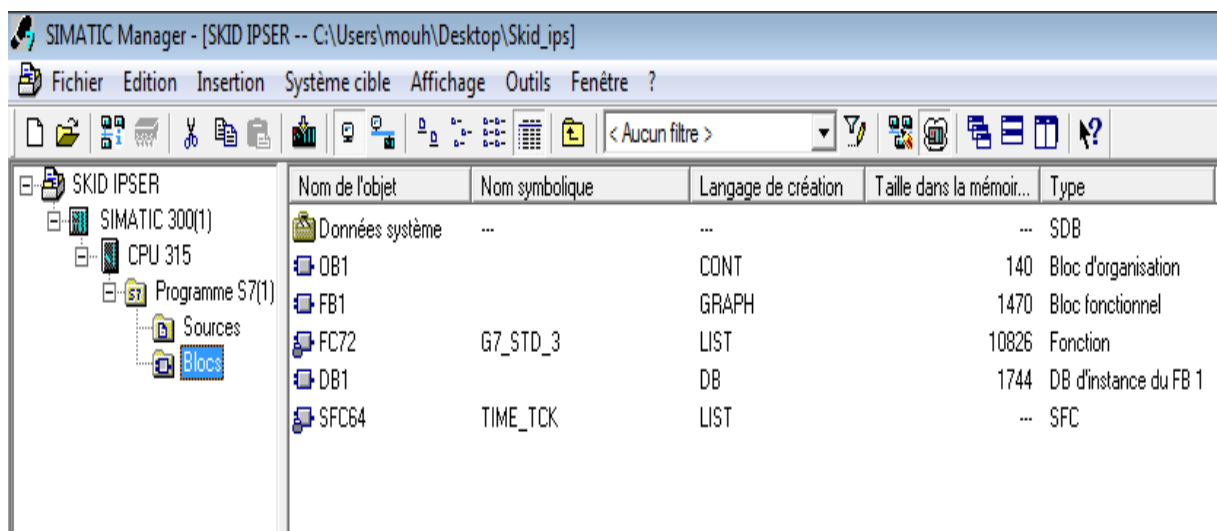


Figure 4.6 : Structure du programme de la chaîne

4.10.4. Simulation du programme à l'aide du logiciel PL7SIM :

Le PL7SIM est une partie intégrante du logiciel STEP 7, il nous permet de visualiser le déroulement et l'évolution du programme en temps réel, ainsi permet de faire des interventions et des modifications afin de corriger ou bien d'optimiser le programme, comme elle montre la figure 4.7 suivante :

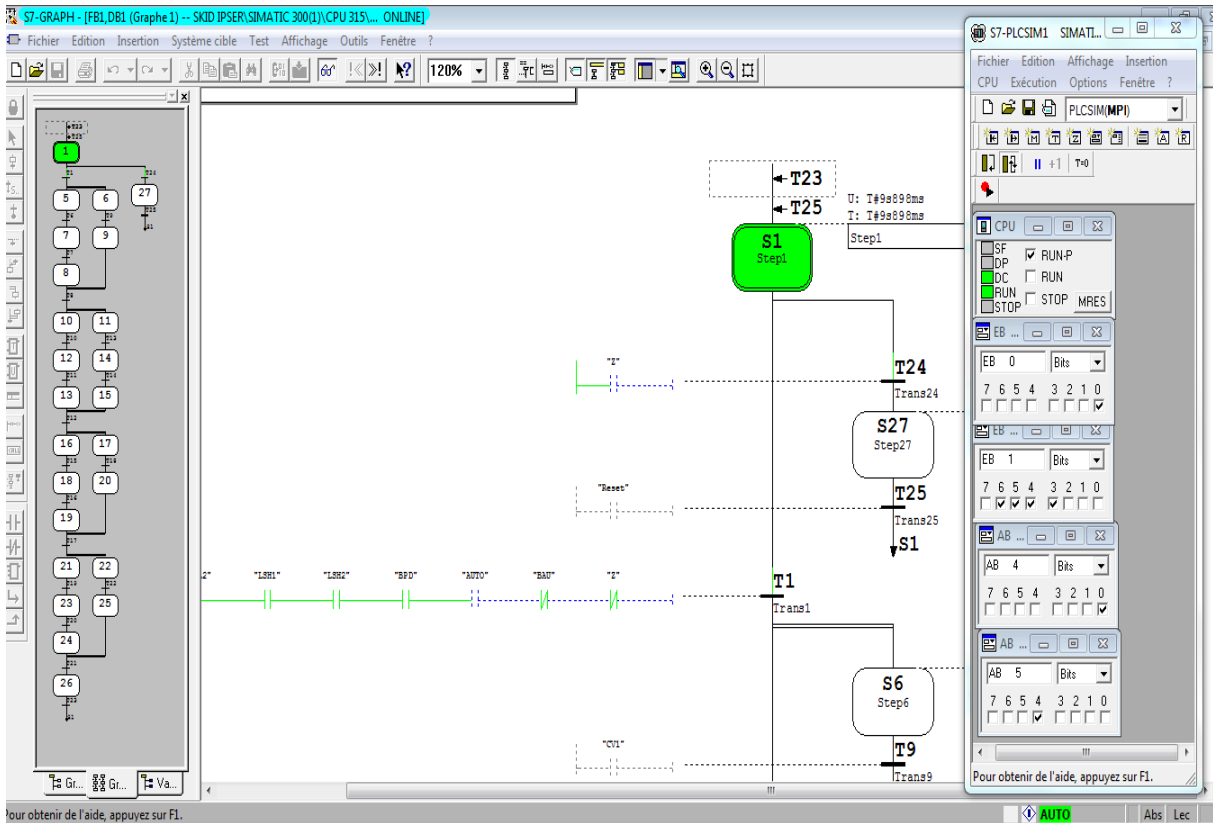


Figure 4.7 : Exemple de simulation sous PL7SIM

4.11. Supervision à l'aide du WINCC :

4.11.1. Description de WINCC :

Win CC (Windows Control Center) est un système IHM performant utilisable sous Microsoft Windows NT et Windows2000. IHM signifie "Interface Homme Machine", c'est-à dire l'interface entre l'homme (l'opérateur) et la machine (le process). Le contrôle proprement dit du process est assuré par les automates programmables (API). Une communication s'établit donc entre Win CC et l'opérateur d'une part et entre Win CC et les automates programmables d'autre part, comme elle montre la figure 4.8 suivante :

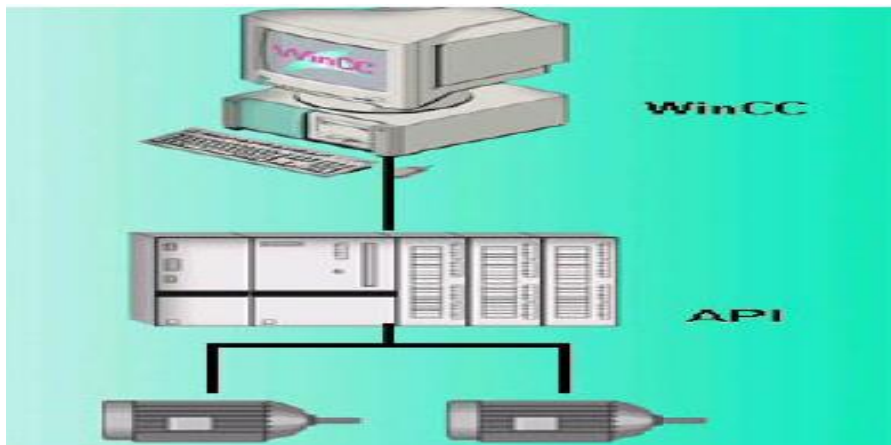


Figure 4.8 : Communication avec Win CC

4.11.2 Avantages de WINCC :

- Win CC vous permet de visualiser le process et de concevoir l'interface utilisateur graphique destinée à l'opérateur.
- Win CC permet à l'opérateur de surveiller le process. 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.
- Win CC permet à l'opérateur de commander le process. A partir de l'interface utilisateur graphique, il peut par exemple 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 par exemple.
- Les alarmes et valeurs de process peuvent être imprimées et archivées sur support électronique par Win CC. Ceci vous permet de documenter la marche du process et d'avoir accès ultérieurement aux données de production du passé.

4.11.3. Application disponible sous WINCC :

WINCC se compose de plusieurs applications pour accomplir la fonction de supervision. Il dispose des modules suivants :

a) _ Graphic designer :

Il offre la possibilité de créer des vues de procédé, et de les configurer en leur affectant les variables correspondantes. A cet effet il dispose d'une bibliothèque d'objet, et permet de créer des objets selon le besoin. Il assure la fonction de visualisation grâce au Graphic runtime.

b) _ Tag logging :

On y définit les archives, les valeurs du process à archiver et les temps de cycle de saisie et d'archivage.

c) _ Alarme logging :

Il se charge de l'acquisition et de l'archivage des alarmes en mettant à la disposition des utilisateurs, les fonctions nécessaires à la prise des alarmes issues du procédé, à leur traitement, leur visualisation, leur acquittement et leur archivage.

d) _ Global script runtime :

Il dispose de deux éditeurs, l'éditeur C et l'éditeur Visuel Basic, à l'aide des quels on crée des actions et des fonctions qui ne sont pas prévues dans le Win CC.

e) _ Report designer :

Contient des informations avec lesquelles on peut lancer la visualisation d'une impression ou ordre d'impression. On y trouve aussi des modules de mise en page de journal qu'on peut adapter en fonction de besoin.

f) _ User administration :

C'est là où s'effectue la gestion des utilisateurs et des autorisations. On y crée des nouveaux utilisateurs, on leur attribue des mots de passe et on leur affecte la liste des autorisations. [11]

4.11.4 Communication entre WINCC et automate programmable industriel :

Dans le cadre de la communication industrielle avec WINCC signifie échange d'informations via des variables et des valeurs de process. Pour l'acquisition des valeurs du process le pilote de communication envoie des télégrammes de requête à l'automate. En retour ce dernier transmet les valeurs de process requises à WINCC sous forme de télégramme de réponse.

Il faut dans un premier temps qu'une liaison physique ait été établie entre le WINCC et l'API. Le principe de communication entre le WINCC et les API est résumé dans la figure 4.9 ci-dessous :

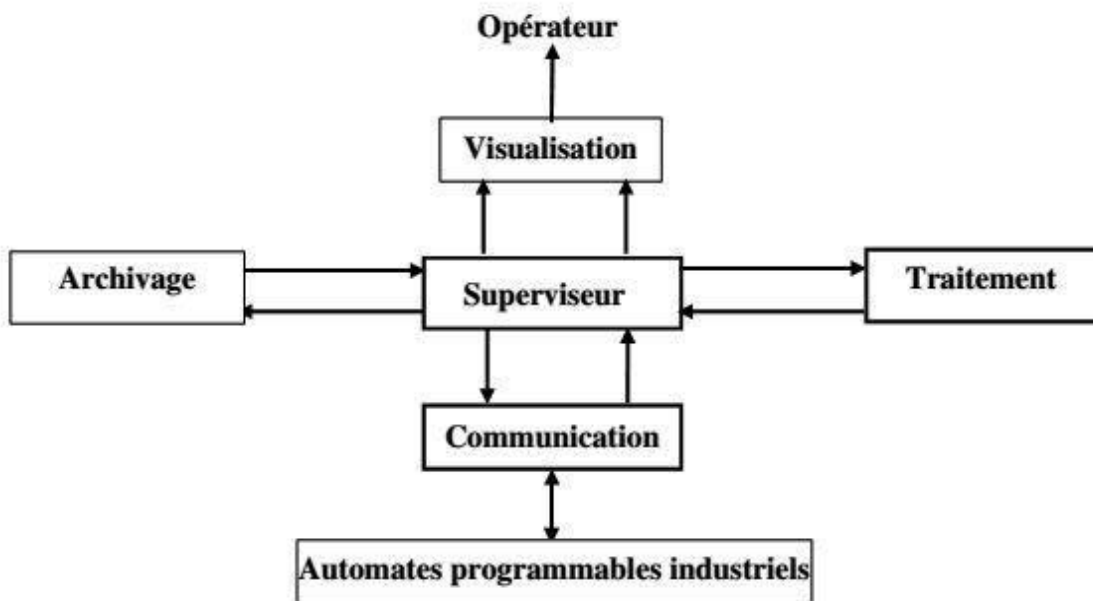


Figure 4.9 : Échange d'information entre le WINCC et les API

✓ Pilote de communication :

Un pilote de communication est un composant logiciel qui établit une liaison entre l'API et la gestion des variables de WINCC et permet ainsi d'alimenter les variables en valeurs de process. WINCC met à disposition un grand nombre de pilote de communication pour la connexion de divers API via différents systèmes de bus.

✓ Unité de canal :

Chaque unité de canal constitue l'interface d'un seul pilote matériel subordonné et donc d'un processeur de communication bien précis du PC. Tout processeur communication doit donc être affecté à son unité de canal particulière.

✓ Liaison (logique) :

Dès lors que WINCC et l'API ont été correctement connectés physiquement, il reste à installer sous WINCC un pilote de communication et l'unité de canal pour établir et configurer une liaison logique avec l'API c'est par cette liaison que s'effectueront les échanges de données au runtime.

4.12. Procédure de programmation :

Les principales étapes suivies pour la création de notre application sous Win CC sont :

- Créer un projet.
- Définir les variables dans l'éditeur de variables.
- Créer et éditer les vues dans l'éditeur Graphics Designer.
- Paramétrer les propriétés de Win CC runtime.
- Activer les vues dans le Win CC runtime.
- Utiliser le simulateur pour tester les vues du processus.

4.12.1. Création d'un nouveau projet :

Elle se fait en cliquant sur l'icône « créer un projet avec l'assistant de projet », se trouvant dans l'interface principale de Win CC flexible. La dernière étape consiste à nommer le projet, comme elle le montre la figure 4.10 suivante :

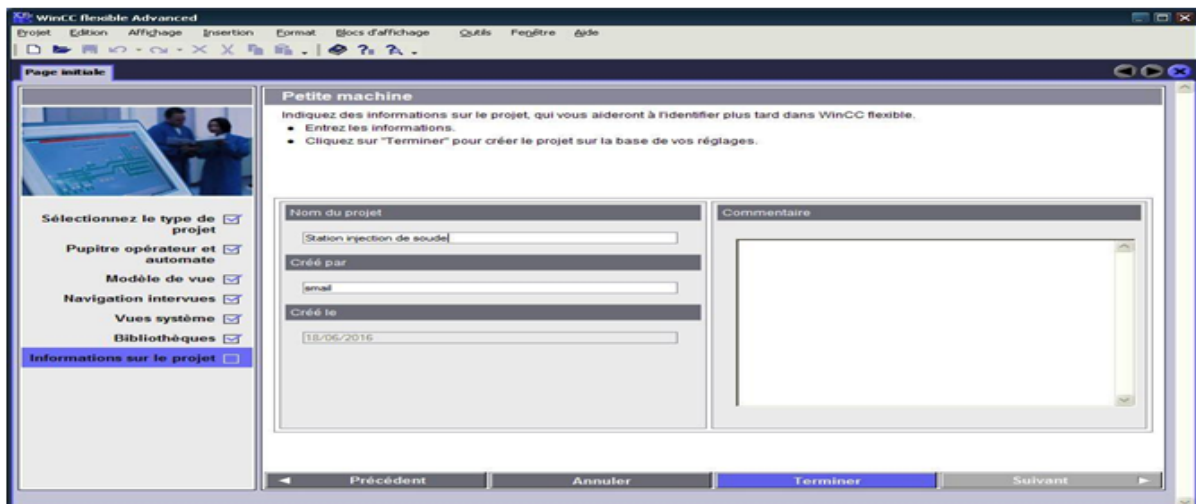


Figure 4.10 : création d'un nouveau projet

4.12.2. Espace de travail :

A l'ouverture, trois fenêtres s'ouvrent (fenêtre de projet, fenêtre des propriétés, fenêtre des outils) ainsi que la vue d'alarmes. Pour l'édition des autres vues on change la configuration de la vue modèle (initiale). Cette zone sert à éditer les objets. Tous les éléments de Win CC flexible sont disposés autour de cette zone. Vous pouvez intégrer à votre projet des graphiques, des photos .de plus il est possible de représenter les variables de manière graphique « courbes, barographes ... ». Voir figure 4.11 suivante :

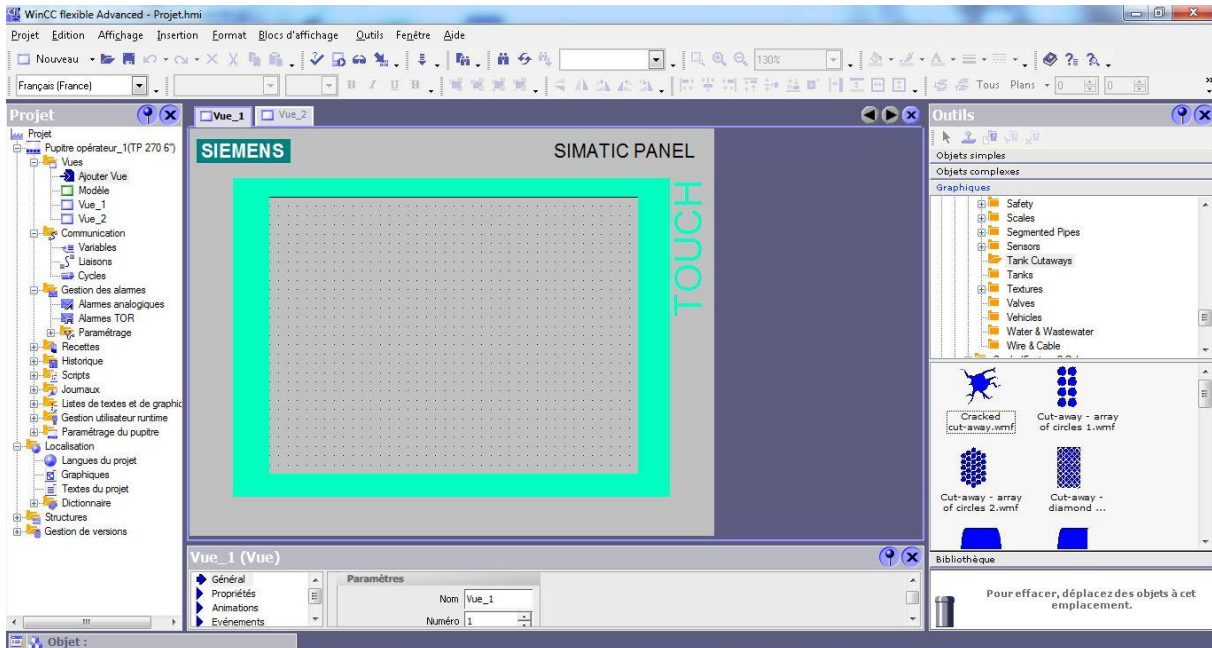


Figure 4.11: espace de travail de WINCC

4.12.3. Edition des vues :

Dans Win CC flexible, nous créons des vues pour le contrôle-commande des machines et d'installation ou pour l'affichage des courbes. Dans cette fenêtre, tous les éléments et tous les éditeurs disponibles pour projet sont affichés dans l'arborescence et peuvent y être ouverts.

✓ Fenêtre projet :

Dans la fenêtre du projet, il est possible d'accéder aux propriétés du projet et au paramétrage du pupitre.

✓ Fenêtre propriétés :

Permet d'éditer les propriétés des objets (couleurs, taille, animations ...).

✓ Fenêtre d'outils :

Cette fenêtre nous propose une sélection d'objets (simples ou complexes) que nous pouvons insérer dans nos vues. La fenêtre d'outils contient en outre des bibliothèques d'objets, collections de blocs d'affichage et des graphiques prêts à l'emploi.

4.12.4. Intégration dans SIMATIC STEP 7 :

Les variables du processus représentent la liaison pour la communication entre le système d'automatisation et le système IHM. Sans les avantages de la TIA (Totally Integrated Automation), on devra définir chaque variable à deux reprises : une fois pour le système d'automatisation et une fois pour le système IHM. L'intégration de SIMATIC STEP 7 dans l'interface de configuration permet de diminuer la fréquence des erreurs et de réduire les tâches de configuration nécessaires. Durant la configuration, nous accédons directement à la table des mnémoniques de STEP 7 ainsi qu'aux paramètres de communication :

- La table des mnémoniques de STEP 7 qui contient la définition des points de données (par exemple, adresses ou types de données) qu'on a paramétré lors de la création du programme de commande.
- Les paramètres de communication contiennent les adresses de bus ainsi que les protocoles de commande. On définit les paramètres de communication avec NetPro.

La figure 4.12 suivante montre la liaison entre la station S7-300 et la station de supervision HMI :

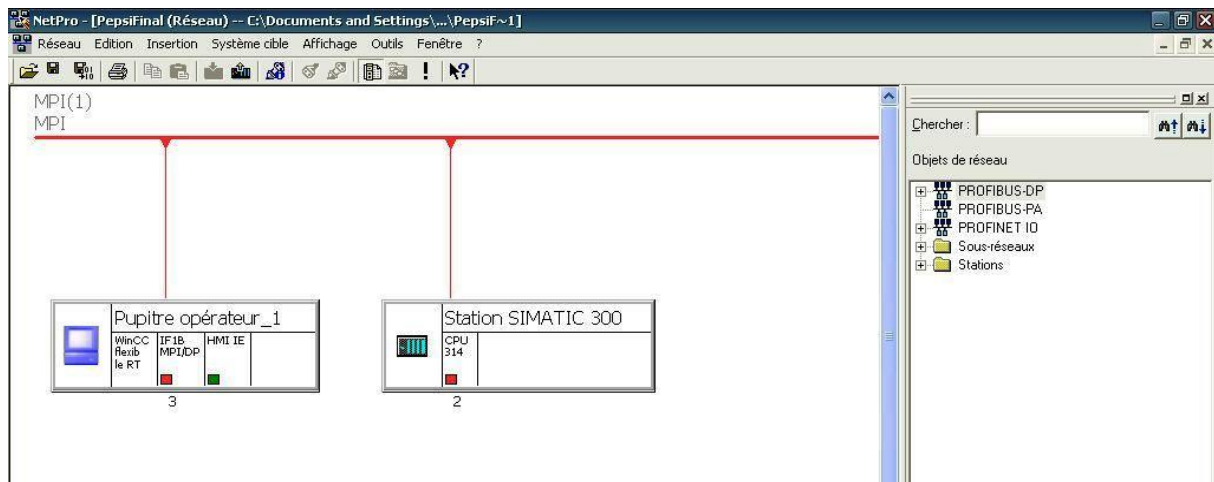


Figure 4.12 : Liaisons entre la station S7-300 et la station e supervision

4.13. Plateforme de supervision du processus :

Pour élaborer la plateforme de supervision qui permet le control commande de notre SKID, nous avons créé les vues données comme suit :

- ❖ La vue d'accueil et de sélection comme illustrée dans la figure 4.13 suivante :



Figure 4.13 : La vue d'accueil

- ❖ La vue de sélection comme illustrée dans la figure 4.14 suivante :

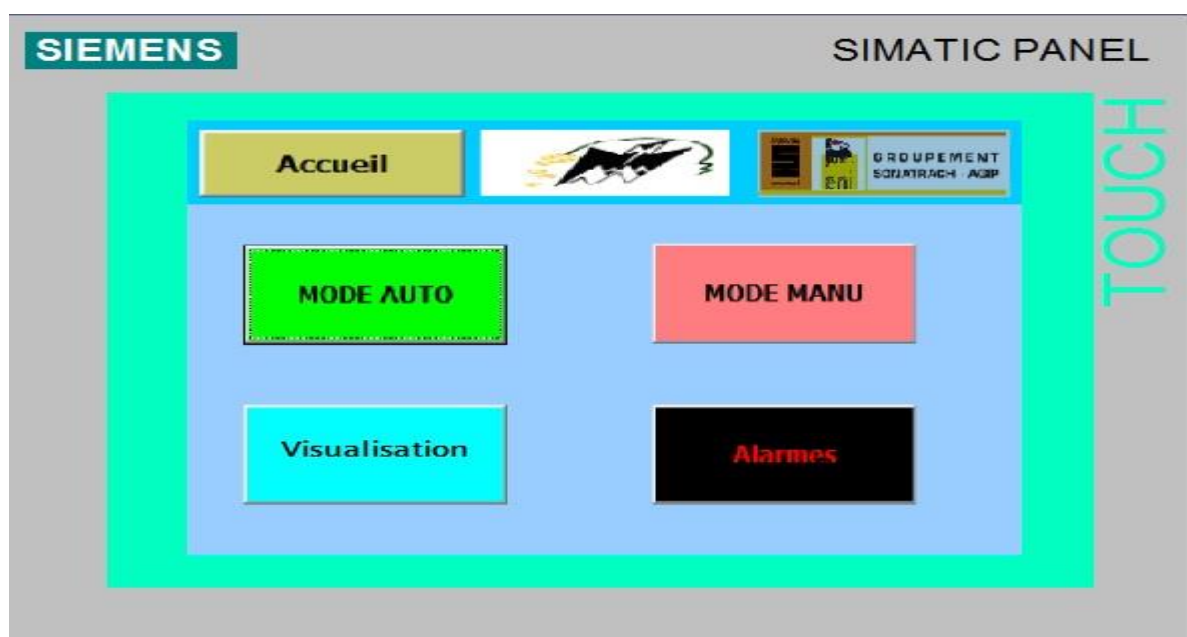


Figure 4.14 : La vue de sélection

- ❖ La vue de sélection en mode automatique comme illustrée dans la figure 4.15 suivante :

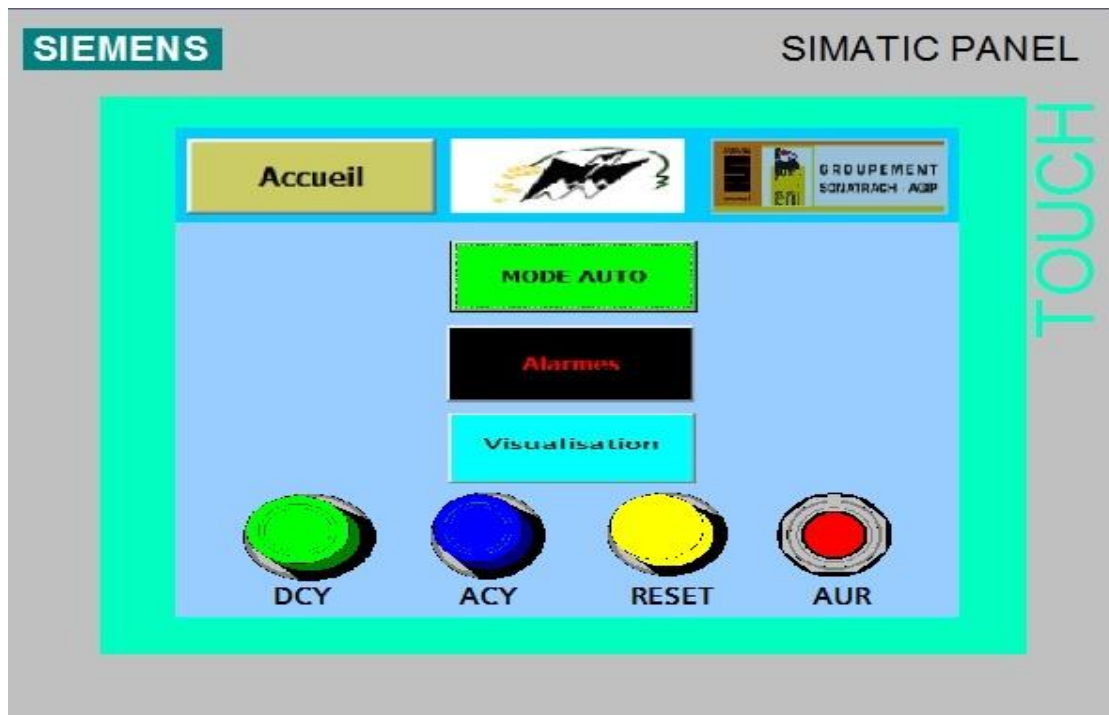


Figure 4.15 : La vue de sélection en mode automatique

- ❖ La vue des alarmes comme illustrée dans la figure 4.16 suivante :

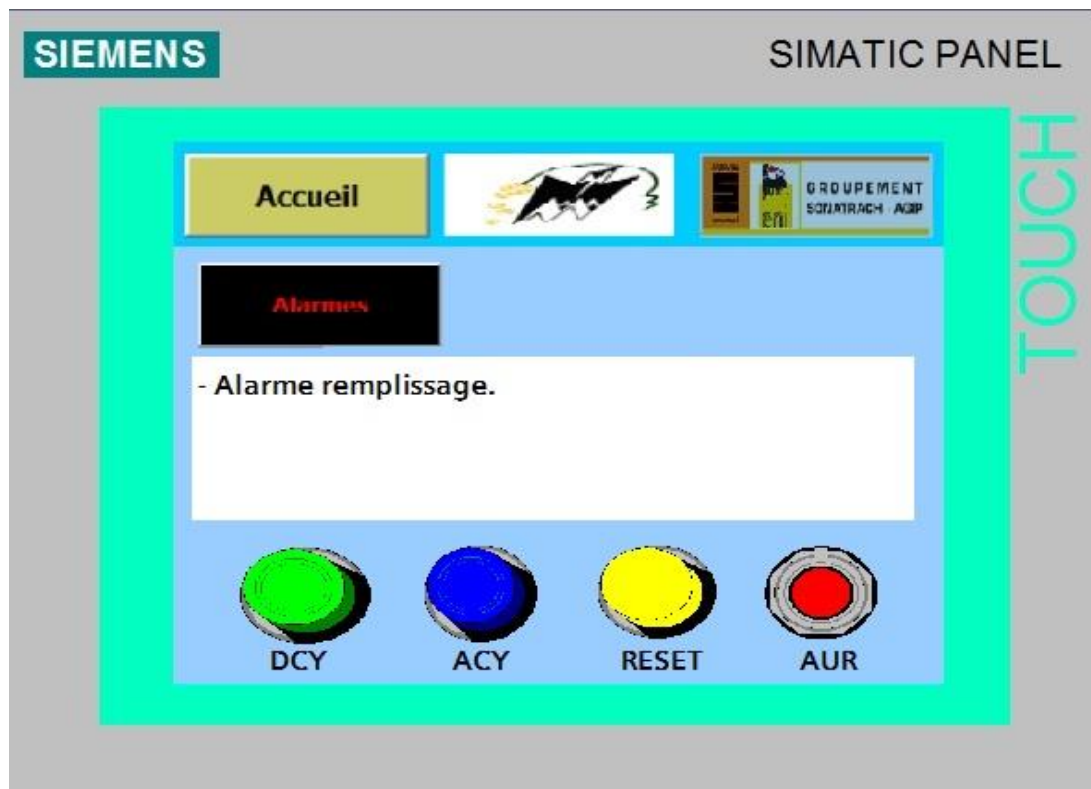


Figure 4.16 : La vue des alarmes

- ❖ La vue de visualisation générale comme illustrée dans la figure 4.17 suivante :

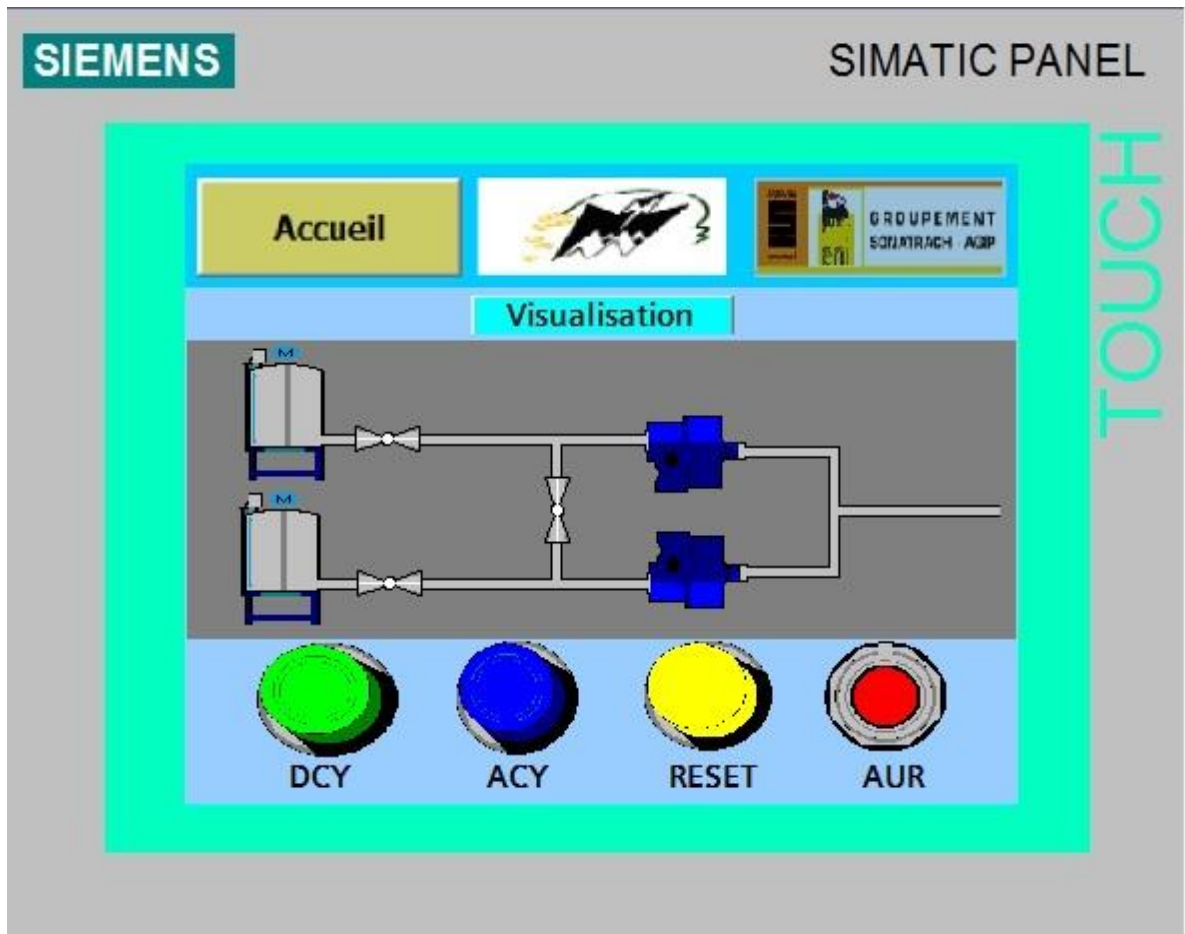


Figure 4.17 : La vue de visualisation générale

4.14. Conclusion :

Ce chapitre a été consacré au développement des vues de supervision et de conduire en temps réel, les vues que nous avons développées représentent fidèlement le fonctionnement du SKID d'injection du produit chimique.

On absence d'un automate réel, le logiciel S7-PLCSIM devient l'out il indispensable pour la simulation des programmes et des concepts de commandes automatisé avant leurs implantations sur un système réel.

Ce logiciel nous a permet d'adapter et d'apporter les modifications sur le programme avec une très grande facilité. Il nous a permet aussi de valider et de visualiser le comportement des sorties et de simuler le programme.

Conclusion générale :

Dans ce modeste travail, il nous a été demandé d'automatiser, à l'aide d'un automate Programmable industriel, le SKID d'injection de produit chimique au sein de l'entreprise SONATRACH-AGIP, Hassi Messaoud.

Ce SKID ou bien ce système étant manuellement commandé, d'où la nécessité de le substituer avec un moyen d'automatisation plus évolué qui est L'API (l'automate programmable industriel).

Nous avons, en premier lieu, étudié le fonctionnement de ce SKID d'injection de produit chimique. Ensuite, nous avons élaboré une modélisation cohérente de notre procédé à l'aide du GRAFCET. Le modèle grafcet développé nous a beaucoup aidés au passage vers la programmation en langage STEP-7 et l'élaboration d'une solution programmable dans L'API. Nous avons effectué une simulation avec le logiciel S7-PLCSIM, qui nous permet de visualiser et de valider nos résultats obtenus.

Dans notre travail, nous avons élaboré une solution de supervision dont le but de contrôler le déroulement du processus par l'intermédiaire de graphismes et de schémas en temps réel. Il est donc facile de cibler, en cas de panne, un élément défectueux parmi les capteurs et les actionneurs. Ainsi, l'opérateur peut intervenir et prendre les décisions appropriées pour remédier aux défauts survenus en un temps minime.

Enfin, ce projet nous a permis de nous familiariser avec : les automates Programmables industriels (S7-300), le logiciel de supervision Win CC, de mettre en œuvre nos connaissances théoriques et de faire face à une situation purement industrielle. Il nous a permis aussi de forger nos connaissances dans le domaine d'automatisation des procédés industriels, et d'apprendre à dépasser toutes les difficultés que présente une telle situation d'automatisation.

BIBLIOGRAPHIE :

- [1] Farid Djalil, *Rapport de stage pratique dans SONATRACH-AGIP*, Groupement GSA- Champ BRN, 2011
- [2] Document SONATRACH-AGIP, projet Bir Rebaa Nord formation de personnel (Manuel Didactique) ,1993.
- [3] Nouh Ben dekkiche, *Rapport de stage pratique dans SONATRACH-AGIP*, Groupement GSA-Champ BRN, 2013.
- [4] Document SONATRACH-AGIP, Plan des installations et infrastructures du centre de traitement d'huile de BRN, 2013.
- [5] Analyse et maintenance des automatismes industriels, Alain REILLER, Edition ELLIPES.
- [6] Automatique et informatique industrielle, Base théoriques, méthodologiques et technique.
- [7] J.Perrin, F.Binet, J.J.Dumery, C.Merland, J.P.Trichard, Edition NATHAN, 2004.
- [8] Livre Mechanical engineering hand book (1999).
- [9] Documentation interne de GSA, technical data book, doc SKID IPSE.
- [10] Documentation TOTAL, introduction aux hydrocarbures.
- [11] www.usine nouvelle.com

PERSECTIVES :

Pour les prochains étudiants je propose les perspectives suivantes :

- **Introduire le système SCADA.**
- **Trouver une solution afin d'avoir une continuité d'injection.**