

Remerciements

Nous tenons à remercier dans un premier temps, toute l'équipe de l'usine MFG(méditerranéen float glass) pour leurs collaborations, leur accueil chaleureux, et pour avoir assuré la partie pratique de notre projet.

Nous tenons à remercier tout particulièrement et à témoigner toute notre reconnaissance aux personnes suivantes, pour l'expérience enrichissante et pleine d'intérêt qu'elle nous a fait vivre durant la durée du stage au sein de l'usine :

Mr. LEBIK S, notre parrain et encadreur au sein de l'usine, pour nous avoir intégré rapidement au sein de l'entreprise et nous avoir accordé toute sa confiance pour le temps qu'il nous a consacré tout au long de cette période ; sans oublier sa participation au cheminement de ce rapport.

Mr. REHANI S, notre Co-encadreur au niveau de l'usine, qui nous a apporté tout son aide au long de notre travail et sachant répondre à nos interrogations.

Mr. MELLAH R, notre promoteur, pour nous avoir dirigé et aidé afin de mener à bien ce travail.

Nous tenons aussi à remercier les membres du jury qui nous ferons l'honneur de juger notre travail.

Comme nous tenons également à remercier tous ceux qui ont participé, de près ou de loin, à la réalisation de ce projet.

Dédicace

J'ai l'honneur de dédié ce modeste travail a ceux qui sont la source de mon inspiration et de mon courage, a qui je dois de l'amour et de la reconnaissance ;

- A la mémoire de ma très chère grand-mère
- A mes chers parents
- A mes frères et sœur
- A toute la famille MELLAZ et la famille MELAB
- A mon binôme Abderrahim et toutes sa famille
- Et a mes amis sans exception

**Je dédie ce travail.
Mellaz Nabil**

Dédicace

J'ai l'honneur de dédié ce modeste travail a ceux qui sont la source de mon inspiration et de mon courage, a qui je dois de l'amour et de la reconnaissance ;

- A la mémoire de ma très chère grand-mère
- A mes chers parents
- A mon frère et ma sœur
- A toute la famille STAMBOULI et la famille ADDA.
- A mon binôme Nabil et toutes sa famille
- Et a mes amis sans exception

**Je dédie ce travail.
Stambouli abderrahim**

Liste des figures

Figure I-1 : Les réseaux de distribution de MFG vers l'étranger.....	5
Figure I-2 : Organigramme de l'entreprise MFG.....	6
Figure I-3 : Unité de transport verre plat.....	7
Figure I-4 : Transmission lumineuse du verre plat.....	8
Figure I-5 : Application du verre feuilleté dans un building.....	9
Figure I-6 : Application du verre a couche.....	9
Figure I-7 : Fonctionnement optique du verre a couche.....	10
Figure I-8 : Application du MEDISTAR S.....	12
Figure I-9 :Application du MEDISTAR +S.....	13
Figure I-10 : Application du MEDIREFLECT.....	14
Figure II-1 : Aperçu du système Apollon.....	17
Figure II-2 : Principe de la pulvérisation cathodique.....	19
Figure II-3 : Schéma d'Apollon (vue de dessus).....	20
Figure II-4 : Module de processus.	21
Figure II-5 : Compartiment vide	23
Figure II-6 : Compartiment de pulvérisation avec magnétrons rotatifs.....	24
Figure II-7 : Compartiment à pompe.....	26
Figure II-8 : Raccord sur le compartiment à pompe.....	27
Figure II-9 : Système de transport dans les modules de pulvérisation.....	28
Figure II-10 : Capots des compartiments de pulvérisation avec magnétrons planaires.....	29
Figure II-11 : Connexions du magnétron planaire.....	30
Figure II-12 : Capot de compartiment de pulvérisation avec deux cathodes rotatives.....	31
Figure II-13 : Connexions du magnétron rotatif.....	33
Figure II-14 : Pompes turbo moléculaires sur la paroi de la chambre de transfert (1) et le capot du compartiment à pompe (2).....	34
Figure II-15 : Collecteur de gaz de processus dans un compartiment de pulvérisation.....	34
Figure II-16 : Commande du système d'Apollon.....	35

Liste des figures

Figure III-1 : Structure interne de l'API.....	40
Figure III-2 : Gamme SIMATIC S7.....	42
Figure III-3 : Raccordement de la gamme S7-300.....	42
Figure III-4 : la structure de l'automate SIMATIC S7-300.....	43
Figure III-5 : Schéma de raccordement PS 307-5A.....	44
Figure III-6 : Organes de commande et de visualisation des CPU.....	45
Figure III-7 : LED de visualisation d'état et de défaut des CPU et PROFIBUS.....	45
Figure III-8 : Possibilité de conception d'un SIMATIC S7 – 300.....	47
Figure III-9 : Entrées/sorties d'un API.....	49
Figure III-10 : Adresses des entrées/sorties des modules TOR.....	49
Figure III-11 : Utilisation de modules analogiques.....	50
Figure III-12 : Zone d'adressage.....	51
Figure III-13 : Le traitement du programme dans l'automate.....	52
Figure IV-1 : vue du portail.....	55
Figure IV-2 : vue du projet.....	56
Figure IV-3 : création d'un nouveau projet.....	57
Figure IV-4 : liste des CPU sous TIA PORTAL.....	58
Figure IV-5 : configuration matériels.....	59
Figure IV-6 : Forme générale d'un Grafcet.....	60
Figure IV-7 : Schéma d'Apollon (vue de dessus).....	62
Figure IV-8 : Table des variables API.....	66
Figure IV-9 : Vue de face de la cathode rotative.....	67
Figure IV-10 : Bloc programme de fuite [FB1].....	68
Figure IV-11 : Remplacement de vannes manuelles.....	68
Figure V-1 : Présente les différents composants pour la réalisation du projet.....	75
Figure V-2 : Présente le type de pupitre utilisé dans notre projet.....	75
Figure V-3 : Présente le pupitre opérateur de type TP900 9" tactile.....	76

Liste des figures

Figure V-4 : Raccordement du pupitre opérateur et l'automate S7 300 au réseau MPI.....	77
Figure V-6 : Différents éléments du répertoire WinCC.....	78
Figure V-5 : Liaison entre l'écran de supervision de type TP 900 et l'automate.....	78
Figure V-7 : Présente l'écran de supervision de la cathode.....	80
Figure V-8 : Vue d'accueil.....	81
Figure V-9 : Vue gaz cathode.....	82
Figure V-10 : Simulation AR –O2.....	82
Figure V-11 : simulation N2-RRO2.....	83
Figure V-12 : vue water flow.....	83
Figure V-13 : simulation water flow bloc SCALE 1.....	84
Figure V-14 : Simulation water flow bloc SCALE 2.....	84
Figure V-15 : Vue power.....	85
Figure V-16 : simulation power bloc SCALE 1.....	85
Figure V-17 : simulation POWER BLOC 2.....	86

Liste des figures

Liste des tableaux

Tab II-1 : Configuration de base des modules de processus.....	22
Tab II-2 : nombre de bride.....	33
Tab III-1 : monoculture.....	44
Tab IV-1 : Présentation de quelques opérations du mode CONT.....	66
Tab V-1 : tableau des vues.....	81

Sommaire

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

Chapitre I : Présentation de l'entreprise	3
I-introduction :.....	4
II-Présentation de l'entreprise MFG :.....	4
III-Présentation et développent :.....	4
IV- La vison de MFG :.....	4
V-Distribution :.....	5
VI- l'organigramme général de la société MFG :.....	6
VII-Gammes et qualité :.....	6
VIII- Définition du verre :.....	7
IX- Différentes types de verres :.....	7
IX-1- Le verre plat :.....	7
1-1-Performance :.....	8
IX-2-Verre feuilleté :.....	8
2-1-Performance :.....	9
IX-3-Verre a couche :.....	9
1-Fonctionnement optique du verre a couche :.....	10
2-performance :.....	11
3-La gamme des verres à couches:.....	11
IX-3-1- Medistar S (low-e):	11

3-1-a-Description:.....	11
3-1-b- Application :.....	12
3-1-c-Avantage :.....	12
3-1-d-Combinaisons:	12
IX-3-2-Medistar+S (low-e):	13
3-2-a-Description :	13
3-2-b-Application :	13
3-2-c- Avantages :.....	13
IX-3-3-Medireflect(verre réfléchissant) :.....	14
3-3-a-description :	14
3-3-b-Fonctionnalités :	14
3-3-c-application :.....	14
X-conclusion :	15

Chapitre II : Présentation du process :	16
I-Introduction :.....	17
II- Aperçu du système :.....	17
II-1- Structure :.....	17
III- Concept, fonctions :.....	18
III-1 Principes fondamentaux du processus :.....	18
1-1 Pulvérisation cathodique :.....	18
a-Plasma :	18
b-Ignition du plasma :.....	18
c- Pulvérisation :.....	18
1-2 -Technologie à magnétron :.....	20
III-2 Processus :.....	20

2-1-Revêtement du substrat :.....	21
III-3 Modules de processus 1...6 :.....	21
3-1 Caractéristiques générales des modules de processus :.....	21
a-conception du module :.....	22
3-2 Compartiment vide :	22
a-conception du compartiment :.....	23
3-3 Compartiment de pulvérisation :.....	23
a-conception du compartiment :.....	25
b-unité de contre pulvérisation :.....	25
3-4- Compartiment à pompe :.....	25
a-alimentation :.....	27
3-5- Système de transport des substrats :.....	28
a-Système de transport dans les modules de pulvérisation :.....	28
III-4 -Equipement de processus :.....	29
4-1- Magnétron planaire :.....	29
a-cathode :.....	30
b-cible :.....	30
c-installation :.....	30
d-connexions du magnétron planaire :.....	30
4-2 Magnétron rotatif :.....	31
a-cathode :.....	32
b-cible :.....	32
c-installation :.....	32
d-connexions du magnétron rotatif :.....	33
4-3 Pompes turbo moléculaires :.....	33
4-4 Alimentation en gaz de processus :.....	34
a-mélange de gaz :.....	35

b-distribution du gaz dans le compartiment de pulvérisation :.....	35
III-5- Système de commande :.....	35
5-1-interface utilisateur graphique :.....	36
5-2-client OPC et serveur OPC :.....	36
5-3-PLC API :.....	36
IV-conclusion :.....	37

Chapitre III: Présentation de l'API :.....38

I-Introduction :	39
II-Architecture des automates programmables industriels.....	39
II-1- Aspect externe :.....	39
II-2-Structure interne :.....	39
II-3- Fonctions réalisées :	41
III -Description générale de l'automate SIMATIC S7 300 :.....	41
III-1-Présentation de la gamme SIMATIC S7-300 :.....	41
III-2- Automate SIMATIC S7 - 300 :.....	42
III-2-1-Spectre modulaire :	42
III-2-2- Composants du S7-300:.....	43
a-Rail profilé:.....	43
b-Module d'alimentation :	44
c-Présentation de la CPU de l'automate SIMATIC S7-300 :.....	45
d-Cartes de couplage (IM) :.....	47
e-Processeurs de communication (CP):.....	48
f-Modules de fonctions (FM) :.....	48
g-Modules de signaux (SM) (TOR/analogiques) :.....	48
1-Les modules d'entrées/sorties TOR (SM 321/SM 322) :	48
2-Les modules d'entrées/sorties analogiques (SM 331/SM 332) :	49

III-3-Le traitement du programme dans l'automate :.....	51
1-Traitement interne :	51
2-Lecture des entrées :	51
3-Exécution du programme :.....	52
4-Ecriture des sorties :	52
III-4-Critères de Choix de la CPU :.....	52
III-4-1- Critères technologiques :.....	52
1-Nombre d'entrées / sorties :	52
2-Type de processeur :.....	53
3-Fonctions ou modules spéciaux :.....	53
4-Fonctions de communication :.....	53
III-4-2 -Critères économiques :.....	53
IV- Conclusion :.....	53

Chapitre IV: programmation sous TIA PORTAL :.....	54
I-Introduction :.....	55
II-Vue du portail et vue du projet :	55
II-1 Vue du portail :	55
II-2 Vue du projet :	56
III-Création d'un projet et configuration d'une station de travail :	57
III-1-Création d'un projet :	57
III-2- Configuration et paramétrage du matériel :	57
III-3- Compilation et chargement de la configuration matérielle :	59
IV-Le GRAFCET :	59
IV-1-Eléments de base du GRAFCET :	60
IV-2-Règles d'évolution du GRAFCET:	61
IV-3- Elaboration du GRAFCET :	62
IV-4-Grafcet du process :	65

V-Programmation avec le langage CONTACT :	66
V-1-Programmation de l'automate :	66
1-Création d'une table de variables :	66
2-types de variables :	67
V-2-Modernisation de la cathode rotatif :	67
VI-conclusion :	69

Chapitre V:Supervision HMI.....	70
I-Introduction :.....	71
II- Généralités sur la supervision :.....	71
II1-Définition de la supervision :.....	71
II2-Avantage de la supervision :.....	72
II-3- Architecture d'un réseau de supervision :.....	72
III- Le rôle de la supervision :.....	72
III-1-Les modules fonctionnels d'un système de supervision :.....	72
III-2-Traitement de données :.....	73
2-1-Représentation graphique des données :.....	73
2-2-Traitement des alarmes et des défauts :.....	73
2-3-zone de communication :.....	73
2-4-Zone d'affichage :.....	73
IV- Le logiciel de supervision WinCC :.....	73
IV-1-Définition :.....	73
IV-2-Présentation du WinCC Runtime Professional V13:.....	74
V- Utilisation de SIMATIC WinCC RT :.....	74
V-1-Concepts d'automatisation avec WinCC RT :.....	74

V-2-Système d'automatisation avec un pupitre opérateur :.....	74
VI- Présentation de notre projet :	74
VI-1-La Sélection du pupitre opérateur :.....	75
VI-2Présentation du pupitre opérateur utilisé :.....	76
VI-3Connexion du pupitre :.....	77
3-1-Communication entre l'écran de supervision et l'automate S7 300 :.....	78
3-2-Le répertoire de WinCC RT :.....	78
VI-4-Définition des vues :.....	79
4-1- Descriptif du pupitre opérateur :.....	80
VII -Présentation des différents vues de notre projet :.....	81
VII-1- Vue d'accueil :.....	81
VII-2-Vue gaz cathode:.....	82
VII-3-Vue water flow:	83
VII-4-Vue power:	85
VIII-Conclusion:.....	86

Introduction générale

Introduction générale

Une des données principales de l'évolution de la production industrielle est le développement des systèmes automatisés, et par conséquent l'augmentation de la productivité. Pour fonctionner automatiquement, les systèmes industriels et les moyens de production font appel à des commandes programmées qui permettent une grande souplesse d'exploitation.

Quelques entreprises Algériennes dans ces dernières années ont pris un peu d'avance en installant des systèmes automatisés très performants, mais n'arrivent souvent pas à suivre l'évolution technologique. Les constructeurs de machines sont toujours confrontés au défi de devoir proposer des machines plus flexibles et productives à des prix plus compétitifs, tout en assurant sa maintenance ainsi qu'un bon suivi du progrès industriel.

L'automatisation des systèmes est une chose indispensable dans l'industrie moderne et cela du fait, qu'elle permet de :

- Réduire les frais de main d'œuvre ;
- Eviter les travaux dangereux et pénibles ;
- Assurer une meilleure qualité du produit ;
- Réaliser des opérations impossible a contrôler manuellement ;
- Commander à distance : augmenter les performances du système de production ;
- Améliorer la sécurité de l'installation industrielle et du personnel.

Ces derniers temps, on assiste au phénomène de recours à l'automatisation des processus de la majorité des entreprises et cela après s'être rendu compte que l'automatisation constitue la réponse efficace à la rude compétition industrielle.

L'unité de production de verre plat de **Méditerranéen Float Glass "MFG"** filiale du groupe **CEVITAL** est un exemple d'automatisation des systèmes de production en Algérie. Dans tout le processus de sa fabrication, les différentes étapes de l'élaboration de verre sont assurées par un matériel industriel automatisé ou l'intervention humaine est réduite à la surveillance des différents paramètres des machines qui assurent le bon fonctionnement de la chaîne de production.

Dans notre travail nous nous sommes intéressés à la ligne de production du verre à couche nommé **COATER**. Nous avons étudié le processus du revêtement du verre à base d'automate programmable industriel (A.P.I) siemens.

Ce mémoire est organisé en cinq Chapitres suivis par une conclusion.

Dans le **premier chapitre**, nous présentons le complexe **MFG CEVITAL** d'une manière générale.

Le **deuxième chapitre** est consacré à la présentation de la ligne de production du verre à couche.

Introduction générale

Le troisième chapitre est consacré aux automates programmables. Il introduit l'architecture de ces équipements.

Le quatrième chapitre est consacré au langage de programmation sous TIA PORTAL. Ce chapitre comprend une technique de développement d'un projet sur automate programmable ainsi que le choix d'un automate programmable.

Le cinquième chapitre est dédié à la création d'interface homme machine HMI.

Enfin, ce travail sera clôturé par une **Conclusion générale**.

Chapitre I

I-introduction :

Bien que le verre soit connu depuis plusieurs millénaires, il n'a été utilisé que pour obturer les ouvertures destinées à laisser passer la lumière. On associe alors les verres avec la notion de la transparence (comportement optique). De nos jours, le verre a toute sa place dans la technologie des matériaux. Il est tout simplement incontournable et pas très cher. D'où son large emploi dans tous les domaines.

La fabrication du verre plat a pris alors une grande place dans l'industrie mondiale. Dans notre pays la société **MFG** filière du grand groupe **CEVITAL** est leader dans ce domaine.

Dans ce chapitre nous allons commencer avec la présentation de la société **MFG** (**Méditerranéen Float Glass**) ainsi qu'un bref historique et quelques informations et statistiques concernant la société.

II-Présentation de l'entreprise MFG :

La société **Méditerranéens Float Glass** par abréviation **MFG**, créée en 2007, est le plus grand producteur de verre plat en Afrique avec une capacité de production de 600 tonnes/jour. Installé à l'Arbàa, **MFG** diversifie sa gamme en lançant en 2009 une ligne de production du verre feuilleté d'une capacité de 400 tonnes/jour, une usine de transformation des produits verriers lancée début octobre 2010 et une unité de verre à couche lancée en 2011 avec une capacité de production de 500000 m²/mois [1].

III-Présentation et développement :

Présent sur l'ensemble des marchés du verre à travers une gamme très diversifiée, **Méditerranéen Float Glass** garantit à ses clients la fourniture de produits verriers de qualité. Dans le cadre de son développement, cette entreprise a pour but d'élargir sa gamme de produits afin de répondre aux attentes de ses clients.

Pour ce faire, **MFG** a mis en service, en décembre 2009, une ligne de production de verre feuilleté en format PLF et dont 90% sont destinés au Marché Export. En ce qui concerne le deuxième créneau de développement, **MFG** s'est lancé au début octobre 2010, dans la transformation des produits verriers pour couvrir le marché Algérien notamment en double vitrage isolant destiné à la fenêtre et à la façade des bâtiments en verre. Toujours dans le même créneau des produits semi-industriels, **MFG** a également lancé dès septembre 2011 une ligne de production de verre à couche en contrôle solaire, qui est équipée de la dernière technologie [1].

IV- La vision de MFG :

MFG est le précurseur du développement des produits verriers en Algérie ; le verre étant un produit incontournable et omniprésent au quotidien, il se présente dorénavant comme une solution moderne.

Chapitre I : Présentation de l'entreprise

MFG révolutionne le marché Algérien à travers les innombrables choix d'application qu'elle propose comme solution à ses clients, elle fait donc transiter le domaine du verre d'une utilisation rudimentaire vers les applications les plus avancées.

Sa stratégie se traduit par une dynamique exemplaire et une longueur d'avance. De par son essor dans le domaine verrier, sa position sur le marché ainsi que la place importante qu'elle occupe dans le tissu industriel Algérien, **MFG** a choisi d'incarner sa promesse centrale :

- L'accession à la modernité.
- L'innovation au cœur de sa stratégie de développement.
- Pionnier dans le secteur du verre.

V-Distribution :

La carte ci-dessous représente les réseaux de distribution de **MFG** vers l'étranger (Europe, Afrique) :



Figure I-1 : Les réseaux de distribution de **MFG** vers l'étranger.

Au-delà d'une véritable proximité, le réseau de distribution de **MFG** assure la synergie des équipes pour garantir la qualité des réponses, le suivi des approvisionnements et la régularité des fabrications.

Chapitre I : Présentation de l'entreprise

Située à l'Arbàa- à 30 km d'Alger – MFG dispose d'un complexe industriel verrier qui s'étend sur une superficie de 30 ha.

Le circuit de distribution de MFG Algérie se définit comme suit :

- Vente directe : pour les transformateurs (miroiteries, façadiers, double vitrage et aluminium, entreprise du bâtiment) ;
- Vente indirecte : pour les grossistes qui s'organisent en deux groupes (le 1^{er} groupe s'occupe des régions centre et sud. Quant au 2^{eme} groupe des régions est et ouest) [2].

VI- l'organigramme général de la société MFG [3]:

Pour un meilleur fonctionnement, la société est structurée comme suit :

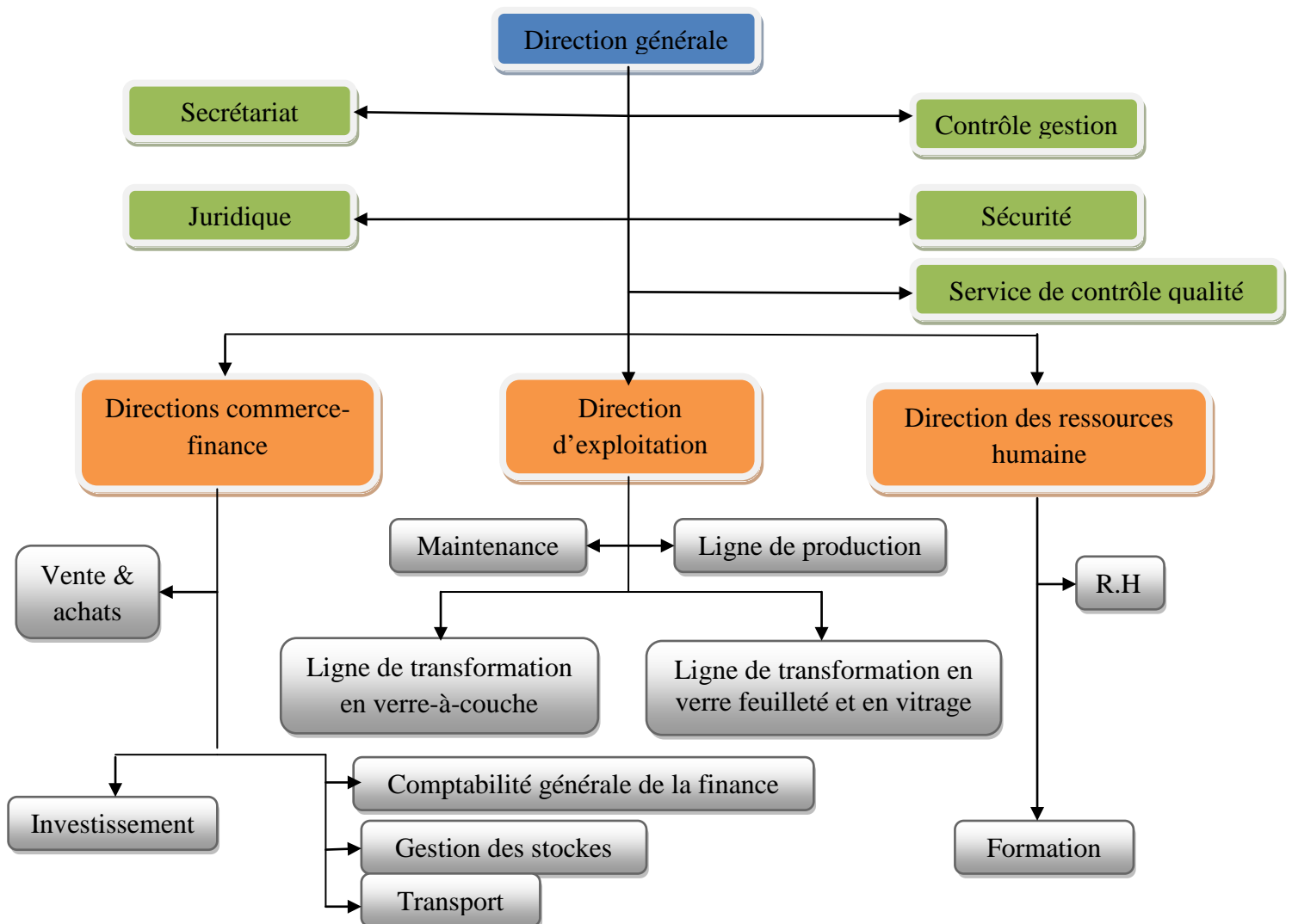


Figure I-2 : Organigramme de l'entreprise MFG.

VII-Gammes et qualité :

MFG dispose d'une large gamme de produits répondant aux besoins de ses clients en termes de qualité, de confort, de sécurité, d'économie d'énergie.

- Verre plat « Clear Float Glass ».
- Verre feuilleté « Medilam ».
- Verre à couches.

Afin de répondre aux attentes de ses clients nationaux et internationaux et s'inscrire dans la satisfaction client, **MFG** a opté pour un système de management **QHSE** (qualité hygiène sécurité environnement) qui est certifiée sous les trois référentiels ;

- ISO 9001 :2008 pour la qualité
- ISO 14001 :2004 pour l'environnement
- OHSAS 18001 :2007 pour la santé et sécurité de ses employés

Le laboratoire de **MFG** est en cours d'accréditation.

Par ailleurs, en vue de pouvoir exporter ses produits en Europe, **MFG** s'est conformée à la réglementation européenne via les directives de la nouvelle approche, ce qui lui a permis d'obtenir le marquage CE [1].

VIII- Définition du verre :

Le verre est un matériau unique. Il apporte la lumière et le confort dans l'habitat. Il s'impose en construction neuve ou en rénovation.

Le verre peut subir des transformations qui lui conféreront des fonctions thermiques, acoustiques, esthétiques ou de sécurité. Chez **MFG**, les compétences se font innovantes en matière de transformation du verre.

IX- Différentes types de verres :

IX-1-Le verre plat :



Figure I-3 : Unité de transport verre plat.

Chapitre I : Présentation de l'entreprise

Le verre plat de **MFG** est fabriqué par le procédé « Float ». Ce dernier permet d'obtenir un verre aux faces parfaitement planes et parallèles.

En fait, le terme « Float » se réfère en même temps à la technologie la plus récente pour produire du verre plat avec un certain niveau de qualité.

Ce procédé consiste à verser le verre en fusion sur une couche de métal liquide, puis à le refroidir lorsque le verre formé est suffisamment stabilisé du point de vue physique et dimensionnel.

MFG est aujourd'hui l'un des acteurs majeurs du marché mondial. Le verre clair **MFG** est marqué CE et conforme aux normes EN 572-9 et EN 410 en vigueur en Europe.

Grâce à la technologie « Float », **MFG** produit du verre plat à destination des secteurs suivants:

- Bâtiment : vitrage extérieur (menuiserie et façade) et intérieur (séparations et mobiliers).
- Automobile ;
- Electroménager [1].

1-1-Performance :

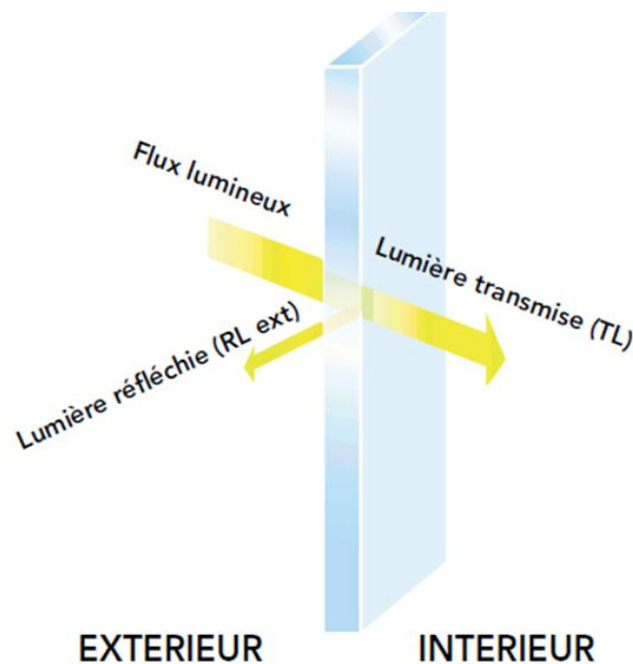


Figure I-4 : Transmission lumineuse du verre plat.

- Transmission lumineuse élevée : bon éclairage naturel des espaces intérieurs.
- Larges possibilités de création architecturale utilisée en simple ou double vitrage.
- Les performances spectro- photométriques des verres **MFG** sont données en simple vitrage, pour toutes les épaisseurs [1].

IX-2-Verre feuilleté :

Chapitre I : Présentation de l'entreprise

Le verre feuilleté Medilam est fabriqué à base de verres clairs **MFG** marqués CE et conformes aux normes EN 572-9 et EN 410 en vigueur en Europe, collés entre eux par un intercalaire PVB (Butyral Poly Vinyle).

Le Medilam, produit fini qui est marqué CE et conforme à la norme EN 12543. Il est Certifié par des laboratoires externes européens de renom, ainsi il subit de surcroît l'ensemble des tests imposés par la dite norme au niveau du laboratoire **MFG**.

Le Medilam résiste à l'impact ; lors d'un choc avec un corps étranger, le verre se fendille, la fracture est localisée au point d'impact sans altérer la visibilité.

L'intercalaire PVB maintient les morceaux de verre en place, ce qui diminue le risque de coupure par les éclats de verre. Il garde par ailleurs l'étanchéité de la paroi. De plus, l'énergie résiduelle du corps est absorbée par cet intercalaire lors du choc ; le vitrage empêche donc le passage du corps si l'impact n'est pas disproportionné [1].

2-1-Performance :



Figure I-5: Application du verre feuilleté dans un building.

Le Medilam vous assure une protection :

- Contre les blessures
- Contre la chute des personnes
- Contre la chute d'objets
- Contre le vandalisme et l'effraction
- Contre les rayons Ultra-violets (UV)

De plus, le film PVB peut constituer un élément décoratif très important, soit en étant lui-même coloré, soit en incorporant divers matériaux à effet décoratif ou à caractère fonctionnel.

Il est également utilisé comme élément acoustique en assemblage double vitrage « asymétrique ».

Dans ce cas, on utilise un PVB ayant subi un traitement spécifique qui, en doublant ses capacités d'amortissement, améliore les performances acoustiques du verre feuilleté [1].

IX-3-Verre a couche :



Figure I-6 : Application du verre a couche.

Les verres à couches sont des produits verriers industriels sur lesquels on pulvérise des oxydes métalliques sous forme de couches minces ($0,01 \mu\text{m}$ à $0,8 \mu\text{m}$).

Cette technique est nommée selon le sigle PVD (Physical Vapor Déposition) ; le dépôt de couche à basse température (après production du verre) produit des couches appelées « Couches tendres».

Les performances thermiques en termes d'émissivité des couches «tendres » sont meilleures que celles des couches « dures » (le dépôt de la couche a lieu « en ligne » à haute température).

A titre d'exemple, l'émissivité des couches dures est de l'ordre de 0.2 tandis que celle des couches tendres peut approcher 0.04. Les verres à couches tendres doivent être utilisés uniquement pour des doubles ou triples vitrages scellés, et la surface revêtue doit être située à l'intérieur de la cavité (face 2 ou 3 pour un double vitrage) [1].

1-Fonctionnement optique du verre a couche :

La couche modifie le comportement optique du verre, dans le domaine visible et dans l'infrarouge. Dans le domaine architectural, il faut tenir compte de la répartition énergétique (ou spectrale) de l'énergie solaire arrivant sur terre.

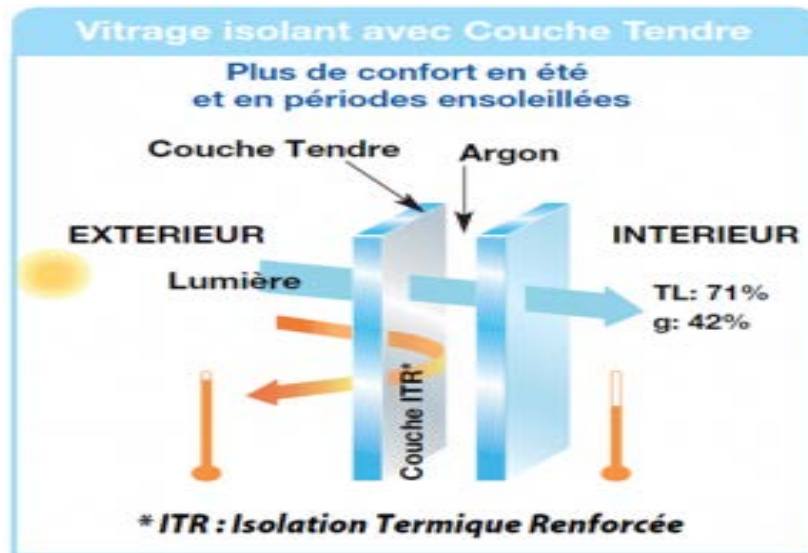


Figure I-7 : Fonctionnement optique du verre à couche.

La puissance du rayonnement solaire sur terre est constituée de 43% de rayonnements infrarouges, de 3% de rayonnements ultraviolets et le reste, 54% étant la lumière visible.

Une application importante est apportée par une modification du comportement vis-à-vis du rayonnement solaire en contrôlant d'une part l'énergie solaire transmise et d'autre part la luminosité, conduisant ainsi à une économie de conditionnement d'air (en été) ou de chauffage (en hiver) [1].

2-performance :

La performance thermique d'un double vitrage incorporant un verre à couches tendres est nettement supérieure à celle d'un double vitrage classique (coefficient U_g pouvant atteindre $1.1\text{W}/(\text{K}\cdot\text{m}^2)$ contre $3\text{W}/(\text{K}\cdot\text{m}^2)$ pour un double vitrage classique).

Les avantages d'une telle isolation thermique sont nombreux ;

1. Diminution sensible des dépenses de chauffage (électricité, gaz, fuel, bois).
2. Amélioration du confort :
 - Quasi-suppression de la zone froide près des parois vitrées ;
 - Utilisation maximale de l'espace ;
 - Réduction des risques de condensation sur le verre intérieur ;
 - Protection de l'environnement par réduction de l'émission de gaz à effet de serre (CO_2), liée à la diminution de la consommation de chauffage.
 - Un haut niveau de transmission lumineuse.
 - Un faible niveau de transmission énergétique (facteur solaire faible) ;
 - Un aspect neutre en réflexion et en transmission [1].

3-La gamme des verres à couches :

- Verres à faible émissivité **Medistar S** et **Medistar+S**.
- Verre réfléchissant **Medireflect**.

IX-3-1- Medistar S (low-e):

3-1-a-Description:

Le Medistar S est un verre à couche à basse émissivité (low-e) de haute performance, destiné à être assemblé en double vitrage. Il est constitué d'un verre clair revêtu d'une fine couche transparente de métaux nobles, déposée par pulvérisation cathodique sous vide.

La couche réfléchit les infrarouges thermiques et limite les déperditions de chaleur par rayonnement [1].

3-1-b- Application :



Figure I-8 : Application du MEDISTAR S.

Le Medistar S offre la plus basse émissivité (low-e) qu'il soit possible de fabriquer industriellement. Monté en double vitrage, il permet d'obtenir la valeur $U_g=1.1 \text{ W/ (m}^2\text{K)}$ dans une composition 6mm/12 argon/6 mm. Il peut être utilisé dans tous les vitrages isolants pour la construction neuve ou rénovation :

- Fenêtre et porte-fenêtre de logement ;
- Véranda et loggia ;
- Fenêtre et façade de bâtiment non résidentiel [1].

3-1-c-Avantage :

- Economie d'énergie
- Diminution des coûts de chauffage grâce à une isolation optimale. Monté en double vitrage équipé d'un intercalaire à rupture thermique, il améliore encore la performance globale de la fenêtre.
- Meilleur confort dans les pièces.
- Répartition uniforme de la chaleur sans zone froide près des fenêtres.
- Réduction des risques de condensation sur le verre intérieur.
- Transmission lumineuse élevée (88%).
- Grande liberté architecturale.
- Couleurs neutres en transmission et en réflexion. Aspect légèrement brillant pour une esthétique renforcée.
- Protection de l'environnement.
- Réduction des émissions de CO2 [1].

3-1-d-Combinaisons :

Medistar S est combinable avec les verres Mediclean et Medireflect.

Medistar S peut être ultérieurement laminé en Verre Feuilleté.

IX-3-2-Medistar+S (low-e):

3-2-a-Description :

Le Medistar+S (low-e) est un verre à couche à faible émissivité de très haute performance, destiné à être assemblé en double vitrage. Il est constitué d'un verre clair revêtu d'une fine couche transparente de métaux nobles, qui réfléchit les infrarouges thermique et limite les déperditions de chaleur par rayonnement.

Le Medistar+S offre la plus basse émissivité qu'il soit possible de fabriquer industriellement. Monté en double vitrage, il permet d'obtenir la valeur $U_g=1.0 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$) dans une composition Contre-plateau float 4mm, intervalle plateau 16mm/Argon 90% [1].

3-2-b-Application :



Figure I-9:Application du MEDISTAR +S.

Il peut être utilisé dans tous les vitrages isolants pour la construction neuve ou en rénovation :

- Fenêtres et portes-fenêtres de logement ;
- Vérandas et loggia ;
- Fenêtres et façades de bâtiments non résidentiels [1].

3-2-c- Avantages :

La performance d'isolation thermique du MEDISTAR – S est supérieure de 10% à celle du MEDISTAR – S qui permet de tripler les performances d'un double vitrage classique.

- Diminution des coûts de chauffage grâce à une isolation optimale ;
- Répartition uniforme de la chaleur sans zone froide près des fenêtres. Réduction des risques de condensation sur le verre intérieur ;
- Transmission lumineuse élevée (71%) ;
- Couleurs neutres en transmission et en réflexion. Aspect légèrement brillant pour une esthétique renforcée ;
- Réduction des émissions de CO2 [1].

IX-3-3-Medireflect (verre réfléchissant) :

3-3-a-description :

Le Medireflect est un verre réfléchissant qui a été soigneusement conçu pour répondre à la double exigence des architectes, le fonctionnel et l'esthétique.

Le revêtement confère une façade comme un « miroir », ce qui lui donne un attrait visuel tout en offrant des avantages fonctionnels comme la réflexion et la réduction de l'éblouissement.

3-3-b-Fonctionnalités :

1. Le Medireflect offre un confort solaire en reflétant une proportion importante du rayonnement solaire, limitant ainsi l'entrée de chaleur à l'intérieur d'un bâtiment.
2. Il offre un confort visuel supérieur en reflétant l'écart du bon quanta de lumière pour limiter l'éblouissement, tout en permettant l'entrée d'une quantité suffisante de lumière naturelle.
3. Il offre une facilité de traitement car il peut être traité comme Un verre float normal.
4. une fois trempé, le medireflect acquière de nouvelles performances et devient un verre autonettoyant, nommé **Mediclean** [1].

3-3-c-Application :



Figure I-10 : Application du MEDIREFLECT.

Le verre réfléchissant **Medireflect** est adapté à la plupart des types de vitrages de façade dans les bâtiments. Il peut être utilisé dans les bureaux, les édifices commerciaux, écoles, bâtiments industriels, immeubles.

Son apparence attrayante rehausse l'intérieur d'un bâtiment. La qualité réfléchissante crée un effet d'observation dans certaines conditions d'éclairage, en transmettant la lumière lors de la vision de dépiçage [1].

X-conclusion :

Nous avons donné une idée globale sur la société **MFG** en passant par sa présentation et son historique. Par la suite, nous avons donné aussi les gammes ainsi que les différents types de verres avec leur description, fonctionnalité, application et leur performance.

Chapitre II

I-Introduction :

La machine étudiée dans notre travail est une **ApollonG3210** automatique, fabriquée par une société allemande **LYBOLD OPTICS**, ce système destiné pour le revêtement du verre, autrement dit l'ajout de films minces sur le verre pour lui apporter de nouvelles caractéristiques et propriétés.

Cette machine occupe une place importante dans la chaîne de production de l'unité.

Notre travail consiste à étudier la machine **Apollon** dans le but de définir les différentes parties fonctionnelles, notamment les parties commandes, opérative.

Dans ce chapitre nous allons présenter et expliquer d'une manière simple les constituants de la machine (capteurs, actionneurs, etc.), et nous ferons par la suite une description du fonctionnement de la machine.

II- Aperçu du système :

II-1- Structure :

Apollon est une machine de pulvérisation dans laquelle les chambres de processus sont alignées à l'horizontale. Cela permet le transport des substrats sans transporteur.

L'Apollon comprend 10 modules au total traversés successivement par les substrats dans une direction lors d'un processus [4].

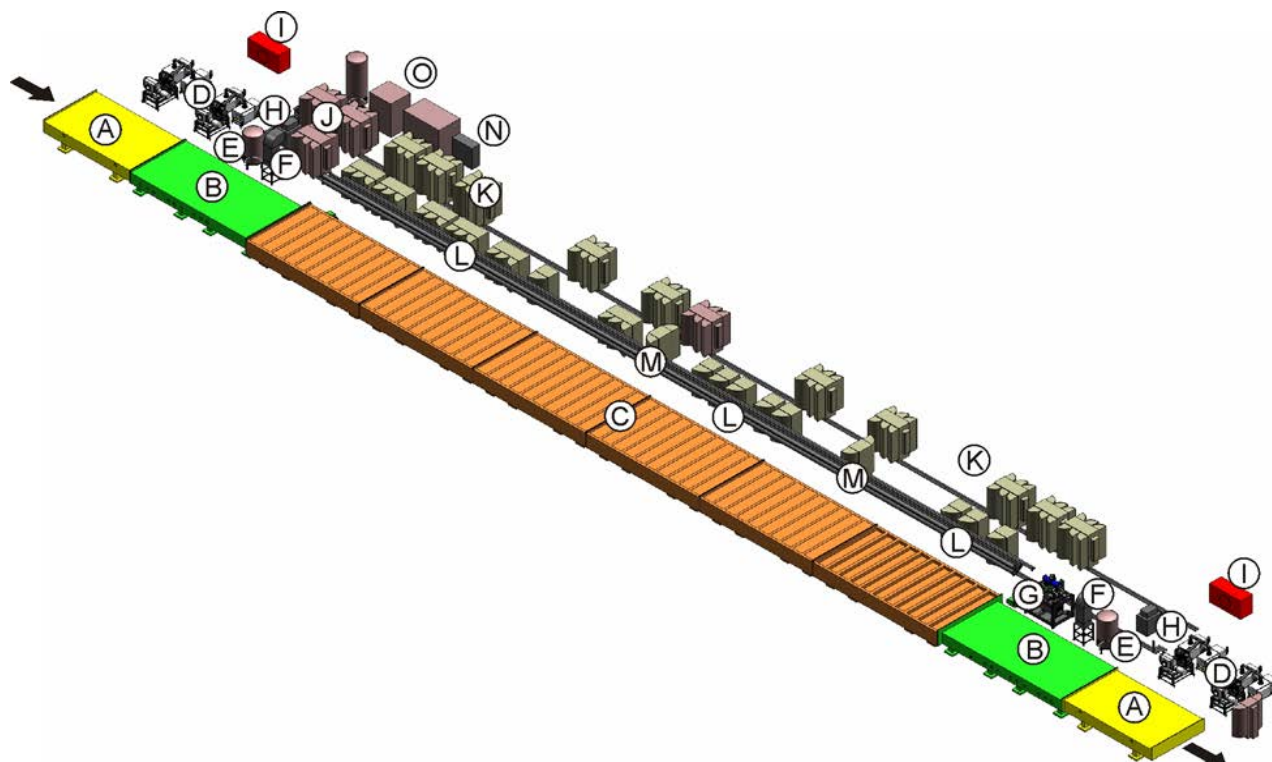


Figure II-1 : Aperçu du système Apollon.

Chapitre II : Présentation du process

A- Modules de chargement L1 et L2.	J- Armoires de commande principales MCC
B -Modules de transfert T1 et T2.	I- Unité de commande de climatisation
C- Modules de processus 1...6.	K- Armoires électriques des modules
E- Réservoir de ventilation 1 et 2.	G- Station de pré vidage pour les chambres de transfert et de pulvérisation
D- Stations de pré vidage pour les chambres de chargements.	H- Stations hydrauliques
F- Filtre à air de ventilation.	L- Alimentations électriques MF magnétron
N- Station de gaz	O- Air comprimé pour la ventilation

III- Concept, fonctions :

III-1 Principes fondamentaux du processus :

1-1 Pulvérisation cathodique :

La pulvérisation cathodique est une technique permettant de créer de fines couches. Le matériau de revêtement est retiré d'une cible par bombardement d'ions. Le matériau retiré est déposé sur un substrat.

a-Plasma :

Un plasma est requis pour conduire le processus de pulvérisation. Un plasma est un gaz ionisé. Il peut être généré en exposant le gaz à une pression réduite dans un champ électrique statique ou dans un champ alternatif de haute fréquence.

b-Ignition du plasma :

Le paragraphe suivant part du principe que l'argon est utilisé comme gaz de travail et est converti en plasma en appliquant un champ électrique statique. Dans ce cas, le pôle négatif de la tension se retrouve sur la cible, la cible étant la cathode. Le pôle positif de la tension est généralement relié à la terre du châssis.

En raison du rayonnement ionisant (rayonnement cosmique ou radioactivité naturelle) présent en permanence, tout gaz présente une petite quantité d'ions. Cela signifie que certains atomes du gaz de travail se transforment en ions argon positifs et en électrons négatifs selon la réaction suivante :



En raison du champ électrique, ces ions argons sont accélérés et migrent vers la cathode. En revanche, les électrons libres migrent vers l'anode. Les particules en migration entrent en collision avec les atomes additionnels et les ionisent avec leur énergie cinétique. Ce processus se répète de nombreuses fois, provoquant ainsi une augmentation exponentielle du nombre d'ions argon et d'électrons. Par conséquent, l'ignition du plasma commence.

c- Pulvérisation :

Après l'ignition du plasma, de nombreux ions argon plasma viennent cogner la cible. En raison de leur large masse, ils présentent une impulsion très élevée.

Cette impulsion transfère les atomes sur la surface de la cible, les éjectant un à un ou par agrégats d'atomes.

Lors de l'impact, la chaleur est générée, ce qui augmente ainsi la température de la cible. Pour cette raison, la cible est refroidie à l'eau.

Les atomes expulsés de la cible se déplacent librement dans la chambre du processus ; certains sont déposés sur le substrat. Cela s'appelle la « pulvérisation ». La zone des substrats à recouvrir peut être limitée avec des réserves.

La **figure II-2** représente un cas type avec le transporteur de substrats en parallèle à la cible

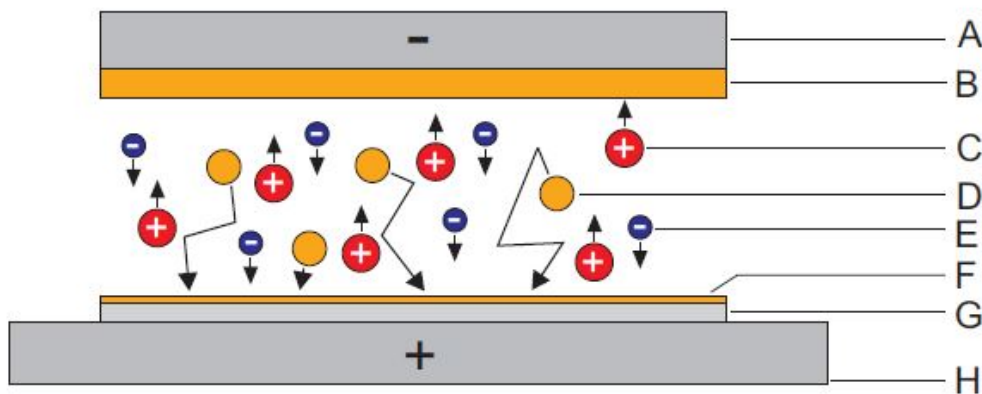


Figure II-2 : Principe de la pulvérisation cathodique.

A- Cathode (pole Moins)	E- Electrons libres
B- Cible	F- Couche déposée
C- Ions	G- Substrats
D- Particule du matériau cible	H- Transporteur de substrats et anode (pole Plus)

La pulvérisation cathodique présente deux grands avantages par rapport à l'application thermique du matériau :

- Le processus de pulvérisation est largement stochastique. Cela signifie que la composition chimique de la couche déposée correspond à la cible, même lors de la pulvérisation d'alliages ou de composés chimiques.
- Avec la pulvérisation, l'énergie des particules est bien plus importante qu'avec l'application thermique. Cela optimise l'adhérence de la couche et forme une structure de couche compacte même lorsque les températures de substrats sont basses.

Les propriétés de la couche, représentées par l'épaisseur de la couche et la répartition de l'épaisseur, dépendent des facteurs suivants :

Chapitre II : Présentation du process

- Puissance de pulvérisation, régulée par l'alimentation en courant de pulvérisation.
- Pression du processus, contrôlée par l'intermédiaire du débit du gaz de processus et l'étranglement de la capacité de pompage.
- Durée du processus.
- Propreté de tous les composants dans la chambre de processus, par ex. substrats, support de substrats, etc.
- Pression du gaz résiduel.
- Température des substrats, Angle entre la cible et la surface du substrat.

1-2 Technologie à magnétron :

Les aimants dans la cathode assistent le processus de décharge des électrons directement devant la cathode. Le champ magnétique oblige les électrons libres à effectuer des mouvements circulaires additionnels de manière à ce qu'ils se déplacent tous dans des chemins hélicoïdaux (comme des vis).

Cela allonge le chemin des électrons. Un niveau plus élevé de dissociation du gaz de processus est généré et l'homogénéité du plasma augmente.

Le champ magnétique accentue la projection des ions. Finalement, un profil d'érosion (creux d'érosion) se forme ce qui augmente ainsi la température sur la cible. Les canaux d'eau de refroidissement en circulation protègent la cathode et son environnement contre toute surchauffe.

Par comparaison aux méthodes de pulvérisation conventionnelles, la technologie à magnétron offre les avantages suivants:

- Il génère un plasma stable et homogène.
- Il utilise la cible à bon escient.
- Il réduit le recouvrement de la cible avec les particules (le recouvrement de la cible peut entraîner des arcs électriques) [4].

III-2 Processus :

Le schéma simplifié ci-dessous décrit un exemple de séquence de processus possible avec Apollon.



Figure II-3 : Schéma d'Apollon (vue de dessus).

Chapitre II : Présentation du process

A- Chambre de chargement L1
B- Soupape à tiroir
C- Chambre de transfert T1
D- Chambre de pulvérisation 1
E- Substrat
F- Chambre de pulvérisation 2

G- Chambre de pulvérisation 3
H- Chambre de pulvérisation 4
I- Chambre de pulvérisation 5
J- Chambre de pulvérisation 6
K- Chambre de transfert T2
L- Chambre de chargement L2

La séquence du processus démarre avec le chargement du substrat dans la chambre de chargement L1 et prend fin avec le déchargement du substrat depuis la chambre de chargement L2 [4].

2-1-Revêtement du substrat :

- Tandis que le substrat est transporté à travers les chambres de pulvérisation, il est recouvert par pulvérisation à magnétron. Selon les matériaux ciblés, à la fin de la zone de processus, le revêtement est constitué d'une pile de couches. Les propriétés du plasma et la vitesse de processus déterminent l'épaisseur de couche [4].

III-3 Modules de processus 1...6 :

3-1 Caractéristiques générales des modules de processus :

Les modules de processus sont utilisés pour recouvrir les substrats par pulvérisation.

Les substrats, qui sont reliés entre eux dans une chaîne, se déplacent à travers les chambres de processus à la vitesse de processus.

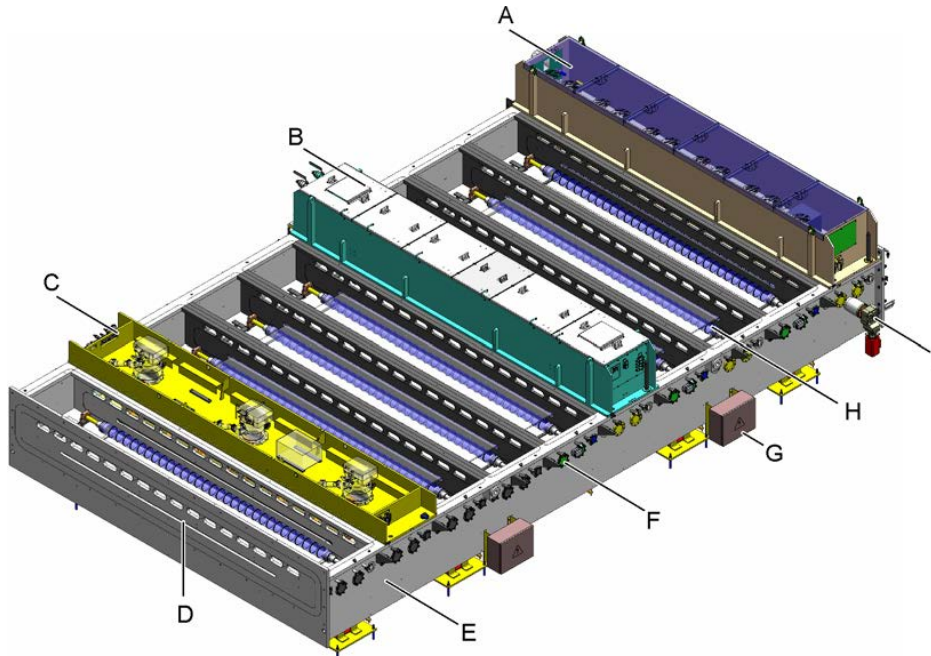


Figure II-4 : Module de processus.

A- Capot de compartiment, vide.

E-Chambre à vide.

Chapitre II : Présentation du process

- B -Capot de compartiment, pour le magnétron Circulaire. F-Hublot.
G-Boîtier.
C- Capot de compartiment, pour les pompes turbo moléculaires. H-Rouleau de transport.
I-Unité d'entraînement pour le système de transport.
D- Fente de transfert.

Chaque module de pulvérisation comprend les éléments suivants :

a-Conception du module :

- Chambre à vide (E) en acier mou (St 37).
- Compartiments équipés de la manière suivante dans la configuration de base :

Type de compartiment	Nombre de modules de pulvérisation dans la configuration de base						
	1	2	3	4	5	6	Total
Compartiments de pulvérisation	3	3	2	5	2	3	18
Compartiments à pompe	6	6	8	5	7	8	40
Compartiments vides	1	1	0	0	1	0	3
Nombre total de compartiments	10	10	10	10	10	11	61

Tab II-1 : Configuration de base des modules de processus.

- Capot sur chaque compartiment. La conception du compartiment dépend du type. Les capots des compartiments peuvent être soulevés à l'aide de grues. Ils peuvent être placés sur le support de cathode pour les opérations de maintenance ou de réparation.
- 1 hublot (F) et volet par compartiment afin de voir le traitement et le transport du verre.
- Un châssis soutenant la chambre à vide.
- Des pompes turbo moléculaires dans les capots des compartiments de pulvérisation et à pompe.
- Des doubles joints dans les capots des compartiments. L'espace entre les joints est pompé par une pompe de pré vide.
- Des jauges à vide montées dans les parois de la chambre.

3-2 Compartiment vide :

Les compartiments vides peuvent être utilisés pour modifier la configuration de l'Apollon et pour la mise à niveau. Les compartiments vides sont préparés pour l'installation d'un équipement de pulvérisation ou de séparation du gaz.

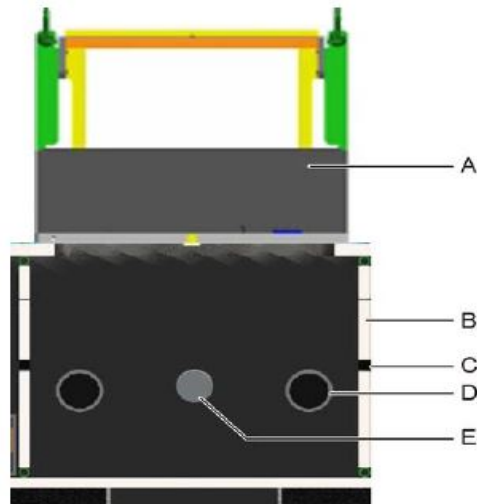


Figure II-5 : Compartiment vide (section transversale dans le sens de transport des substrats).

A- Capot de compartiment (vide).

D-Rouleau à cylindre.

B- Paroi du compartiment.

E- Rouleau à peigne.

C- Fente de transfert des substrats.

Les compartiments vides comprennent les éléments suivants :

a-Conception du compartiment :

- Capot amovible (A).
- Fine fentes de transfert (C) dans les parois du compartiment (B) pour une séparation optimisée du gaz entre les compartiments adjacents.
- Ouvertures dans les parois du compartiment. Les compartiments vides sont évacués via ces ouvertures.

3-3 Compartiment de pulvérisation :

Les compartiments de pulvérisation sont utilisés pour le revêtement des substrats avec le matériau par pulvérisation.

Selon le matériau de revêtement, différentes techniques de pulvérisation sont utilisées. Pour la pulvérisation de matériaux conducteurs, la pulvérisation CC avec des cathodes planaires et des cathodes rotatives, est utilisée. En revanche, les matériaux non conducteurs sont pulvérisés par pulvérisation MF avec des cathodes jumelles rotatives.

La conception des chambres de pulvérisation permet d'utiliser un compartiment de pulvérisation avec des cathodes rotatives dans une configuration de pulvérisation basse ou haute.

- En configuration de pulvérisation basse, les cathodes rotatives sont positionnées au dessus des substrats.

Chapitre II : Présentation du process

- En mode de pulvérisation haute, les butées des cathodes rotatives sont allongées de manière à ce que les cibles soient positionnées sous le niveau de transport des substrats.

L'avant et l'arrière des substrats peuvent ainsi être recouverts.

Les compartiments de pulvérisation à cathodes planaires peuvent uniquement être utilisés en configuration basse.

Chaque compartiment de pulvérisation peut être converti en compartiment vide ou à pompe.

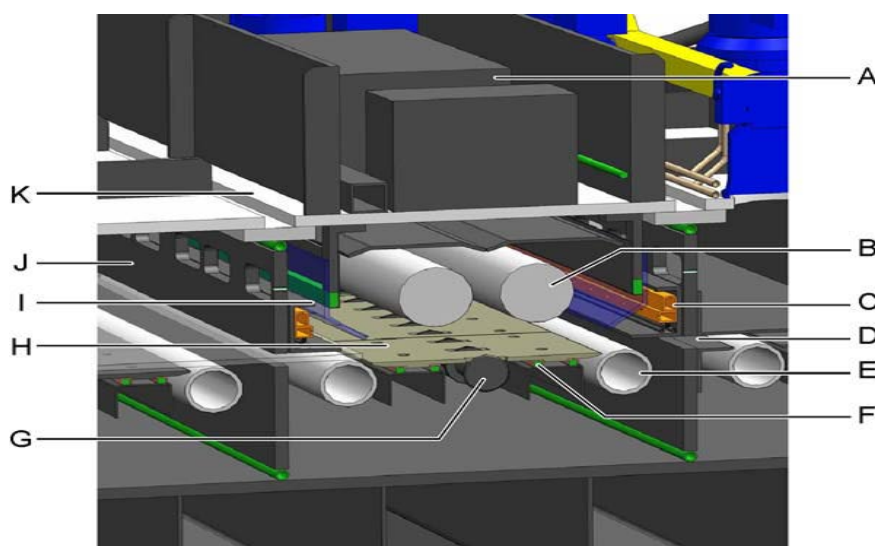


Figure II-6 : Compartiment de pulvérisation avec magnétons rotatifs.

- | | |
|--|------------------------------|
| A- Alimentation des composants des magnétons rotatifs | G- Rouleau à peigne |
| B- Cathodes de pulvérisation | H- Plaque de refroidissement |
| C- Débit de gaz (ouverture) | I- Panneau de pulvérisation |
| D- Fente de transfert | J- Paroi du compartiment |
| E- Rouleau à cylindre | K- Capot du compartiment |
| F- Bobine de refroidissement de l'eau (unité de contre pulvérisation). | |

Outre les composants des compartiments vides, les compartiments de pulvérisation comprennent les éléments suivants :

a-Conception du compartiment :

- Les cathodes de pulvérisation (B) sont installées à l'intérieur du capot du compartiment (K).

Les composants d'alimentation et les pompes turbo moléculaires sont montés à l'extérieur du capot du compartiment.

- Une unité de contre pulvérisation comprenant une bobine de refroidissement de l'eau (F), des plaques de refroidissement (H) et des plaques de recouvrement.
- Fine fentes de transfert (D) dans les parois du compartiment pour le transfert des substrats et une séparation optimisée du gaz entre les compartiments adjacents.
- Des panneaux de pulvérisation (I) plus extensions pour la réduction de l'ouverture du plasma.

b-Unité de contre pulvérisation :

L'unité de contre pulvérisation est montée dans la partie inférieure du compartiment de pulvérisation. Elle comprend :

- Deux supports avec une bobine de refroidissement intégrée.
- Une traversée pour les conduites d'eau de refroidissement dans la partie inférieure du compartiment de pulvérisation.
- Divers panneaux de pulvérisation.

3-4- Compartiment à pompe :

Les compartiments à pompe sont situés entre les compartiments de pulvérisation dans lesquels les matériaux de revêtement sont pulvérisés.

La contamination croisée entre ces compartiments de pulvérisation est évitée en pompant le gaz des compartiments à pompe avec des pompes turbo moléculaires.

Le niveau de séparation du gaz est déterminé par :

- Les sections transversales des ouvertures entre les compartiments à pompe et les compartiments de pulvérisation.
- La vitesse de pompage des pompes turbo moléculaires utilisées.
- Les angles d'ouverture des sas dans la plaque séparatrice.

Chaque compartiment à pompe peut être converti en compartiment vide ou de pulvérisation. La figure suivante illustre section transversale dans le sens de transport des substrats.

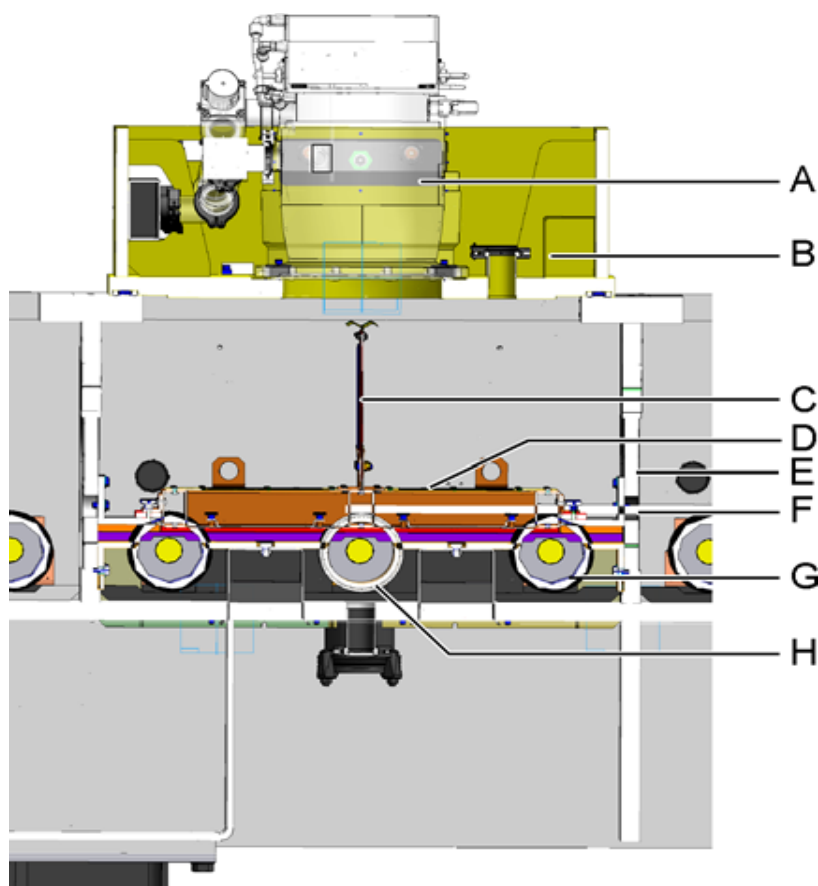


Figure II-7 : Compartiment à pompe (section transversale dans le sens de transport des substrats).

A- Pompe turbo moléculaire.
B- Capot du compartiment.
C- Plaque séparatrice.
D- Sas.

E- Paroi du compartiment.
F- Fente de transfert des substrats.
G- Rouleau à cylindre.
H- Rouleau à peigne.

Outre les composants des compartiments vides, les compartiments à pompe comprennent les éléments suivants :

- Jusqu'à 3 pompes turbo moléculaires (A) montées sur la trappe d'entretien.
- Une plaque séparatrice (C) divisant la partie supérieure du compartiment à pompe en deux cavités. Chaque cavité peut être évacuée par trois pompes turbo moléculaires.

La plaque séparatrice permet d'éviter l'échange de gaz entre les deux cavités. Le flux de gaz à travers la plaque séparatrice peut être ajusté en ouvrant/fermant les sas (D) de la plaque.

a-Alimentation :

- Le raccord côté pompe pour l'alimentation des composants dans le capot du compartiment est doté de connexions rapides pour un démontage et un montage rapides du capot.



Figure II-8 : Raccord sur le compartiment à pompe.

A-Evacuation intermédiaire.

E- Entrée d'eau de refroidissement pour les pompes TM.

B-Bande de mise à la terre.

F- Sortie d'eau de refroidissement pour les pompes TM.

C-Raccord de la conduite de pré vide.

G-Douille de guidage.

D-Raccords électriques et blocage alimentation
Electrique.

3-5- Système de transport des substrats :

Le système de transport des substrats déplace les substrats à travers les chambres du module.

La vitesse de transport peut être ajustée dans le système de commande. Selon la configuration de l'installation et les options, les valeurs types pour la vitesse de transport sont les suivantes :

- 90 m/min pour le transfert des substrats entre les chambres de chargement et les chambres de transfert.
- 0,5...15 m/min pour le transport des substrats dans les chambres de pulvérisation.

En mode entretien, les substrats peuvent également être déplacés en arrière.

Chapitre II : Présentation du process

Des rouleaux pivotants sont montés à l'intérieur de la chambre à vide. Des paliers flottants sont fixés d'un côté des rouleaux. De l'autre côté, ils sont reliés à des disques à courroies dentées entraînés par des moteurs.

Des anneaux de transport sont montés sur chaque rouleau. Les anneaux de transport soutiennent les substrats.

a- Système de transport dans les modules de pulvérisation :

Le système de transport dans un module de pulvérisation comprend une unité d'entraînement avec 30 rouleaux, à savoir trois rouleaux par compartiment.

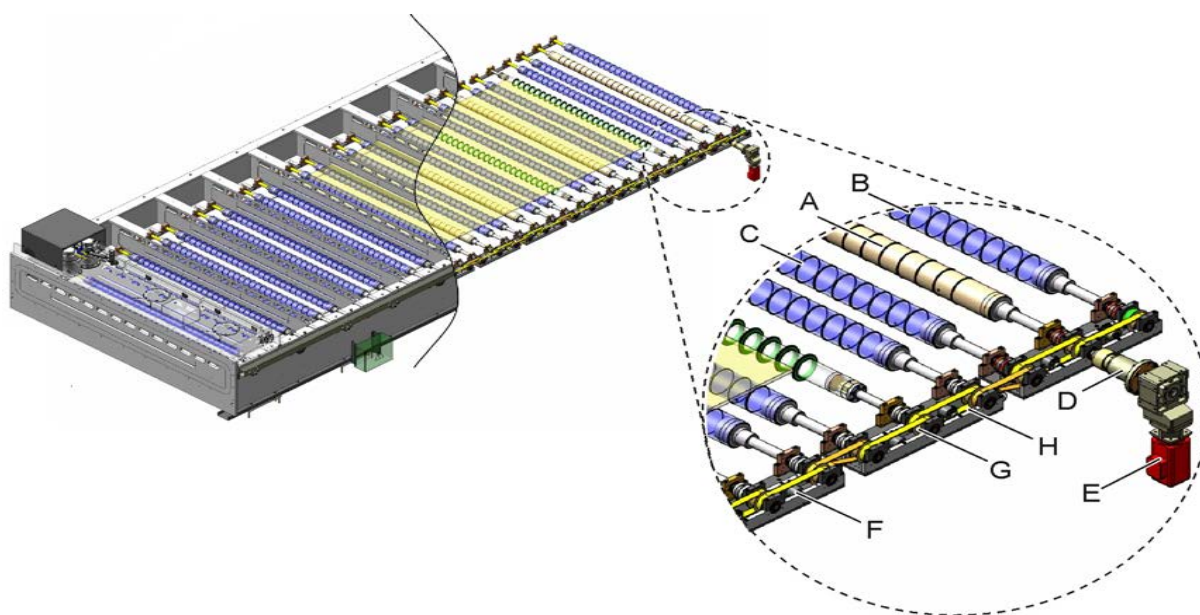


Figure II-9 : Système de transport dans les modules de pulvérisation.

A-Rouleau à peigne	E- Moteur d'entraînement
B-Anneau de transport	F- Rouleau de tension
C- Rouleau à cylindre	G- Disque à courroie dentée
D-Traverse rotative	H- Courroie de transmission

Dans le module de pulvérisation, les pièces mobiles du système de transport, à savoir les disques à courroies dentées (G), les rouleaux de tension (F) et les courroies de transmission (H), sont situées à l'intérieur de la chambre à vide.

Tous les rouleaux du module de pulvérisation sont entraînés par un moteur (E). Ainsi une traverse rotative (D) pour la connexion du moteur est montée dans la paroi de la chambre.

Deux types de rouleaux sont utilisés dans chaque compartiment de pulvérisation. Les deux rouleaux à cylindre (C) sont de conception identique à ceux des modules de chargement et de transfert.

Chapitre II : Présentation du process

Le diamètre des rouleaux à peigne (A) et le diamètre intérieur des anneaux de transport sont plus petits que ceux des rouleaux à cylindre.

Dans cette configuration, les rouleaux dans chaque compartiment de pulvérisation peuvent être recouverts d'un blindage de pulvérisation fendu. Dans la chambre de pulvérisation, le système de transport est recouvert de panneaux de protection afin de le protéger contre tout endommagement mécanique, par exemple : les éclats de verre [4].

III-4 -Equipement de processus :

L'équipement de revêtement est installé dans les capots des compartiments de pulvérisation permettant un accès plus rapide pour les opérations de maintenance.

4-1- Magnétron planaire :

Le magnétron planaire comprend une cathode planaire avec des segments cible semblables à des briques. Le magnétron planaire est intégré au capot du compartiment de pulvérisation.

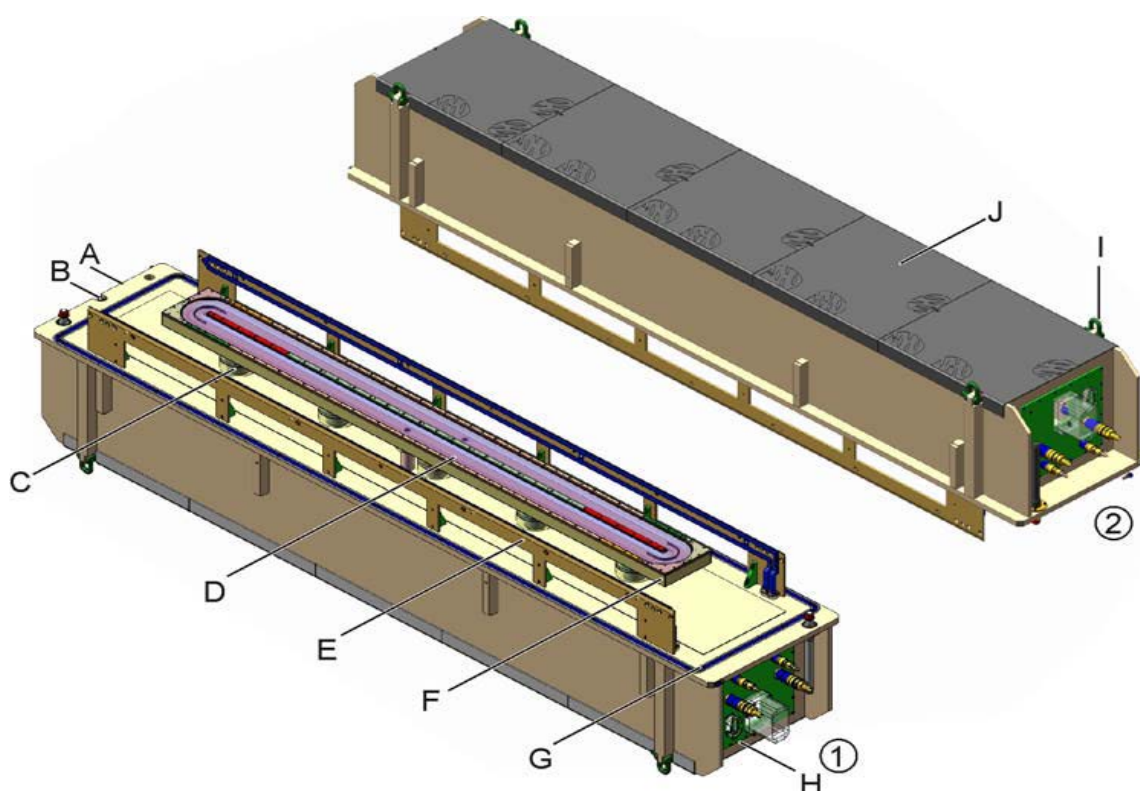


Figure II-10 : Capots des compartiments de pulvérisation avec magnétrons planaires.

1-partie inférieure :

- A- Profibus et connexions ID.
- B- Verrouillage de sécurité.
- C- Traversée pour l'alimentation.
- D- Segments cibles.
- E- Refroidissement de l'eau.

2-partie supérieure :

- F- Plaque d'appui de la cible.
- G- Double joint.
- H- Raccords avec connexions rapides.
- I- Cillet de levage.
- J- Recouvrement de protection.

a-Cathodes :

Les cathodes planaires sont conçues pour la pulvérisation CC. Afin d'homogénéiser le plasma à l'avant de la cathode et d'accroître la densité de puissance, la cathode est dotée d'un ensemble d'aimants permanent, situé à l'arrière des plaques d'appui de la cible (F).

La cible est montée sur la plaque d'appui en cuivre refroidie à l'eau. L'eau de refroidissement élimine la chaleur générée par le processus de pulvérisation sur la cible.

b-Cible :

Selon le matériau, la cible peut être constituée de différents segments cibles (D) formés par pression, trempage et affinage. Les pièces d'appui dans les coins et au centre de la cathode permettent de fixer les segments cibles sur la cathode tout en fournissant le contact électrique et thermique requis.

c-Installation :

La cathode planaire est fixée à l'intérieur du capot du compartiment. Tout accès direct aux conduites d'alimentation dans la partie supérieure du capot du compartiment est évité à l'aide des recouvrements (J). En vue des opérations de maintenance et de réparation, le capot du compartiment peut être soulevé à l'aide de quatre œillets de levage (I). Le verrouillage de sécurité (B) empêche l'activation d'éléments dangereux si le capot est retiré.

d-Connexions du magnétron planaire :

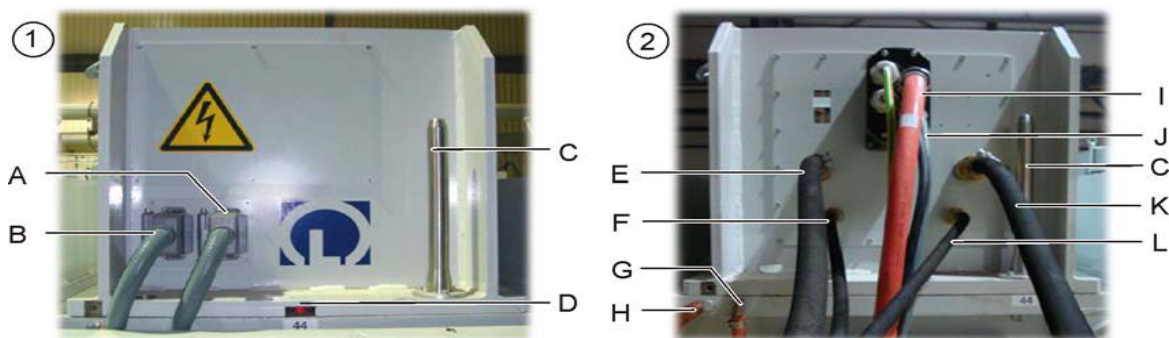


Figure II-11 : Connexions du magnétron planaire.

1- Connexions côté vue :

- A- Connexion ID.
- B- Connexion Profibus.
- C- Douille de guidage.
- D- Détecteur de capot.

2-Connexions côté pompe :

- E -Sortie d'eau de refroidissement pour la cathode.
- F- Sortie d'eau de refroidissement pour les panneaux de pulvérisation.
- G- Bande de mise à la terre.
- H- Evacuation intermédiaire.

- I- Connexion électrique pour la cathode.
- J- Connexion électrique pour l'anode (option).
- K- Entrée d'eau de refroidissement pour la cathode.
- L- Entrée d'eau de refroidissement pour les panneaux de pulvérisation.

4-2 Magnétron rotatif :

Le magnétron rotatif est constitué d'une cathode rotative avec une cible tubulaire. Deux cathodes rotatives sont intégrées à un capot de compartiment de pulvérisation.

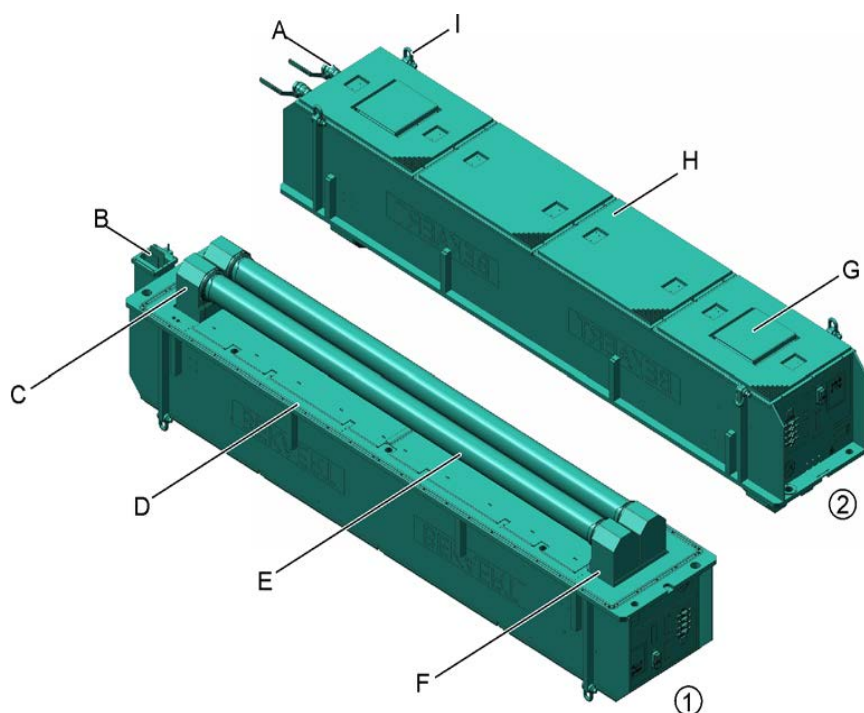


Figure II-12 : Capot de compartiment de pulvérisation avec deux cathodes rotatives.

1-partie inférieure :

- A- Raccords avec connexions rapides.
- B- Raccord haute tension.
- C- Butée avec entraînement motorisé.
- D- Double joint.
- E- Cible tubulaire.

2-partie supérieure :

- F- Butée avec palier flottant.
- G- Ventilateur et filtre.
- H- Recouvrement de protection.
- I- Œillet de levage.

a-Cathodes :

Les cathodes sont conçues pour la pulvérisation CC ou MF. Les butées soutiennent les extrémités de cathode. Au niveau de la butée (F), un palier flottant permet à la cathode de tourner librement sur son axe longitudinal. Au niveau de la butée (C), la cathode est reliée à un entraînement motorisé.

Les deux cathodes sont en contre-rotation lors du processus de revêtement afin d'optimiser l'utilisation de la cible. La vitesse peut être ajustée dans le système de commande.

La configuration de pulvérisation du magnétron rotative peut être sélectionnée selon les longueurs des bases de butée :

Chapitre II : Présentation du process

- Base de butée courte : pulvérisation basse, la cathode se trouve au-dessus du niveau de transport des substrats.
- Base de butée longue : pulvérisation haute, la cathode se trouve au-dessous du niveau de transport des substrats.

Afin d'homogénéiser le plasma entre les cathodes et les substrats et d'accroître la densité de puissance, la cathode est dotée d'une barre magnétique interne.

L'eau de refroidissement circule à l'intérieur de la cathode éliminant ainsi la chaleur générée par le processus de pulvérisation sur la cible.

b-Cible :

La cible tubulaire (E) est constituée de segments cylindriques creux formés par pression, trempage et affinage.

c-Installation :

Deux cathodes rotatives sont installées à l'intérieur du capot du compartiment. Tout accès direct aux conduites d'alimentation dans la partie supérieure du capot du compartiment est évité à l'aide des recouvrements (H). En vue des opérations de maintenance et de réparation, le capot du compartiment peut être soulevé à l'aide de quatre œillets de levage (I).

d-Connexions du magnétron rotatif :

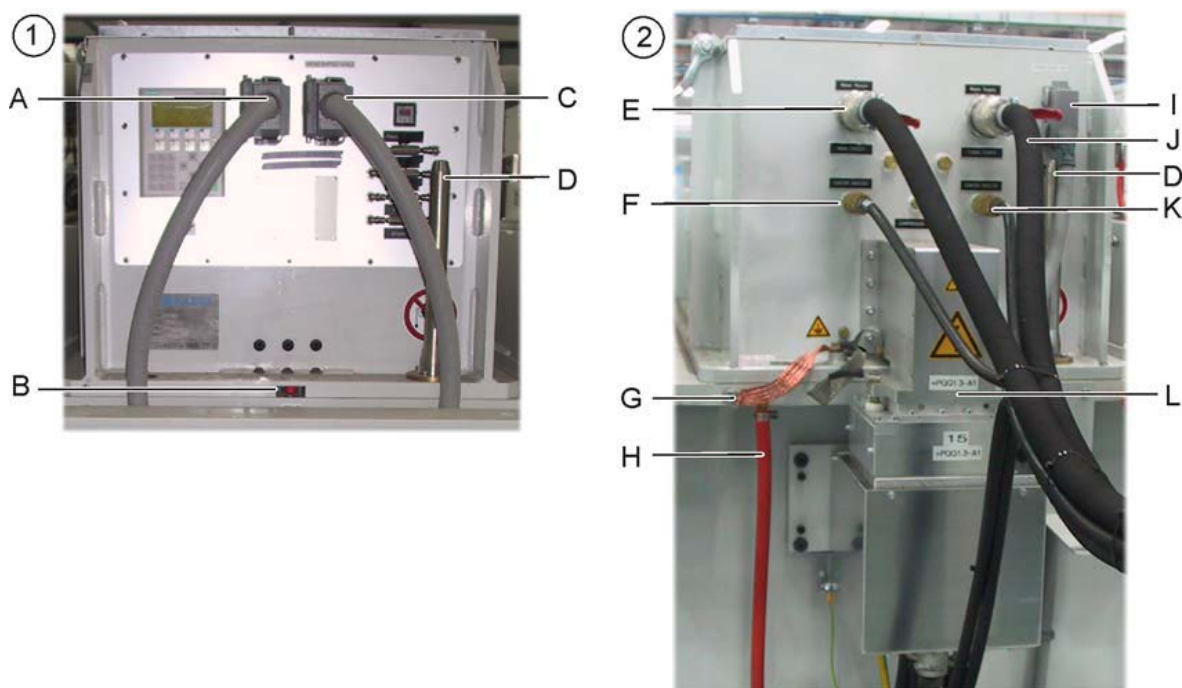


Figure II-13 : Connexions du magnétron rotatif.

Chapitre II : Présentation du process

1-Connexions côté vue : **2 -Connexions côté pompe :**

- | | |
|---|---|
| <p>A-Connexion ID.
 B-Détecteur de capot.
 C-(Option).
 D-Douille de guidage.</p> | <p>E-Sortie d'eau de refroidissement pour la(les) cathode(s).
 F-Sortie d'eau de refroidissement pour l'ouverture de la cathode et le capot.
 G-Bande de mise à la terre.
 H-Evacuation intermédiaire.
 I-Alimentation électrique pour les pompes turbo moléculaires.
 J-Entrée d'eau de refroidissement pour la(les) cathode(s).
 K-Entrée d'eau de refroidissement pour l'ouverture de la cathode et le capot.
 L-Connexion électrique pour la(les) cathode(s).</p> |
|---|---|

4-3 Pompes turbo moléculaires :

Les pompes turbo moléculaires sont utilisées pour évacuer les chambres de transfert et de pulvérisation du niveau de pré vide au niveau de vide poussé requis pour le processus de revêtement. Le nombre et les positions de montage des pompes turbo moléculaires dépendent de la configuration du système.

Au total 138 brides de montage pour les pompes turbo moléculaires se trouvent aux positions suivantes :

Nombre	Position	Nombre total
9	Paroi de la chambre de chaque module de transfert T1 et T2	18
3	Capot de chaque compartiment de pompe	120

Tab II-2 : Le nombre de brides.

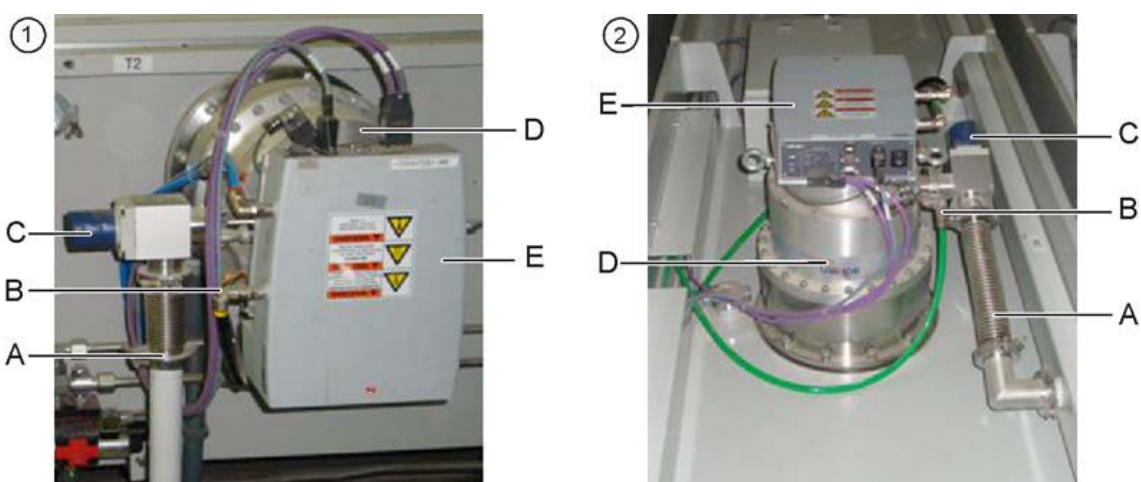


Figure II-14 : Pompes turbo moléculaires sur la paroi de la chambre de transfert (1) et le capot du compartiment à pompe (2).

- | | |
|--|--|
| <p>A- Raccord pour le prévide.
 B- Soupape angulaire à actionnement manuel.
 C- Raccord pour l'eau de refroidissement.</p> | <p>D- Pompe turbo moléculaire.
 E- Contrôleur pour la pompe turbo moléculaire.</p> |
|--|--|

4-4 Alimentation en gaz de processus :

Les gaz de processus sont alimentés par les raccordements domestiques ou par des bouteilles de gaz sous pression installées sur la station de gaz d'Apollon.

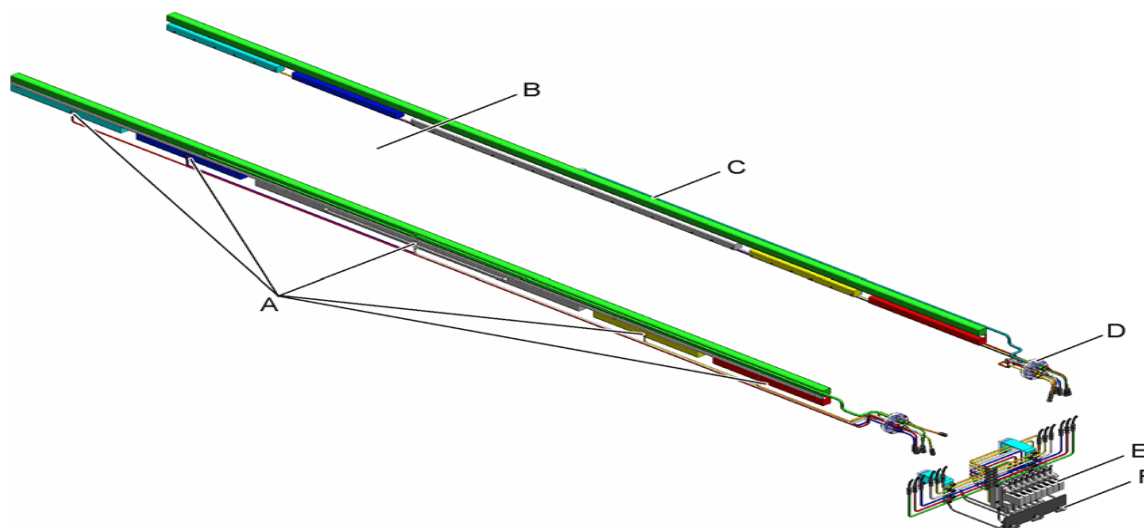


Figure II-15 : Collecteur de gaz de processus dans un compartiment de pulvérisation.

- | | |
|--|---|
| A- Collecteur de gaz cinq voies. | D-Traversée dans la paroi de la chambre de pulvérisation. |
| B- Position des cathodes de pulvérisation. | E-Contrôleurs de débit massique. |
| C- Conduite d gaz principale. | F-Vannes trois voies. |

a-Mélange de gaz :

Les gaz de processus circulent à travers des conduites d'alimentation séparées vers les vannes trois voies (F). Ces dernières permettent d'ajuster les mélanges de gaz Ar/X, O₂/X, N₂/X (X : types de gaz devant être spécifiés par le client).

b-Distribution du gaz dans le compartiment de pulvérisation :

Sur la paroi de chaque compartiment de pulvérisation se trouvent huit contrôleurs thermiques de débit massique (E) :

- trois contrôleurs pour les gaz de processus Ar, O₂ et N₂ ou pour les mélanges correspondants Ar/X, O₂/X, N₂/X.
- cinq contrôleurs pour les collecteurs de gaz à cinq voies (A).

Dans les compartiments de pulvérisation, le gaz de processus est réparti de manière homogène par des conduites de gaz perforées (douches de gaz) installées symétriquement sur les parois du compartiment.

Pour les processus réactifs, un mélange de ces trois gaz de processus peut être alimenté à travers les conduites de gaz principales (C) vers le compartiment de pulvérisation.

Chapitre II : Présentation du process

Par ailleurs, un type de gaz peut être alimenté à travers les conduites de gaz du collecteur (A) de chaque côté du compartiment de pulvérisation. Le débit de gaz de chaque paire de segments de conduite opposé peut être réglé individuellement.

De cette manière, un gradient de distribution du gaz peut être ajusté le long des cathodes de pulvérisation [4].

III-5 Système de commande :

L'Apollon est commandé et contrôlé via un réseau serveur-client OPC.

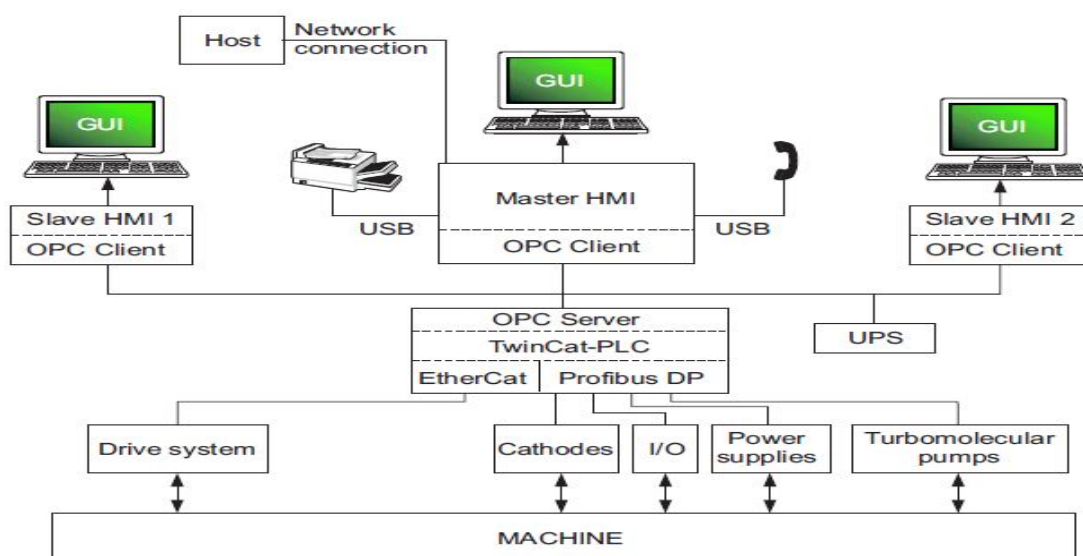


Figure II-16 : Commande du système d'Apollon.

Le système de commande est constitué de couches multiples :

5-1-Interface utilisateur graphique :

L'utilisateur fait fonctionner le système via les interfaces utilisateur graphiques basées sur le PC. L'Apollon est équipé de trois interfaces, situées dans la salle de commande.

Le logiciel prend en charge les fonctions suivantes :

- Visualisation des éléments et processus du système sur les écrans du PC
- Programmation des processus en fonction des recettes et de la gestion des recettes
- Echange de données via le réseau
- Visualisation et messages d'erreur
- Commande manuelle des éléments du système
- Statistique d'alarme et assistance à la maintenance
- Contrôle des autorisations d'accès
- Outils de configuration pour un agencement flexible des compartiments
- Enregistrement des données
- Accès à la base de données via SQL (option)

5-2-Clients OPC et serveur OPC :

Les interfaces utilisateur graphiques sont reliées aux clients OPC communiquant via Ethernet avec le serveur OPC. Le serveur OPC échange les données de processus avec le PLC de telle manière à contrôler et commander tous les processus du système.

5-3-Programmable logic control (PLC) (API, Automate Programmable Industriel) :

Le PLC est relié aux composants du système par un bus de champ (Profibus DP, EtherCat).

Il reçoit et traite les entrées des capteurs, et il envoie des signaux aux activateurs et communique avec les appareils, tels que :

- La commande du vide, par ex. séquences basses des pompes, processus de ventilation, contrôle de la pression.
- La commande du transport des substrats.
- La commande des composants du processus, par exemple. gaz (débit), alimentations électriques des magnétons.

Par ailleurs, un échange de signaux avec les systèmes de flux en amont et en aval est possible.

Un accès à distance est possible via le réseau TCP/IP [4].

IV-Conclusion :

Nous avons donné une idée globale du processus en passant par sa structure globale ainsi que son principe de fonctionnement.

Nous avons aussi défini les caractéristiques générales des modules de processus, en se focalisant beaucoup sur la cathode rotative.

Nous allons nous intéresser dans le chapitre suivant à l'automate programmable industriel.

Chapitre III

I-Introduction :

Un automate programmable industriel (API) est un dispositif électronique possédant l'architecture d'un calculateur (très proche de l'ordinateur), programmable par un personnel non informaticien et destiné à piloter en ambiance industrielle et en temps réel des procédés industriels.

Il est en général manipulé par un personnel électromécanicien.

Les automates programmables industriels sont apparus à la fin des années soixante (vers 1969), à la demande de l'industrie automobile américaine (GM), qui réclamait plus d'adaptabilité de leurs systèmes de commande.

L'API s'est substitué aux armoires à relais en raison de sa souplesse dans la mise en œuvre, mais aussi parce que dans les coûts de câblage et de maintenance devenaient trop élevés.

Les coûts de l'électronique permettant alors de remplacer avantageusement les technologies actuelles.

II-Architecture des automates programmables industriels :

II-1- Aspect externe :

Les automates peuvent être de type **compact** ou **modulaire**.

➤ De type compact

On distinguera les modules de programmation (LOGO de Siemens, ZELIO de Schneider, MILLENIUM de Crouzet ...) des micros automates.

Il intègre le processeur, l'alimentation, les entrées et les sorties. Selon les modèles et les fabricants, il pourra réaliser certaines fonctions supplémentaires (comptage rapide, E/S analogiques ...) et recevoir des extensions en nombre limité.

Ces automates, de fonctionnement simple, sont généralement destinés à la commande de petits automatismes.

➤ De type modulaire

Le processeur, l'alimentation et les interfaces d'entrées / sorties résident dans des unités séparées (**modules**) et sont fixées sur un ou plusieurs **racks** contenant le "fond de panier" (bus plus connecteurs).

Ces automates sont intégrés dans **les automatismes complexes** où puissance, capacité de traitement et flexibilité sont nécessaires.

II-2-Structure interne :

Quel que soit leur aspect externe, les automates sont organisés suivant l'architecture suivante:

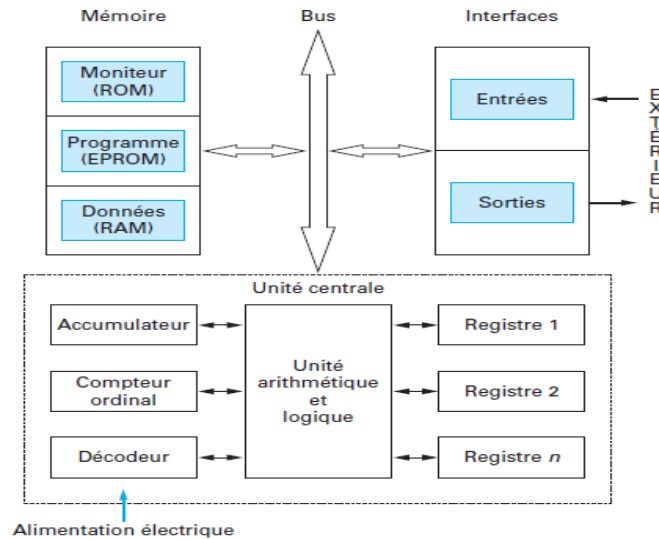


Figure III-1 : Structure interne de l'API.

➤ Module d'alimentation

Il assure la distribution d'énergie aux différents modules. A partir d'une tension 220V/50Hz ou dans certains cas de 24V fournit les tensions continues $\pm 5V$, $\pm 12V$ ou $\pm 15V$.

➤ Unité centrale

À base de microprocesseur, elle réalise toutes les fonctions logiques, arithmétiques et de traitement numérique (transfert, comptage, temporisation ...).

➤ Le bus interne

Il permet la communication de l'ensemble des blocs de l'automate et des éventuelles extensions.

➤ Mémoires

Elles permettent de stocker le système d'exploitation (ROM ou PROM), le programme (EEPROM) et les données système lors du fonctionnement (RAM). Cette dernière est généralement secourue par pile ou batterie. On peut, en règle générale, augmenter la capacité mémoire par adjonction de barrettes mémoires type PCMCIA.

➤ Interfaces d'entrées / sorties

– Interface d'entrée

Elle permet de recevoir les informations du Système automatisé de production ou du pupitre et de mettre en forme ce signal tout en l'isolant électriquement.

– Interface de sortie

Elle permet de commander les divers pré-actionneurs et éléments de signalisation tout en assurant l'isolement électrique.

II-3- Fonctions réalisées :

Les automates compacts permettent de commander des sorties en T.O.R et gèrent parfois des fonctions de comptage et de traitement analogique.

Les automates modulaires permettent de réaliser de nombreuses autres fonctions grâce à des modules intelligents que l'on dispose sur un ou plusieurs racks. Ces modules ont l'avantage de ne pas surcharger le travail de la CPU car ils disposent bien souvent de leur propre processeur.

On cite les Principales fonctions :

- Cartes de comptage rapide
- Cartes de commande d'axe
- Cartes d'entrées / sorties analogiques :
- Cartes de régulation PID
- Cartes de pesage
- Cartes de communication (RS485, Ethernet ...)
- Cartes d'entrées / sorties déportées. [6]

III -Description générale de l'automate SIMATIC S7 300 :

SIMATIC S7 est une désignation de produit de l'entreprise SIEMENS et s'applique pour la série actuelle des automates à mémoire programmable.

Cette famille de systèmes SIMATIC S7 est un module de la solution complète d'automatisation pour les techniques de production et de processus : **Totally Integrated Automation(TIA)**.

III-1-Présentation de la gamme SIMATIC S7-300 :

Siemens reste le seul à proposer une gamme complète de produits pour l'automatisation industrielle, par le biais de sa gamme **SIMATIC**.

L'intégration globale de tout l'environnement d'automatisation est réalisée grâce à :

- Une configuration et une programmation homogène des différentes unités du système.
- Une gestion cohérente des données.
- Une communication globale mise en œuvre entre tous les équipements d'automatisme.

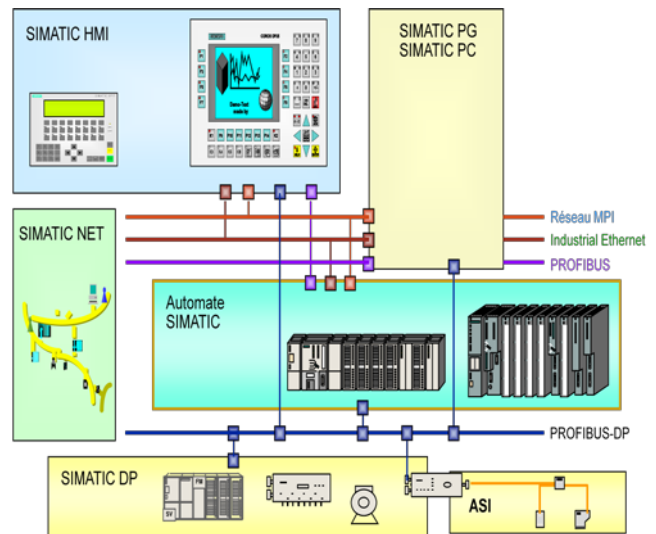
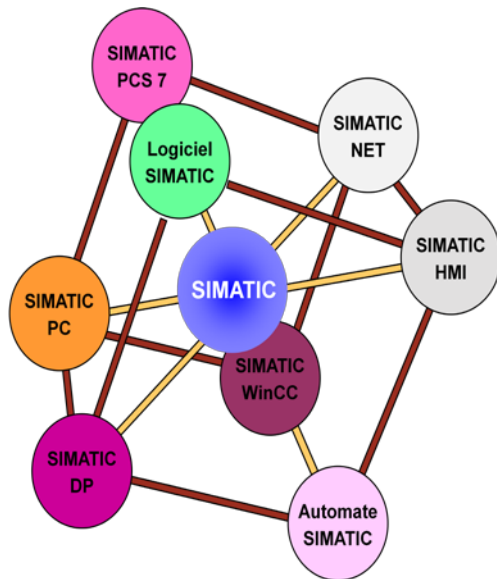


Figure III-2: Gamme SIMATIC S7. **Figure III-3 :** Raccordement de la gamme S7-300.

- SIMATIC HMI : technologie d'interface homme machine.
- SIMATIC PC : PC industriel
- SIMATIC PCS 7 : système de contrôle des procédés
- SIMATIC WinCC: système de supervision pour la surveillance de processus automatisés
- SIMATIC DP : réseau Profibus
- Logiciel SIMATIC : logiciel d'automatisation
- Automate SIMATIC : automate
- SIMATIC NET : communication industrielle

III-2- Automate SIMATIC S7 - 300 :

III-2-1-Spectre modulaire :

Les automates SIMATIC S7-300 sont modulaires et destinés à des applications d'entrée et de milieu de gamme. Ils disposent de nombreuses possibilités (alimentations, CPU, coupleurs de réseaux, cartes d'entrées et sorties, etc.) adaptées aux différentes tâches d'automatisation.

Le S7 300 dispose d'une vaste gamme de modules qui peuvent être combinés à volonté pour constituer un automate particulier adapté à une application donnée.

Les différentes catégories de modules suivantes forment, associées à une CPU, la structure de l'automate SIMATIC S7-300.

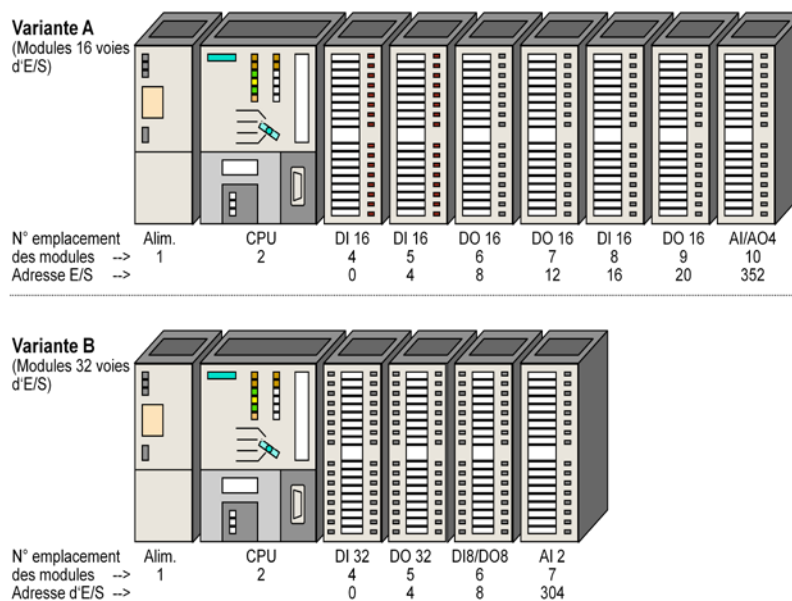


Figure III-4: la structure de l'automate SIMATIC S7-300.

III-2-2- Composants du S7-300:

L'automate SIMATIC S7-300 comprend les composants suivants :

- Rail profilé.
- Alimentation (PS).
- Unité centrale (CPU).
- Cartes de couplage(IM).
- Modules de signaux (SM) (TOR/analogiques).
- Modules de fonction(FM).
- Processeurs de communication (CP)

a-Rail profilé:

L'alimentation électrique, la CPU, la carte de couplage IM et 8 modules de signaux maximum sont montés sur le rail profilé (profilé support) qui constitue le châssis (ou Rack).

Le châssis permet donc d'assurer :

- L'assemblage mécanique des modules.
- La distribution de la tension d'alimentation aux différents modules.
- L'acheminement des bus (Donnée, adresse commande) vers les modules.

Tout châssis se compose d'éléments suivants :

- Profilé support.
- Bus de fond de panier (pour la communication de la CPU avec les modules).
- Connexion pour le conducteur de protection (prise de terre).

Chaque position est localisée par une adresse qui permet au processeur de solliciter l'interface souhaitée.

b-Module d'alimentation :

Le module d'alimentation assure la conversion de tension du secteur (ou du réseau) en tension de (24V, 48V, 120V ou 230V) pour l'alimentation de l'automate et des capteurs et actionneurs en (24V, 48V, 120V ou 230V).

Il remplit aussi des fonctions de surveillance et signalisation à l'aide des LEDS et permet de sauvegarder le contenu des mémoires RAM au moyen d'une pile de sauvegarde en lithium ou d'une alimentation externe.

Divers modules d'alimentation sont mis à disposition pour l'alimentation du S7-300 et des capteurs/actionneurs en 24 V cc.

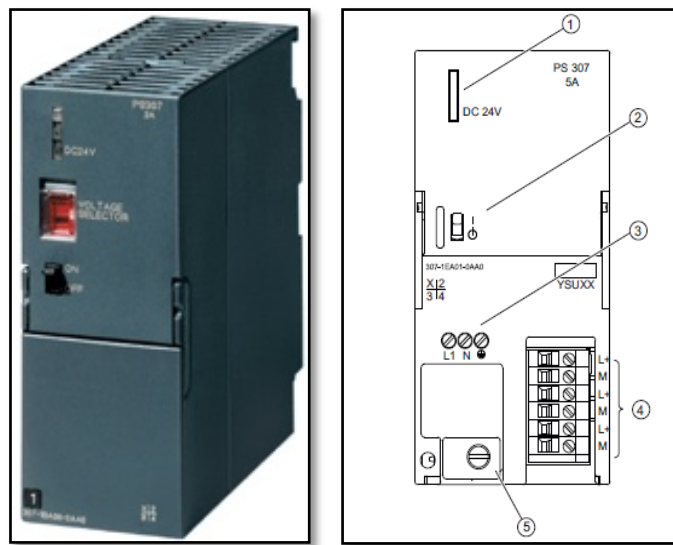


Figure III-5 : Schéma de raccordement PS 307-5A.

	monoculture
1	Signalisation de la présence d'une tension de sortie DC 24 V
2	Commutateur EN/HORS du 24 V cc
3	Bornes pour la tension secteur et le conducteur de protection
4	Bornes pour la tension de sortie 24 V cc
5	Arrêt de traction

Tab III-1 : monoculture.

c-Présentation de la CPU de l'automate SIMATIC S7-300 :

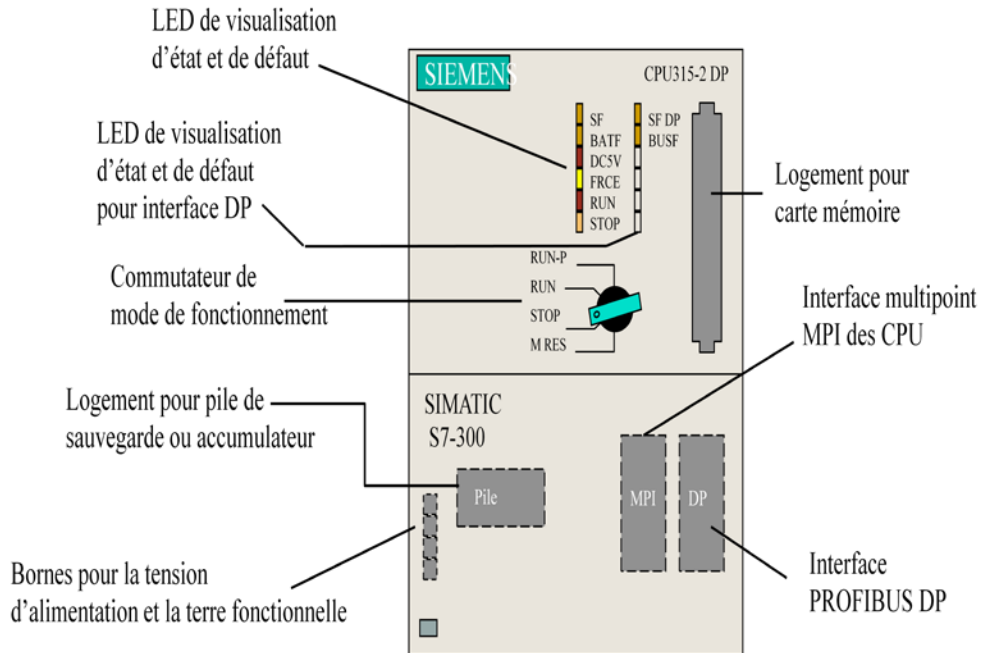


Figure III-6 : Organes de commande et de visualisation des CPU.

– LED de visualisation d'état et de défaut

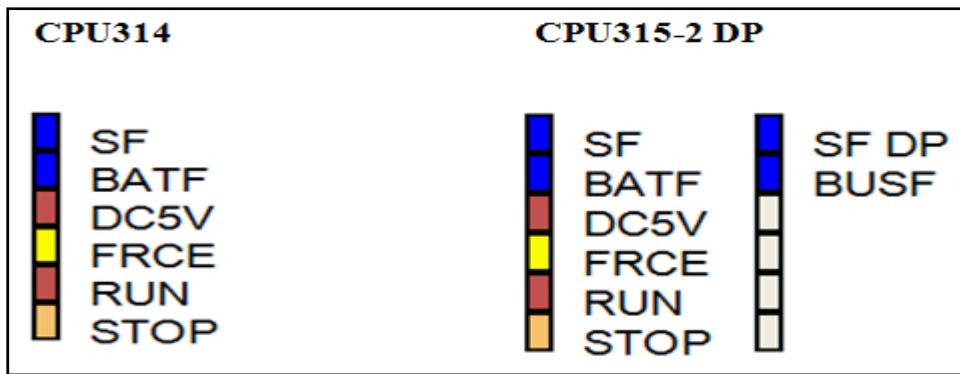


Figure III-7 : LED de visualisation d'état et de défaut des CPU et PROFIBUS.

- **SF** = Signalisation groupée de défauts, erreur dans le programme ou défaut sur un module diagnostiquant
- **BATF** = Défaillance de la pile ; pile déchargée ou absente
- **DC 5V** = Témoin de présence de la tension d'alimentation interne 5V
- **FRCE** = Allumage en cas de commande de forçage permanent active
- **RUN** = Clignotement à la mise en route de la CPU et allumage continu en mode RUN
- **STOP** = Allumage continu en mode STOP, clignotement lent lorsqu'un effacement général est requis et clignotement rapide lorsqu'un effacement général est en cours.

– Commutateur de mode de fonctionnement

Le commutateur de mode de fonctionnement est identique sur toutes les CPU.

Celui-ci est principalement un commutateur à clé amovible qui permet de basculer dans les modes de fonctionnement MARCHÉ (RUN) et ARRÊT (STOP).

Les positions du commutateur de mode de fonctionnement sont présentées dans l'ordre dans lequel elles se trouvent sur la CPU comme montré sur la figure ci-dessous:

Réglage manuel du mode de fonctionnement de la CPU :

- **RUN-P** = MARCHÉ : la CPU traite le programme.
- **RUN** = Le programme est traité, mais il n'est accessible qu'en lecture seule (corrections impossibles).
- **STOP** = ARRÊT : le programme n'est pas exécuté.
- **M RES** = Effacement général (Module Reset)

– Pile de sauvegarde/accumulateur

Certaines mémoires informatiques ont besoin d'être constamment alimentées pour que leur contenu ne disparaisse pas.

S'il y a coupure de l'alimentation on ne retrouve plus ses données. C'est gênant lorsqu'on a paramétré l'automate et sauvegardé (mise en mémoire) les données.

Donc pour cela une batterie de sauvegarde/accumulateur alimente en permanence la mémoire en question même si l'appareil est éteint.

– Carte mémoire

Le rôle de la carte mémoire est d'étendre la mémoire de chargement de la CPU.

La carte mémoire permet de sauvegarder le programme utilisateur et les paramètres qui déterminent le comportement de la CPU et des modules.

Nous pouvons également sauvegarder le système d'exploitation de notre CPU sur une carte mémoire, à l'exception de la CPU 318-2.

Si le programme utilisateur a été sauvegardé sur la carte mémoire, il est conservé après une mise hors tension de la CPU même si celle-ci ne contient pas de pile de sauvegarde.

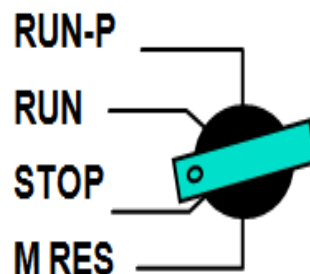
Plusieurs types de cartes mémoire sont disponibles.

– Interface MPI et PROFIBUS DP

👉 Interface MPI

L'interface MPI est l'interface de la CPU utilisée pour votre PG/OP ou pour la communication au sein d'un sous-réseau MPI.

👉 Interface PROFIBUS DP



Les CPU possédant deux interfaces disposent de l'interface PROFIBUS DP pour la connexion au réseau PROFIBUS DP.

– Possibilités de communication de la CPU

Les CPU mettent les possibilités de communication suivantes à disposition :

- PG/OP
- De base S7
- Routage de fonctions PG
- Communication S7
- Communication par données globales.

d-Cartes de couplage (IM) :

Les cartes de couplage sont des cartes électroniques qui assurent la communication entre les E/S (périphéries ou autre) et l'unité centrale. L'échange de l'information entre la CPU et les module d'E/S s'effectue par l'intermédiaire d'un bus interne (liaison parallèle codée).

Les cartes de couplage ont pour rôle le raccordement d'un ou plusieurs châssis au châssis de base.

Pour l'API S7 – 300, les cartes de couplage disponibles sont :

- IM 365 : Pour les couplages entre les châssis d'un mètre de distance au max.
- IM 360 et IM 361 : pour les couplages allant jusqu'à 10 mètres de distances.

L'image montre la structure maximale d'une SIMATIC S7-300/CPU314. La conception permet la mise en place jusqu'à 32 modules (CPU 312IFM, CPU 312C et CPU 313 seulement 8 modules), pour chaque rack (Ligne) jusqu'à 8 modules.

Aucune règle d'emplacement ne s'applique pour les modules de signaux, les modules de fonction et les processeurs de communication. Ils peuvent donc être montés à un emplacement quelconque (Sauf sur châssis d'extension avec coupleur IM365).

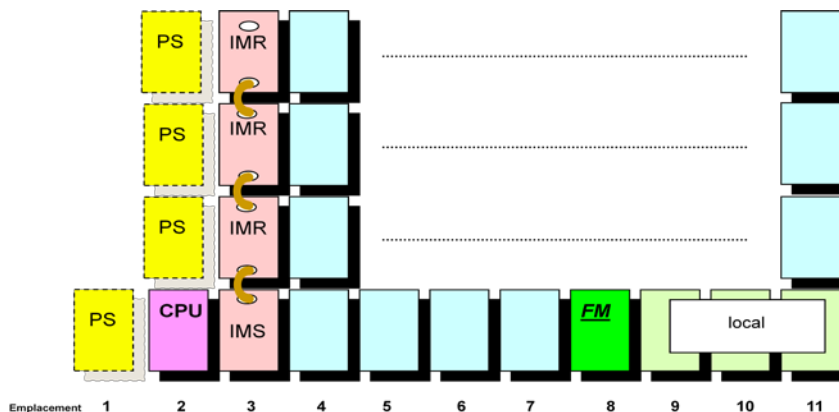


Figure III-8: Possibilité de conception d'un SIMATIC S7 – 300.

Emplacements 1 à 3 (affectation fixe) :

Emplacement 1 : PS (alimentation), si disponible.

Emplacement 2 : CPU (unité centrale), si disponible.

Emplacement 3 : IM (coupleur), si disponible.

Emplacements 4 à 11 (affectation libre) :

SM, FM, CP enfichables à un emplacement quelconque.

Modules de fonction FM et processeurs de communication.

CP = **(Pas d'attribution fixe)**

e-Processeurs de communication (CP):

Les modules de communication sont destinés aux tâches de communication par transmission en série. Ils permettent d'établir également des liaisons de point à point avec :

- Des commandes robots.
- Communication avec des pupitres opérateurs.
- Des automates SIMATIC S7, SIMATIC S5 et des automates d'autres constructeurs.

f-Modules de fonctions (FM) :

Ces modules réduisent la charge de traitement de la CPU en assurant des tâches lourdes de calculs (remplacent les cartes IP actuelles). On peut citer les modules suivants :

- FM 354 et FM 357 : Module de commande d'axe pour servomoteur.
- FM 353 : Module de positionnement pour moteur pas à pas.
- FM 355 : Module de régulation.
- FM 350 – 1 et FM 350 – 2 : Module de comptage.

En d'autres termes les FM offrent des « fonctions spéciales » : Comptage, positionnement, régulation.

g-Modules de signaux (SM) (TOR/analogiques) :

Ils servent d'interface entre le processus et l'automate. Ils existent des modules d'entrées et de sorties TOR, ainsi que des modules d'entrées et de sorties analogiques.

Les modules d'entrées/sorties sont des interfaces vers les capteurs et les actionneurs d'une machine ou d'une installation. Il existe différents modules d'entrées/sorties dont :

1-Les modules d'entrées/sorties TOR (SM 321/SM 322) :

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

Les modules d'entrées ramènent le niveau des signaux TOR externes, issues des capteurs, au niveau du signal interne du S7 – 300. Les modules de sorties transportent le niveau du signal interne du S7 – 300 au niveau du signal requis par les actionneurs ou Pré – actionneurs.

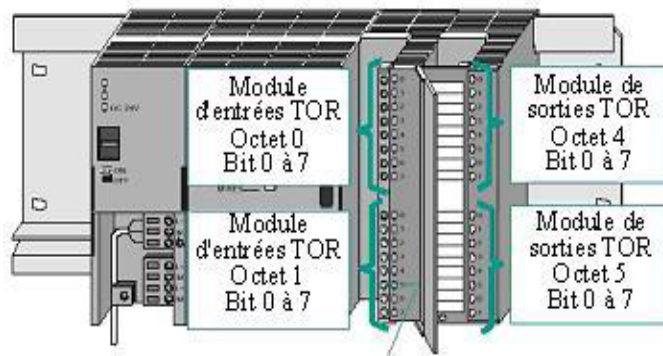


Figure III-9 : Entrées/sorties d'un API.

La déclaration d'une entrée ou d'une sortie donnée à l'intérieur d'un programme s'appelle l'adressage.

Les entrées et sorties des automates sont la plupart du temps regroupées en groupes de huit entrées ou sorties numériques. Cette unité de huit entrées ou sorties est appelée un octet. Chaque groupe reçoit un numéro que l'on appelle l'adresse d'octet.

Afin de permettre l'adressage d'une entrée ou sortie à l'intérieur d'un octet, chaque octet est divisé en huit bits. Ces derniers sont numérotés de 0 à 7. On obtient ainsi l'adresse du bit.

L'adresse d'une entrée ou d'une sortie d'un module TOR est composée de l'adresse d'octet et de l'adresse de bit.

Pour adresser par **exemple** la cinquième entrée à partir du haut, il faut entrer l'adresse **E1.5** voir figure suivante :

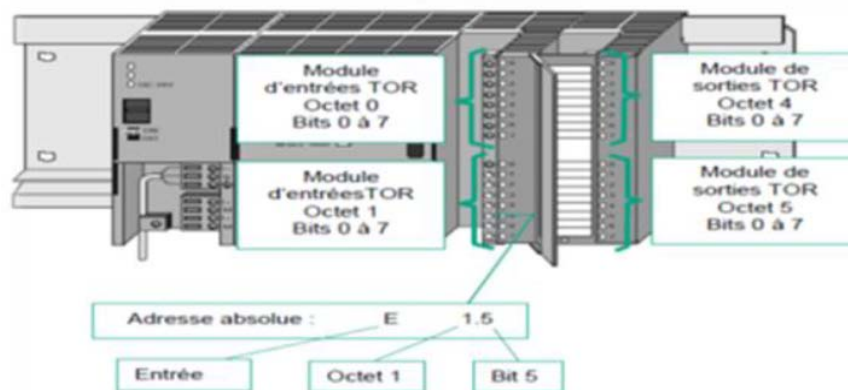


Figure III-10: Adresses des entrées/sorties des modules TOR.

2-Les modules d'entrées/sorties analogiques (SM 331/SM 332) :

Ces modules permettent de raccorder à l'automate des capteurs et actionneurs analogiques, les entrées et les sorties analogiques possèdent des convertisseurs analogiques – numériques et numériques – analogiques d'une résolution de 11 bits + bit de signe, les images des valeurs analogiques sont représentées sur 16 bits, pour les modules possédant une résolution inférieure à 15 bits + bit de signe, les bits de poids plus faibles ne sont pas représentatif.

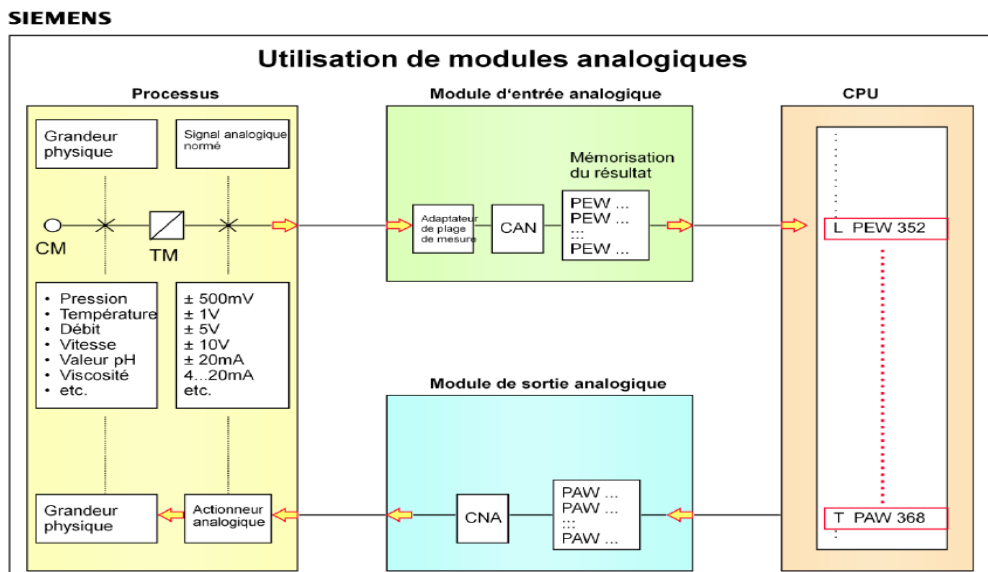


Figure III-11 : Utilisation de modules analogiques.

Processus de fabrication : s'intègre à plusieurs grandeurs physiques qui doivent être traitées dans l'automate pour pouvoir exécuter la tâche assigné.

- **CM :** capteur de mesure
- **TM :** les transducteurs de mesure convertissent les modifications mentionnées ci-dessus en signaux analogique normés, par exemple : $\pm 500\text{mV}$, $\pm 10\text{V}$, $\pm 20\text{mA}$, $4 \text{ à } 20 \text{ mA}$. Ces signaux sont délivrés aux modules d'entrée analogiques.
- **CAN :** assure la conversion des valeurs analogiques. La conversion analogique/numérique s'effectue de manière séquentielle.
- **Mémoire de résultat :** Le résultat de la conversion est stocké dans ce qui est appelé la mémoire du résultat et conservé dans cette mémoire jusqu'à ce qu'il soit écrasé par une nouvelle valeur.

L'adresse d'une voie d'entrée ou de sortie analogique est toujours une adresse de mots. Elle est basée sur l'adresse initiale des modules.

Si le premier module analogique se trouve sur l'emplacement 4, son adresse initiale par défaut est 256.

L'adresse initiale de chaque module analogique suivant augmente de 16 par emplacement.

Un module d'entrées/sorties analogique comporte les mêmes adresses initiales pour les voies d'entrées et de sorties analogiques.

Châssis 3	Alimentation	IM (récept.)	640	656	672	688	704	720	736	752
	à		à	à	à	à	à	à	à	à
			654	670	686	702	718	734	750	766
Châssis 2	Alimentation	IM (récept.)	512	528	544	560	576	592	608	624
	à		à	à	à	à	à	à	à	à
			526	542	558	574	590	606	622	638
Châssis 1	Alimentation	IM (récept.)	384	400	416	432	448	464	480	496
	à		à	à	à	à	à	à	à	à
			398	414	430	446	462	478	494	510
C 0	Alimentation	CPU IM (émetteur)	256	272	288	304	320	336	352	368
	à		à	à	à	à	à	à	à	à
			270	286	302	318	334	350	366	382
			Emplacement 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11							

Figure III-12: Zone d'adressage.

- Le S7-300 dispose d'une zone d'adressage spécifique pour les entrées/sorties analogiques en dehors de la mémoire image des entrées/sorties (MIE/MIS).
- La zone d'adressage comprend les octets 256 à 767. Chaque voie analogique occupe 2 octets.
- L'accès aux modules analogiques s'effectue par des opérations de chargement et de transfert.

Exemple : pour accéder à la première voie du premier module dans le châssis 0, entrez l'opération "L PEW256".

Les modules d'entrées analogiques (SM 331) convertissent un signal analogique issu des capteurs analogiques en un signal numérique. Ces modules ne comportent qu'un circuit de conversion analogique numérique CAN, car la CPU de l'automate S7 – 300 ne peut lire que les valeurs analogiques binaires.

III-3-Le traitement du programme dans l'automate :

Tous les automates fonctionnent selon le même mode opératoire. Le traitement du programme dans l'automate est cyclique et se déroule comme suit :

1-Traitement interne :

L'automate effectue des opérations de contrôle et met à jour certains paramètres systèmes (détection des passages en RUN / STOP, mises à jour des valeurs de l'horodateur, ...). Si l'entrée est sous tension, l'information 1 ou "High" sera enregistrée. Si l'entrée n'est pas sous tension, l'information 0 ou "Low" sera enregistrée.

2-Lecture des entrées :

L'automate lit les entrées (de façon synchrone) et les recopie dans la mémoire image des entrées(MIE).

3-Exécution du programme :

L'automate exécute le programme instruction par instruction écrit les sorties dans la mémoire image des sorties.

4-Ecriture des sorties :

Dans cette étape, l'état est transmis après l'exécution du programme utilisateur de la MIS aux sorties, activant ou désactivant celles-ci. L'exécution du programme revient ensuite au point 1.

Les quatre(04) opérations sont effectuées continuellement par l'automate (fonctionnement cyclique).

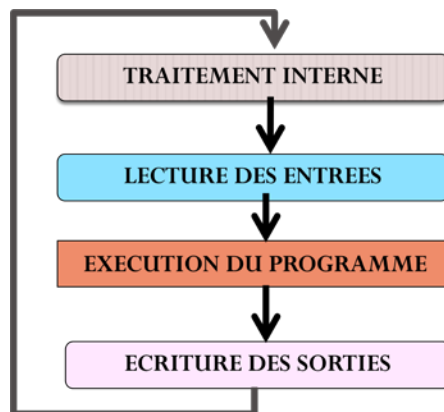


Figure III-13 : Le traitement du programme dans l'automate.

III-4-Critères de Choix de la CPU :

Le choix d'un automate programmable est en premier lieu, suivi par le choix d'une société ou d'un groupe et des contacts commerciaux.

Le personnel de maintenance doit toute fois être formé sur ce matériel et une trop grande diversité des matériels peut avoir de graves répercussions.

La possession d'un logiciel de programmation est aussi source d'économies (achat du logiciel et formation du personnel). Des outils permettant une simulation des programmes sont également souhaitables.

En choisi l'automate en fonction des critères suivants.

III-4-1- Critères technologiques :

Notre installation dispose d'actionneurs et de capteurs électriques de type binaire T.O.R. L'automate S7-300 offre une grande variété d'E/S tout ou rien qui présentent la particularité d'être parfaitement adaptés au milieu industriel où fonctionne généralement l'automate afin d'assurer la fiabilité des échanges d'informations.

1-Nombre d'entrées / sorties :

Le nombre de cartes peut avoir une incidence sur le nombre de racks dès que le nombre d'entrées / sorties nécessaires devient élevé.

2-Type de processeur :

La taille mémoire, la vitesse de traitement et les fonctions spéciales offertes par le processeur permettront le choix dans une gamme souvent très étendue.

3-Fonctions ou modules spéciaux :

Certaines cartes (commande d'axe, pesage ...) permettront de "soulager" le processeur et devront offrir les caractéristiques souhaitées (résolution, ...)

4-Fonctions de communication :

L'automate doit pouvoir communiquer avec les autres systèmes de commande (API, supervision ...) et offrir des possibilités de communication avec des standards normalisés.

III-4-2 -Critères économiques :

Le critère économique, est un facteur déterminant dans le choix d'une solution. En effet, le choix de cette dernière dépend non seulement des exigences techniques, mais aussi des différents coûts d'étude, de mise au point et de maintenance.

La disponibilité du matériel (API) au niveau de l'usine, l'existence de la documentation (internet) et le savoir-faire du personnel de notre entourage sur le matériel, a parfaitement contribué au choix d'un API SEMENS S7-300 [5].

IV- Conclusion :

Après la présentation de l'automate SIMATIC S7-300, et afin de bien élaborer le programme qui va gérer le processus de la cathode rotatif, nous allons apprendre les différentes étapes nécessaires à une bonne configuration et à l'élaboration de notre programme, ainsi nous apprendrons à travailler avec le logiciel **TIA PORTAL (Totally Integrated Automation)**.

Les connaissances essentielles de l'apprentissage du TIA PORTAL sont détaillées dans le chapitre suivant.

Chapitre IV

I-Introduction :

Notre travail consiste à faire une amélioration au niveau de la cathode rotative suite aux difficultés rencontrées au niveau de la maintenance.

Afin de faciliter l'intervention nous avons conçu une solution simple à l'aide du logiciel **TIA PORTAL**

La plateforme **Totally Integrated Automation Portal** est le nouvel environnement de travail Siemens qui permet de mettre en œuvre des solutions d'automatisation avec un système d'ingénierie intégré comprenant les logiciels **SIMATIC STEP 7 V13** et **SIMATIC Win CC V13**.

II-Vue du portail et vue du projet :

Lorsque l'on lance TIA Portal, l'environnement de travail se décompose en deux types de vue:

- **La vue du portail** : elle est axée sur les tâches à exécuter et sa prise en main est très rapide.
- **La vue du projet** : elle comporte une arborescence avec les différents éléments du projet. Les éditeurs requis s'ouvrent en fonction des tâches à réaliser. Données, paramètres et éditeurs peuvent être visualisés dans une seule et même vue.

II-1 Vue du portail :

Chaque portail permet de traiter une catégorie de tâche (actions). La fenêtre affiche la liste des actions pouvant être réalisées pour la tâche sélectionnée.

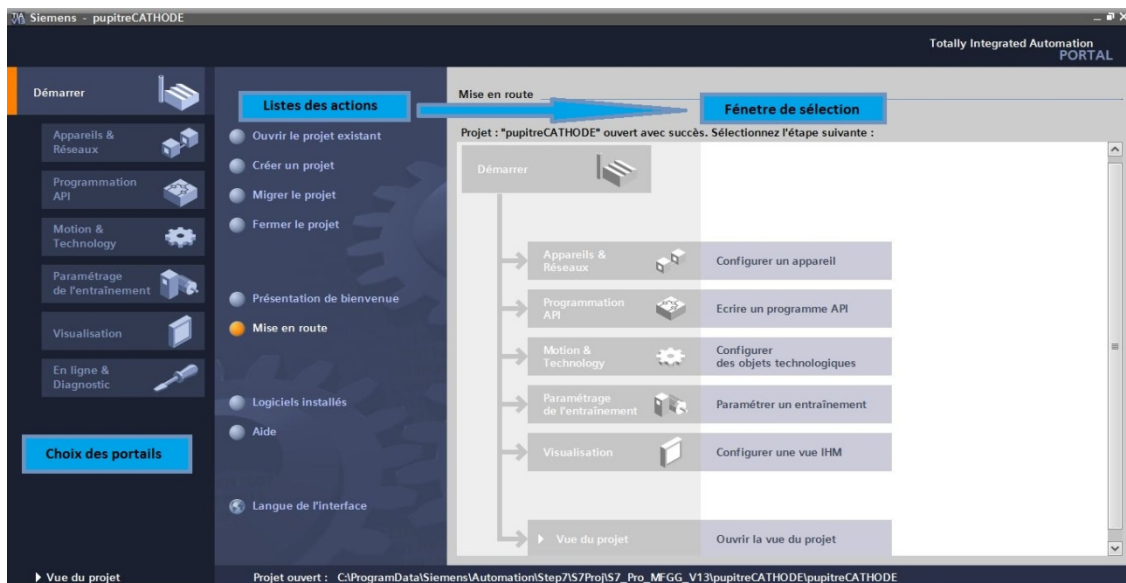


Figure IV-1 : vue du portail.

II-2 Vue du projet :

L'élément « Projet » contient l'ensemble des éléments et des données nécessaires pour mettre en œuvre la solution d'automatisation souhaitée.

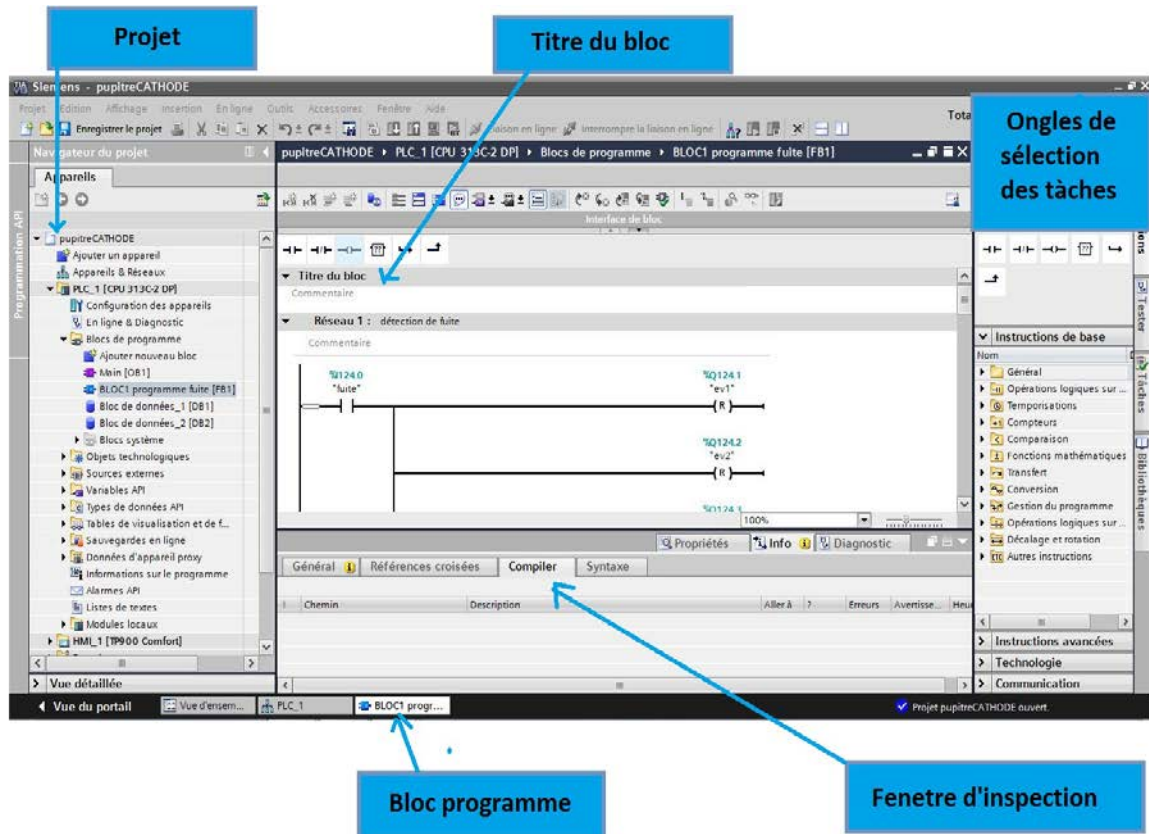


Figure IV-2 : vue du projet

- La **fenêtre de travail** permet de visualiser les objets sélectionnés dans le projet pour être traités. Il peut s'agir des composants matériels, des blocs de programme, des tables des variables, des HMI,...
- La **fenêtre d'inspection** permet de visualiser des informations complémentaires sur un objet sélectionné ou sur les actions en cours d'exécution (propriété du matériel sélectionné, messages d'erreurs lors de la compilation des blocs de programme,...).
- Les **onglets de sélection de tâches** ont un contenu qui varie en fonction de l'objet sélectionné (configuration matérielle, bibliothèque des composants, bloc de programme, instructions de programmation).

Cet environnement de travail contient énormément de données. Il est possible de masquer ou réduire certaines de ces fenêtres lorsque l'on ne les utilise pas.

Il est également possible de redimensionner, réorganiser, désancrer les différentes fenêtres.

III-Création d'un projet et configuration d'une station de travail :

III-1-Création d'un projet :

Pour créer un projet dans la vue du portail, il faut sélectionner l'action « **Créer un projet** ».

On peut donner un nom au projet, choisir un chemin où il sera enregistré, indiquer un commentaire ou encore définir l'auteur du projet.

Une fois que ces informations sont entrées, il suffit de cliquer sur le bouton « **créer** ».

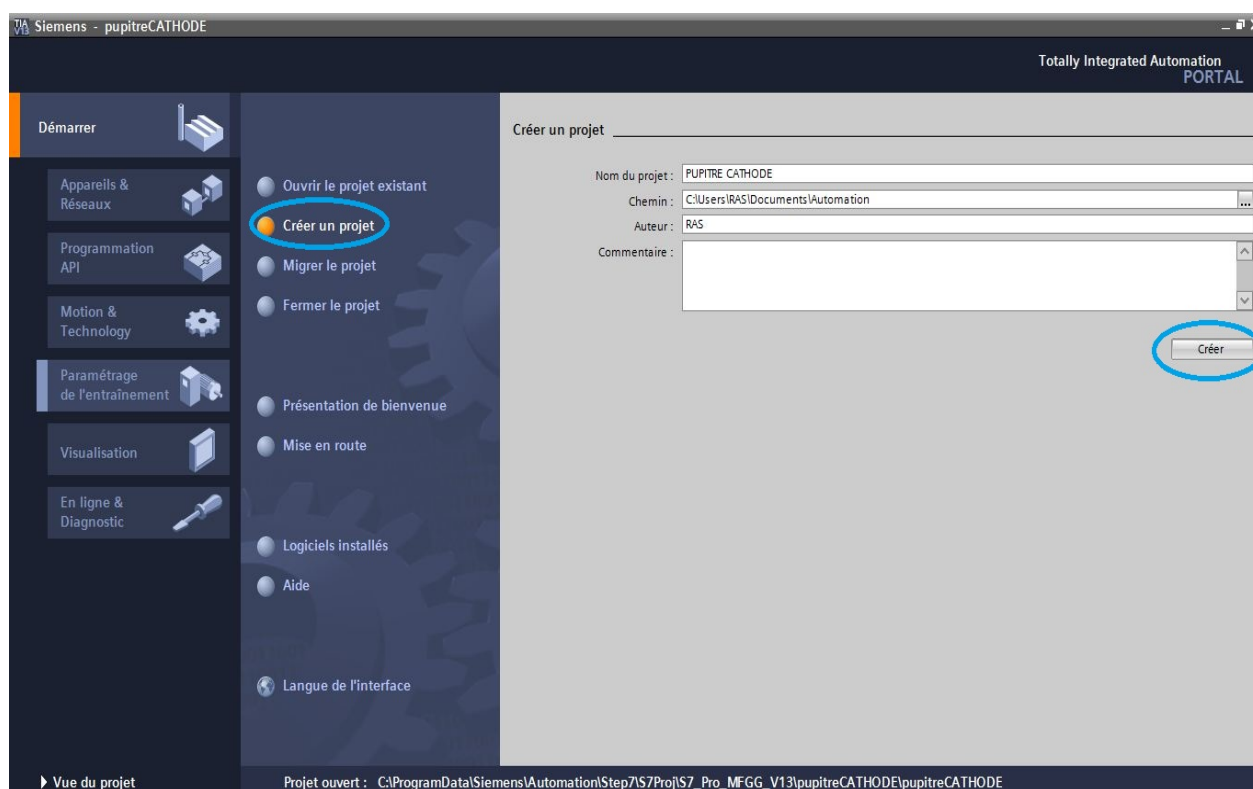


Figure IV-3 : création d'un nouveau projet.

III-2- Configuration et paramétrage du matériel :

Une fois votre projet créé, on peut configurer la station de travail.

La première étape consiste à définir le matériel existant. Pour cela, on peut passer par la **vue du projet** et cliquer sur « **ajouter un appareil** » dans le navigateur du projet.

La liste des éléments que l'on peut ajouter apparaît (API, HMI, système PC). On commencera par faire le choix de notre CPU pour ensuite venir ajouter les modules complémentaires (alimentation, E/S TOR ou analogiques, module de communication AS-i,...).

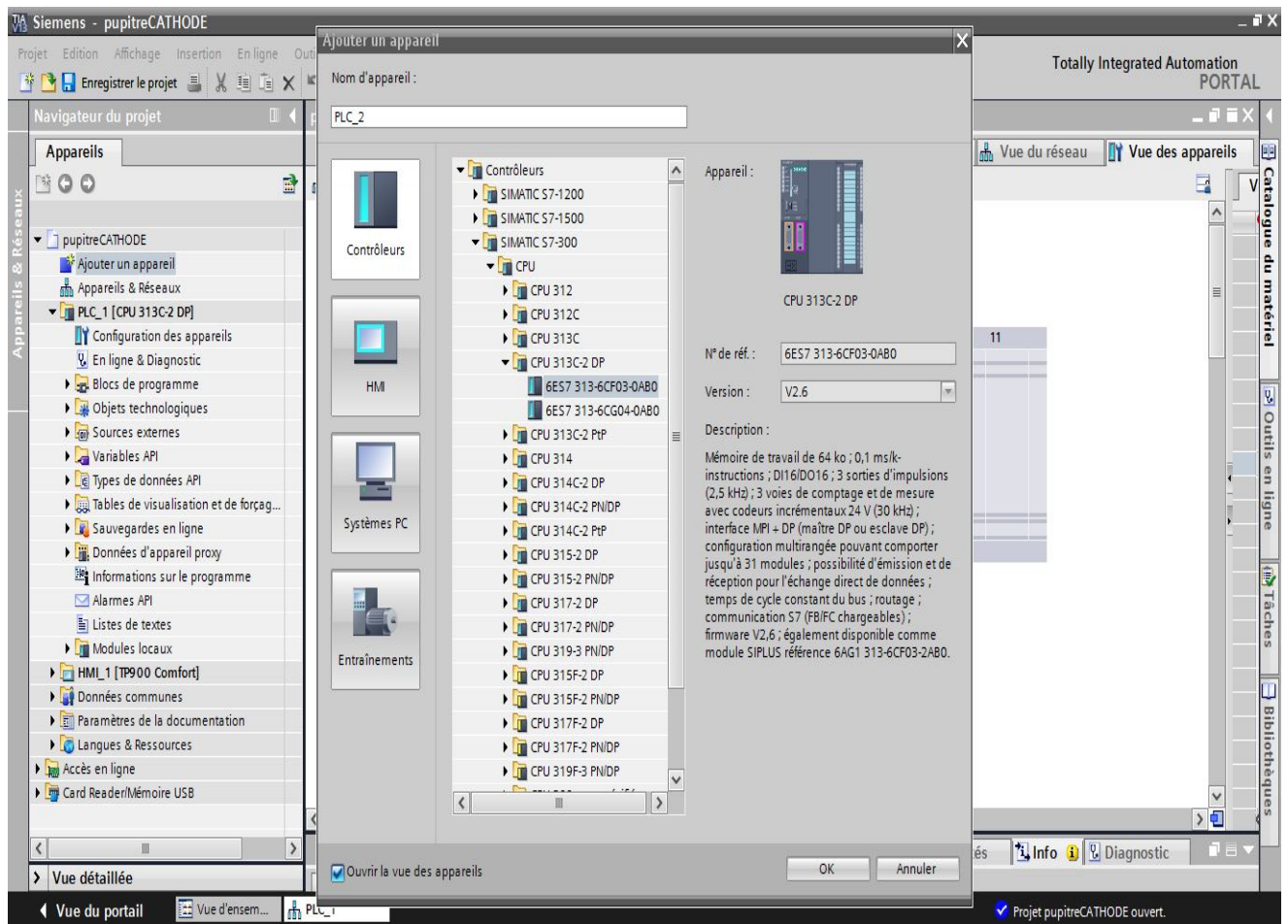


Figure IV-4 : liste des CPU sous TIA PORTAL.

Les modules complémentaires de l'API peuvent être ajoutés en utilisant le catalogue. Si l'on veut ajouter un écran ou un autre API, il faut repasser par la commande « ajouter un appareil » dans le navigateur du projet.

Lorsque l'on sélectionne un élément à insérer dans le projet, une description est proposée dans l'onglet information.

On sélectionne la CPU puis à l'aide des deux petites flèches (figure 4-6), on fait apparaître l'onglet « **Vue d'ensemble des appareils** ». Les adresses des entrées et sorties apparaissent.

Vous pouvez les modifier en entrant une nouvelle valeur dans la case correspondante.

Contient tous les éléments que l'on peut ajouter à la CPU

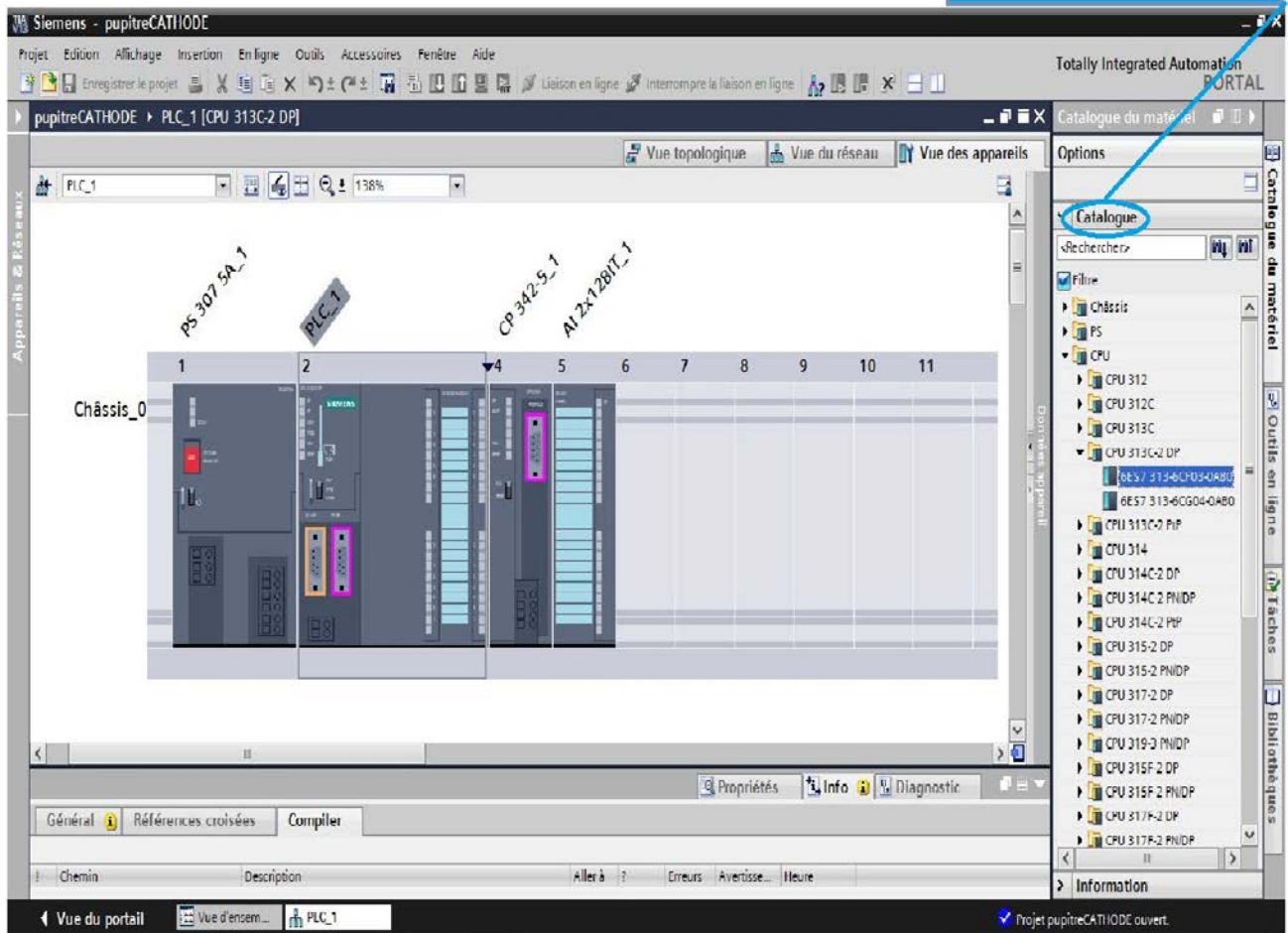


Figure IV-5 : configuration matériels.

III-3- Compilation et chargement de la configuration matérielle :

Une fois la configuration matérielle réalisée, il faut la compiler et la charger dans l'automate.

La compilation se fait à l'aide de l'icône « **compiler** » de la barre de tâche. On sélectionne l'API dans le projet puis cliquer sur l'icône « **compiler** ».

En utilisant cette manière, on effectue une compilation matérielle et logicielle.

Une autre solution pour compiler est de faire un clic droit sur l'API dans la fenêtre du projet et de choisir l'option « Compiler ----> Configuration matérielle ».

IV-Le GRAFCET :

Le GRAFCET également appelé diagramme fonctionnel en séquence permet de spécifier le comportement attendu d'un système de commande, dans notre cas il s'agit de la commande d'une cathode rotatif en usant d'un automate programmable **SIEMENS S7-300**.

Chapitre IV : Programmation sous TIA Portal.

C'est un graphe structuré, associé à des expressions mathématiques représentant les séquences d'opération, il comporte deux types d'éléments graphiques **les étapes** et **les transitions**.

On retrouve plusieurs niveaux d'un Grafcet :

- **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 réceptivités sont décrites en mots et non en abréviation. On associe le verbe à l'infinitif pour les actions.

- **Grafcet de niveau 2 :**

Appelé aussi niveau de la partie opérative, il tient compte de plus de détails des actionneurs, des pré-actionneurs et des capteurs, la représentation des actions et réceptivités sont écrites en abréviations et non en mots, on associe une lettre majuscule à l'action et une lettre minuscule à la réceptivité.

- **Grafcet de niveau 3 :**

Dans ce cas on reprend le Grafcet de niveau 2, en affectant les informations aux étiquettes d'entrée de l'automate et les ordres aux étiquettes de sortie de l'automate. Il s'adapte aux caractéristiques de traitement d'un automate programmable industriel donné, de façon à pouvoir élaborer le programme procédé à la mise en œuvre et assurer son évolution.

IV-1-Eléments de base du GRAFCET :

Le GRAFCET est un diagramme fonctionnel qui reprend le fonctionnement d'une machine, une cathode rotatif dans notre cas. Dans sa forme générale, le Grafcet est composé de deux éléments essentiels, **les étapes** qui sont représentées par des carrés, auxquels, on associe les différents comportements (actions) du système, où d'une autre manière, la situation du cycle de fonctionnement pendant laquelle le comportement de l'automatisme demeure constant, **les transitions** repérées par des barres horizontales représentent les réceptivités qui sont des conditions logiques qui déterminent le passage d'un comportement à un autre.

On qualifie chaque passage d'un comportement à un autre comme étant le franchissement d'une transition.

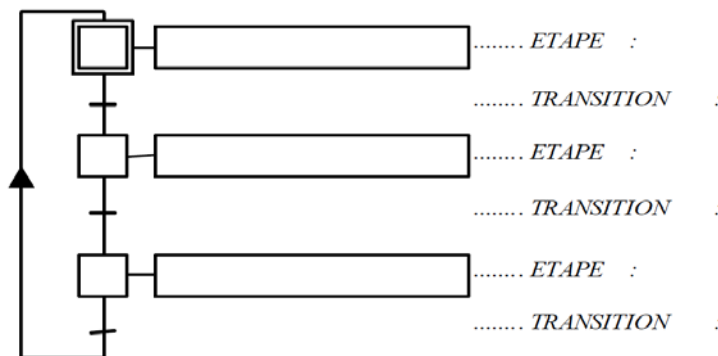
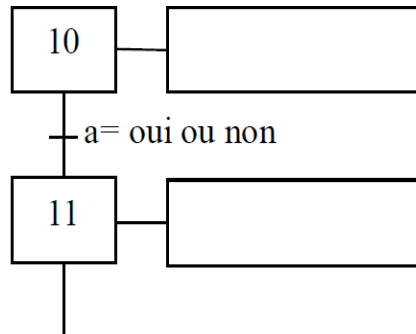


Figure IV-6 : Forme générale d'un Grafcet.

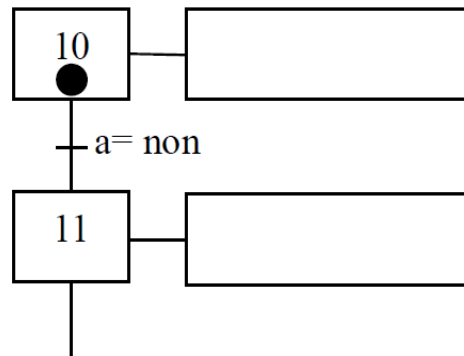
IV-2-Règles d'évolution du GRAFCET:

En considérant que l'étape active est celle dans laquelle un point est dessiné, les situations suivantes sont possibles,

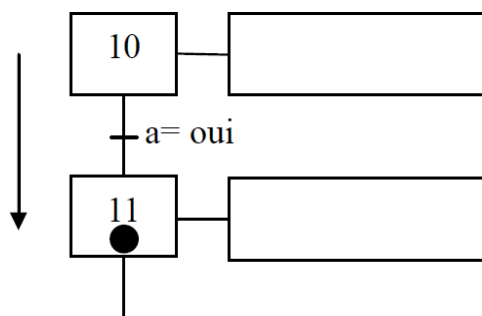
- Aucune étape n'est active. Il ne se passe rien quelque soit l'état de la réceptivité



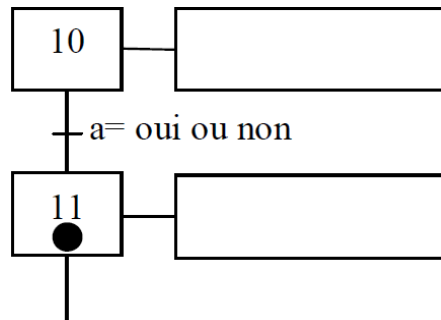
- L'étape 10 est active, la transition est valide mais les conditions représentées par la réceptivité ne sont pas remplies. Les actions liées à l'étape 10 sont exécutées. Le point représenté au niveau de l'étape 10 est une schématisation de l'activation de cette étape.



- L'étape 10 est active, les conditions représentées par la réceptivité sont remplies, la transition est franchie. Le passage à l'action suivante est immédiat.



- L'étape 11 est active. Quelque soit l'état de la réceptivité (a) associée à la transition, ce sont les actions liées à l'étape 11 qui sont maintenant exécutées. On dit que le Grafcet n'est pas réceptif à la réceptivité (a).



IV-3- Elaboration du GRAFCET :

Notre système est composé de plusieurs compartiments comme suite :



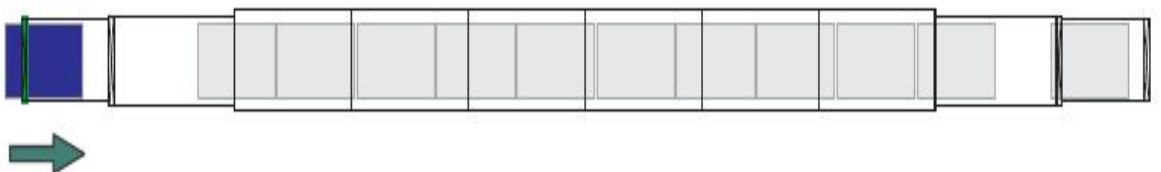
Figure IV-7 : Schéma d'Apollon (vue de dessus).

❖ Conditions préalables

- Le système de transport externe a placé un nouveau substrat devant la vanne à tiroir de la chambre de chargement L1.
- La chambre de chargement L1 est vide.

❖ Chargement du substrat

- La chambre de chargement L1 est ventilée à la pression atmosphérique.
- La soupape à tiroir à l'entrée de la chambre de chargement L1 s'ouvre.
- Le substrat est transporté dans la chambre de chargement L1.



- La soupape à tiroir à l'entrée de la chambre de chargement L1 se ferme.



❖ Transport du substrat dans le vide et couplage avec la chaîne de substrats

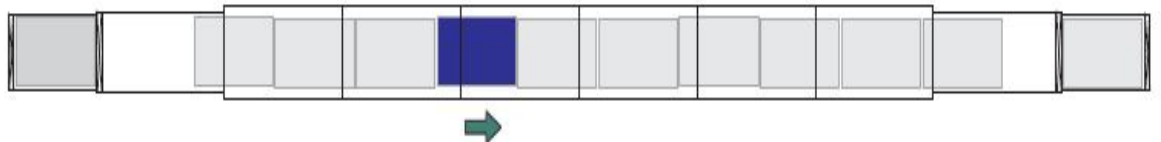
- La chambre de chargement L1 est pompée jusqu'à moins de 2×10^{-2} mbar.
- Lorsque le substrat précédent est transporté suffisamment loin de la chambre de transfert T1, la soupape à tiroir entre la chambre de chargement L1 et la chambre de transfert T1 s'ouvre.
- Le substrat est transporté dans la chambre de transfert T1 à la vitesse de transport tout d'abord. Il est ralenti à la vitesse de processus juste avant la fin du substrat précédent. Le substrat est ainsi couplé à la chaîne de substrats qui se déplace en permanence à travers les chambres de pulvérisation 1... 5 à une vitesse de processus constante.



- La soupape à tiroir entre la chambre de chargement L1 et la chambre de transfert T1 se ferme.

❖ Revêtement du substrat

- Tandis que le substrat est transporté à travers les chambres de pulvérisation, il est recouvert par pulvérisation à magnétron. Selon les matériaux cible, à la fin de la zone de processus, le revêtement est constitué d'une pile de couches. Les propriétés du plasma et la vitesse de processus déterminent l'épaisseur de couche.

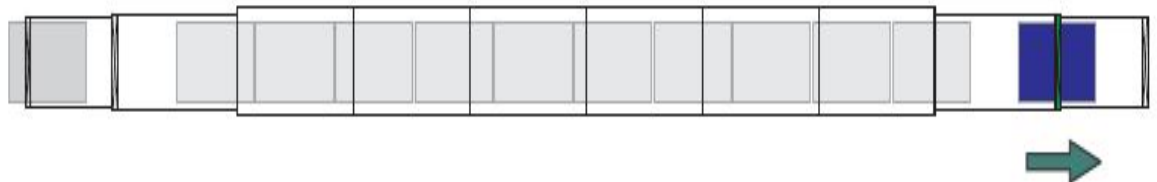


- A la fin de la zone de processus, le substrat désormais situé en tête de la chaîne de substrats, se déplace vers la chambre de transfert T2.

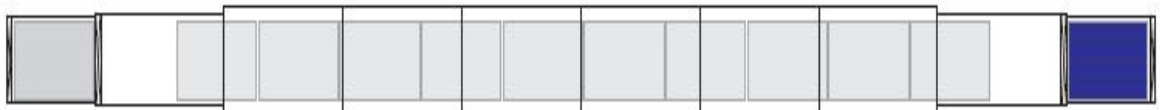
Chapitre IV : Programmation sous TIA Portal.

❖ Découplage du substrat de la chaîne de substrats

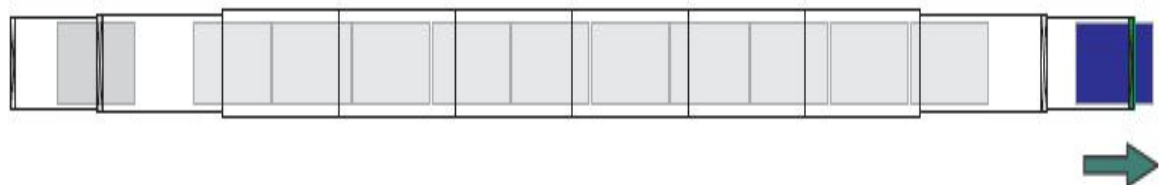
- Lorsque le substrat est déplacé suffisamment loin de la zone de processus, la soupape à tiroir entre la chambre de transfert T2 et la chambre de chargement L2 s'ouvre.
- Le substrat est accéléré à la vitesse de transport et se déplace dans la chambre de chargement L2.



- La soupape à tiroir entre la chambre de transfert T2 et la chambre de chargement L2 se ferme.
- La chambre de chargement L2 est ventilée à la pression atmosphérique à l'aide de l'air comprimé.

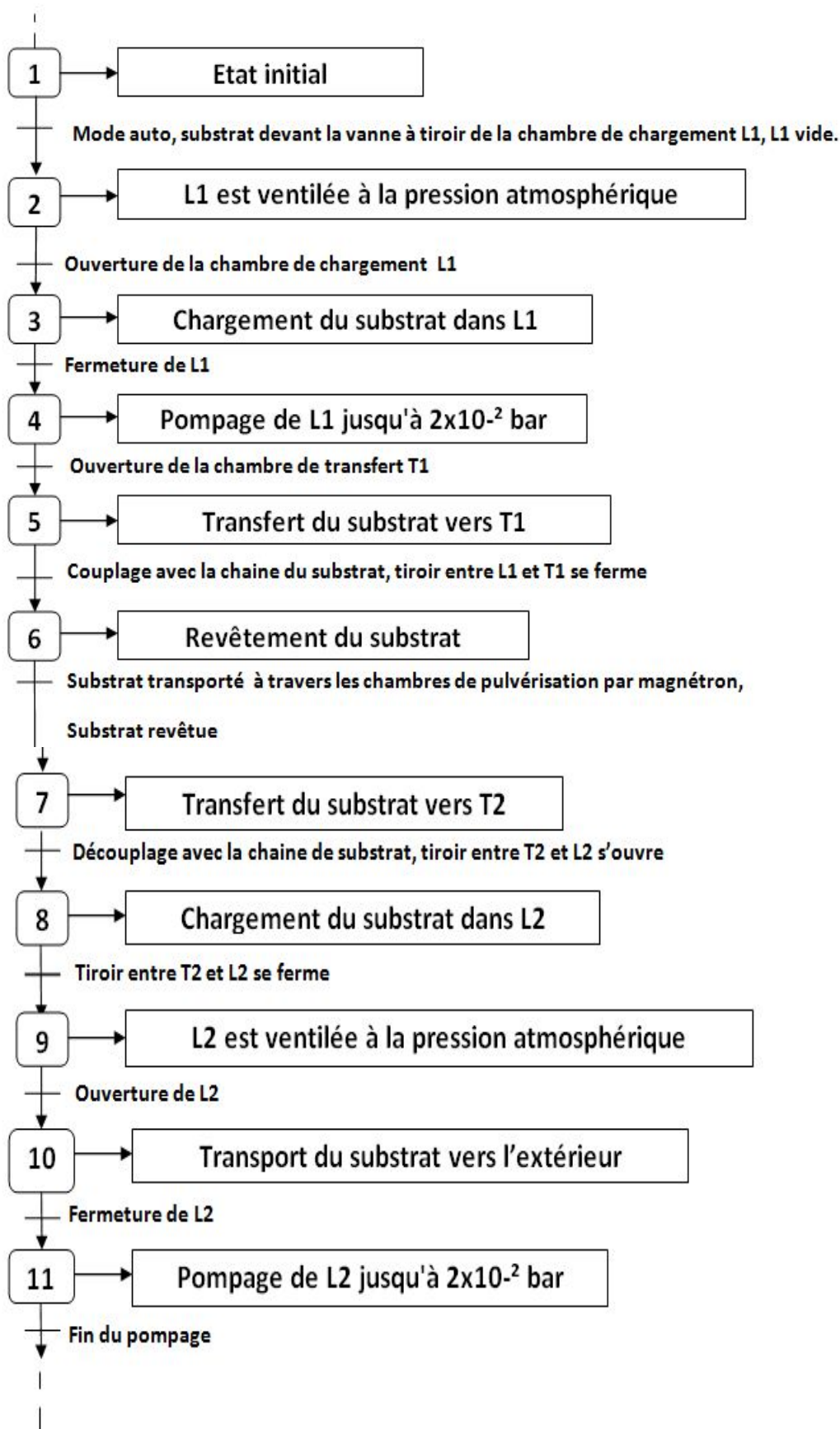


- La soupape à tiroir à la sortie de la chambre de chargement L2 s'ouvre.
- Le substrat est transporté à l'extérieur de la chambre de chargement L2 et est remis au système de transport externe.



- La soupape à tiroir à la sortie de la chambre de chargement L2 se ferme.
- La chambre de chargement L2 est pompée jusqu'à moins de 2×10^{-2} mbar.

IV-4-Grafset du process :



V-Programmation avec le langage CONTACT :

Le mode de programmation CONTACT (CONT) est basé sur les opérations combinatoires sur bits utilise deux chiffres 1 et 0 appelés chiffres binaires ou bits. Pour les contacts et les bobines, 1 signifie activé ou excité et 0 signifie désactivé ou désexcité.

Les opérations de combinaisons sur bits évaluent les états de signal 1 et 0 et les combinaisons selon la logique booléenne. Le résultat de ces combinaisons est égal 1 ou 0. Il s'agit du résultat logique (RLG).

Abréviation	Catalogue des éléments de programme	Description
— / —	Combinaison sur bits	Contact à fermeture
— —	Combinaison sur bits	Contact à ouverture
... ()	Combinaison sur bits	Bobine de sortie
... (SE)	Temporisation	Démarrer temporisation sous de retard à la montée

Tableau IV-1 : Présentation de quelques opérations du mode CONT.

V-1-Programmation de l'automate :

1-Création d'une table de variables :

Afin de faciliter la programmation, il est intéressant de créer une table de variables.

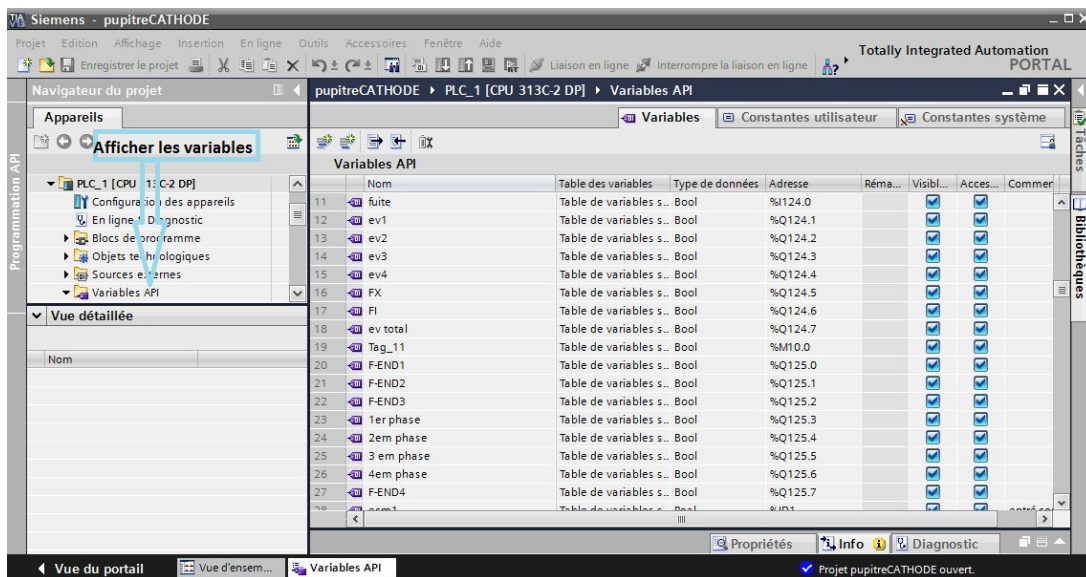


Figure IV-8 : Table des variables API.

2-types de variables :

- **Identificateurs d'opérande :**
 - ✓ Entrée(I)
 - ✓ Sortie(Q)
 - ✓ Mémento(M)
- **Types de variables :**
 - ✓ Bool (1bit) → 1 ou 0
 - ✓ Byte (8bits)
 - ✓ Word (16 bits)
 - ✓ Dword (32 bits)

V-2-Modernisation de la cathode rotatif :

Notre travail consiste à moderniser la cathode en supprimant l'ancien Panel ainsi que les quatre vannes manuelles qui permettent de tester les fuites d'eau dans les compartiments de la cathode.



Figure IV-9 : Vue de face de la cathode rotative.

Suite à la suppression des quatre vannes manuelles en les remplaçant par quatre électrovannes électriques suivie d'un programme sous **TIA PORTAL** en ajoutant un bloc de programme nommé → BLOC programme de fuite [FB1].

Chapitre IV : Programmation sous TIA Portal.

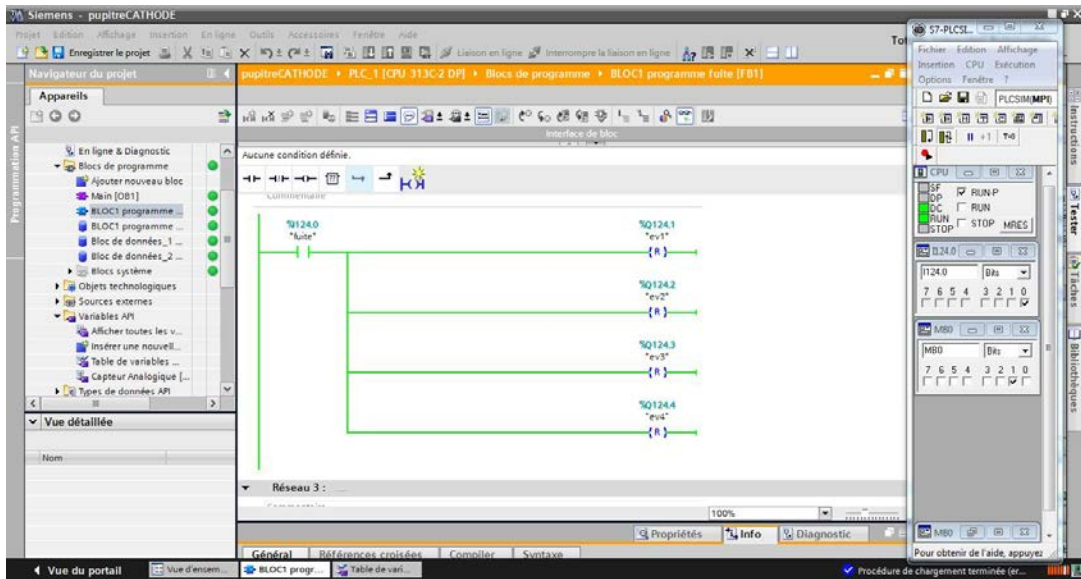


Figure IV-10 : Bloc programme de fuite [FB1].

Ce programme permet de détecter automatiquement les fuites d'eau dans la cathode, cela en testant la présence de fuite dans chacun des quatre compartiments.

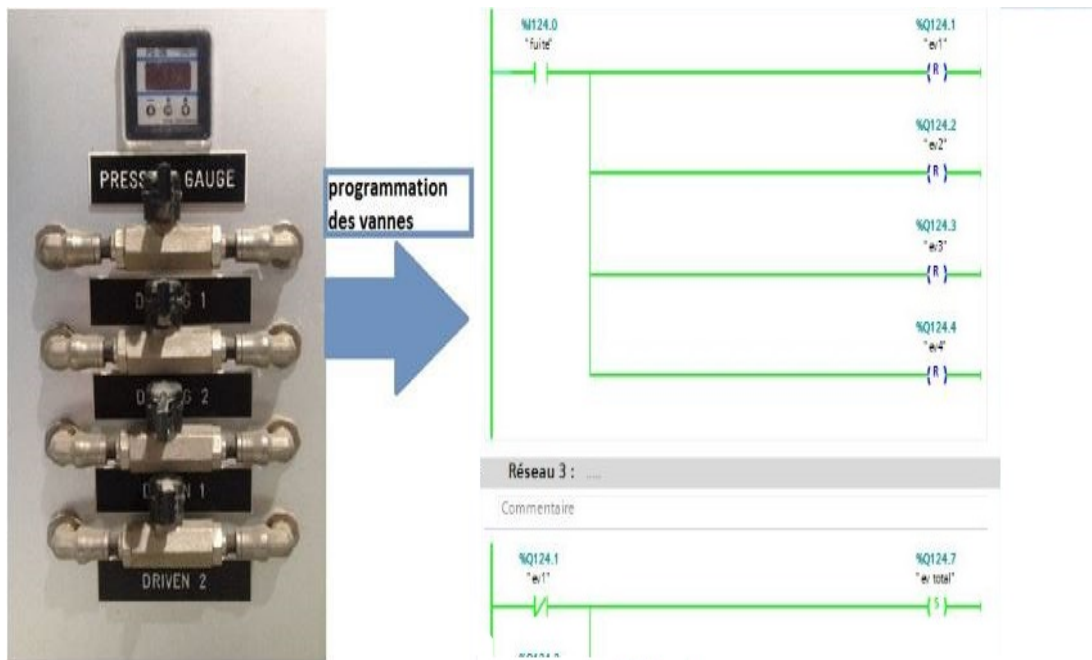


Figure IV-11 : Remplacement de vannes manuelles.

VI-conclusion :

Après avoir vu le logiciel **TIA PORTAL** et ses différentes étapes ainsi que la modernisation de la cathode coté automatisation des vannes manuels.

Nous allons voir dans le chapitre suivant la modernisation coté HMI ainsi que les différentes étapes de création des vues et leurs simulations.

Chapitre V

I-Introduction :

La technique de supervision industrielle consiste à surveiller l'état de fonctionnement d'un procédé pour l'amener à son point de fonctionnement optimal. Le but c'est de disposer en temps réel d'une visualisation de l'état d'évolution des paramètres du processus, grâce à des vues préalablement créées et configurées, et à l'aide d'un logiciel adéquat.

Ce logiciel est une entité capable de présenter à l'opérateur des informations utiles, ce qui lui permet de prendre des bonnes décisions appropriées à ses objectifs telle que la conduite du procédé, cadence de la production et qualité des produits et sécurité des biens et des personnes.

Il a essentiellement (logiciel) pour mission, de collecter les données (acquisition et stockage) et les mettre en forme (traitement) afin de les présenter à l'opérateur (supervision).

Notre objectif dans ce chapitre est de réaliser un système de supervision pour la gestion de la **cathode rotative** à l'aide du logiciel de supervision appelé **TIA PORTAL**.

II- Généralités sur la supervision :

II-1-Définition de la supervision :

La supervision est une forme évoluée de dialogue Homme-Machine, elle présente beaucoup d'avantage pour les processus industriels de production.

Elle facilite à l'opérateur la surveillance de l'état de fonctionnement d'un procédé ainsi que son contrôle ,comme elle permet grâce à des vues préalables de créer et de configurer à l'aide d'un logiciel de supervision , d'intégrer et de visualiser en temps réel toutes les étapes nécessaires à la fabrication d'un produit et de détecter les problèmes qui peuvent submerger en cours de fonctionnement dans une installation industrielle.

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

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

II-2-Avantage de la supervision :

Un système de supervision apporte une aide à l'opérateur dans la conduite du processus son but étant de présenter à l'opérateur des résultats expliqués et interprétés. Ses principaux avantages sont :

- La détection des défauts ;
- La surveillance du processus à distance ;
- Le diagnostic et le traitement des alarmes.

II-3-Architecture d'un réseau de supervision :

Dans le but de réaliser une communication entre un API et un pupitre, SIEMENS a développé des mécanismes qui permettent d'assurer l'échange des données entre le pupitre de supervision et de commande de l'automate programmable.

Le pupitre n'échange pas directement les données avec les capteurs ou les actionneurs du procédé à superviser, mais à travers L'A.P.I qui gère l'ensemble du processus.

III-Le rôle de la supervision :

III-1-Les modules fonctionnels d'un système de supervision :

En général, un système de supervision se compose d'un logiciel auquel se rattache des données provenant des équipements (automates,...).

Le logiciel de supervision assure l'affichage, le traitement des données et la communication avec d'autres applications. **Les modules fonctionnels principaux d'un système de supervision sont :**

- Editeur graphique ;
- Historique des données ;
- Archivage et restitution des données pour les analyser et pour des raison de maintenance ;
- Gestion des alarmes et des événements ;
- Acquisition des données provenant du procédé par l'intermédiaire d'un automate programmable ;
- Rapport de suivi de la production.

III-2-Traitement de données :

2-1-Représentation graphique des données :

Sous forme de courbes et conduites ou d'historique présentés à l'écran, avec des facilités diverses (loupe, fenêtre.....).

2-2-Traitement des alarmes et des défauts :

L'opérateur doit à chaque fois acquitter un défaut apparu, afin d'assurer une meilleure gestion de l'historique des alarmes.

2-3-Zone de communication :

Une zone de communication permet d'accéder à une plage d'adresse définie dans l'automate afin d'assurer un échange de données avec le pupitre de commande.

2-4 Zone d'affichage :

C'est la représentation graphique du processus ou on peut afficher le déroulement du processus en indiquant l'état des équipements (marche et arrêt des moteurs...).

IV-Le logiciel de supervision WinCC :

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

IV-1-Définition :

Le **WinCC (Windows Control Center)** est un système **IHM (Interface Homme Machine)**, il permet à l'opérateur de visualiser et de surveiller le processus par un graphisme à l'écran et c'est pour cela, il est appelé interface entre homme (l'opérateur) et machine (le processus).

Le **WinCC** assure et constitue la solution adaptée supervise les procédés sur l'ordinateur pour un système monoposte et multiposte.

Il marche sous Microsoft Windows, compatible avec les solutions basées sur le Web ainsi la télécommunication à travers le net.

Il offre une variété de solution de supervision en raison de fonctionnalités adaptées aux exigences courantes des installations industrielles qu'il met à la disposition des opérateurs.

IV-2-Présentation du logiciel WinCC Runtime Professional V13:

Le **WinCC RT** est un système **IHM** très performant développé par **SIEMENS**. C'est un outil flexible qui s'intègre parfaitement dans les solutions d'automatisation et de techniques de l'information et qui est destiné à la configuration des systèmes de supervision.

Le **Wincc RT** offre une gamme complète permettant de couvrir toutes les tâches de contrôle-commande, permet la saisie, l'affichage et l'archivage des données tout en facilitant les tâches de conduite et de surveillance aux exploitants.

Il est compatible avec Windows et comporte des objets graphiques prédéfinis tels que : Affichage numérique bibliothèque complète de symboles IHM, affichage de texte et courbes, champs d'édition de valeurs du processus,...etc.

V-Utilisation de SIMATIC WinCC RT :

WinCC RT est le logiciel IHM pour la réalisation, par des moyens d'ingénierie simples et efficaces, de concepts d'automatisation évolutifs, au niveau machine. **WinCC RT** réunit les avantages suivants :

- Simplicité ;
- Ouverture ;
- Flexibilité.

V-1-Concepts d'automatisation avec WinCC RT :

WinCC assure la configuration de divers concepts d'automatisation. Avec **WinCC RT**, vous pouvez en particulier réaliser les concepts suivants de manière standard.

V-2-Système d'automatisation avec un pupitre opérateur :

On appelle système monoposte, un pupitre opérateur directement relié à un automate via le bus système, comme dans notre cas on a utilisé un seul pupitre pour la supervision de la cathode à cible rotative.

VI -Présentation de notre projet :

La supervision de la **cathode** a été élaborée à l'aide du logiciel **WinCC RT**, notre travail consiste à remplacer l'ancien pupitre par un nouveau qui vas permettre d'afficher plus de détails sur le procès et d'apporté quelques modifications sans passer par la salle de contrôle surtout lors des opérations de maintenance.

Les différentes étapes à suivre, pour créer notre application sont :

- Assurer une bonne lisions avec L'API ;
- Sélectionner et installer L'API ;
- Extension de la configuration ;

Chapitre V : Supervision HMI.

- Créer et éditer les vues (vue d'accueil, vue de tous les ouvrages l'éditeur graphique désigner) ;
- Paramétrer les propriétés de WinCC Runtime ;
- Activer les vues dans le WinCC Runtime ;
- Création de la navigation entre les vues
- Test et simulation du projet ;

Pour réaliser les différentes étapes de la supervision de la machine, on utilise les composants suivants :

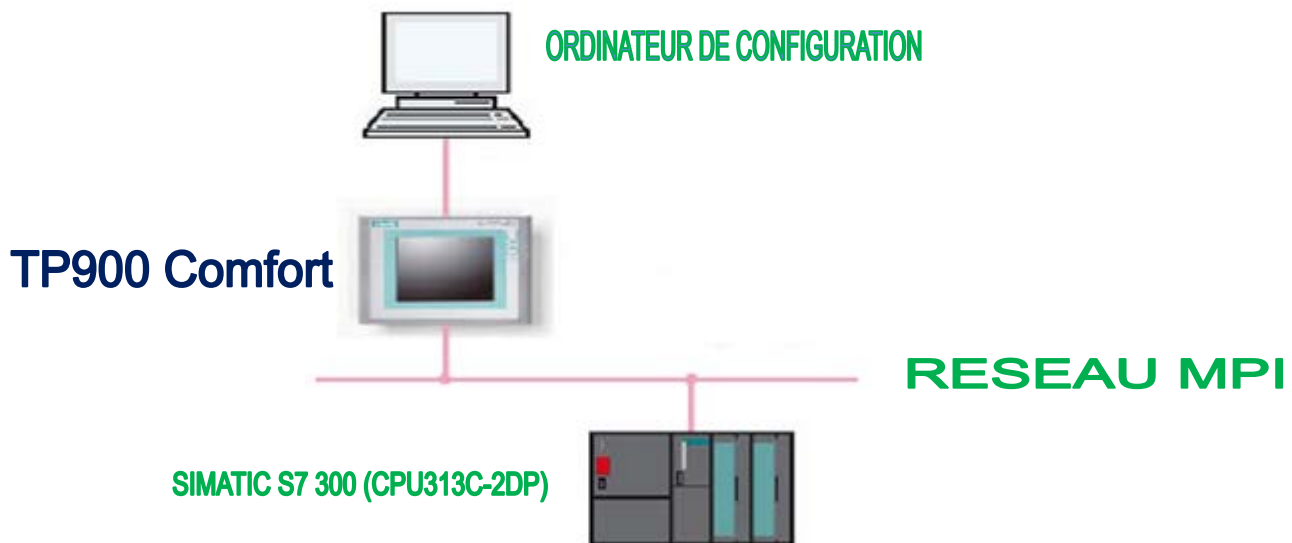


Figure V-1 : Présente les différents composants pour la réalisation du projet.

VI-1-La Sélection du pupitre opérteur :

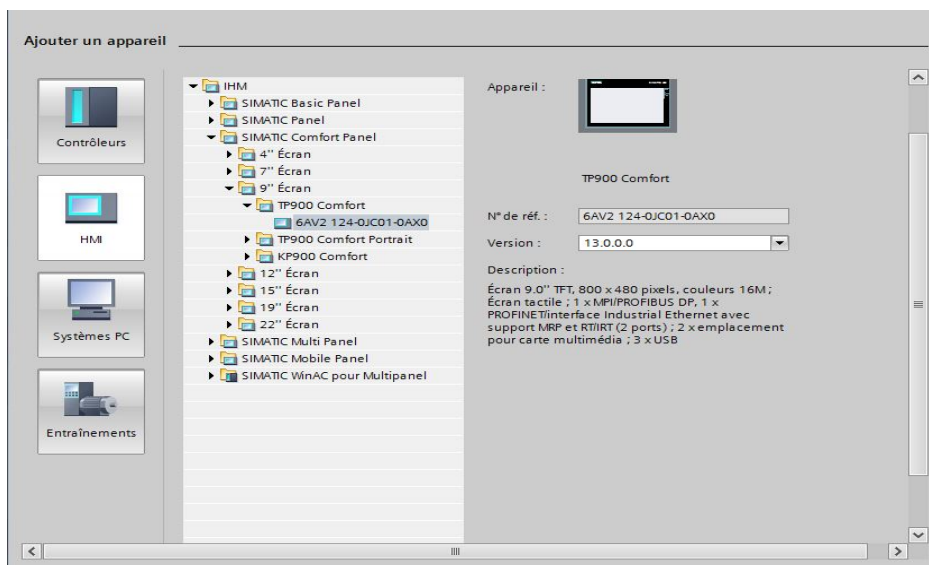


Figure V-2 : Présente le type de pupitre utilisé dans notre projet.

➤ Remarque :

1/Selon notre pupitre opérateur, nous pouvons utiliser WinCC Runtime avec le clavier et la souris ou via l'écran tactile.

2/La commande d'un process dépend du mode de création du projet et des capacités du pupitre opérateur.

VI-2-Présentation du pupitre opérateur utilisé :

Le pupitre utilisé est un pupitre de type TP 900 9" tactile offre de nombreuses possibilités d'application, une performance élevée et un excellent rapport qualité-prix, il prend en charge les tâches suivante :

- Réduire le travail de configuration par l'utilisation de blocs d'affichage ;
- Archivage des alarmes et des données de production ;
- Emission automatique de comptes-rendus d'état et de production au changement d'équipe ;
- Bascule de *la machine* du mode manuel en mode automatique.
- Gestion des opérateurs avec des droits d'accès différents.
- Présenter les états d'exploitation, les valeurs actuelles de processus de production et les alarmes de l'automate et d'autre part, décommander de manière aisée l'installation de production ;
- Commutation de la langue entre français et anglais.

➤ Le TP 900 dispose de :

Écran 9.0" TFT, 800 x 480 pixels, couleurs 16M ; Écran tactile ; 1 x MPI/PROFIBUS DP, 1 x PROFINET/interface Industrial Ethernet avec support MRP et RT/IRT (2 ports) ; 2 x emplacement pour carte multimédia ; 3 x USB.

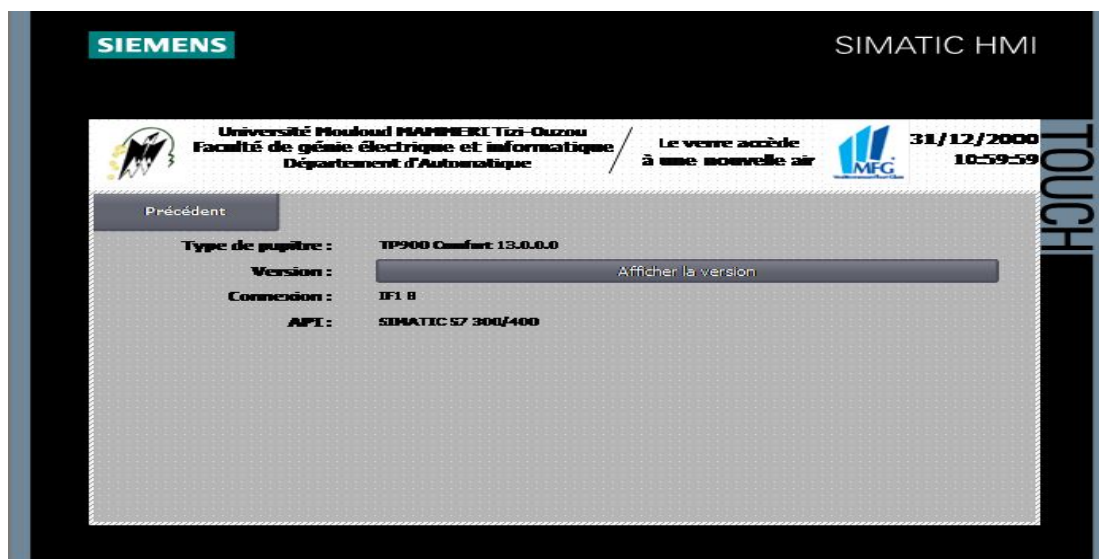


Figure V-3 : Présente le pupitre opérateur de type TP900 9" tactile.

VI-3-Connexion du pupitre :

WinCC RT propose divers réseaux pour la communication entre le pupitre opérateur et les automates SIMATIC S7. Les réseaux ci-dessous sont significatifs pour une communication avec WinCC RT :

- PPI (Point to Point Interface);
- MPI (Multi Point Interface) ;
- PROFIBUS (Process Field Bus) ;
- Ethernet.

Dans notre cas la communication est faite grâce au réseau MPI, les étapes à suivre pour assurer une bonne connexion : Un clic sur la fenêtre Configuration réseau pour réaliser la connexion.

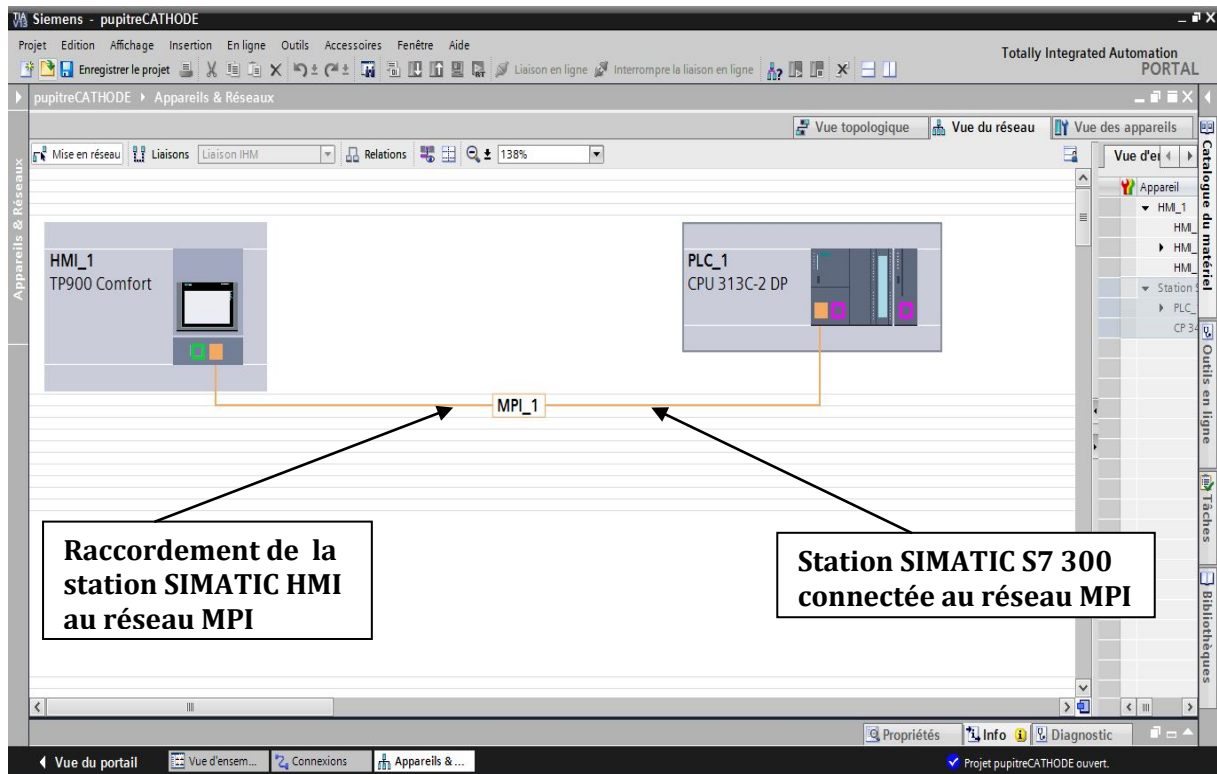


Figure V-4 : Raccordement du pupitre opérateur et l'automate S7 300 au réseau MPI

➤ Remarque :

1- Le pupitre et le automate doivent être connecté au même réseau (MPI – Profibus) pour avoir une bonne liaison si non le système ne marcheras pas quand on le simule.

2- Dans notre cas on a le choix de connexion entre le pupitre opérateur et l'automate soit via le port MPI ou DP (Profibus).

3-1-Communication entre l'écran de supervision et l'automate S7 300 :

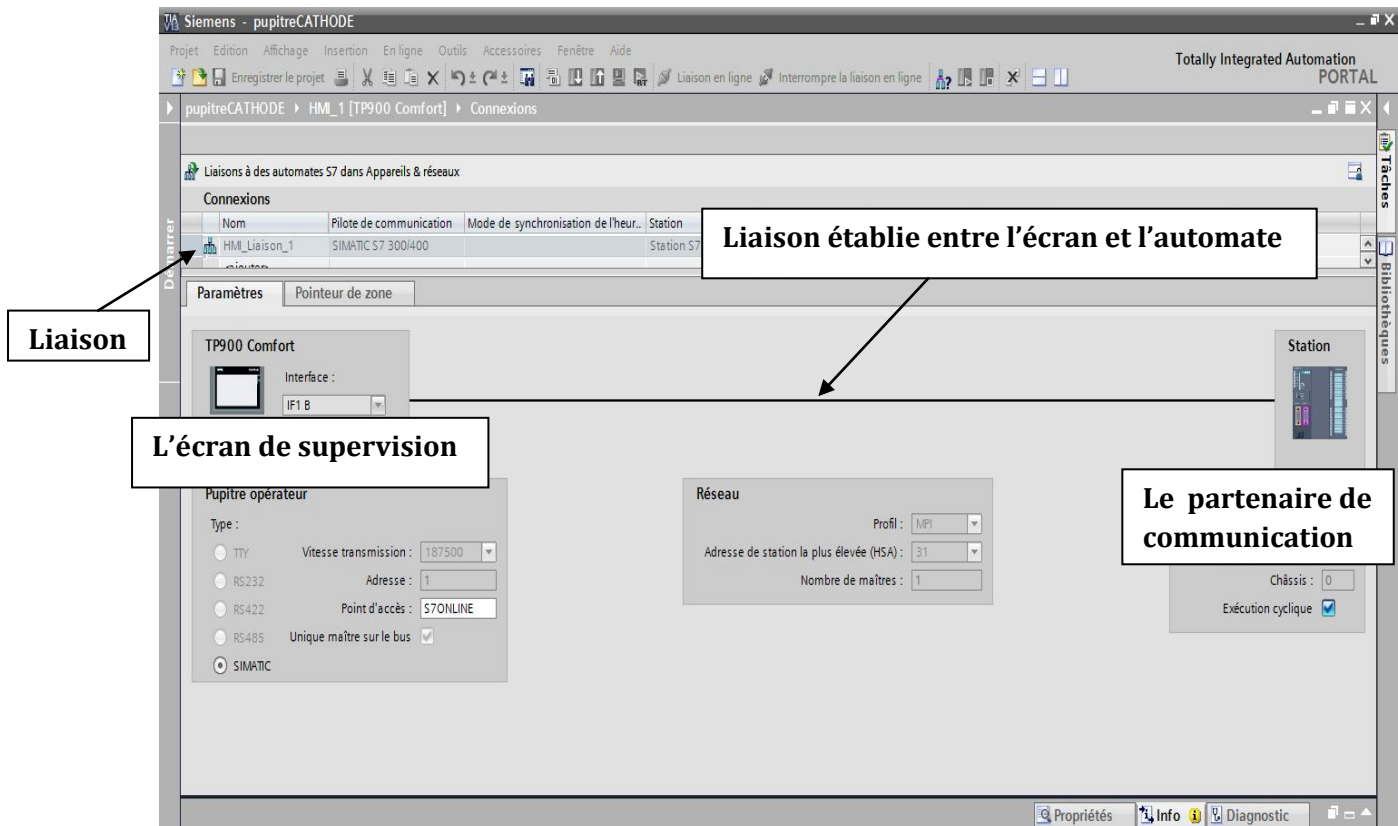


Figure V-5: Liaison entre l'écran de supervision de type TP 900 et l'automate.

3-2-Le répertoire de WinCC RT :

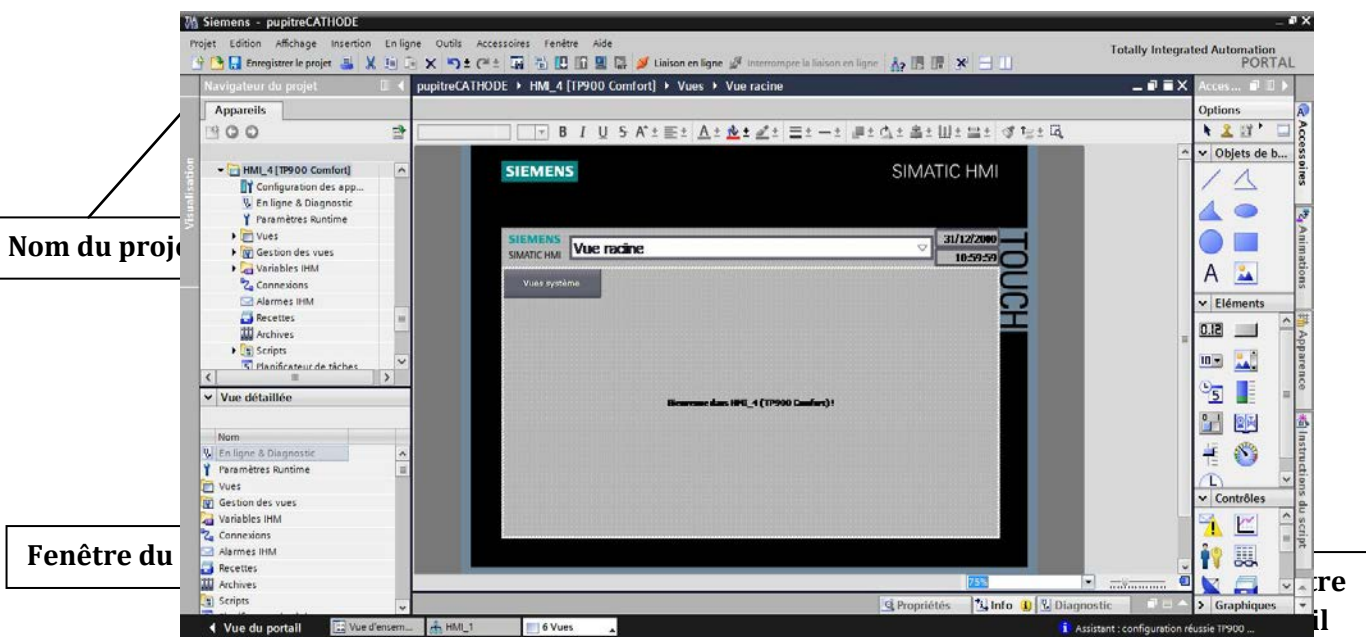


Figure V-6 : Différents éléments du répertoire WinCC.

➤ **Menus et barres d'outils :**

Les menus et barres d'outils vous donnent accès à toutes les fonctions disponibles sous WinCC flexible. Lorsque vous positionnez le pointeur de la souris sur une fonction, vous obtenez une info-bulle.

➤ **Zone de travail :**

La zone de travail sert à éditer les objets du projet. Tous les éléments de WinCC flexible sont disposés autour de la zone de travail. A l'exception de la zone de travail, vous pouvez disposer et configurer, déplacer ou masquer p. ex. tous les éléments comme bon vous semble.

➤ **Fenêtre de projet :**

Tous les éléments et tous les éditeurs disponibles d'un projet sont affichés sous forme d'arborescence dans la fenêtre du projet et peuvent être ouverts à partir de cette fenêtre. Sous chaque éditeur se trouvent les dossiers, dans lesquels un stockage structuré des objets est possible. Pour les vues, les recettes, les scripts, les journaux et les dictionnaires personnalisés, vous pouvez en outre accéder directement aux objets configurés. Dans la fenêtre de projet, vous pouvez accéder aux paramètres du pupitre, à la localisation et à la gestion de versions.

➤ **Fenêtre des propriétés :**

La fenêtre des propriétés vous permet d'éditer les propriétés des objets, p. ex. la couleur des objets de vue. Elle n'est disponible que dans certains éditeurs.

➤ **fenêtre d'outils :**

La fenêtre d'outils vous propose un choix d'objets que vous pouvez insérer dans vos vues, p. ex. des objets graphiques et éléments de commande. La fenêtre d'outils contient en outre des bibliothèques d'objets et collections de blocs d'affichage prêts à l'emploi.

VI-4-Définition des vues :

Les vues sont les éléments principaux du projet. Elles permettent de commander et de contrôler la machine, p.ex. L'affichage des paramètres de la machine. Les vues contiennent des objets comme les champs de sortie, les zones de texte et d'affichage qui permettent par ex. de représenter l'affichage des différents moteurs.

Nous créons et configurons dans les vues tous les objets indispensables à la commande et au contrôle de la machine par exemple :

- Des variables qui transmettent les données entre la machine et le pupitre opérateur .

4-1- Descriptif du pupitre opérateur :

Le pupitre est composé des éléments nécessaire au dialogue entre la machine et l'opérateur, nous avons créés 13 vues pour la supervision de la cathode.

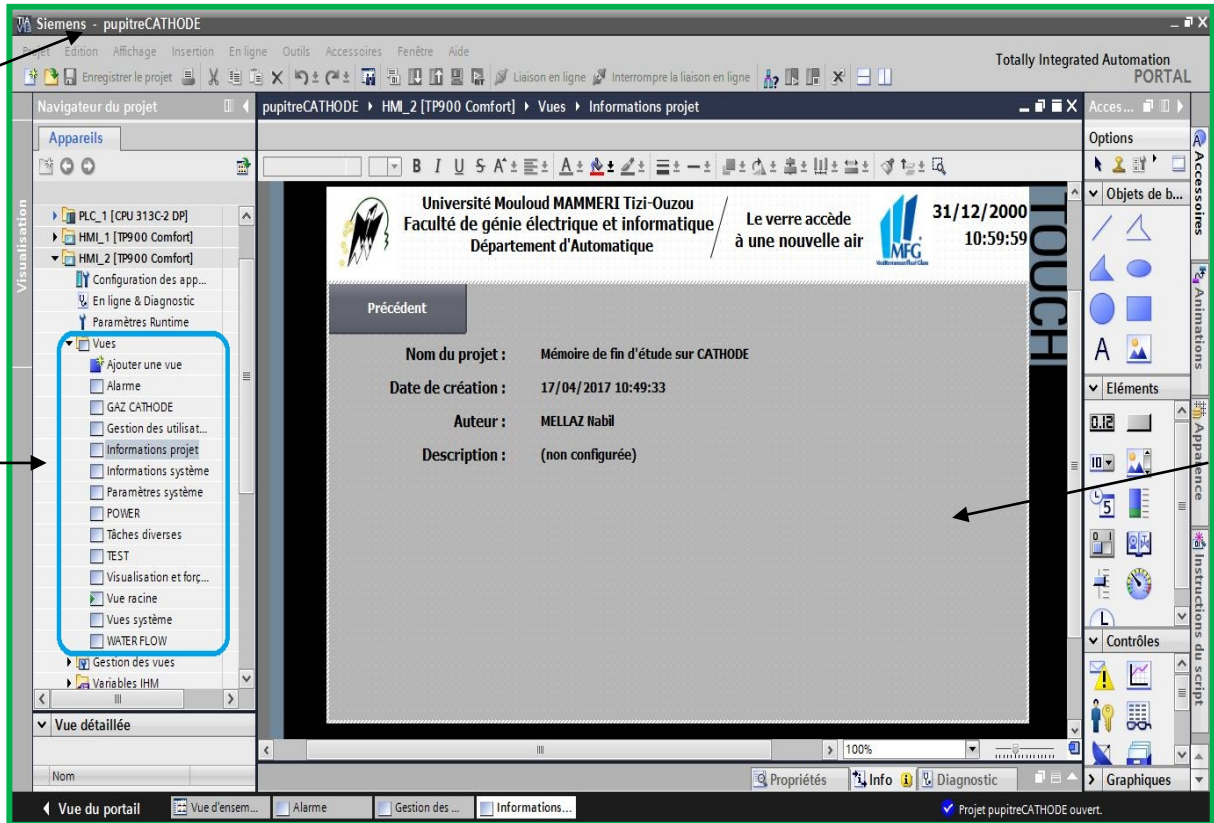


Figure V-7 : Présente l'écran de supervision de la cathode.

- 1-Ecran de supervision TP 900 9 '' ;
- 2-Les vues que nous avons créés (13 vues) ;
- 3-Nom de notre projet (Pupitre cathode).

VII- Présentation des différents vues de notre projet :

VII-1- Vue d'accueil :

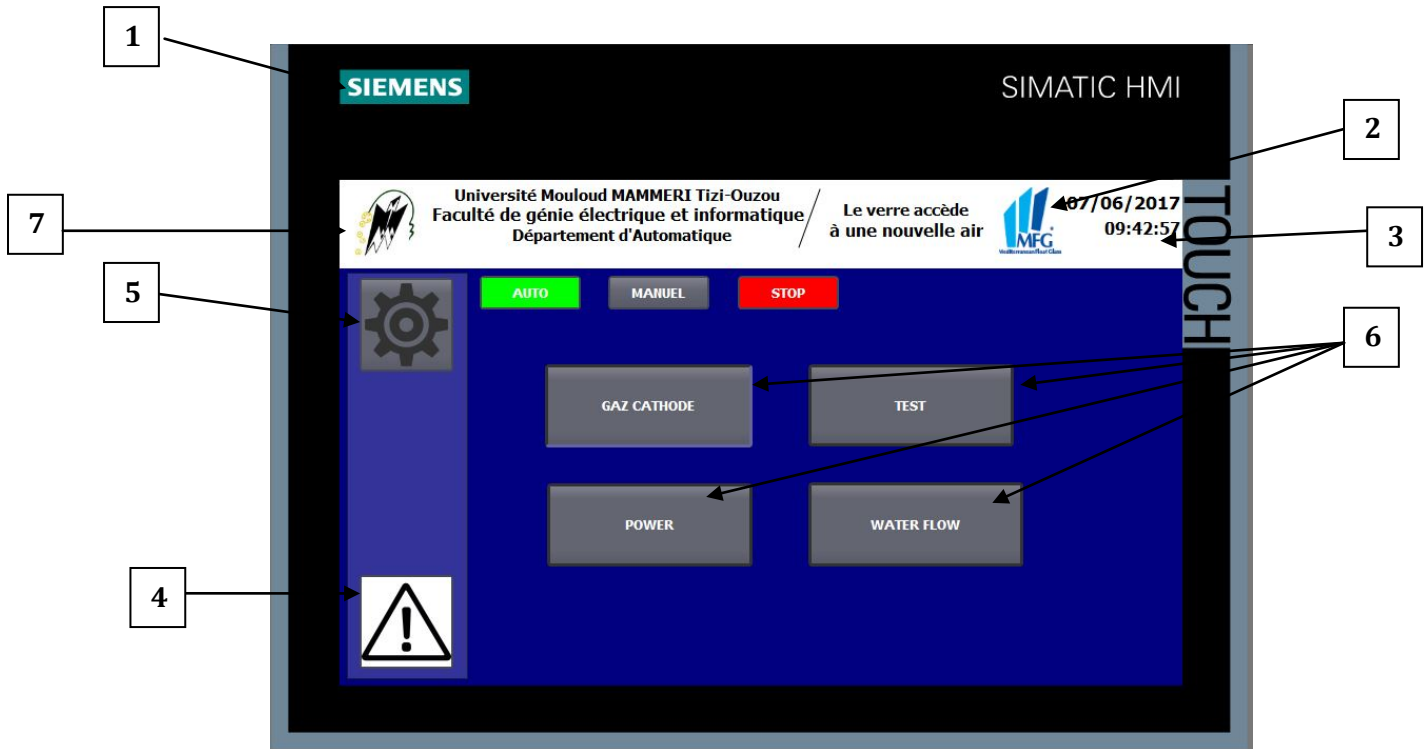


Figure V-8 : Vue d'accueil.

1	Logo de la société SIEMENS
2	Logo de l'unité MFG
3	La date et l'heure
4	La sélection de la vue des alarmes
5	Paramétrés du système du pupitre
6	La sélection des différents vues
7	Logo U.M.M.T.O

Tab V-1 : tableau des vues.

VII-2) Vue gaz cathode:

Cette vue permet d'afficher les différents débits des gaz l'état de la cible ainsi les débits d'eau entrant et sortant de la cathode .

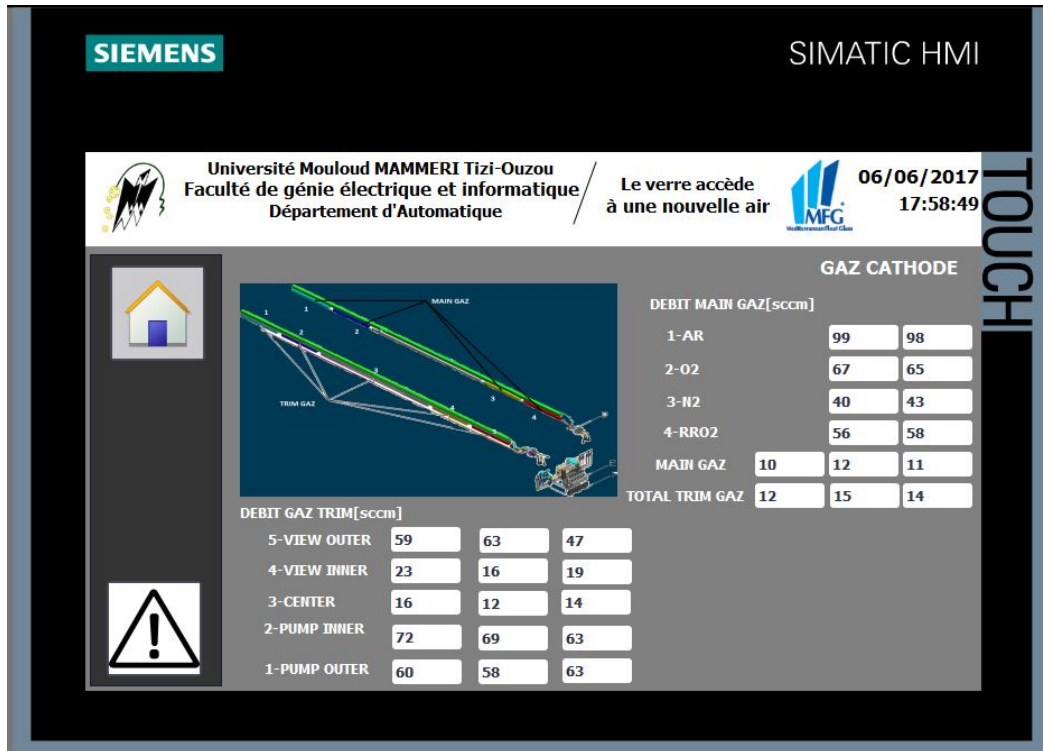


Figure V-9 : Vue gaz cathode.

Simulation :

1-AR-O2 :

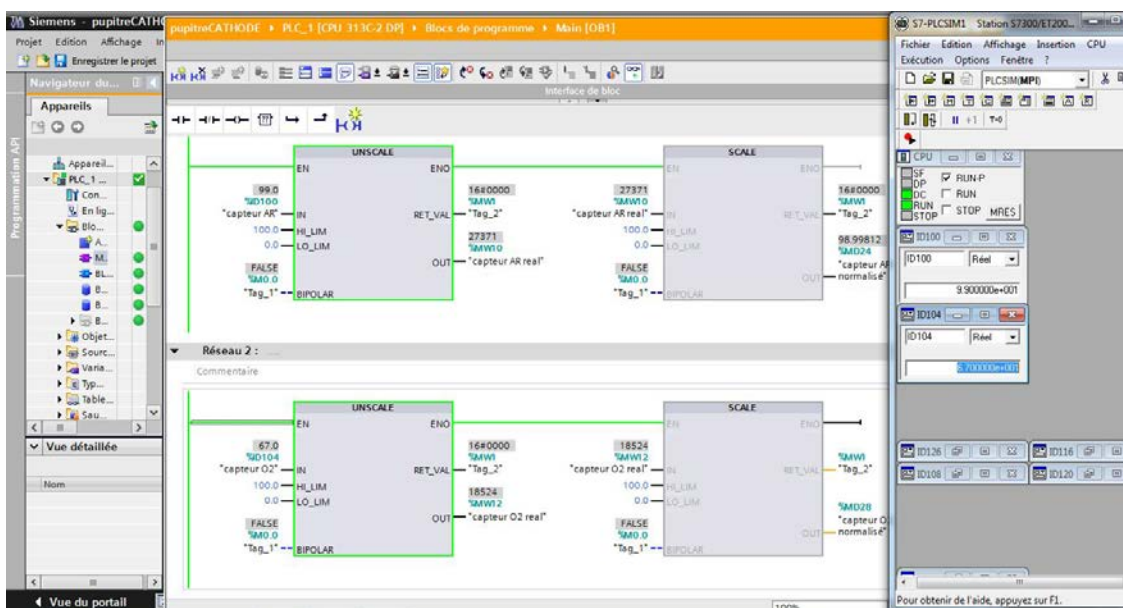


Figure V-10 : Simulation AR –O2.

2-N2-RRO2 :

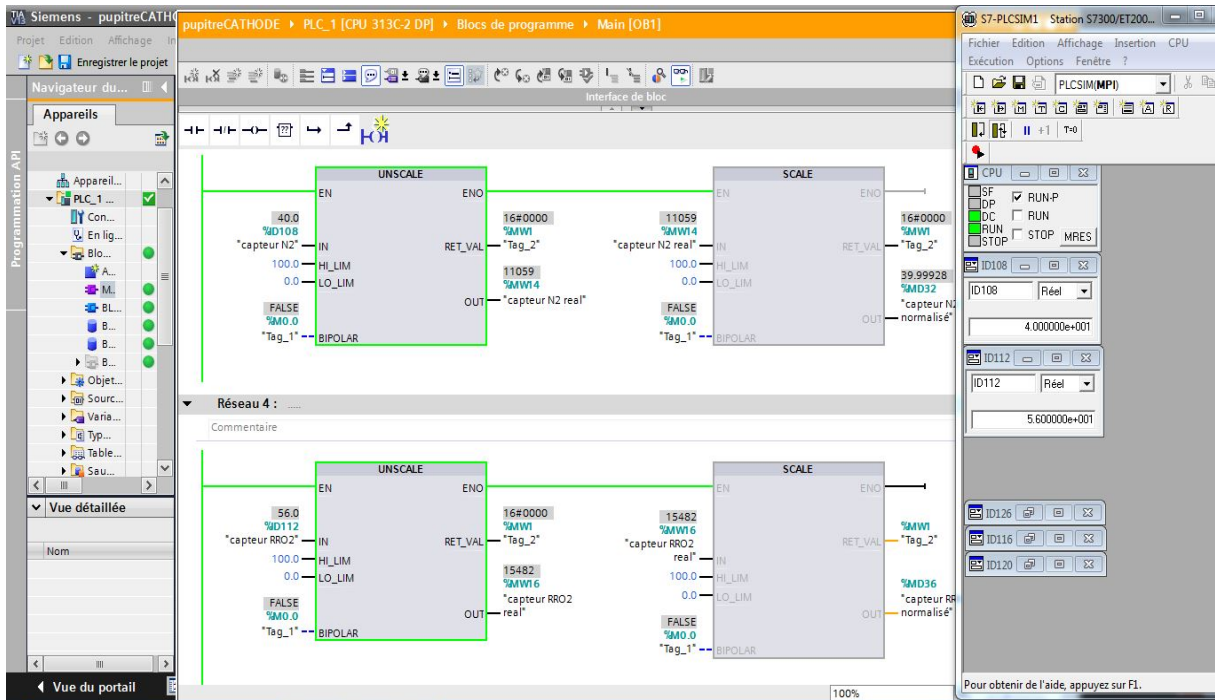


Figure V-11 : simulation N2-RRO2.

VII-3) Vue water flow:

Cette vue permet d'afficher les niveaux d'eau dans les différents compartiments de la cathode.

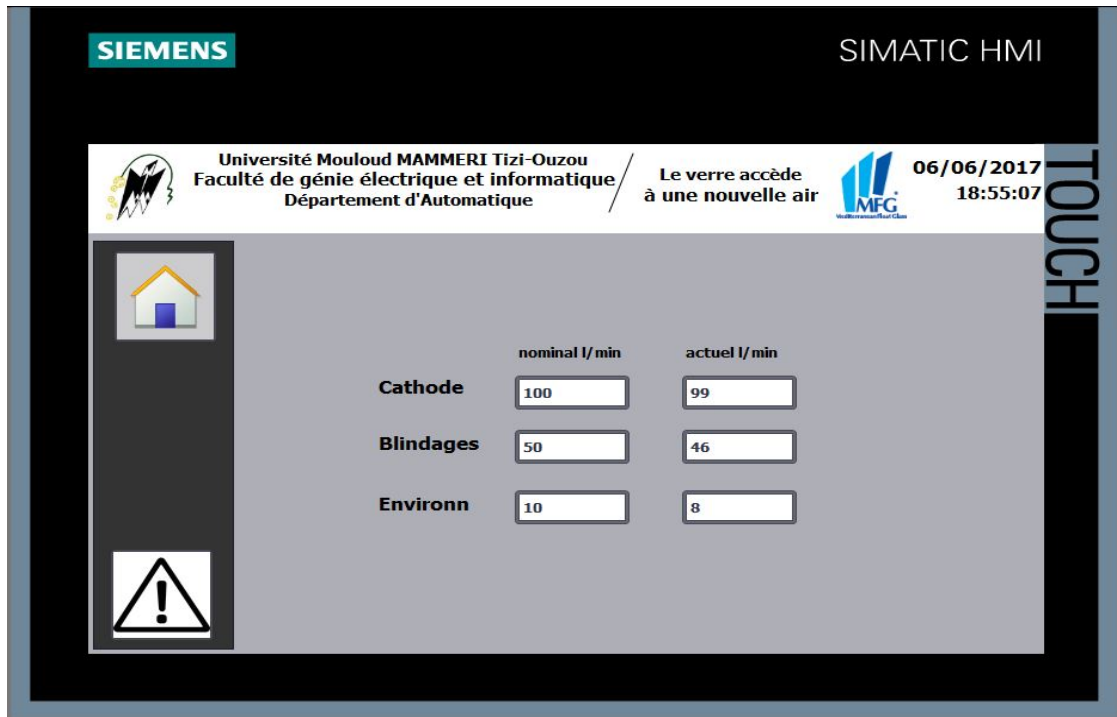


Figure V-12: vue water flow.

Chapitre V : Supervision HMI.

Simulation:

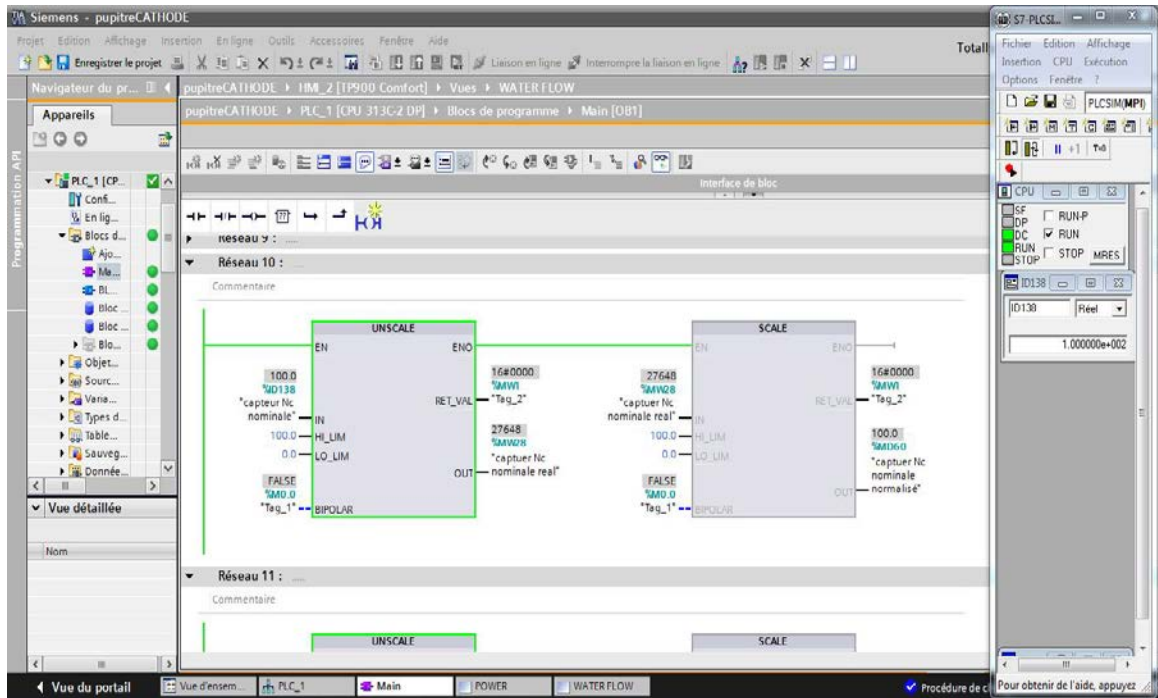


Figure V-13: simulation water flow bloc SCALE 1.

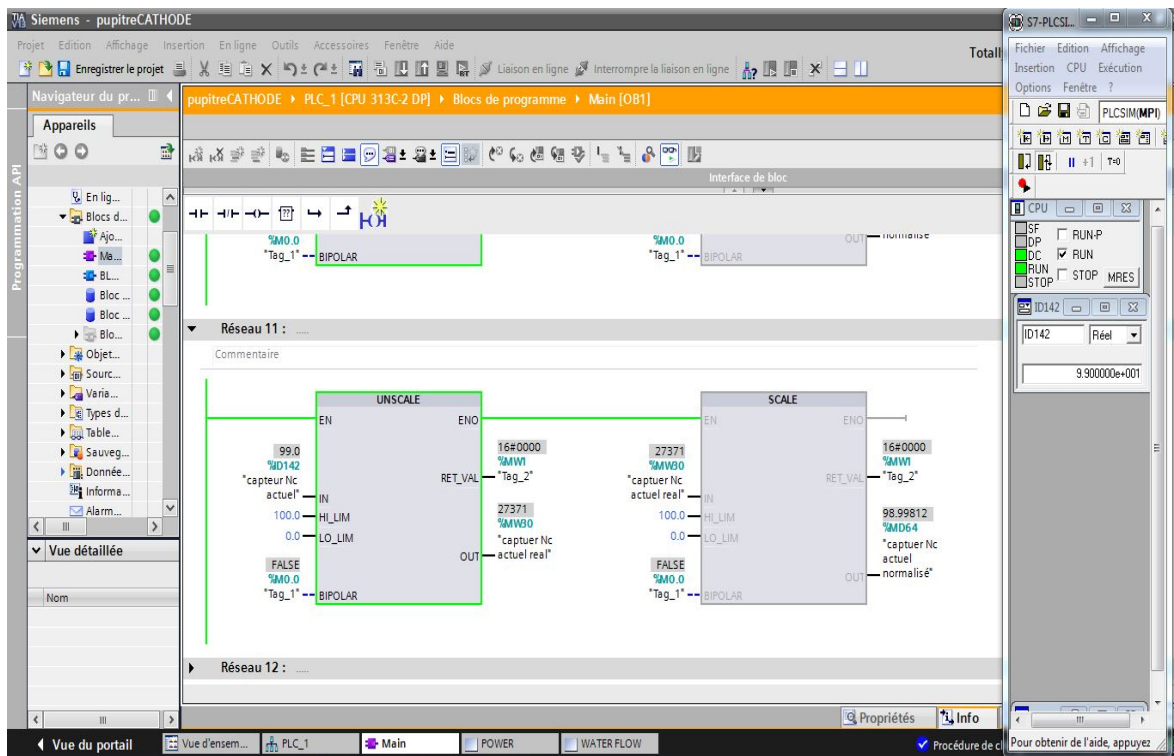


Figure V-14: Simulation water flow bloc SCALE 2.

VII-4-Vue power :

Cette vue permet d'afficher la vitesse et la puissance des deux moteurs qui forment les deux cibles de la cathode rotative.

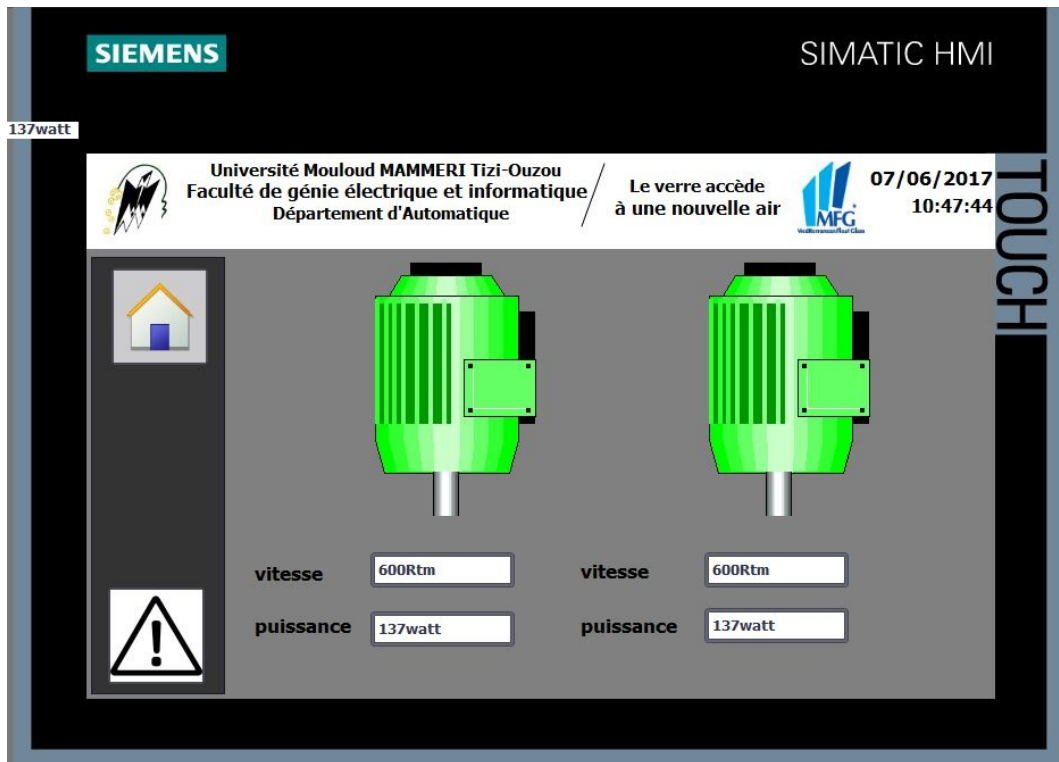


Figure V-15: Vue power.

Simulation:

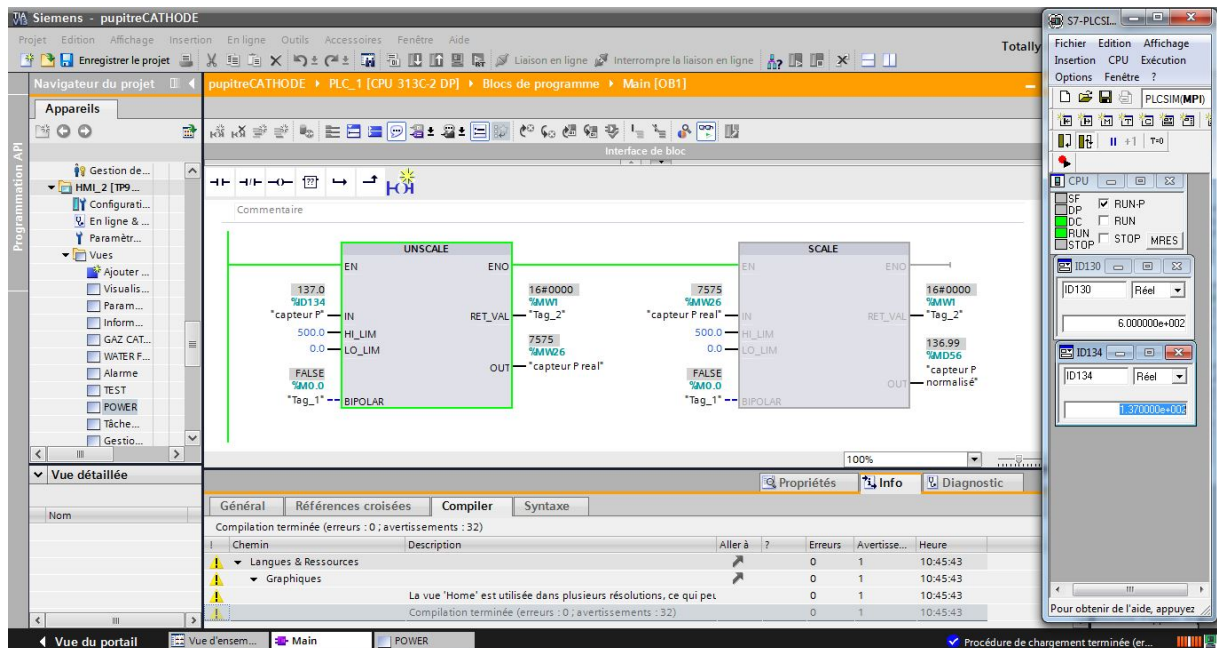


Figure V-16: simulation power bloc SCALE 1.

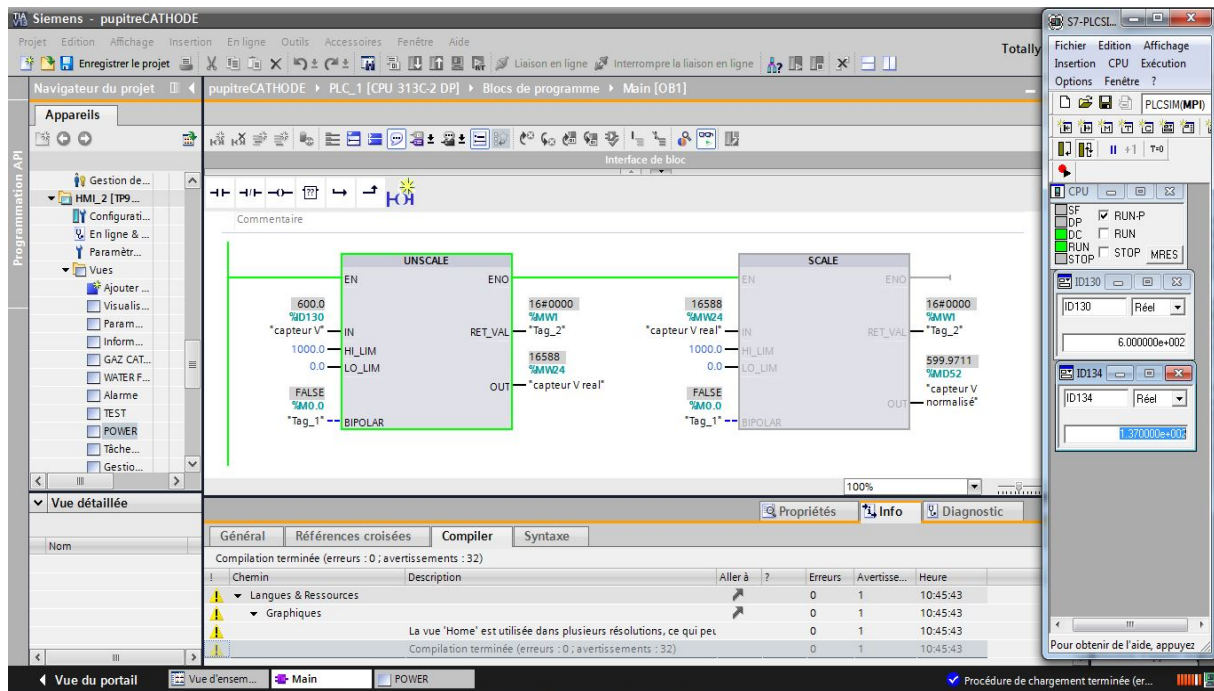


Figure V-17: simulation POWER BLOC 2.

VIII-Conclusion:

Dans ce chapitre nous avons réalisés les vues de contrôle et de supervision de la cathode rotative qui nous permettent de suivre l'évolution du procédé en temps réel. Nous avons constatés que le logiciel de supervision WinCC RT 2013 est très riche en option.

Il est très puissant dans les solutions globales d'automatisation car il assure un flux continu d'informations.

Ses composants conviviaux permettent d'intégrer sans problème les applications dont on a besoin, il combine l'architecteur moderne des applications Windows et la simplicité du logiciel de conception graphique et intègre tous les composants nécessaire aux tâches de visualisation et de pilotage.

Donc il suffit d'imaginer le design de l'installation et tout les effets d'animations qui seront nécessaire pour bien apporter l'état réel de l'installation à l'opérateur avec plus d'information à partir des messages configurés et l'attribution des couleurs différentes pour les états différents objets.

Conclusion Générale

Conclusion générale.

Notre projet de fin d'étude qui a été réalisé en grande partie au sein de l'unité de production du verre "MFG", située dans la région Larbaa, a eu pour but d'étudier et améliorer le système de commande de la cathode **APPOLON**, qui occupe une place très importante dans la chaîne de production.

Nous avons fait, en premier lieu une étude fonctionnelle bien détaillée de la machine afin de réaliser une modernisation performante et son automatisation à l'aide du **TIA PORTAL**.

Le logiciel développé nous a beaucoup aidés au passage vers la programmation en langage contact, et l'élaboration d'une solution programmable dans l'automate programmable industriel. Nous avons effectué une simulation avec le logiciel **S7-PLCSIM**, qui nous a permis de visualiser et de valider le modèle obtenu.

Dans notre travail, nous avons élaboré un programme automatisé afin de faciliter la détection de fuites au niveau de la cathode, nous avons aussi apporté une grande amélioration à sa supervision HMI.

Dans notre projet, nous avons réalisé une solution de supervision dont le but est de contrôler le déroulement du processus par l'intermédiaire de graphismes et de schémas en temps réel. Cette amélioration consiste, remplacer l'ancien panel par un nouveau bien plus grand et plus performant qui permet pas seulement d'afficher plus d'information sur le process, mais aussi d'apporter des modifications directes aux valeurs et cela sans le passage par la salle de contrôle, et une intervention plus rapide, Il est donc facile de cibler, en cas de panne, un élément défectueux parmi les capteurs et les actionneurs, le tout s'accompagne d'avantages considérables, en particulier en environnement industriel :

- Augmentation de la compétitivité grâce à une mobilité et une flexibilité accrues ;
- Aide surtout du point de vue maintenance, en réduction des travaux et des coûts de maintenance ainsi que des temps d'arrêt ce qui permet l'augmentation de la production ;
- Les erreurs sont détectées rapidement et l'intervention est plus efficace ;
- Une sûreté de fonctionnement plus grande ;
- Le câblage et complément éliminé ;
- De recevoir les données le plus rapidement possible.

Nous souhaitons que l'entreprise mette en œuvre les résultats de ce travail très prochainement.

Ce projet nous a été bénéfique et profitable de plusieurs points de vue, il présente de nombreux avantages :

Conclusion générale.

- A été une occasion de se familiariser avec le domaine industriel, les automates en général notamment avec la technologie SIMATIC de SIEMENS automate S7-300 et ses outils de programmation **TIA PORTAL**;
- Le fait de travailler sur le logiciel **TIA** nous a permis d'avoir une vision détaillée sur l'automatisation ,nous avons découverts comment automatiser un processus à l'aide du logiciel de programmation **TIA** ;
- Il nous a permis d'une part d'acquérir un savoir faire dans le domaine pratique et de tirer profit de l'expérience des personnes du domaine, et d'autre part, d'apprendre les différentes étapes à suivre pour l'élaboration des projets d'automatisation et aussi comment faire face à une situation purement industrielle et arriver à résoudre toutes les difficultés que présente une situation réelle afin d'éviter ce qui peut être fatal. Cela a été pour nous une expérience enrichissante.

Ce pendant, l'inconvénient rencontré a été le manque de documentation industrielle et l'emplacement lointain de l'usine. Hormis ces inconvénients, le stage a été plus que bénéfique car il nous a permis d'avoir l'opportunité d'approfondir et d'améliorer nos connaissances acquises et leur mise en pratique, dans un domaine qui nous passionne.

Toutefois, nous espérons que ce modeste travail servira de base de départ pour notre vie professionnelle et puisse apporter aussi un plus ainsi être bénéfique aux promotions à venir.

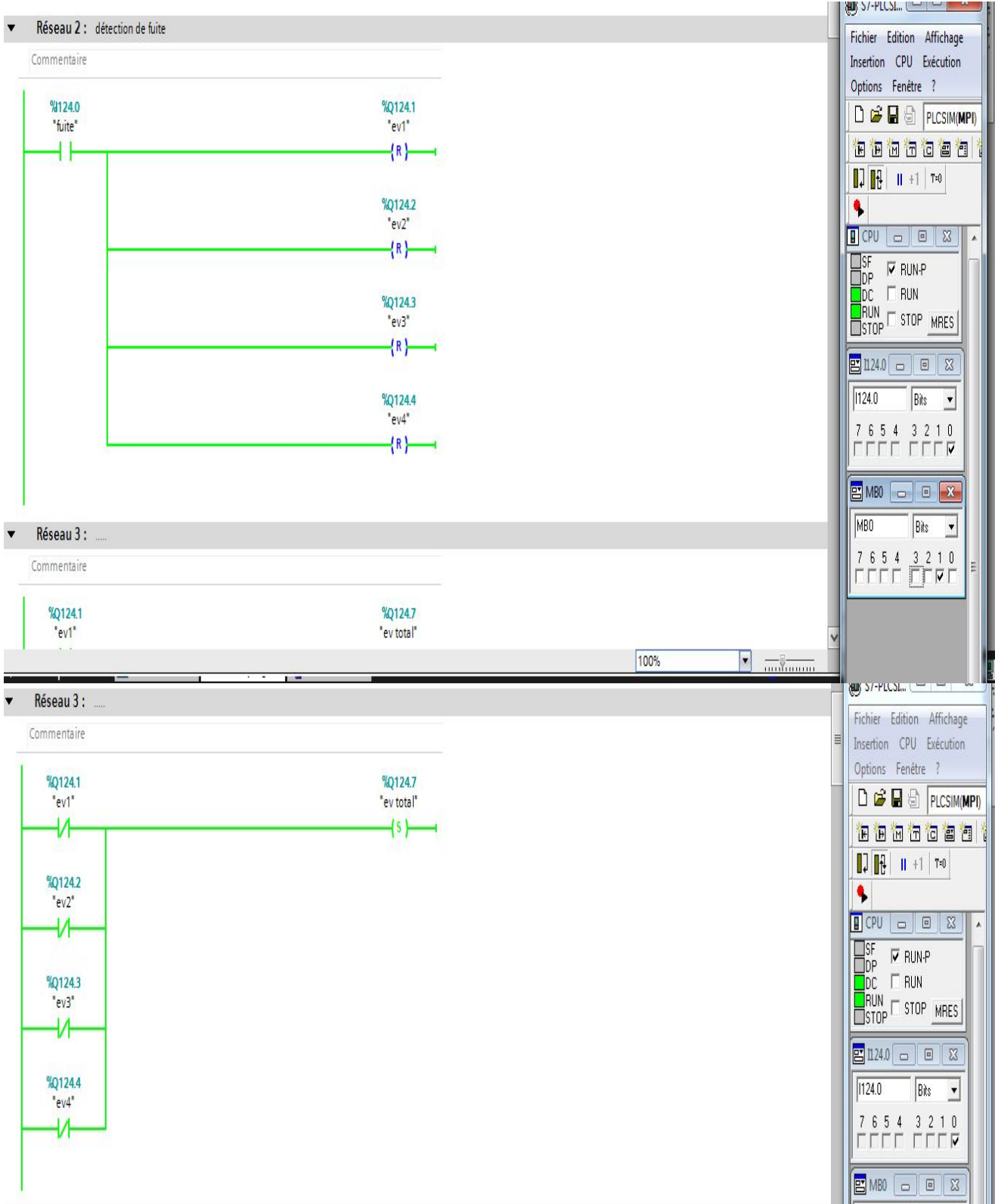
Conclusion Générale

Bibliographie

- [1] : Le site officiel de l'entreprise MFG CEVITAL <http://www.mfg.dz>
- [2] : La distribution de l'entreprise MFG CEVITAL <http://www.cevital.com/fr/mfg.html>
- [3] : Documentation interne « présentation de l'entreprise MFG CEVITAL ».
- [4] : Documentation du constructeur du process **LYBOLD OPTICS**.
- [5] : Le site officiel de Siemens <http://www.siemens.com/support.html>

Annexe 1

Annexe 1 : Programme

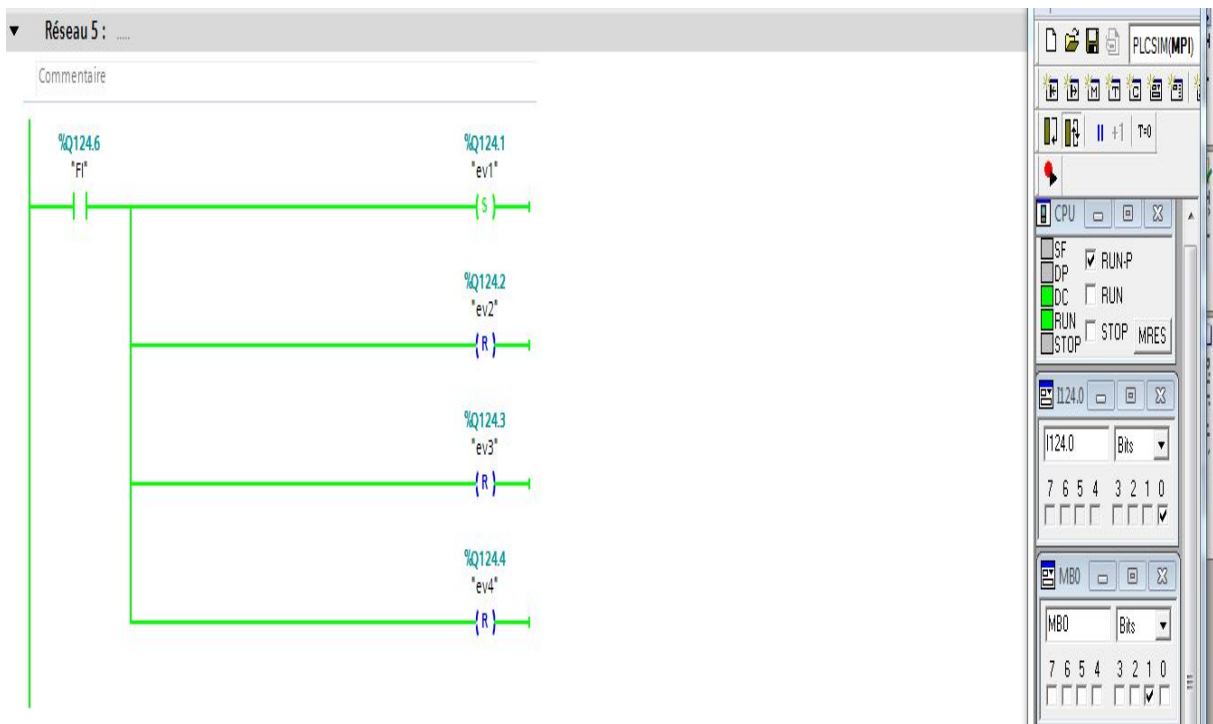


Fermeture des vannes après détection de fuite

Annexe 1 : Programme

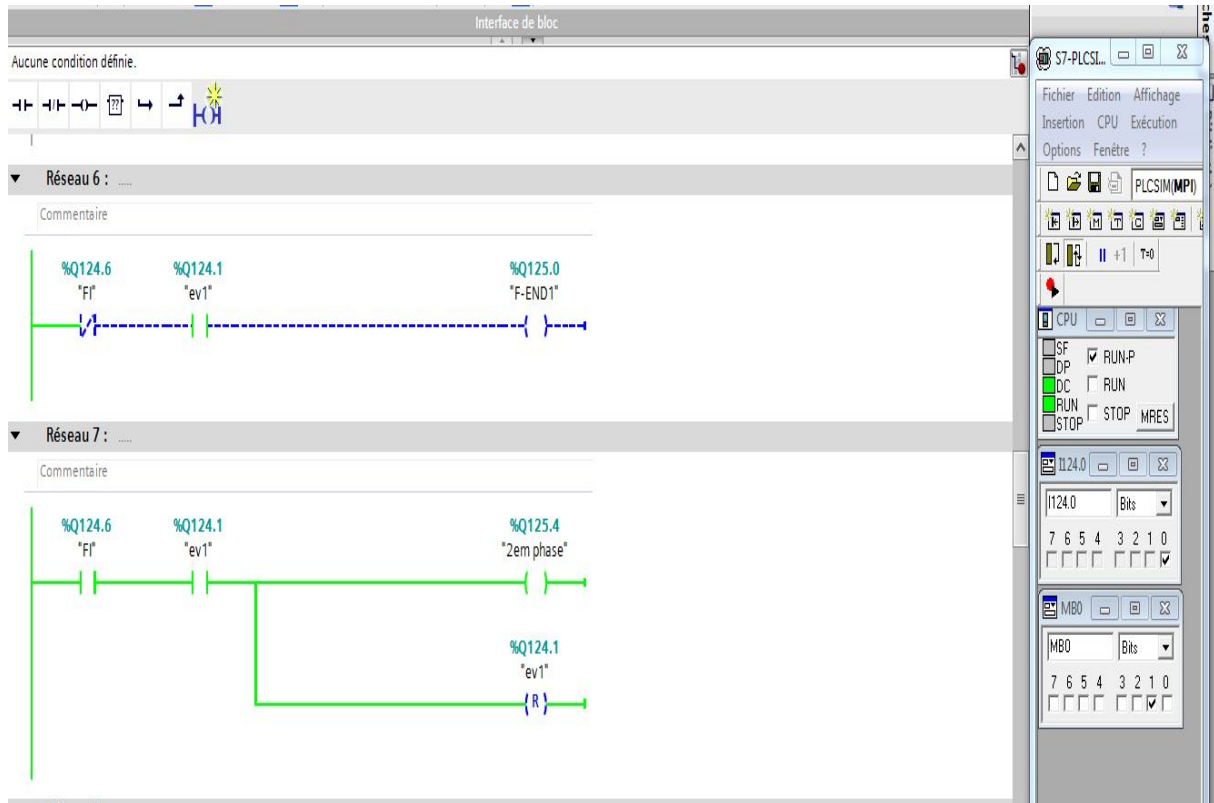


Détection de fuite interne



Teste du premier compartiment

Annexe 1 : Programme

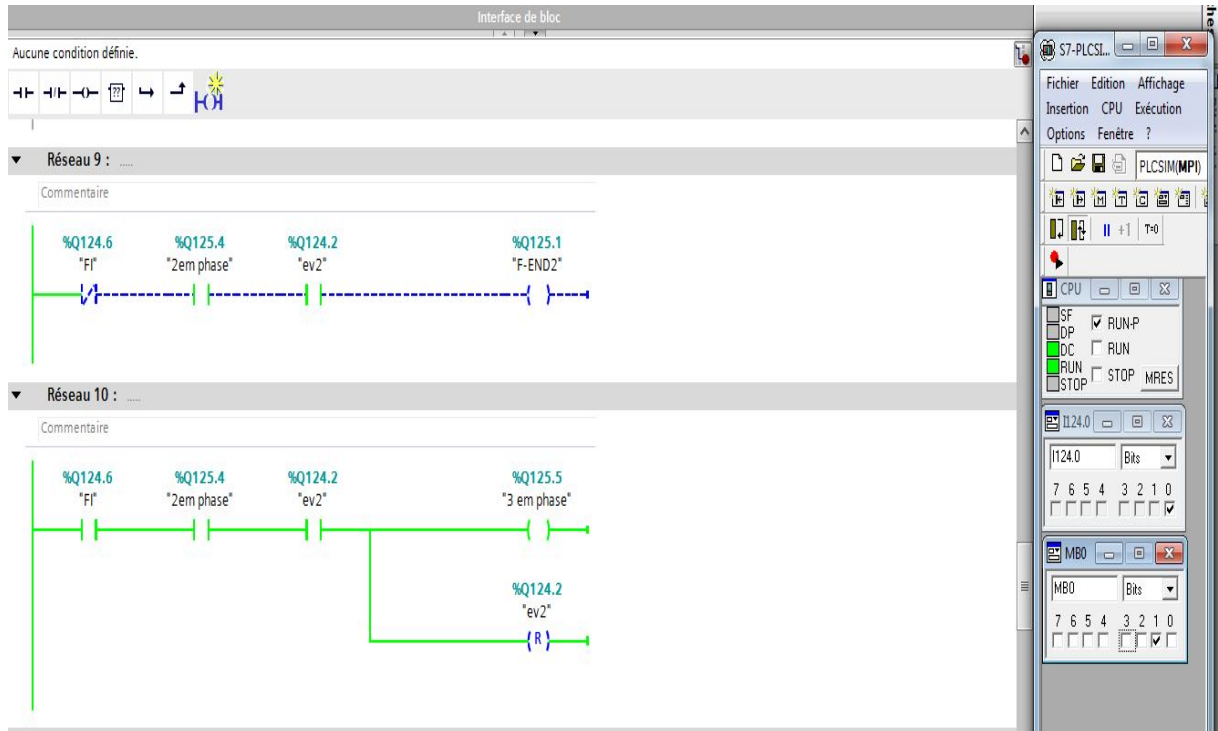


Fin du teste au premier compartiment, passage a l'étape suivante

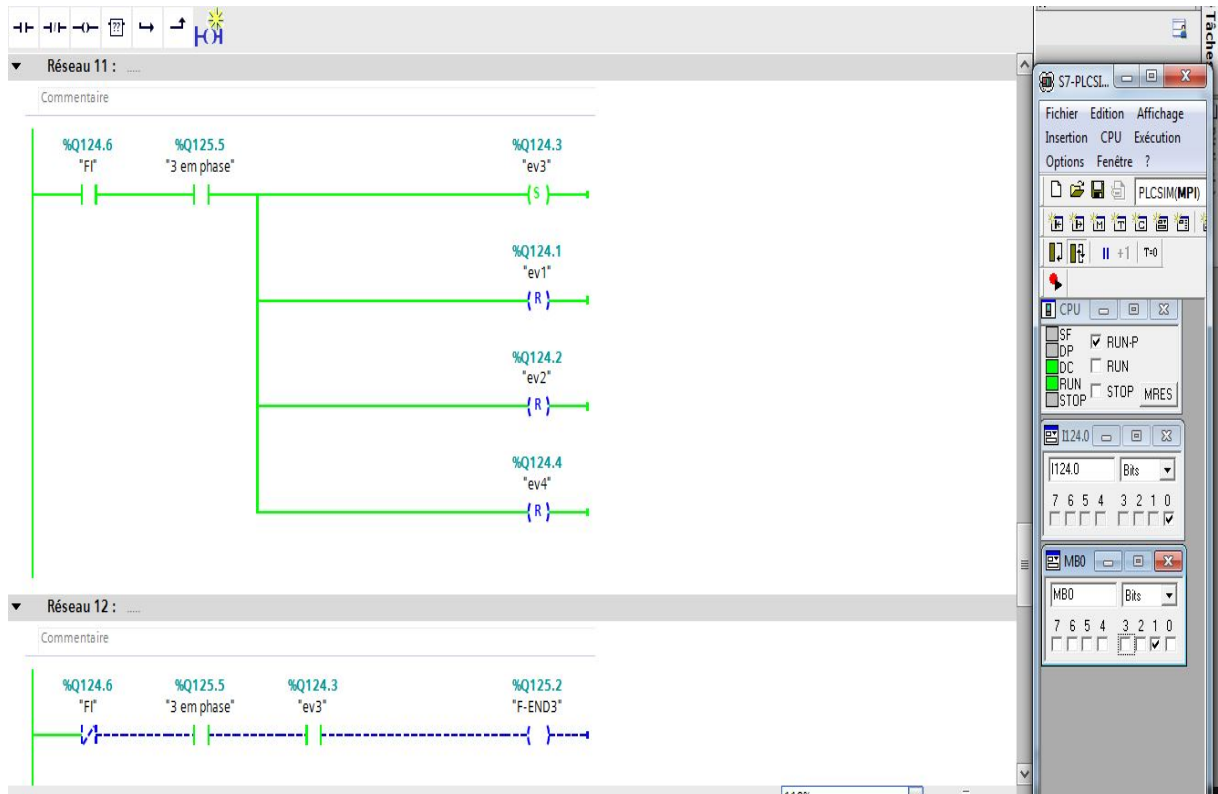


Teste du 2eme compartiment

Annexe 1 : Programme



Fin de teste au compartiment 2eme, passage au 3eme



Teste du 3eme compartiment, fin de teste dans le 3eme la fuite n'est pas encore détecter

Annexe 1 : Programme

The image displays three ladder logic networks (Réseau 14, 15, and 16) from a Siemens SIMATIC Manager project. The networks are connected in series.

- Réseau 14:** Ladder logic with inputs **%Q124.6 "Fi"**, **%Q125.5 "3 em phase"**, and **%Q124.3 "ev3"**. The output is **%Q124.3 "ev3" (R)**.
- Réseau 15:** Ladder logic with inputs **%Q124.6 "Fi"** and **%Q125.6 "4em phase"**. It has four parallel outputs: **%Q124.4 "ev4" (S)**, **%Q124.1 "ev1" (R)**, **%Q124.2 "ev2" (R)**, and **%Q124.3 "ev3" (R)**.
- Réseau 16:** Ladder logic with inputs **%Q124.6 "Fi"**, **%Q125.6 "4em phase"**, and **%Q124.4 "ev4"**. The output is **%Q125.7 "F-END4"**.























On the right side, two panels from the SIMATIC Manager software are visible:

- The top panel shows the **CPU** configuration window with options for **SF**, **DP**, **DC**, **RUN**, and **STOP**. The **RUN-P** mode is selected.
- The bottom panel shows the **MBO** (Digital Output) configuration window, displaying bit patterns for outputs 0-7.

Détection de la fuite au dernier compartiment, fin du teste.


























Annexe 2

Annexe 2 : Table de variables

Table de variables standard							
	Nom	Type de données	Adresse	Réma...	Visibl...	Acces...	Commentaire
1	 fuite	Bool	 %I124.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2	 ev1	Bool	%Q124.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
3	 ev2	Bool	%Q124.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
4	 ev3	Bool	%Q124.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
5	 ev4	Bool	%Q124.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
6	 FX	Bool	%Q124.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
7	 FI	Bool	%Q124.6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
8	 ev total	Bool	%Q124.7		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
9	 Tag_11	Bool	%M10.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
10	 F-END1	Bool	%Q125.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
11	 F-END2	Bool	%Q125.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
12	 F-END3	Bool	%Q125.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
13	 1er phase	Bool	%Q125.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
14	 2em phase	Bool	%Q125.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
15	 3 em phase	Bool	%Q125.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
16	 4em phase	Bool	%Q125.6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
17	 F-END4	Bool	%Q125.7		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
18	 Tag_1	Bool	%M0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
19	 Tag_2	Word	%MW1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
20	 Tag_3	Real	%MD58		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Annexe 3

Annexe 3 : capteur analogique

Capteur Analogique							
	Nom	Type de données	Adresse	Réma...	Visibl...	Acces...	Commentaire
1	 capteur AR	Real	 %ID100	▼	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2	 capteur O2	Real	%ID104		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
3	 capteur N2	Real	%ID108		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
4	 capteur RRO2	Real	%ID112		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
5	 capteur View outer	Real	%ID116		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
6	 capteur View inner	Real	%ID120		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
7	 capteur Center	Real	%ID126		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
8	 capteur AR real	Int	%MW10		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
9	 capteur O2 real	Int	%MW12		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
10	 capteur N2 real	Int	%MW14		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
11	 capteur RRO2 real	Int	%MW16		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
12	 capteur View outer real	Int	%MW18		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
13	 capteur View inner real	Int	%MW20		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
14	 capteur Center real	Int	%MW22		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
15	 capteur AR normalisé	Real	%MD24		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
16	 capteur O2 normalisé	Real	%MD28		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
17	 capteur N2 normalisé	Real	%MD32		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
18	 capteur RRO2 normalisé	Real	%MD36		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
19	 capteur View outer normalisé	Real	%MD40		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
20	 capteur View inner normalisé	Real	%MD44		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
21	 capteur Center normalisé	Real	%MD48		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
22	 capteur V	Real	%ID130		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
23	 capteur P	Real	%ID134		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
24	 capteur V real	Int	%MW24		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	