

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE MOULOUD MAMMARI DE TIZI-OUZOU



FACULTE DE GENIE ELECTRIQUE ET D' INFORMATIQUE
DEPARTEMENT D'ELECTROTECHNIQUE

Mémoire de Fin d'Etudes De MASTER PROFESSIONNELLE

Domaine : Sciences et Technologies

Filière : Génie Electrique

Spécialité : ELECTROTECHNIQUE INDUSTRIELLE

Présenté par

Malik AYACHE

Ahmed FOURALI

Thème

Etude et réalisation d'une armoire électrique d'un osmoseur

Mémoire soutenu publiquement le lundi 28 septembre 2015 devant le jury composé de :

M Rachid MANSOURI

Professeur-B, UMMTO, Président

M Ahmed NAHI

Maitre assistant-A, UMMTO, Rapporteur

M Ramdane AMMOUR

Ingénieur, EASM Ouadhias, Co-promoteur

M L'hacene ARAB

Maitre assistant-A, UMMTO, Examineur

M Takfarinas CHELLI

Maitre assistant-A, UMMTO, Examineur

Remerciement

D'abord nous remercions le bon dieu de nous avoir donné santé, courage et foie pour réaliser ce travail avec volonté.

Tous nos vifs remerciements ; nos profondes reconnaissances s'adressent a notre promoteur Mr NAHI Ahmed a qui nous tenons témoigner notre sincère gratitude de nous avoir aide tout au long de notre projet ; aussi notre encadreur Mr AMMOUR Remdane de nous avoir confie ce sujet intéressant ainsi que tous les ingénieurs de l'entreprise EASM industriel pour leur conseils pour accomplir notre travail.

Que monsieur le président et messieurs les membres du jury trouvent ici l'expression de notre gratitude et respect de nous avoir fait l'honneur et juger notre travail.

Nous remercions nous très chers parents, nous frères et sœurs pour leur soutiens et leurs encouragements durant notre cycle d'études.

Enfin, merci à tous ceux qui ont contribue de près ou de lion pour réaliser projet de fin d'études, du point de vu scientifique ou administratif.

MALIK, AHMED

Dedicace

Je dédie ce travail

- ✚ A mes parents pour leurs encouragements tout au long de mes études*
- ✚ A mes frères Djamel, Toufik, Soufiane, Tarik.*
- ✚ A Mes sœurs Fazia, Thassadit, Djidjiga*
- ✚ A tous mes cousins et toute la grande famille
AYACHE*
- ✚ A mes très chers amis*
- ✚ A tous les gens que j'aime dont je n'ai pas cite les noms.*
- ✚ A mes camarades de la promotion 2015 et tous les anciens*
- ✚ A mon camarade AHMED*

Malik

Dedicace

Je dédie ce travail

✚ A mes parents pour leurs encouragements tout au long de mes études et ma grande mère

✚ A mes frères Saïd, Hamid et Morad

✚ A Mes sœurs Kahina et Mayla

✚ A tous mes cousins et toute la grande famille
FOURALLI

✚ A mes très chers amis

✚ A tous les gens que j'aime dont je n'ai pas cité les noms.

✚ A mes camarades de la promotion 2015 et tous les anciens

✚ A mon camarade Malik

Ahmed

Table des matières

Introduction générale	1
Chapitre 1 description et fonctionnement du l'osmoseur	
1. Introduction	2
2. Définition de l'osmoseur	2
3. Domaine d'application	2
4. les inconvénients de l'osmoseur	3
5. description de l'osmoseur actuel.....	3
5.1 Inconvénients et insuffisances de la solution actuelle.....	4
5.2 Les modifications apportées.....	5
6. schéma synoptique de l'osmoseur envisage	6
7. Instrumentation	6
7.1 Les capteurs.....	6
7.2 Les actionneurs.....	7
8. les différentes composantes de l'osmoseur	8
8.1 Membrane.....	8
9. la filtration	9
9.1 Étapes de filtrations	9
10.L'osmose.....	9
11. osmose inverse.....	9
11.1Principe de l'osmose inverse	10
12. La régulation continue:	10
13. Identification des paramètres du P.I.D.	10
13.1 Broïda:.....	10
13.2 Méthode empirique de Zeigler Nichols.....	12
13.3. Méthode des approximations successive.....	13
13.4. Le bloc fonctionnel FB41	14
14. Description de fonctionnement de tout le système	16

15. Conclusion	16
----------------------	----

Chapitre 2 études et réalisation de l'armoire électrique

1. Introduction	17
2. Les étapes de réalisation de l'armoire électrique d'un osmoseur	17
3. Caractéristiques de l'osmoseur.....	17
4. Les puissances des pompes.....	18
5. Choix des organes de commande	18
6. Choix de l'alimentation stabilise (AC/DC).....	19
7. Choix de démarrage.....	19
7.1 Le démarrage direct.....	19
7.2 Le démarrage des moteurs a variateur de vitesse	20
9. Dimensionnement des sections des conducteurs et des protections	24
9.1 La sécurité des personnes.....	25
9.2 Régime de neutre.....	25
9.3 La protection contre les courts circuits.....	25
9.4 Protection contre les surcharges.....	26
10. Type de protection	26
11. Réalisation des schémas câblage électriques de l'armoire	27
11.1. Le choix du coffret.....	27
11.2 Choix de ventilation	28
11.3. Le câblage.....	28
12. Conclusion	29

Chapitre 3 modélisations du système et développement d'une solution programmable

1. Introduction.....	30
----------------------	----

2. Généralité sur le GRAFCET.....	30
2.1. Définition et symbolisation d'un GRAFCET.....	30
2.2 Principe du GRAFCET.....	31
2.3 Règles d'évolution du GRAFCET.....	31
2.4 niveau d'un GRAFCET.....	31
3. le GRAFCET du l'osmoseur.....	32
3.1 GRAFCET niveau1.....	32
4. Les automates programmables industriels (API).....	33
4.1 Définition	33
4.2 Structure de l'automate programmable industriel	33
4.3 Principe de fonctionnement d'un automate programmable industriel.....	34
4.4 Les langages de programmation d'un API.....	36
4.5Critère de choix d'un API	36
4.6. L'automate S7-300	36
4.7 Création de projet	39
5. L'outil de programmation STEP7	39
5.1 Présentation du logiciel de programmation STEP7	39
5.2 Stratégie de programmation.....	41
6. Conclusion.....	41

Chapitre 4 développements de la solution de supervision

1. Introduction	42
2. Définition de la supervision.....	42
3. Définition et utilisation de SIMATIC Win CC flexible.....	42
4. Constitution d'un système de supervision.....	42
4.1 Affichage.....	42
4.2 Archivage.....	42
4.3 Traitement.....	42
4.4 Communication.....	43

5. Apport de la supervision.....	43
6. Avantages de l'intégration dans STEP 7.....	44
7. Le pupitre de commande	44
8. Les étapes de configuration de pupitre avec Win CC flexible 2008	44
8.1 Création d'un projet.....	44
8.2 Création des vues.....	45
8.3 configuration des alarmes.....	45
8.4 changement de vue.....	45
8.5 Test et simulation du projet.....	47
9. conclusion	47
 CONCLUSION GRNERAL	 48

Bibliographie

Annexes

Introduction générale

Sur le plan mondial, la demande en eau potable de bonne qualité est de plus en plus forte ; en effet, la population augmente rapidement et les besoins en eau de l'industrie et de l'agro-alimentaire sont de plus en plus élevés. Il y a actuellement, pour l'ensemble de la planète, suffisamment d'eau pour satisfaire à toutes les utilisations.

L'industrie agro-alimentaire exige une eau de bonne qualité, en particulier quand il y a un contact direct avec les aliments. La plupart des procédés exigent une qualité d'eau conforme aux recommandations physico-chimique.

La filtration par Osmose inverse est généralement considérée comme la plus efficace des systèmes de filtration. La membrane par laquelle l'eau passe, est le cœur de l'osmoseur, elle ne laisse passer que les molécules d'eau, et elle élimine ; bactéries, microbes, virus, calcaire, nitrates, métaux.... et tout autre polluant présent dans l'eau.

L'objectif principal de toute société industrielle est amélioration de la production à moindre coût et en un temps minimum en effectuant des tâches répétitives en toute fiabilité et sécurité des processus de production. Mais la compétitivité des entreprises exige une automatisation plus flexible et évolutive de la part des équipements et des procédés de production.

La technologie des automates programmables avec leur large gamme permet une automatisation complète. Ces systèmes de commande à l'origine réservés à des applications exigeant des volumes de traitement sont maintenant utilisés dans l'automatisation plus petits. La commande des processus par un API est la solution recherchée de plus en plus dans l'industrie ; en raison de la justesse des traitements que l'API effectue pour gérer une commande adéquate à tous les moments et dans toutes les conditions.

Le projet présenté dans ce mémoire nous a été confié par l'entreprise d'électricité, automatisme, service et maintenance (EASM industriel) ; il rentre dans la perspective de l'automatisation d'un osmoseur qui a été déjà réalisé avec la logique câblée, à savoir :

- refaire une nouvelle armoire avec un automate siemens.
- Installation d'un écran de supervision
- Programmation avec S7 et WIN CC
- Ajout des capteurs de pression à l'entrée et la sortie de l'osmoseur.

Pour le faire, nous avons reparti notre travail en quatre chapitres :

Le premier chapitre est consacré à la description d'un système de l'osmoseur de manière générale, du point de vue composition et processus de fonctionnement.

Le deuxième chapitre est consacré à l'étude électrique de l'armoire à savoir le choix, le dimensionnement et les protections de ses différents composants, ainsi les étapes de réalisations de l'armoire.

Le troisième chapitre consiste à modéliser le système, ainsi l'automate programmable et leur outil logiciel.

Le quatrième chapitre porte sur la programmation et la supervision du processus sur un écran tactile du point de vue objectif et réalisation avec logiciel STEP7 et WIN CC flexible.

1. Introduction

L'osmose inverse est une technologie dont les performances ont été prouvées pour le traitement des eaux saumâtres. En effet, ce procédé est le plus commercialisé dans le marché mondial du dessalement d'eau.

Le traitement par osmose inverse nécessite d'abord un prétraitement très poussé de l'eau brute pour éviter le dépôt de matières en suspension sur les membranes qui conduirait très rapidement à une diminution des débits produits. Il est nécessaire de retenir toutes les particules de dimension supérieure à 10 ou à 50 μm selon le type de module d'osmose inverse.

Ceci est réalisé à l'aide d'une préfiltration grossière puis d'une filtration sur sable pour éliminer les matières en suspension les plus grosses. Puis un traitement biocide et une acidification sont nécessaires pour éviter le développement de micro-organismes sur la membrane et éviter la précipitation de carbonates.

Présentation du Cahier de charge.

Dans le présent travail, il est demandé d'apporter quelques améliorations au système existant qui se résument comme suit :

- Gestion de l'osmoseur par un API ;
- Connaissance des niveaux réels par capteurs de pression (4-20) mA ;
- démarrage de pompe par variateur de vitesse ;
- amélioration du rendement de l'osmoseur ;
- amélioration du mode de fonctionnement ;
- réduction du câblage de l'armoire électrique ;
- supervision et affichage des défauts et dysfonctionnements.

2. Définition d'un osmoseur

L'osmoseur est un dispositif permettant de produire de l'eau pure selon le principe de l'osmose inverse. Il débarrasse l'eau de la majeure partie de ses solutés tels que les sulfates, les phosphates, etc....

L'élément principal du système est une membrane semi-perméable, généralement en composite polyamide/polysulfone, dont la taille des pores n'autorise que le passage des molécules d'eau pure. L'eau brute arrive donc sous pression sur la membrane et la traverse par osmose inverse. Cette pression doit être supérieure à 2.5 bars et la température de l'eau idéalement aux alentours de 20°C.

3. Domaine d'application

L'osmose inverse est utilisée dans beaucoup de domaines industriels dont on peut citer l'industrie agroalimentaire, l'industrie laitière et le traitement des effluents.

Dans l'industrie agroalimentaire, l'osmose inverse est utilisée à des fins de :

- concentration des effluents de café, de fruits et légumes ;
- désalcoolisation ;
- purification et concentration des jus de pressages ;
- préconcentration des effluents.

Dans l'industrie laitière pour :

- la concentration de sérum et de lait écrémé
- la préconcentration du lait.

Et dans le Traitement des effluents pour :

- Le traitement et prétraitement des eaux de blanchiment ;
- Le recyclage des eaux usées ;
- La récupération et séparation des eaux de rinçage ;
- La concentration des effluents et récupération d'eaux pure ;
- Le dessalement d'eaux de mer ;
- Le traitement des effluents radios actifs ;
- L'abattement de la DBO (Demande Biologique Oxygène).

4. Inconvénients de l'osmose inverse

Les membranes se dégradent au fil des utilisations. Lors du dimensionnement d'une installation d'osmose inverse, on tient compte en moyenne d'une durée de vie des membranes de l'ordre de 3 ans. Heureusement que leur coût est en diminution.

5. description de l'osmoseur actuel

L'osmoseur étudié est de marque (BERKEFELD) de SBOA du groupe CASTEL industrie installé à ORAN (voir la figure 1.1 ci-dessous).



Figure 1.1 : vue de l'osmoseur

5.1 Inconvénients et insuffisances de la solution actuelle

L'osmoseur actuel présente beaucoup d'inconvénients et insuffisances qui agissent mal sur son fonctionnement. L'objectif du présent travail est de répertorier ses lacunes et d'en proposer des améliorations. Ces inconvénients se résument essentiellement en :

- L'inexistence d'une supervision en temps réel et l'absence d'une base de données pour l'historique des événements ; ce qui ne facilite pas le diagnostic des problèmes ;
- La perte de temps lors des fonctionnements manuels dans ce système, déplacement et effort de l'opérateur, marche/arrêt des pompes, vérification et contrôle des capteurs ;
- Les pertes considérables en coût ;
- Les pannes électriques dû à l'état dégradé de l'armoire électrique (voir figure 1.2);
- La situation critique provoquée par les erreurs commises par l'opérateur.

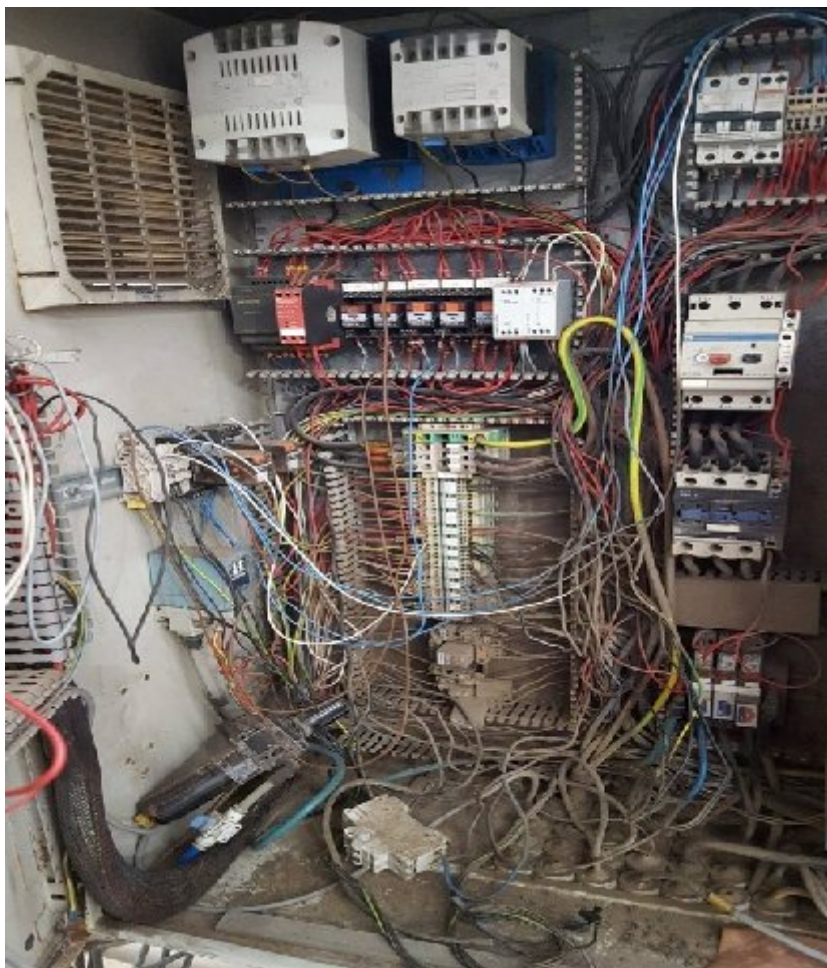


Figure 1.2 : état de l'ancienne armoire

5.2 Les modifications apportées.

La solution envisagée gardera toutes les fonctions de l'ancien système mais tout en faisant intervenir les rénovations suivantes:

- Placement d'un automate (API S7 300) qui sera chargé de la commande de toutes les tâches ;
- Ajout d'un pupitre de supervision pour faciliter le diagnostic des problèmes ;
- Remplacement des sondes de niveau par des capteurs de pression (4-20) mA.

Voir la nouvelle armoire sur la figure 1.3.

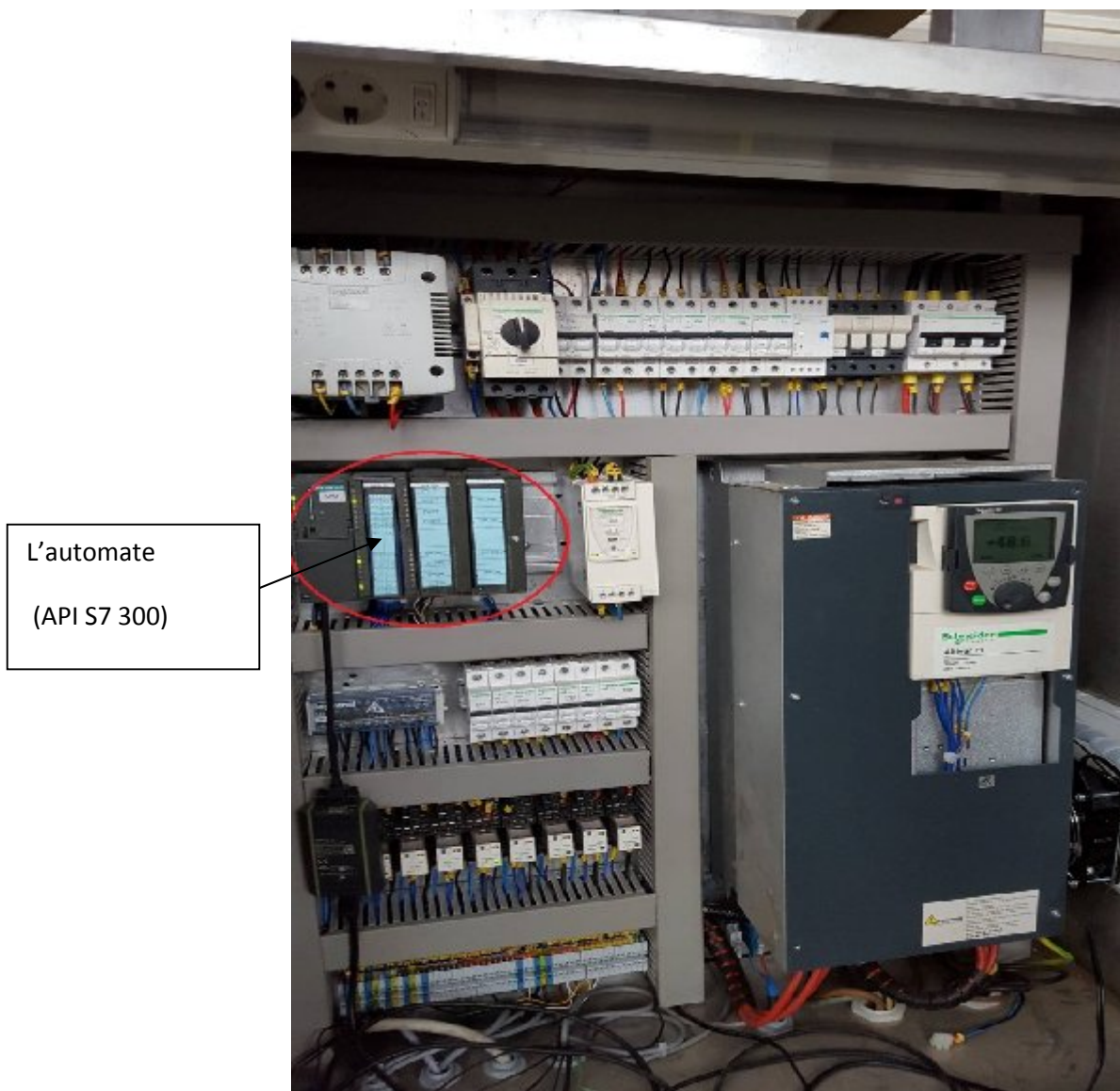


Figure 1.3 : La nouvelle armoire automatisée

6. Schéma synoptique de l'osmoseur envisagé.

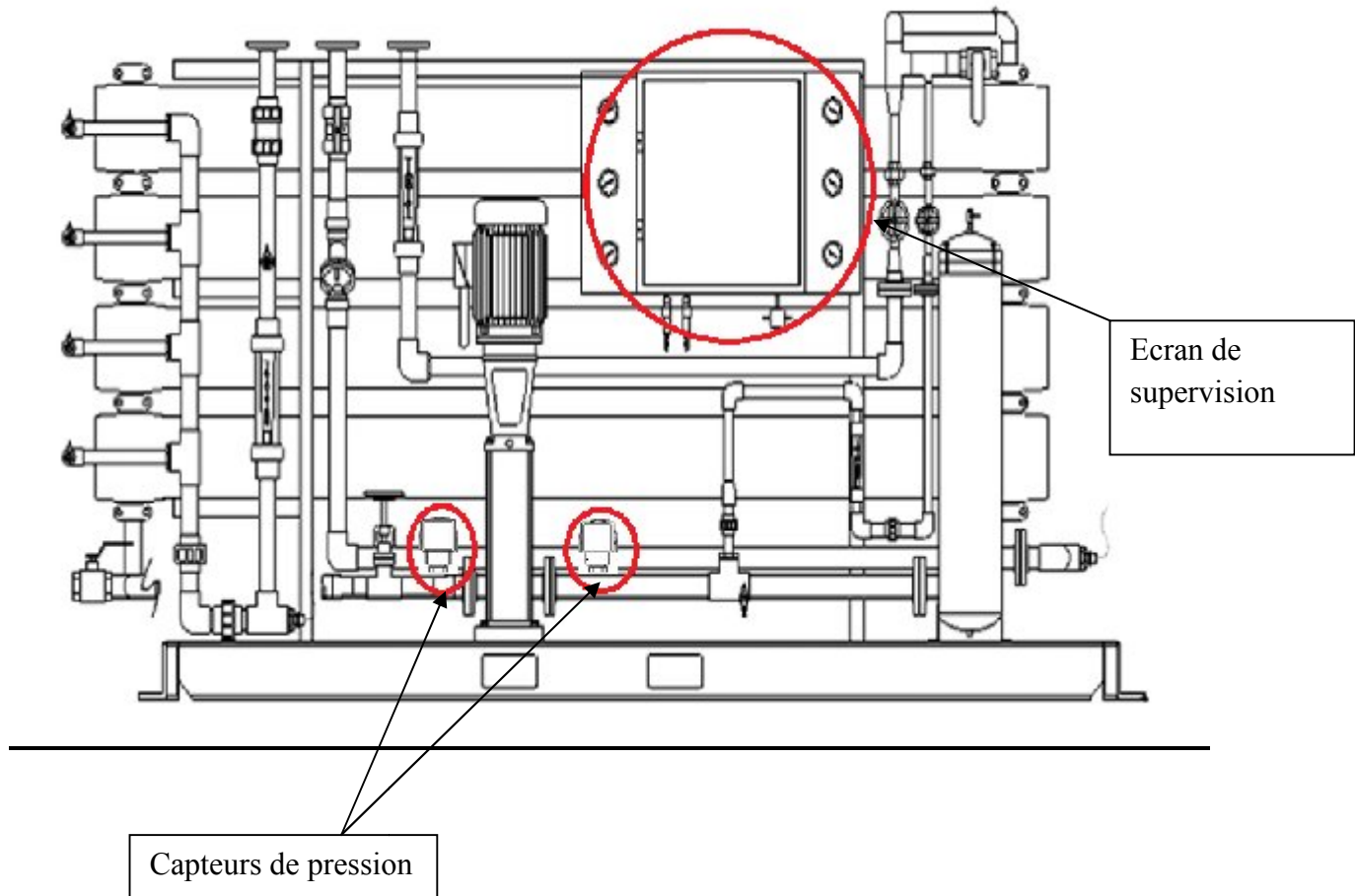


Figure 1.4 : schéma synoptique de l'osmoseur

7. Instrumentation

l'instrumentation est une technique de mise en œuvre d'instruments de mesure, d'actionneurs, de capteurs, de régulateurs, en vue de créer un système d'acquisition de données ou de commande.

7.1. Les capteurs

Un capteur est un dispositif transformant l'état d'une grandeur physique observée en une grandeur utilisable.

7.1.1-Capteur basse pression

Un capteur de pression est positionné sur l'arrivée d'eau de la pompe à haute pression. Celui-ci détecte le manque d'eau et protège cette dernière en coupant son alimentation électrique. Ce capteur empêche donc le fonctionnement à sec de la pompe.

Un autre capteur de pression est placé à la sortie de la pompe à haute pression et coupe son alimentation électrique dès que la réserve d'eau osmosée est pleine (contre-pression).

7.1.2-Turbidimètre

Appareil pour mesurer la turbidité. (Il s'agit généralement d'un récepteur photoélectrique mesurant la lumière diffusée par le liquide.)

La turbidité est une caractéristique optique de l'eau, à savoir sa capacité à diffuser ou absorber la lumière incidente. La turbidité est donc un des facteurs de la couleur de l'eau. Les conséquences de la turbidité concernent la pénétration de la lumière et des ultra-violet dans l'eau, et donc la photosynthèse et le développement des bactéries. Par ailleurs, la couleur de l'eau affecte aussi sa température et donc sa teneur en exogène, son évaporation et salinité.

7.1.3-Conductivimètre

Sert à mesurer la conductivité électrique de l'eau ; c'est-à-dire sa capacité à transporter le courant électrique. Sa mesure permet d'évaluer la quantité totale de sels dissous dans l'eau. Elle correspond à la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1cm^2 de surface et séparées l'une de l'autre de 1cm , l'unité en micro siemens par centimètre ($\mu\text{s/cm}$).

7.1.4-Débitmètre

Un débitmètre est un appareil destiné à mesurer le débit d'un fluide, liquide ou gazeux.

7.2-Les actionneurs

7.2.1-La pompe à haute pression (30 KW).

Le cœur du système est la pompe haute pression d'alimentation des membranes. Cette pompe cruciale est en matériaux résistants à la corrosion assurant une longue durée de service sans dégradation. C'est une pompe électrique, très silencieuse, permettant de générer une grande pression à l'entrée de l'Osmoseur.

7.2.2-Les vannes

Les systèmes d'osmose inverse requièrent de nombreuses vannes capables de traiter de grands volumes d'eau à de hautes pressions. Ces vannes doivent aussi être en matériaux pouvant résister à la corrosion par l'eau à haute teneur en chlorure et par les produits chimiques utilisés communément.

8. Les différents composants de l'osmoseur.

8.1-Membrane

Il existe une grande diversité de membranes, Elles sont classées, selon leur familles, nature chimique, leur structure et leur forme physique liée à leur mode de fabrication.

Une membrane est une interface physique, de faible épaisseur, qui contrôle le transfert d'espèces chimique entre les deux milieux qu'elle sépare. Cette interface peut être homogène au niveau moléculaire, uniforme en composition et structure, ou elle peut être chimiquement et physiquement hétérogène, contenant des pores et dimensions finie ou contenant de la couche superposée.

8.1.1-Composition chimique et structure des membranes

Les membranes peuvent être soit organiques (acétates de cellulose, polyacrylonitrile, polysulfone, polypropylène, polyester, polyamide, PVC, PTFE, PVDF, etc.) soit minérales, matières céramiques(alumine, zircone, dioxyde de titane), verre, métaux, etc.

8.1.2-Géométrie des membranes

La géométrie des membranes est souvent assimilée à la géométrie des modules. Ainsi, il est courant de parler de membrane plane, spiralée, tubulaire ou fibre creuse. En fait on va s'intéresser dans notre travail à des membranes spirales.

8.1.3-Modules spirales

Les modules spiraux sont constitués d'une membrane enroulée autour d'un tube perforé quia pour but de collecter le permeat. Les modules spiraux sont généralement placés en série dans des tubes de pression (de 6 à 8 éléments par tube). Ces tubes de pression sont organisés en étages successifs de filtration (figure. 1.5).



Figure 1.5 : Module spirale

9. La filtration

La filtration est un processus d'élimination des matières particulaires d'eau en forçant l'eau à travers un milieu poreux. Ce milieu peut être naturel, de sable, gravier et argile, ou il peut être une paroi de la membrane faite de plusieurs matériaux

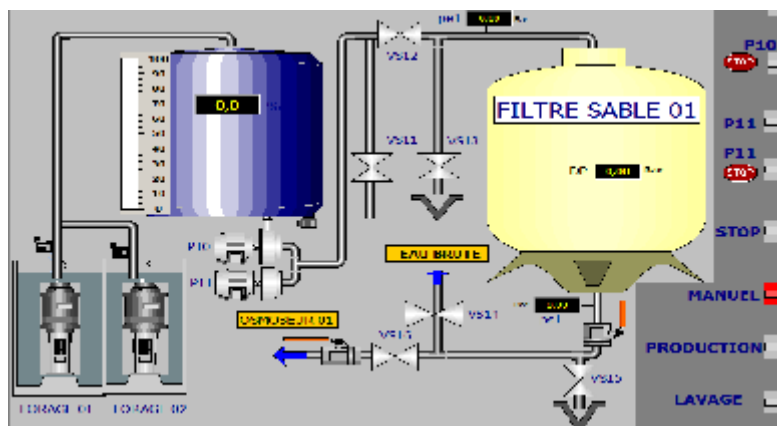


Figure 1.6 : Efficacité et principales applications de filtration

9.1. Etapes de filtration

- l'eau à purifier passe au travers d'un premier filtre anti sédiments à 5 μm qui élimine les boues, le sable et la poussière ;
- l'eau est ensuite mise sous pression et traverse la membrane osmotique dont la porosité est de l'ordre du millionième de millimètre. L'eau est débarrassée de 98 % de ses impuretés ;
- l'eau osmosée est stockée dans un réservoir, qui se remplit automatiquement entre de valeur de consigne (min-max) ;
- l'eau passe enfin dans une cartouche de finition au charbon actif avant d'être délivrée ;
- A chaque arrêt de production de l'osmoseur du au réservoir plein ou coupure d'électricité le rinçage doit être exécuté pendant 5 min ;
- Après le filtre à charbon on contrôle la qualité de l'eau avec un système à lampes (UV + contrôleur).

10. L'osmose

L'osmose est un phénomène de diffusion de la matière mis en évidence lorsque des molécules de solvant traversent une membrane semi-perméable séparant deux solutions dont les concentrations en soluté sont différentes ; le transfert de solvant se fait alors de la solution la moins concentrée vers la solution la plus concentrée jusqu'à l'équilibre.

11. Osmose inverse

L'osmose inverse: Il s'agit de transférer le solvant d'une solution concentrée au travers d'une membrane semi-perméable par mise sous pression, en vue d'obtenir un solvant quasi pur d'une part (perméat) et une solution hyper concentrée d'autre part (rejet). On parle d'osmose inverse puisqu'on effectue le transfert du solvant dans le sens inverse de l'osmose.

11.1. Principe de l'osmose inverse

L'osmose inverse est l'application technique du principe de "l'osmose" dont la nature se sert si souvent.

Lorsqu'une membrane semi-perméable sépare l'eau pure de l'eau contenant des sels, une pression osmotique se forme du côté eau pure qui transporte les molécules d'eau du côté eau pure vers le côté eau contenant des sels pour y réduire leur concentration. Ce processus d'échange se poursuit jusqu'à ce que la pression osmotique corresponde à la pression statique de la colonne d'eau ainsi créée.

Pour l'osmose inverse, il suffit d'augmenter la pression extérieure du côté de la membrane contenant les sels, jusqu'à ce qu'elle dépasse la pression osmotique. Dans ces conditions, des molécules d'eau passent du côté eau pure de la membrane; simultanément, la concentration de matières dissoutes dans l'eau de l'autre côté de la membrane s'accroît.

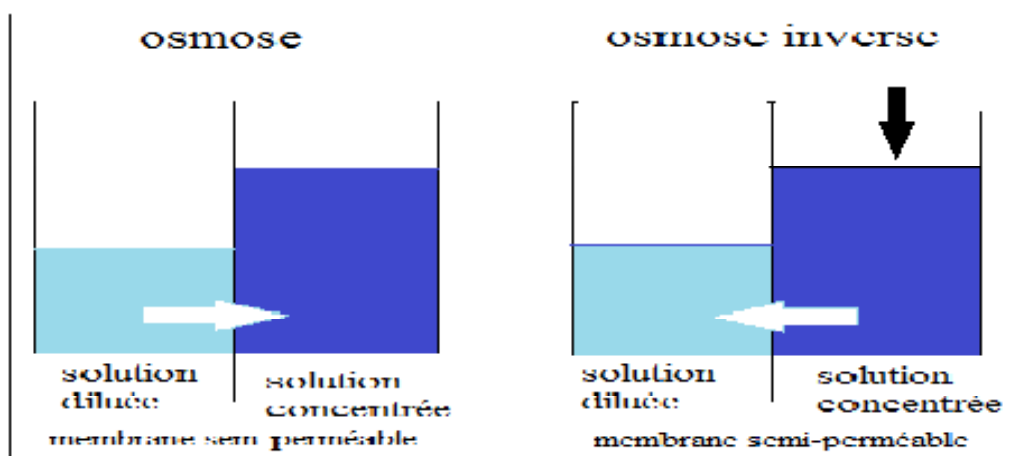


Figure 1.7: Principe de l'osmose inverse

12. La régulation continue:

Dans une régulation continue, la grandeur à contrôler (sortie ou réponse) est mesurée de façon continue et ensuite comparée aux valeurs d'entrée du système (consigne). La régulation a pour objectif principal de rapprocher la valeur à réguler de celle injectée en entrée.

Pour réaliser cette régulation plusieurs blocs préprogrammés sont disponibles sous STEP7 dont le bloc FB 41 dans lequel on doit d'abord déterminer les paramètres du P.I.D.

13. Identification des paramètres du P.I.D. :

13.1 BROÏDA:

Avec cette méthode un système d'ordre n est assimilé à un système de 1^{er} ordre. On détermine les paramètres T et τ comme suit :

$$T = 2.8. (t_1 - t_0) - 1.8. (t_2 - t_1)$$

$$\tau = 5.5. (t_2 - t_1)$$

Où les valeurs de t_2 , t_1 et t_0 seront prélevées graphiquement comme représenté ci-dessous.

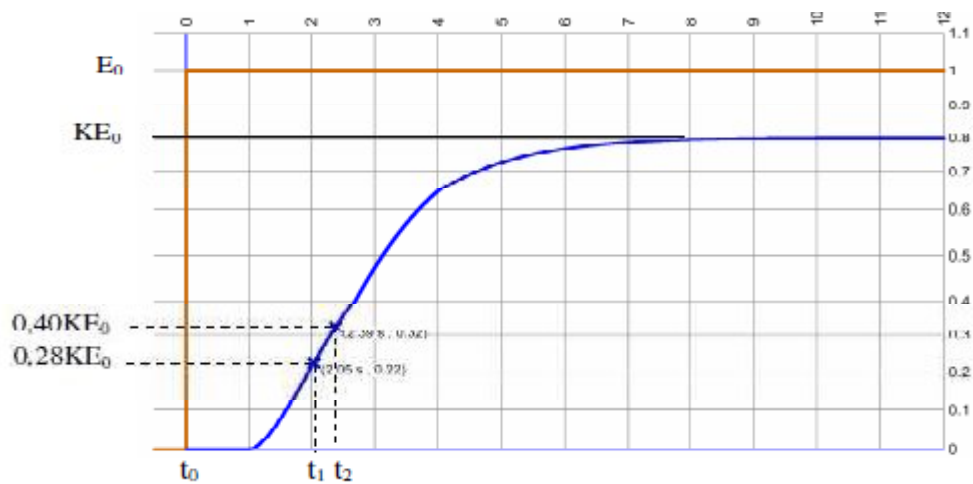


Figure 1.8 : Extraction de t_1 et t_2 à partir d'un système de 1^{er} ordre

Le rapport τ/T on donne une idée sur le type de régulateur à utiliser comme illustré sur le schéma ci-après :

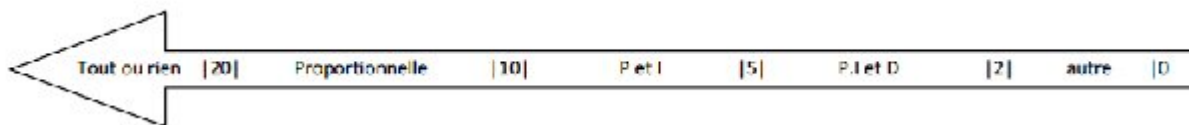


Figure 1.9 : Déduction du paramétré à utiliser suivant la valeur –

Une fois le régulateur choisi, on se sert du tableau suivant pour déterminer le reste des paramètres du régulateur.

Tableau 1.1 : Paramétré du correcteur selon BORİDA

	P	PI série	PI parallèle	PID série	PID parallèle	PID mixte
G		0.78τ $G_s.T$		0.83τ $G_s.T$	0.83 $G_s \cdot \left(\frac{\tau}{T} + 0.4\right)$	
Ti	Sans	τ	$\frac{G_s \cdot \tau}{0.78}$	τ	$\frac{G_s \cdot \tau}{0.75}$	$\tau + 0.4.T$
Td		0		$0.42.T$	$\frac{0.350 \tau}{G_s}$	$\frac{T \cdot \tau}{T + 2.5 \cdot \tau}$

13.2 Méthode empirique de ZEIGLER-NICHOLS

Le modèle de ZEIGLER-NICHOLS sert à calculer les paramètres des correcteurs pour les systèmes linéaires en boucle ouverte ou fermée ayant de bonnes performances.

En boucle ouverte :

Il faut calculer les deux paramètres T et τ de sorte que $T = t_1 - t_0$ et $\tau = t_2 - t_1$. t_2 et t_1 sont obtenus en traçant la tangente à l'origine qui passe par le point d'inflexion.

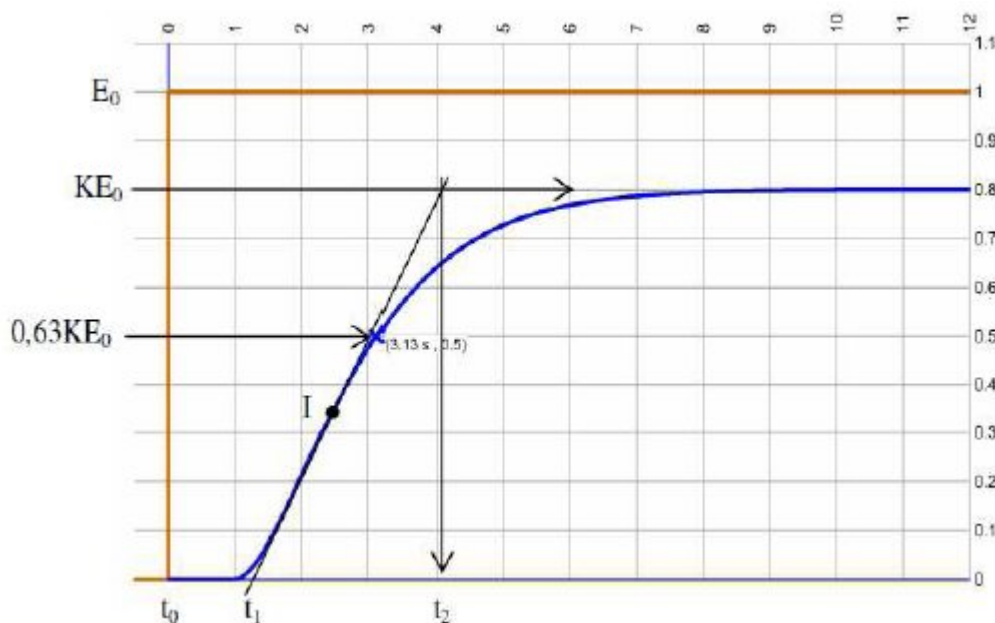


Figure 1.10 : Extraction de t_1 , t_2 et t_0 à partir d'un système de 1^{er} ordre

Tableau 1.2 : Calcul des paramètres des actions P, I et D pour un système en boucle ouverte selon ZEIGLER-NICHOLS

	P	PI série	PID mixte
K_r	$\frac{\tau}{T}$	$\frac{0,9 \cdot \tau}{T}$	$\frac{1,27 \cdot \tau}{T}$
τ_i		3,3.T	2.T
τ_d			0,5.T

➤ En boucle fermée :

Dans le cas où on n'a pas accès au système en boucle ouverte on utilisera le test dit « limite de pompage ». On utilisera le correcteur seulement en P. On augmentera K_r jusqu'à l'apparition d'oscillations entretenues. On devra alors relever $K_{r\text{osc}}$ et T_{osc} avec lesquels on déterminera les paramètres du correcteur suivant le tableau ci-dessous.

Tableau 1.3 : Calcul des paramètres des actions P, I et D pour un système en fermée ouverte selon ZEIGLER-NICHOLS

	P	PI sérié	PI parallèle	PID série	PID parallèle	PID mixte
K_r	$0,5.K_{r_{osc}}$	$0,45.K_{r_{osc}}$		$0,3.K_{r_{osc}}$	$0,6.K_{r_{osc}}$	
τ_i	Max	$0,83.T_{osc}$	$2 \cdot \frac{T_{osc}}{K_{r_{osc}}}$	$0,25.T_{osc}$	$8500 \cdot \frac{T_{osc}}{K_{r_{osc}}}$	$0,5.T_{osc}$
τ_d		0		$0,125.T_{osc}$	$0,075.T_{osc} \cdot K_{r_{osc}}$	$0,152.T_{osc}$

13.3. Méthode des approximations successives

Le système fonctionnant en boucle fermée est ramené autour de son point de fonctionnement manuellement. De petites perturbations sont introduites afin d'observer la réaction du système et de déduire les valeurs approximatives pour les actions proportionnelle, dérivée et intégrale.

Les paramètres sont alors réglés l'un après l'autre (P puis D puis I) en insérant un échelon de consigne (5% à 10% de la consigne) dans le dit système (valeurs toujours plus proches des valeurs recherchées).

Cette méthode est utilisable dans les systèmes automatisés à faible inertie car son utilisation dans les systèmes à grande inertie demanderait beaucoup trop de temps pour que le système revienne au point de fonctionnement.

Réglage du paramètre P :

- Stabiliser la mesure au point de fonctionnement ;
- Mettre le régulateur en P seulement ($T_i = \text{Max}$ et $T_d = 0$) ;
- Afficher un gain faible (inférieur à 1) ;
- Passé le régulateur en automatique pour égaler la consigne ;
- Introduire un échelon de consigne de 5% à 10% ;
- Observer l'allure de la courbe résultante.

Si c'est une harmonique amortie augmenter le gain (ou diminuer la bande proportionnelle).

Si elle présente plus de deux oscillation diminuer le gain (ou augmenter la bande proportionnelle)

Réglage du paramètre D :

Réglage qui ne se justifie que si la mesure accuse un retard.

- Conserver la valeur de l'action proportionnelle précédente et la valeur de l'intégrale minimale ;
- Introduire une action dérivée faible (le tiers du temps de réaction) ;
- Mettre le régulateur en automatique jusqu'à ce que la mesure égale la consigne ;
- Insérer un faible échelon de consigne (de 5% à 10%).

Si la réponse ne s'amortit pas augmenter Td.

Si la réponse est oscillante ou lente diminuer Td.

Réglage du paramètre I :

- Conserver les valeurs des actions proportionnelle et dérivée précédemment déterminées;
- Introduire une action intégrale faible (quelques minutes) ;
- Mettre le régulateur sur automatique et observer la courbe résultante.

Si la réponse est trop amortie ou trop lente, diminuer Ti.

Si la réponse présente un dépassement trop important, augmenté Ti.

13.4. Le bloc fonctionnel FB41

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

13.4.1. Quelques entrées du bloc FB41 :

- EN : Mise sous tension du bloc ;
- COM_RST : Remise à zéro ;
- MAN_ON : Activation du mode manuel ;
- PVPER_ON : Activation de la mesure de périphérie ;
- P_SEL : Activation de l'action proportionnelle ;
- I_SEL : Activation de l'action intégration ;
- D_SEL : Activation de l'action dérivation ;
- CYCLE : Période d'échantillonnage ;
- SP_INT : Consigne interne ;
- PV_PER : Mesure de périphérie ;
- GAIN : Coefficient d'action proportionnelle ;
- TI : Temps d'intégration ;
- TD : Temps de dérivation ;
- LMN_PER : Valeur de réglage de périphérie.

13.4.2. Description

En plus des fonctions traitant la consigne et la mesure, le SFB/FB réalise un régulateur PID prêt à l'emploi avec sortie continue de grandeur réglant et possibilité d'influencer la valeur de réglage à la main.

Il propose les fonctions partielles suivantes.

Branche de consigne

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

Branche de mesure

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

Sortie de CPR_IN = $PV_PER * 100 / 27648$

La fonction PV_NORM normalise la sortie de CRP_IN selon la règle suivante :

Sortie de PV_NORM = (sortie de CPR_IN) * PV_FAC + PV_OFF

La valeur par défaut de PV_FAC est 1 et celle de PV_OFF est 0

Traitement de valeur manuelle

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

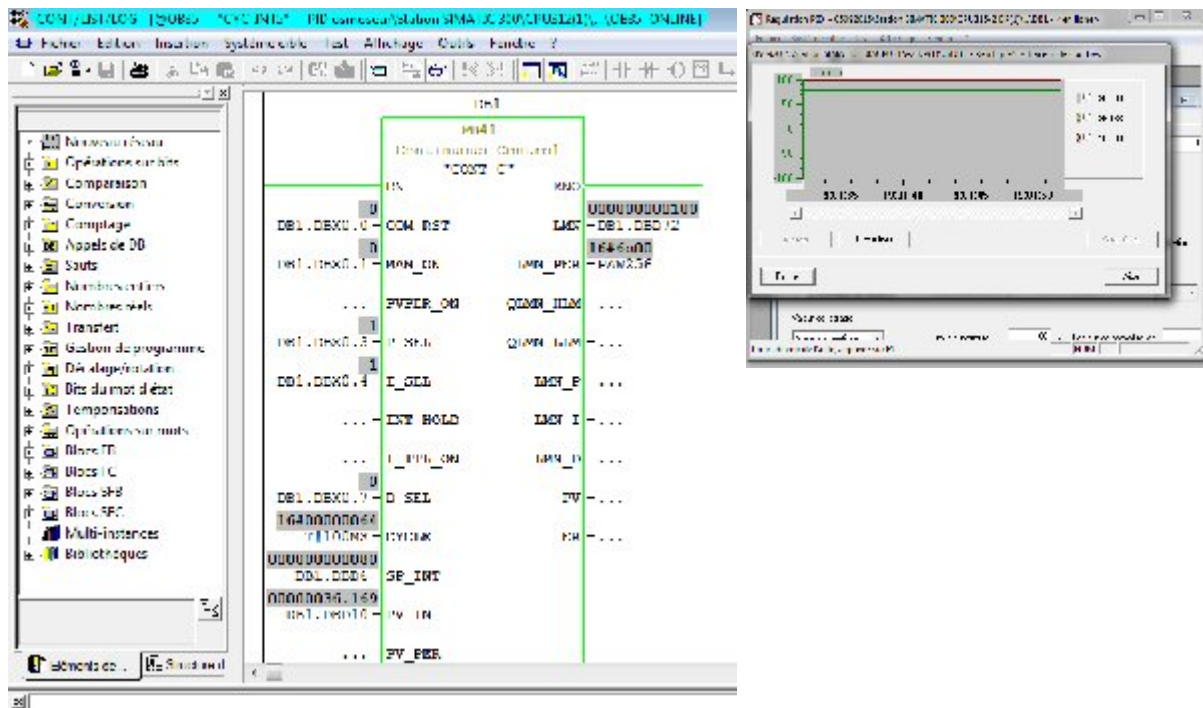


Figure 1.11 : Paramétrage et simulation de la régulation PID

14. Description de fonctionnement de tout le système :

L'eau brute est récupérée du puits de forage par deux pompes de 7.5 KW chacune puis stockée dans une cuve ; dans cette étape, l'eau est contrôlé à l'aide d'un turbidimètre. Si l'eau est propre elle sera stockée sinon elle est déversée dans le conduit d'égout.

Cette eau brute est prétraitée par un filtre à sable à une pression de (4à 6 bar) puis introduite dans les conduits vers l'osmoseur par l'intermédiaire de deux pompes de régulation de pression. Puis par l'intermédiaire d'une pompe haute pression (30KW), elle est introduite dans le module d'osmose inverse à une pression de (8à 16 bar). Ce module renferme dix membranes montées dans des supports spiraux.

L'eau à traiter s'écoule tangentiellement à la membrane puis se divise en deux parties de concentrations différentes ; la partie qui passe à travers la membrane est traitée puis stockée dans une réserve c'est le (permeat). L'autre qui ne passe pas à travers la membrane est évacuée dans le conduit des eaux usées c'est le (concentra).

Après l'osmose, l'eau est chlorée par une pompe de dosage et stockée dans une autre réserve puis filtrée par un filtre à charbon.

L'installation est équipée de :

- Six pompes,
- Un turbidimètre (juste à l'entrée de la réserve d'eau brute),
- Capteur de pression et de température,
- Capteur de niveau dans chacune des réserves,
- Débitmètres (sur les deux sorties du module) d'osmose pour l'évaluation du rendement du système, des vannes (VE, V1, V2,....., V25, V26 permettant le contrôle et la commande de la circulation d'eau dans le cas de fonctionnement normale ou dans le cas de nettoyage des conduits et des membranes par une solution chimique contenue dans une réserve),
- Clapets anti-retour dans les sens de sortie ainsi que d'un conductimètre (capteur de conductivité) qui permet le contrôle du permeat.

15. Conclusion

Dans ce chapitre, on a présenté le procédé de l'osmose inverse de manière général et on a aussi présenté les insuffisances du système actuel. Ainsi, on a proposé des solutions afin d'améliorer le mode de fonctionnement de l'osmoseur et réduire au maximum les pertes et les coûts de maintenance.

On a vu l'intérêt que représente la régulation pour maintenir à des niveaux prédéterminés les paramètres (température, pression) qui agissent sur le fonctionnement du processus, quelle que soit les perturbations qui peuvent survenir.

Dans le chapitre suivant on procédera à l'étude et la réalisation de l'armoire électrique de l'osmoseur.

1. Introduction

Toute entreprise industrielle demande toujours une protection permanente de toutes les différentes parties de l'installation (du système de productions) d'une part et la sécurité de son personnel d'autre part. Pour cela, on recourt aux armoires électriques qui assurent les deux tâches en même temps.

Pour la réalisation de cette armoire électrique, il faut d'abord faire une étude électrique et automatique basée sur le procédé demandé et les installations à gérer afin d'établir une configuration optimisée des éléments à y insérer et un bon niveau de protection des installations et du personnel ainsi qu'une fonctionnalité sans interruption.

Dans le premier chapitre on a donné les différentes compositions de l'osmoseur ; dans ce chapitre on fera le dimensionnement des sections des conducteurs et des protections.

2. Les étapes de réalisation de l'armoire électrique d'un osmoseur :

Pour réaliser une armoire électrique, il faut suivre les étapes suivantes :

- Avoir la plaque signalétique de l'osmoseur ;
- choisir les organes de commande ;
- choisir l'alimentation stabilisée (AC/DC) ;
- choisir le type de démarrage des pompes ;
- dimensionner les sections des conducteurs et des protections ;
- Réaliser le schéma de câblage électrique de l'armoire ;
- choisir l'armoire ;
- câbler l'armoire ;
- Programmer l'automate (API).

3. Caractéristiques de l'osmoseur :

Pour une bonne conception d'un système automatisé il faut un maximum d'information sur:

- L'osmoseur (voir le tableau 2-1) ;
- Les puissances des pompes (voir le tableau 2-2);
- Le nombre et le type des d'entrées et sorties (voir ci-dessous).

La nature des signaux à gérer (logiques ou analogiques) et le nombre d'entrées vont déterminer les modules d'entrée/sortie de l'API à utiliser. Ils sont comme suit :

- 12 entrées analogiques ;
- 4 sorties analogiques ;
- 9 entrées logiques ;
- 11 sorties logiques.

Tableau2-1 : caractéristiques de l'osmoseur

Limites de pression de l'eau d'alimentation	4à8bars
Limites de température de l'eau d'alimentation	40°C
Concentration	500 us/cm
Teneur maximale en fer, manganèse, sulfure d'hydrogène	0
Chlore dans l'eau d'alimentation (max)	2.0ppm
Limites du pH de l'eau d'alimentation	4-10 pH
Eau produite (qualité)	35 m ³ /heure
Eau rejetée	5 m ³ /heure
Pourcentage de rejet de TDS, minimum (nouvelle membrane)	90-95%
Système d'arrêt automatique	Oui
Teneur totale maximale en minéraux dissous (TDS)	2000ppm

4. Les caractéristiques des pompes.

Tableau2-2

POMPES	Pn(KW)	In(A)	Id(A)	H	cosΦ
Pompe 1	30	51.8	59.6	0.93	0.91
Pompe 2	7.5	13.2	17.6	0.88	0.92
Pompe 3	7.5	13.2	17.6	0.88	0.92
Pompe 4	5.5	10.1	14.4	0.87	0.90
Pompe 5	5.5	10.1	14.4	0.87	0.90
Pompe 6	1	2.2	5.2	0.75	0.79

5. Choix des organes de commande :

Les organes de commande (conducteur, API, pupitre..) effectuent le traitement de l'information. Ils sont destinés à coordonner la succession des actions sur la partie opérative et surveiller son bon fonctionnement. Ils permettent aussi de gérer le dialogue avec les intervenants ainsi que les autres systèmes.

Dans notre armoire on aura besoin de :

- contacteurs pour la commande des pompes ;
- un variateur de vitesse pour gérer la vitesse de rotation de la pompeHp ;
- un automate programmable industriel (S7-300 et CPU 312DP) ;
- un commutateur à clef (pour le verrouillage des paramètres) et des voyants ;
- un pupitre opérateur de commande (touche panel siemens) ;
- des relais à fiche pour l'adaptation des tensions des bobines à 230V AC, et la protection des sorties de l'API ;
- des boutons poussoirs et d'un sélecteur de mode.

6. Choix de l'alimentation stabilisée (AC/DC).

L'alimentation stabilisée (24V DC) est utilisée pour l'alimentation des organes de commande et des différents capteurs. Elle est choisie généralement à base de :

- La tension d'entrée (monophasée ou triphasée) ;
- La puissance délivrée à la sortie ;
- Le courant et la tension continue de sortie.

La somme des courants que doit délivrer l'alimentation stabilisée pour les différents éléments de l'armoire est de 4.4 A. Avec une prévision d'extension future (de 20%), le courant à pourvoir atteint la valeur de :

$$I_{\text{sources}} = I_{\text{total}} * k_e = 4.4 * 1.2 = 6A \text{ (} k_e \text{ facteur d'extension)}$$

7. Choix de démarrage

Lors de la mise sous tension d'un moteur asynchrone, celui-ci provoque un fort appel de courant qui peut provoquer des chutes de tension importantes dans l'installation. Pour ces raisons, il faut parfois effectuer un démarrage différent du démarrage direct.

Il est donc logique de limiter le courant pendant le démarrage à une valeur acceptable.

Pour les pompes de l'osmoseur on a opté pour deux types de démarrage

7.1. Le démarrage direct

C'est le mode de démarrage le plus simple. Le moteur démarre sur ses caractéristiques "naturelles". Au démarrage, le moteur se comporte comme un transformateur dont le secondaire (rotor) en court-circuit, d'où la pointe de courant au démarrage.

Ce type de démarrage est réservé aux moteurs de faible puissance devant celle du réseau ne nécessitant pas une mise en vitesse progressive. Le couple est énergique, l'appel de courant est important (5 à 8 fois le courant nominal).

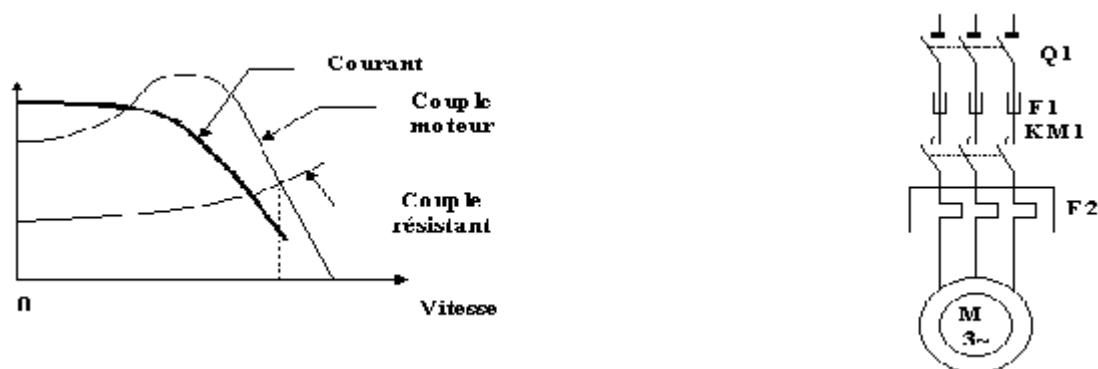


Figure 2.1 démarrage direct d'un moteur

7.2. Le démarrage des moteurs par variateur de vitesse

C'est un mode de démarrage performant utilisé dès qu'il est nécessaire de contrôler et de faire varier la vitesse du moteur ; il permet de :

- Démarrer des charges de forte inertie ;
- Démarrer des charges importantes sur un réseau de faible pouvoir de court-circuit ;
- Optimiser la consommation d'énergie électrique en fonction de la vitesse ;
- Contrôler un couple très grand.

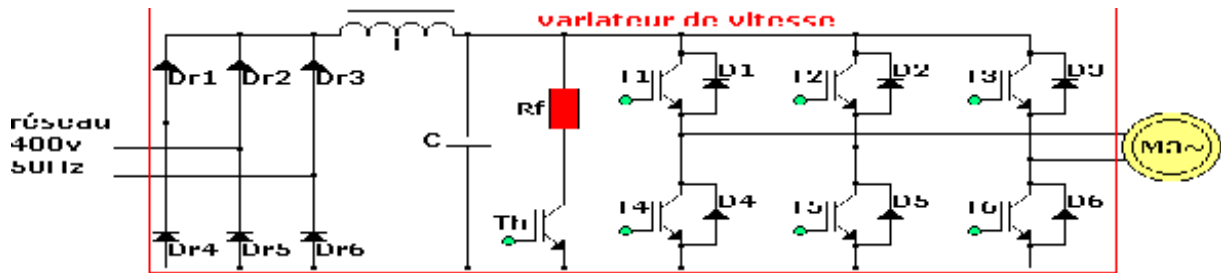


Figure -2.2- : Démarrage avec un variateur de vitesse

8. Dimensionnement des sections des conducteurs et des protections

Dans la conception des armoires électriques, on dimensionne les conducteurs et les protections de l'installation qui sont à l'intérieur ou à l'extérieur de celles-ci.

Le choix de la section des canalisations et dispositifs de protection doit satisfaire plusieurs conditions nécessaires à la sécurité de l'installation.

La canalisation doit :

- Transporter le courant maximal d'emploi et ses pointes transitoires normales ;
- Eviter les chutes de tension supérieures aux valeurs admissibles.

Le dispositif de protection doit :

- Protéger la canalisation contre toutes les surintensités jusqu'au courant de court-circuit ;
- Assurer la protection des personnes contre les contacts indirects.

Pour déterminer la section des conducteurs du circuit de puissance il faut avoir le courant d'emploi I_b (courant qui va circuler dans les conducteurs):

Le courant d'emploi est calculé à l'aide de la formule pratique suivante:

$$I_b = P_n \cdot a \cdot K_c \cdot K_s \cdot K_u \cdot K_e$$

K_c : le facteur de conversion de la puissance.

Le facteur de conversion **Kc** est égal à :

- $K_c = 8$ en monophasé 127 V ;
- $K_c = 4,35$ en monophasé 230 V ;
- $K_c = 2,5$ en triphasé 230 V ;
- $K_c = 1,44$ en triphasé 400 V.

(a) : le facteur tenant compte du facteur de puissance et du rendement

$$a = 1/\eta * \cos \Phi$$

Ks : coefficient de simultanéité suivant le nombre de consommateur de courant comme le montre le tableau2-3

Tableau2-3

Utilisation	Ks	
Eclairage	1	
Chauffage de conditionnement d'air	1	
Prise de courant (n nombre de prise)	$0.1+(0.9/n)$	
Moteur	Moteur le plus puissant	1
	Moteur suivant	0.75
	Autre moteur	0.60

Facteur d'utilisation maximale (**Ku**)

Ku : facteur d'utilisation

Ku =0.75 pour les moteurs

Facteur de réserve (**Ke**)

Le rôle du facteur de réserve, également appelé facteur d'extension, est de prévoir une augmentation de la puissance absorbée. Le coefficient varie de 1,15 à 1,25 ; Généralement $K_e = 1,25$.

Pour un moteur d'une puissance nominal P_n (K_w), de rendement (η) et de facteur de puissance $\cos \Phi$, on aura à simplifier la formule de calcul du courant absorbé comme suit :

$$I_{abs} = P_n * a * 1.44 \text{ (A)}$$

- **Ir** : courant assigné nominal du dispositif de protection (disjoncteur, fusible)

Ir est le calibre à choisir à base de : $I_r \geq I_b$

- **IZ** : courant admissible dans la canalisation en fonction du dispositif de protection (choisir $I_z \geq I_r$)

$$I_Z = K * I_r$$

K : coefficient qui dépend du calibre des fusibles et des disjoncteurs

$$K = 1.31 \text{ si } I_r < 10 \text{ A}$$

$$K = 1.21 \text{ si } I_r > 10 \text{ A}$$

$K=1.10$ si $I_r > 205$ A

$K=1$ si la protection est par disjoncteur $I_z = I_r$

➤ $I_z' =$ pour déterminer la section S des conducteurs.

$I_z' = I_z / K$ avec $K = K1 * K2 * K3$

K1 : facteur de correction lié au mode de pose

Des tableaux permettent de déterminer une lettre de sélection ou méthode de référence correspondant au type de conducteurs utilisés (mono ou multiconducteurs) et un coefficient d'influence K1.

Tableau 2.4

Câbles et conducteurs posés à l'air libre							
N° mode de pose	Exemple	Description	Méthode de référence	Facteur de correction	Référence des tableaux spécifiques des facteurs liés aux groupements		
					Circuits	Couches	Conduits
11		Câbles mono ou multiconducteurs, avec ou sans armature, fixés au mur	C	1	T1, D2	-	-
11A		Câbles mono ou multiconducteurs, avec ou sans armature, fixés à un plafond	C	0,95	T1, D3	-	-
12		Câbles mono ou multiconducteurs posés sur des chemins de câbles ou tablettes non perforées	C	1	T1, D2	T2	-
13		Câbles multiconducteurs sur des chemins de câbles ou tablettes perforées, en parcours horizontal ou vertical	E	1	T1, D4	T2	-
13A		Câbles monoconducteurs sur des chemins de câbles ou tablettes perforées, en parcours horizontal ou vertical	F	1	T1, D4	T2	-
14		Câbles multiconducteurs sur des corbeaux sur des chemins de câbles en treillis soudé	E	1	T1, D5	T2	-
14A		Câbles monoconducteurs sur des corbeaux sur des chemins de câbles en treillis soudé	F	1	T1, D5	T2	-

K2 : Facteur de correction lié au groupement de circuits :

Ce facteur tient compte de l'influence thermique mutuelle des circuits placés côte à côte. Les câbles sont considérés comme jointifs si la distance les séparant n'excède pas 2 fois le diamètre du plus gros des câbles. Si les câbles sont disposés en plusieurs couches, il faut appliquer à K2 un facteur multiplicatif du tableau T2. En triphasé, le nombre de circuits à considérer est le nombre total de lignes triphasées placées dans la canalisation.

Tableau 2.5

T2 - Facteurs de correction pour pose en plusieurs couches					
Nombre de couches	2	3	4 ou 5	6 à 8	9 et plus
Coefficient	0,80	0,73	0,70	0,68	0,66

Tableau 2.6

T1 - Facteurs de correction pour groupement de plusieurs circuits ou plusieurs câbles multiconducteurs												
Disposition de circuits ou de câbles jointifs ^(*)	Facteurs de correction											
	Nombre de circuits ou de câbles multiconducteurs											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20
D1 : Enfermée	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,56	0,55	0,50	0,50	0,45	0,40	0,40
D2 : Simple couche sur les murs ou les planchers ou tablettes perforées	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70	Pas de facteur de réduction supplémentaire pour plus de 9 câbles		
D3 : Simple couche au plafond	1,00	0,85	0,76	0,72	0,69	0,67	0,66	0,65	0,64			
D4 : Simple couche sur des tablettes horizontales perforées ou tablettes verticales	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72			
D5 : Simple couche sur des échelles à câbles, corbeaux, treillis soudés, etc.	1,00	0,88	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78			

K3 : Facteur de correction lié à la température ambiante:

La température ambiante et la nature de l'isolant ont une influence directe sur le dimensionnement des conducteurs. La température à prendre en compte est celle de l'air autour des câbles (pose à l'air libre) et celle du sol pour les câbles enterrés.

Tableau 2.7

T8 - Facteurs de correction pour les températures ambiantes dans l'air différentes de 30 °C			
Température ambiante (°C)	Caoutchouc	Isolation	
		PVC	PR
0	1,29	1,22	1,16
5	1,22	1,17	1,12
25	1,15	1,12	1,08
30	1,07	1,06	1,04
35	0,93	0,94	0,96
40	0,82	0,87	0,91
45	0,71	0,79	0,87
50	0,58	0,71	0,82
55	-	0,61	0,76
60	-	0,50	0,71
65	-	-	0,65
70	-	-	0,58
75	-	-	0,50
80	-	-	0,41
85	-	-	-
90	-	-	-
95	-	-	-

Choix de la section des conducteurs :

Quand tous les facteurs spécifiques de correction sont connus, on calcule le coefficient global K de correction égal au produit de tous les facteurs spécifiques. On en déduit le courant fictif I'z admissible par la canalisation.

$$I'z = I_z / K$$

La connaissance de $I'Z$ permet alors de se reporter aux tableaux de détermination des courants admissibles (ci-après) qui permet de déterminer la section nécessaire (en mm^2). La lecture s'effectue dans la colonne qui correspond au type de conducteur et à la ligne de la méthode de référence. Pour trouver la section il suffit alors de choisir dans le tableau correspondant à la nature de l'âme la valeur de courant admissible immédiatement supérieure à la valeur $I'Z$.

Tableau 2.8

Extrait du tableau des courants admissibles

Méthode de référence	Isolant et nombre de conducteurs chargés							
	PVC 3	PVC 2		PR 3		PR 2		
B								
C		PVC 3		PVC 3	PR 3		PR 2	
n								
E			PVC 3		PVC 2	PR 3		PR 2
F				PVC 3		PVC 2	PR 3	PR 2
S (mm^2)								
Cuivre								
1,5	15,5	17,5	18,5	19,5	22	23	24	26
2,5	21	24	25	27	30	31	32	36
4	26	32	34	36	40	42	44	49
6	36	41	43	48	51	54	56	63
10	56	57	60	63	70	70	69	66
16	66	76	80	85	94	100	107	115
25	86	96	101	112	119	127	134	149
35	113	119	126	138	147	158	169	185
50	131	144	152	168	179	190	207	225
70	171	184	196	213	229	246	268	289
95	207	223	238	258	278	298	328	352
120	233	259	276	299	322	346	382	410
150	299	319	344	371	398	424	481	504
185		341	364	392	424	450	505	542
240			430	451	500	538	609	

$I_z \geq I'z$

Le courant admissible I_z pour une section normalisée de conducteur doit être choisi pour une valeur immédiatement supérieure à la valeur théorique déterminée $I'z$.

9. Choix et dimensionnement des protections

Toutes les installations ont des limites de fonctionnement. Dépasser ces limites conduit plus ou moins à leur destruction, mais aussi celles des mécanismes qu'ils animent, avec pour conséquence immédiate des arrêts et des pertes d'exploitation. Le coût de ces incidents peut être élevé. Il doit prendre en compte les pertes de production, les pertes de matières premières, la remise en état de l'outil de production, la non-qualité de la production, les retards de livraison et autres. Ces incidents peuvent avoir également des conséquences dramatiques sur la sécurité des personnes en contact direct ou indirect avec le moteur.

Dans l'armoire, on posera des appareils de protection assurant

- La sécurité des personnes.
- La protection contre le court-circuit.
- La protection contre les surcharges.

9.1. La sécurité des personnes

La norme NFC 15-100 s'applique à toutes les installations électriques et donne les règles de conception et de réalisation des installations basse tension (230/400v) en vue d'assurer leur bon fonctionnement et la sécurité des biens et des personnes. C'est en fonction de cette norme que seront choisis les dispositifs destinés à répondre aux exigences principales (protection des biens, des personnes).

9.2. Régime de neutre

Chez SBOA du groupe CASTAL le régime de neutre utilisé est le régime TNC

TNC : Le neutre (N) et le conducteur de protection (PE) sont confondus (PEN sur le schéma).

Ce régime est interdit pour des sections de câbles inférieures à 10 mm². En effet, la tension entre les extrémités du conducteur de protection doit rester aussi faible que possible.

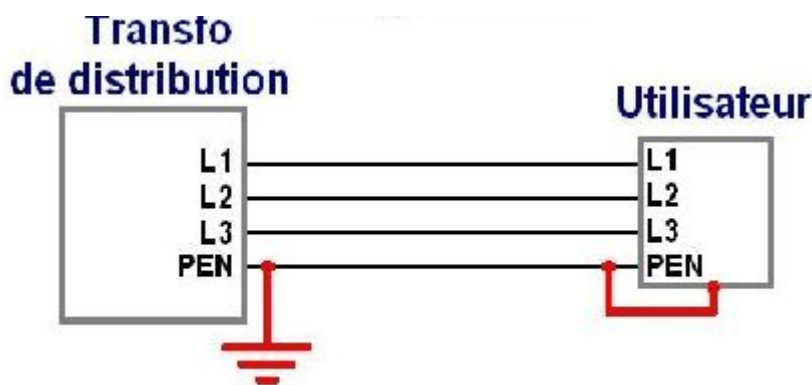


Figure 2.3 régime de neutre TNC

9.3. La protection contre les courts circuits

La fonction "protection contre les courts circuits" a pour but de protéger les charges contre les très fortes surintensités. Vu les très grands courants rencontrés, le temps d'intervention de l'organe de protection doit être très court, de l'ordre de quelques millisecondes. Deux technologies existent: la protection par fusibles et la protection par disjoncteur.

Le courant maximum du court-circuit est exprimé par la formule suivante :

$$I_{cc} = \frac{U \cdot m \cdot c}{\sqrt{R_t^2 + X_t^2}} \quad ()$$

$R_t = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$ (mΩ) la somme des Résistances situées en amont de ce point.

$X_t = X_1 + X_2 + X_3 + \dots$ (mΩ) la somme des Réactances situées en amont de ce point.

- U : la tension du réseau utilisé.
- m : le facteur de charge à vide égale 1,05.
- c : facteur de tension qui égale 1,05.

9.4. Protection contre les surcharges

Un circuit est en situation de surcharge quand l'intensité du courant qui y circule est 1.3 à 9 fois supérieur à la valeur nominale pour laquelle ce circuit a été prévu. Pour protéger les moteurs contre les surcharges, on utilise le relais thermique qui est l'élément indispensable du départ de moteur.

10. Type de protection :

Les protections des appareils de l'installation sont effectuées soit par fusible soit par disjoncteur comme résumé sur le tableau 2-9 qui donne aussi les sections des conducteurs.

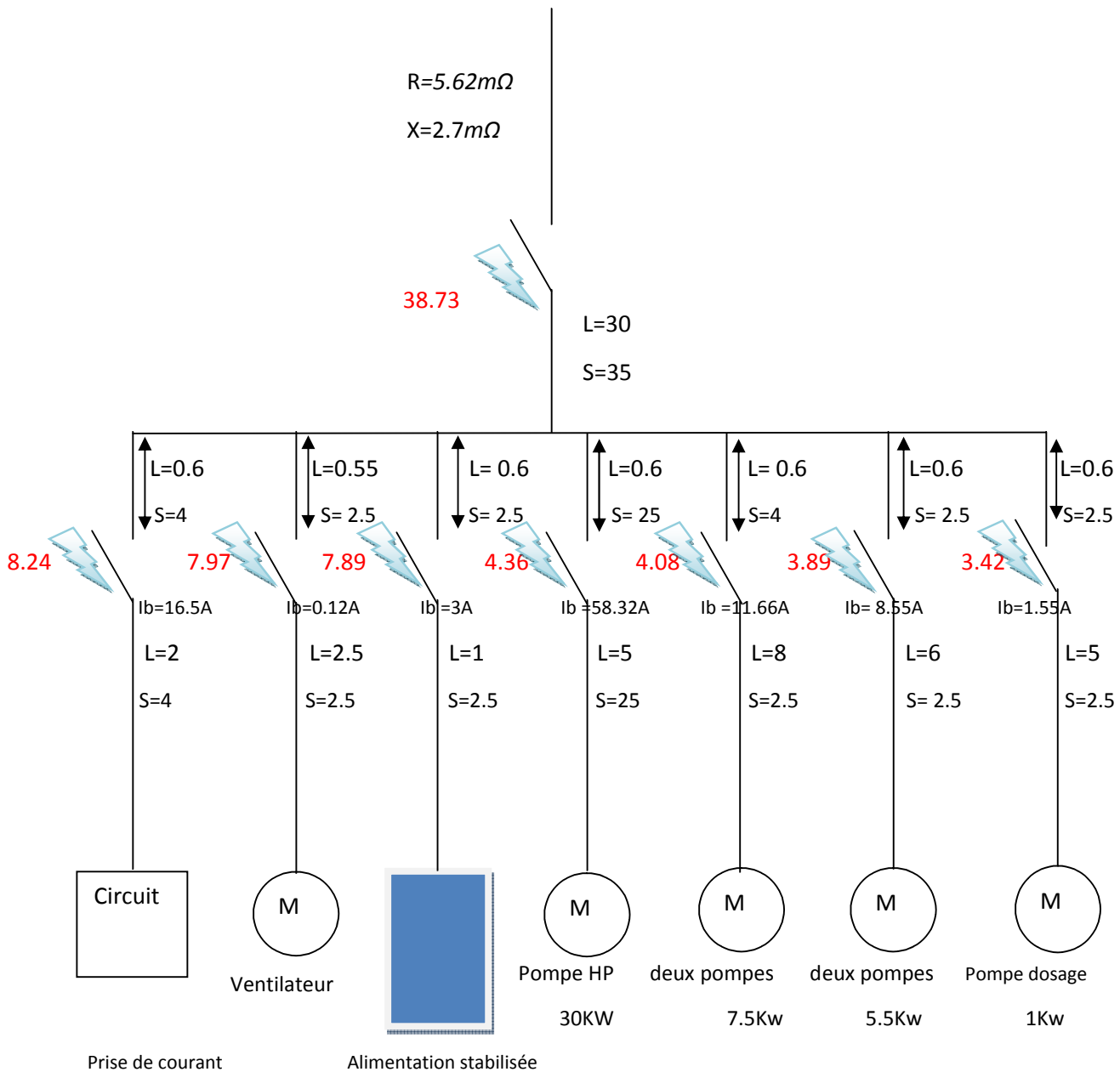
Tableau 2.9

	1pompes	2pompes	2pompes	1pompes	ventilation	Alimentation api et ses modules
Pn(Kw)	30	7.5	5.5	1	0.017	✓
A	1.18	1.04	1.03	1.05		✓
Iabs(A)	50.97	11.23	8.15	1.51	0.12	
Ib(A)	58.32	11.66	8.55	1.55	0.12	✓
Ir(A)	59	12	9	2	0.12	✓
Type de protection	disjoncteur	Disjoncteur	disjoncteur	disjoncteur	disjoncteur	Fusible
Iz(A)	71.39	14.52	11.79	2.62	0.12	✓
K1	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	✓
K2	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	✓
K3	0.87	0.87	0.87	0.87	0.82	✓
K	0.5	0.5	0.5	0.5	0.48	✓
Iz'(A)	142.78	29.04	23.58	5.24	0.363	✓
Smin (mm ²)	25	4	2.5	2.5	0.75	0.75

Le tableau suivant énumère les formules d'évaluation des résistances et réactances des parties d'une installation électrique en vue du calcul du courant de court-circuit.

Tableau 2.10

Partie de l'installation électrique	Resistance en (mΩ)	Réactance en (mΩ)
Réseau amont	$R=0.1*Q$	$X=0.995*Z_Q$ Avec $Z_Q = \frac{(\quad * \quad)}{\quad}$ Z_Q : puissance du court-circuit dans un réseau HT en KVA
Câble	$R= \rho L/s$	$X=0.09*L$
Jeux de barre ou répartiteur	$R= \rho L/s$	$X= 0.15*L$



Nb : Les courants sont en KA, les longueurs en m et les sections en mm²

Figure 2.4 : courants de court-circuit

11 .Réalisation des schémas câblage électriques de l'armoire

Lorsque le dimensionnement des conducteurs, des protections ou d'autres éléments qui peuvent faire partie de l'armoire sont terminés, on dessine le schéma de câblage électrique de l'armoire (Voir annexe).

11.1. Le choix du coffret

Une fois le schéma électrique réalisé c.à.d. le nombre exact d'appareils électriques et leur encombrement connus, on peut choisir un coffret adéquat.



Figure 2.5 différent coffret

11.2 Choix de la ventilation

Les conditions ambiantes (chaleur, froid, humidité de l'air) peuvent entraîner des échauffements, de la condensation ou la formation de moisissures à l'intérieur des armoires de distribution. Il convient donc de climatiser l'armoire. Pour cela, on peut utiliser les appareils de climatisation suivants

- Ventilateurs
- Climatiseurs

Les ventilateurs doivent être installés dans la partie inférieure de l'armoire, les filtres de sortie en haut dans la porte ou le panneau latéral. Les ventilateurs à filtre doivent, autant que possible, ventiler directement dans la colonne. L'utilisation de thermostats augmente la durée de vie des ventilateurs et des matelas filtrants.

Formule simple pour le calcul du débit d'air requis :

Débit du ventilateur nécessaire = $1,2 * P_v / y_t$

y_t = Température intérieure - température ambiante

P_v = puissance dissipée installée.

11.3. Le câblage

Avant de passer au câblage, on place d'abord les goulottes (pour le passage des fils), les rails et les racks pour la fixation des appareils et la mise en place de ces derniers. Une fois tous les appareils mise en place, il faut procéder au câblage des composants de l'armoire en faisant attention à l'observation des règles de câblage (couleur, section, repérage des fils ...etc.)

12. Conclusion

Les informations recueillies à l'Enterprise EASM industriel nous ont permis de dimensionner les sections des conducteurs, le choix des appareils de protection et le gabarit de l'armoire électrique.

Nous avons appris la manière de choisir les bon composants qu'il faut pour une bonne protection contre les courts-circuits, les surcharges et choisir une bonne canalisation pour minimiser les pertes et une bonne maitrise des risques.

L'étude et la réalisation de l'armoire électrique nous a permis de nous familiariser avec les différentes composants électriques ; de protection ou de commande ; aussi l'intérêt que porte la bonne présentation et l'esthétique dans l'environnement industriel.

Dans le chapitre suivant, nous allons modéliser l'osmoseur avec l'outil GRAFCET et présenter l'API S7 300 et son langage de programmation STEP7.

1. Introduction

L'avènement des technologies nouvelles a permis d'envisager des systèmes industriels automatisés de plus en plus complexes, et qui devrait être traités par les différentes méthodes. À ce stade, nous avons plusieurs outils de description pour la modélisation du comportement des systèmes automatisés de production (SAP) qui nécessitent une représentation formelle. Parmi ces outils, nous avons opté pour l'outil GRAFCET.

2. Généralité sur le GRAFCET

2.1. Définition et symbolisation d'un GRAFCET

Le **GRAFCET** (**GRA**phe de **COM**mande **ET**apes **TR**ansition) est un diagramme fonctionnel dont le but est d'écrire graphiquement, suivant un cahier des charges, les différents comportements de l'évolution d'un automate séquentiel. Il est à la fois simple à utiliser et rigoureux sur le plan formel et constitue un unique outil de dialogue entre toutes les personnes collaborant à la conception, à l'utilisation ou la maintenance de la machine à automatiser.

Il correspond à une succession alternée d'étapes et des transitions. Chaque étape est associée au comportement ou à l'action à obtenir et chaque transition est associée aux informations permettant le franchissement sous forme d'une condition logique appelée réceptivité.

Symbolisation du GRAFCET :

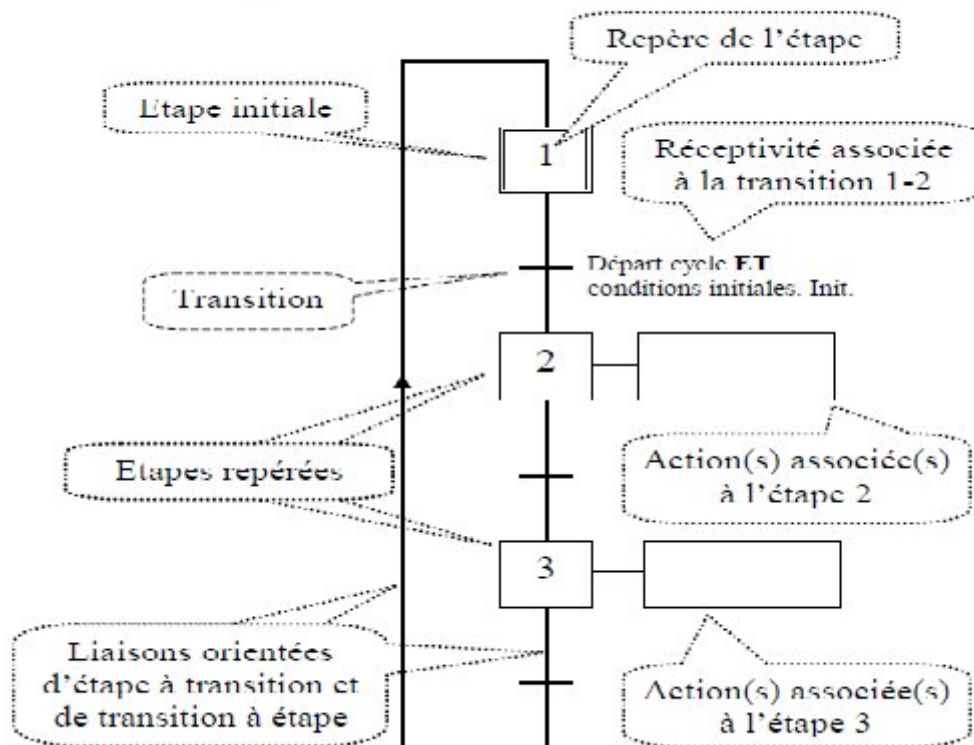


Figure 3.1 : symbolisation d'un GRAFCET

2.2 Principe du GRAFCET - (graphe de commande étape transition)

Il s'agit d'un graphe comportant :

- des **étapes** associées à des **actions** ;
- des **transitions** associées à des **réceptivités** ;
- des **arcs orientés** reliant **étapes** et **transitions**.

2.3 Règles d'évolution du GRAFCET

Règle 1 : L'initialisation

Précise la ou les étapes qui seront actives au début du fonctionnement (soit à la mise sous énergie soit par action sur un bouton I = Initialisation).

Règle 2 : Conditions de franchissement d'une transition

Une transition est validée si toutes les étapes d'entrée de la transition sont actives.

Une transition est franchissable si elle est validée et si l'événement associé à la transition est vrai.

Règle 3 : Evolution des étapes actives

Le franchissement d'une transition entraîne simultanément l'activation de toutes les étapes de sortie de la transition et la désactivation de toutes les étapes d'entrée de la transition.

Règle 4 : "Evolutions simultanées".

Plusieurs transitions simultanément franchissables doivent être simultanément franchies.

Règle 5 : "Activation et désactivation simultanées".

Lorsque, par application des règles de franchissement de transition, une même étape doit être activée et désactivée, elle reste active.

2.4 niveau d'un GRAFCET

Niveau 1 : spécification fonctionnelles :

Ce niveau décrit le comportement de la partie commande vis-à-vis de la partie opérative

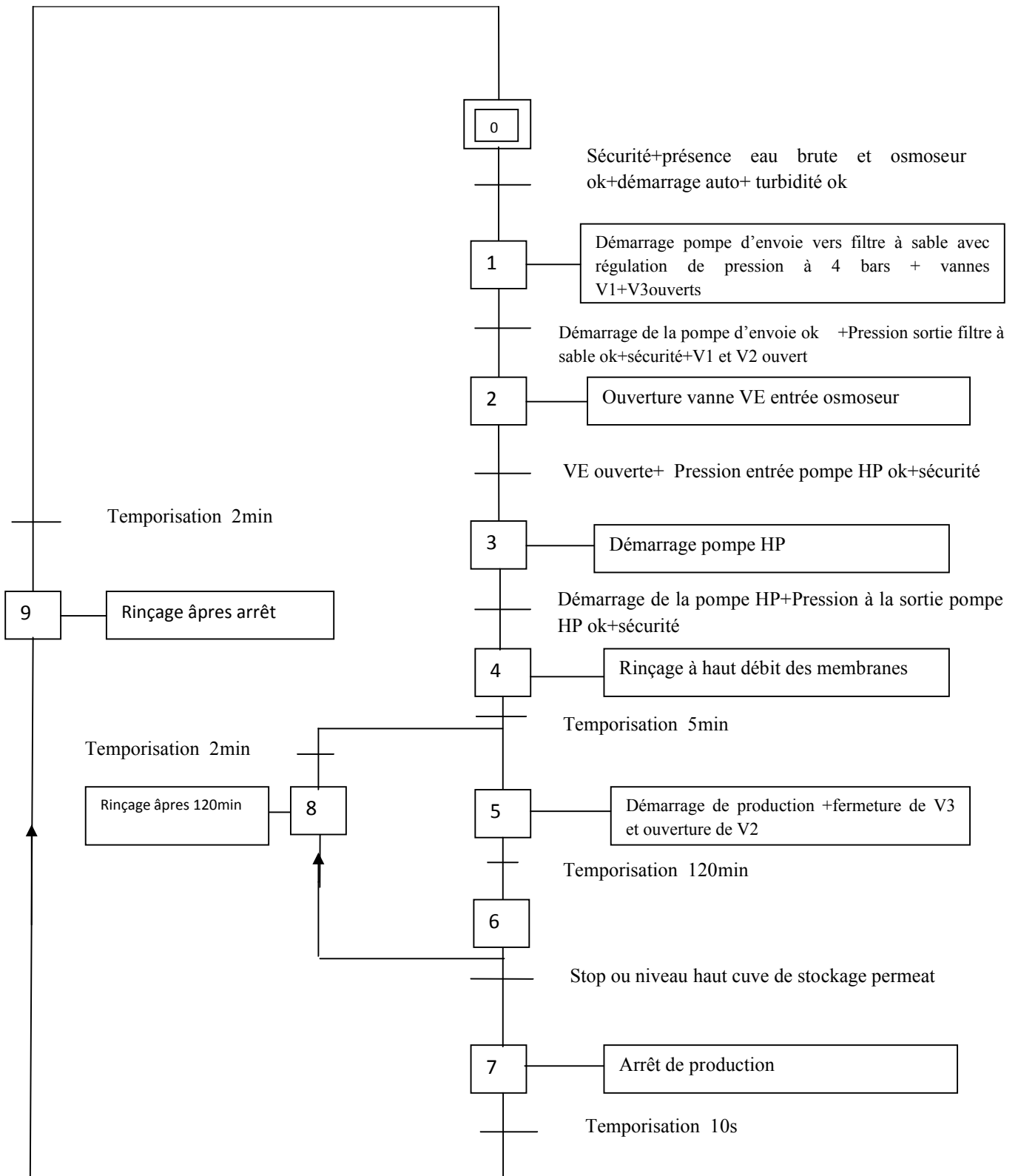
Cette description est établie par des spécifique fonctionnelles permettant de comprendre ce que l'automatisme doit faire, face aux différentes situations pouvant se présenter.

Niveau 2 : spécification technologique

Pour décrire précisément comment l'automatisme devra physiquement s'insérer dans l'ensemble qu'il constitue avec son environnement, des spécifications technologiques ont été apportées en complément des spécifications fonctionnelles.

3. le GRAFCET de l'osmoseur

3.1 GRAFCET niveau1



4. Les automates programmables industriels (API)

4.1 Définition

L'API (Automate Programmable Industriel) ou en anglais PLC (Programmable Logic Controller) est un appareil électronique destiné à la commande de processus industriels par un traitement séquentiel (Il contrôle les actionneurs grâce à un programme informatique qui traite les données d'entrée recueillies par des capteurs). Il comporte une mémoire programmable par un utilisateur automaticien à l'aide d'un langage adapté (Le langage List, Le langage Ladder...etc) pour le stockage interne des instructions donnée pour satisfaire un objectif donné. L'automate permet de contrôler, de coordonner et d'agir sur l'actionneur comme par exemple un robot, un bras manipulateur.

L'API est structurée autour d'une unité de calcul (processeur), de cartes d'entrées-sorties, de bus de communication et de modules d'interface et de commande.

4.2 Structure de l'automate programmable industriel

4.2.1 Aspect extérieur

Les automates peuvent être de type compact ou modulaire

- Automate de type compact :

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 (micro automate)

- Automate de type modulaire :

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

4.2.2. Aspect interne

La structure interne d'un API peut se présenter comme suit :

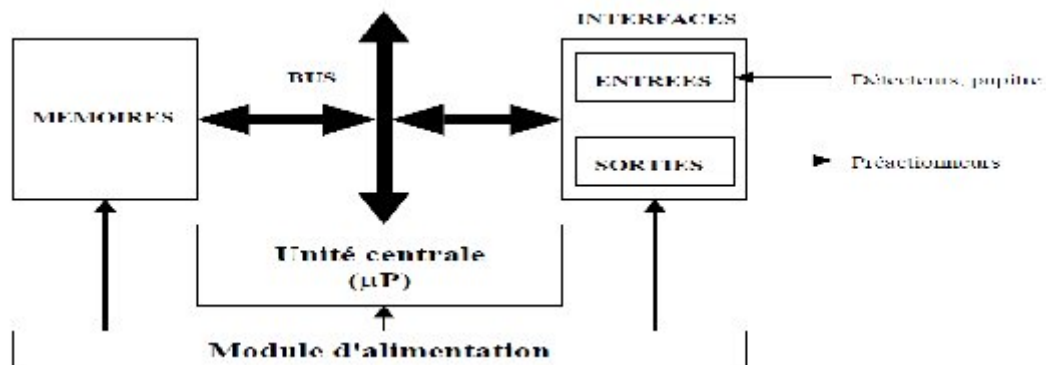


Figure 3.3 : structure interne d'un API

Un API se compose donc de trois grandes parties :

1. Le processeur

Le processeur est connecté aux autres éléments (mémoire et interface E/S) par des liaisons parallèles appelées ' BUS ' qui véhiculent les informations sous forme binaire. Le processeur est un microcontrôleur alimenté en 5 volts. Il gère l'ensemble des échanges informationnels

2. La zone mémoire

La mémoire de l'API est l'élément fonctionnel qui peut recevoir, conserver et restituer des informations. Les mémoires utilisées dans un API peuvent être des types suivants:

R.A.M. (Random Access Memory) : mémoire à accès aléatoire. Cette mémoire doit être alimentée électriquement pour pouvoir conserver les informations. On l'appelle également la mémoire vive. Avant son exécution, le programme est transféré dans cette mémoire qui permet d'atteindre des vitesses en lecture et écriture très rapides.

R.O.M. (Read Only Memory) : mémoire à lecture uniquement. Appelée également mémoire morte, elle permet de stocker des informations indéfiniment sans aucune alimentation électrique.

P.R.O.M. (Programmable Read Only Memory): mémoire de type ROM mais programmable. C'est une ROM que l'on peut programmer une seule fois.

E.P.R.O.M. (Erasable Programmable Read Only Memory) : mémoire de type PROM que l'on peut effacer par exposition du circuit aux rayons ultra-violets.

L'espace mémoire peut être divisé en deux parties :

La mémoire Programme qui est de type RAM permet le stockage des instructions à exécuter par l'API. Elle contient les instructions à exécuter par le processeur afin de déterminer les ordres à envoyer aux pré-actionneurs reliés à l'interface de sortie en fonction des informations recueillies par les capteurs reliés à l'interface d'entrée.

La mémoire de données Cette mémoire est type ROM, PROM, EPROM, qui permet le stockage de :

- De l'état forcé ou non des E/S ;
- Des variables internes utilisées par le programme (résultats de calculs, états intermédiaires,...) ;
- De l'état des sorties élaborées par le processeur ;
- De l'image des entrées reliées à l'interface d'entrée.

3. Les modules Entrées/Sorties

Ce sont des circuits spécialisés capables de recevoir en toute sécurité pour l'automate les signaux issus des capteurs ou de l'opérateur. Elles peuvent être :

- Logiques ou Tout Ou Rien : l'information ne peut prendre que deux états (vrai/faux, 0 ou 1). C'est le type d'information délivrée par un détecteur, un bouton poussoir.
- Numériques : l'information est contenue dans des mots codés sous forme binaire ou bien hexadécimale. C'est le type d'information délivrée par un ordinateur ou un module intelligent.
- Analogiques : l'information est continue et peut prendre une valeur comprise dans une plage bien déterminée. C'est le type d'information délivrée par un capteur (pression, température).

Ces différentes entrées sont mises en forme par l'interface d'entrée avant d'être stockées dans la mémoire de données.

4. Le module d'Alimentation

Le module d'alimentation transforme l'énergie externe provenant du réseau en la mettant en forme afin de la fournir aux différents modules de l'API. Plusieurs niveaux de tension peuvent être utilisés par les circuits internes (3v, 5v, 12v, 24v...).

Il y a d'autre module comme les modules de communication sur différents réseaux pour dialoguer avec d'autres automates, des systèmes de supervisions ou autres interfaces homme-machine (IHM) en anglais (Human Machine Interface).

4.3 Principe de fonctionnement d'un automate programmable industriel.

L'automate programmable fonctionne par déroulement cyclique du programme. Le cycle comporte trois opérations successives qui se répètent normalement comme suit :

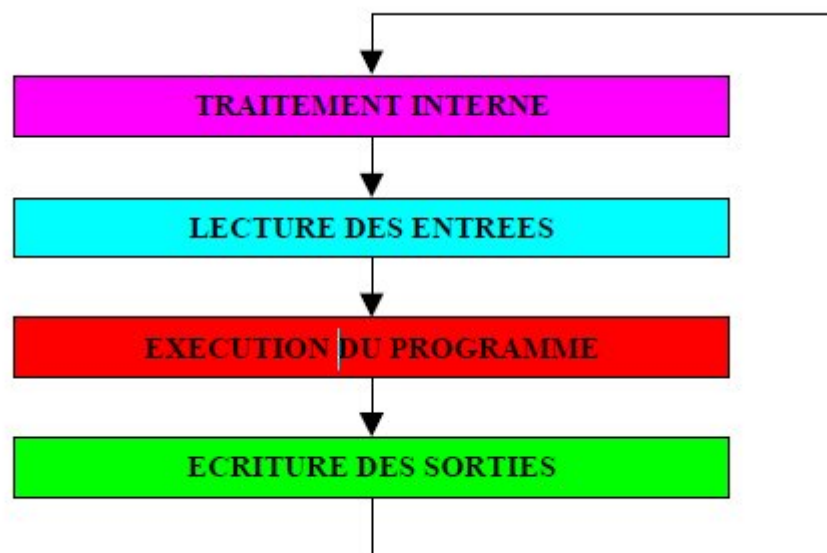


Figure 3.4 : structure d'un programme par automate

- **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, ...)

- **Lecture des entrées** : L'automate lit les entrées (de façon synchrone) et les recopie dans la mémoire image des entrées ;
- **Exécution du programme** : L'automate exécute le programme instruction par instruction et écrit les sorties dans la mémoire image des sorties ;
- **Ecriture des sorties** : L'automate bascule les différentes sorties (de façon synchrone) aux positions définies dans la mémoire image des sorties.

4.4 Les langages de programmation d'un API.

Les langages destinés à la programmation des API ont pour objectifs d'être facilement mis en œuvre par tout technicien après une courte formation. L'écriture d'un programme consiste à créer une liste d'instructions permettant l'exécution des opérations nécessaires au fonctionnement du système. Actuellement les API disposent en tout ou partie des langages de programmation suivants :

4.4.1 Langage littéraux

1. Langage liste d'instructions «IL» (Instruction List) : est très proche du langage assembleur ; on travaille au plus près du processeur en utilisant l'unité arithmétique et logique, ses registres et ses accumulateurs. Ce langage textuel est de bas niveau.

2. Langage littéral structuré «ST» (Structured Text) : Ce langage structuré ressemble au langage C utilisé pour les ordinateurs. Ce langage est un langage textuel de haut niveau. Il permet la programmation de tout type d'algorithme plus ou moins complexe.

4.4.2 Langages graphique

Langage à contacts ou diagramme en échelle (LD : Ladder diagram) : ressemble aux schémas électriques. Développé pour les électriciens, ce langage graphique est essentiellement dédié à la programmation d'équations booléennes. C'est le plus utilisé.

4.5. Critère de choix d'un API

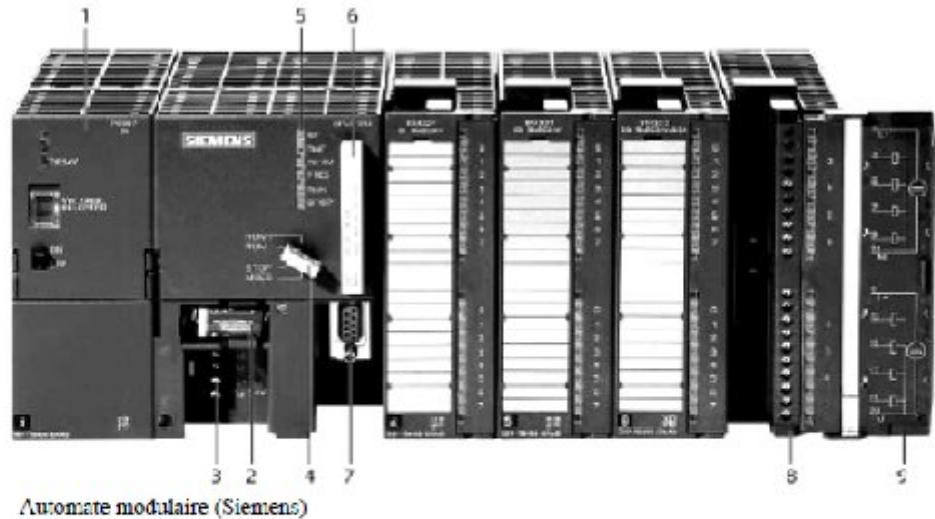
Le choix d'un API est fonction de la partie commande à programmer.

On doit tenir compte de plusieurs critères :

- Nombre d'entrées / sorties ;
- Le temps de traitement ;
- La capacité de la mémoire ;
- Le nombre d'étapes ou d'instructions ;
- Le nombre de temporisateurs ;
- Le langage de programmation ;

4.6. L'automate S7-300

Le S7-300 est un automate de conception modulaire destiné à des tâches d'automatisation moyenne et haute de gamme. Il désigne un produit de la société SIEMENS.



- | | | | |
|---|---|---|----------------------------|
| 1 | Module d'alimentation | 6 | Carte mémoire |
| 2 | Pile de sauvegarde | 7 | Interlace multipoint (MPI) |
| 3 | Connexion au 24V cc | 8 | Connecteur frontal |
| 4 | Commutateur de mode (à clé) | 9 | Volet en face avant |
| 5 | I.F.D de signalisation d'état et de défauts | | |

Figure3.5 : L'API S7 300

4.6.1 Les caractéristiques de L'API S7 300

L'automate possède les caractéristiques suivantes :

- Gamme diversité de CPU ;
- Programmation libre ;
- Logiciel exploitable en temps réel ;
- Possibilité d'extension jusqu'à 32 modules ;
- Raccordement central de la console de programmation avec accès à tous les modules ;
- Liberté de montage aux différents emplacements ;
- Possibilité de mise en réseau avec l'interface multipoint et profibus et industriel Ethernet.

4.6.2 Les module de L'API S7 300

Le S7 300 est un mini automate modulaire, conçu pour les applications d'entrées et de milieu de gamme.

4.6.2.1 Module d'alimentation

Le module d'alimentation (PS) converti la tension secteur 120/220V en tension de service 24Vcc pour alimenter le S7 300.

4.6.2.2 L'unité centrale CPU

La CPU et le cerveau de l'automate. Elle lit les états des signaux d'entrée, exécute le programme de l'utilisateur et commande-les sorties. Chaque CPU possède certaines caractéristiques différentes des autres notamment :

- Le programme utilisateur ;
- Le système d'exploitation.

Programme d'utilisation

C'est un programme créé par l'utilisateur et ensuite chargé dans la CPU

Système d'exploitation

Le système d'exploitation, contenu dans chaque CPU, organise toutes les fonctions et procédures qui ne sont pas liées à une tâche d'automatisation spécifique.

Description de la CPU 312

La CPU lit les états de la mémoire image des entrées ensuite, elle exécute le programme utilisateur en mémoire. Enfin, elle délivre les états vers la mémoire image de sortie.

Pour l'osmoseur, on a utilisé une CPU 312 de mémoire de travail de 64 Ko, 0.3ms/kints, port MPI+DP, pour la configuration à plusieurs rangées jusqu'à 32 modules.

Interface MPI (Multi Point Interface)

Chaque CPU est équipée d'une interface MPI pour la connexion de la console de programmation (PG) ou un autre appareil (par exemple adaptateur PC)

Commutateur de mode de fonctionnement

Le commutateur de mode de fonctionnement permet de changer le mode de fonctionnement. Les modes de fonctionnement suivants sont possible (**RUN-PRUN-STOP-MRES-Signalisations des états, STOP**).

4.6.2.3 modules de couplage (IM)

Ce sont des cartes électroniques utilisées pour assurer la communication entre l'unité centrale et les périphériques de l'automate (entrées/sorties, console de programmation..) les coupleurs (IM360, IM361, ou IM365) permettent de réaliser la configuration à plusieurs châssis. Ils occupent l'emplacement n°3 dans l'API et ce dernier reste vide au cas où on n'utilise pas de coupleurs (IM).

4.6.2.4 modules de signaux (SM)

Les modules de signaux établissent la liaison entre la CPU du S7 300 et le processus commande. Il existe plusieurs modules de signaux :

- Module d'entrées/sortie TOR ;
- Module d'entrées/sortie analogique.

4.6.2.5 modules de fonction (FM)

Les modules de signaux offrent les fonctions suivantes (comptage régulation positionnement).

4.6.2.6 modules de simulation

Le module de simulation permet de simuler les grandeurs d'entrées avec des interrupteurs et afficher les grandeurs de sortie.

4.6.3 Périphérique de communication extérieure

On peut communiquer avec l'automate par Console de programmation. Celle-ci permet le paramétrage et les relevés d'informations.

4.7. Création de projet

Les API accomplissent des tâches d'automatisation traduites sous forme d'un programme d'application. L'utilisateur définit, dans une suite d'instructions, la manière avec laquelle l'automate commandera l'installation.

Le STEP7 est le langage utilisé pour SIMATIC S7-300

5. L'outil de programmation STEP7

Pour que l'automate puisse comprendre ce programme, ce dernier doit être écrit en un langage déterminé et suivant des règles bien définies.

5.1 Présentation du logiciel de programmation STEP7

5.1.1 Définition de STEP7

STEP 7 est le progiciel de base pour la configuration et la programmation de systèmes d'automatisation SIMATIC. Il fait partie de l'industrie logicielle SIMATIC avec lesquels on peut aisément réaliser des tâches partielles comme

- La configuration et le paramétrage du matériel ;
- La création et le test du programme utilisateur ;
- La configuration de réseaux et de liaisons.

5.1.2 Programmation de l'API

C'est l'un des atouts majeurs des API puisqu'ils permettent une multitude de traitements des informations reçues sans toucher à la configuration matérielle.

5.1.2.1 langages de programmation

- **Langage CONT (contact ou LD : Ladder diagram)**

Langage graphique fondé sur une analogie entre flux de données d'un programme et le courant électrique dans un circuit série-parallèle. Les représentations graphiques sont basées sur la méthode de dessin américaine, il utilise des symboles tels que :

Contacts, sorties, et s'organise en réseaux (labels).

Contact normalement ouvert 

Contact normalement fermé 

Bobine sortie ---()---

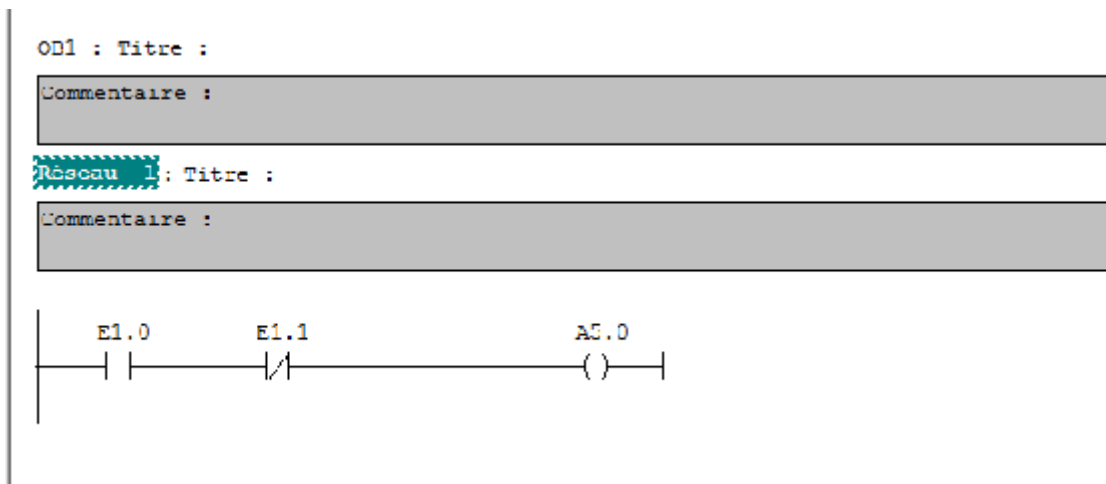


Figure 3.6 : programmation avec langage Contact

On a choisi de programmer avec le langage **CONT**

Logigramme

Il s'agit d'une représentation à l'aide des portes logique (OU, ET)

5.1.2.2 déroulements du programme

Il doit assurer en permanence un cycle opératoire qui comporte trois types de tâches :

- L'acquisition de la valeur des entrées (lecture) ;
- Le traitement des données ;
- L'affectation de la valeur de la sorties.

5.1.2.3 éléments d'un programme utilisateur

Les programmes utilisateur se composent des éléments suivants :

Bloc d'organisation (BO)

Les blocs d'organisation déterminent la structure du programme utilisateur.

Bloc fonctionnels (FB), fonction (FC) :

Les blocs fonctionnels sont des blocs de code qui contiennent le programme proprement dit.

Bloc de données (BD)

Les blocs de données sont des zones de données contenant les données utilisateur. Ils peuvent être affectés à des blocs fonctionnels définis au projet.

Fonction système (SFC) et blocs fonctionnels système (SFB) :

Certaines fonctions couramment utilisées sont intégrées au système d'exploitation des CPU S7 d'où elles peuvent être appelées.

5.2 Stratégie de programmation

La stratégie de programmation sous STEP7 peut se résumer dans la figure suivante :

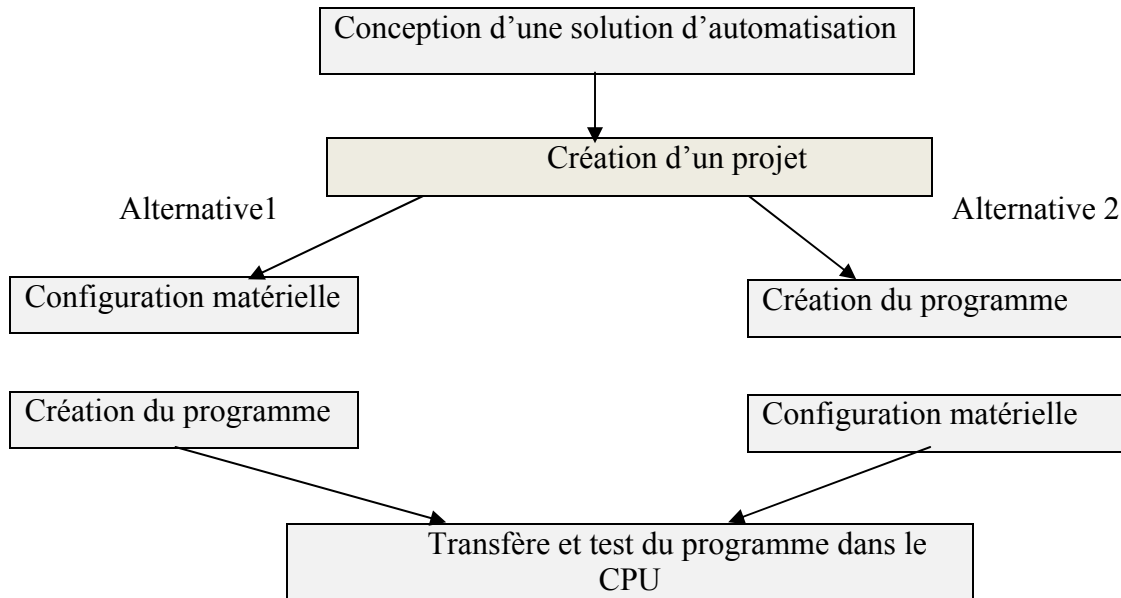


Figure 3.7 : stratégie de programmation sous STEP7

6. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté le GRAFCET qui est un outil de modélisation. Il facilite la transition entre le cahier des charges et l'un des langages de programmation utilisés par l'automate programmable industriel.

Aujourd'hui l'automate programmable n'est plus seulement un appareil séquentiel mais il est beaucoup plus considéré comme un calculateur de processus grâce aux énormes progrès quant à la structure de base, la qualité et la diversité des outils proposés et ses langages de programmation.

La supervision avec l'outil WINCC flexible sera l'objectif du quatrième chapitre.

1. Introduction

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

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

2. Définition de la supervision

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

Dans l'informatique, la supervision est la surveillance du bon fonctionnement d'un système ou d'une activité

3. Définition et utilisation de SIMATIC WinCC flexible

SIMATIC WinCC est un système de contrôle et d'acquisition de données (SCADA) ainsi qu'une interface homme-machine développés par Siemens. Les SCADA sont particulièrement utilisés dans la surveillance des processus industriels et des infrastructures. SIMATIC WinCC peut être utilisé avec Siemens PCS7.

Win CC flexible réunit les avantages suivants:

- Simplicité ;
- Ouverture ;
- Flexibilité.

4. Constitution d'un système de supervision

Un système de supervision est généralement composé d'un moteur central (logiciel) auquel sont rattachés des données provenant de l'automate. Le logiciel assure l'affichage, le traitement et l'archivage des données, ainsi que la communication avec d'autres périphériques.

4.1 Affichage

Il permet d'obtenir et de mettre à la disposition des opérateurs des éléments d'évolution du procédé par ses volumes de données instantanées.

4.2 Archivage

Il mémorise des données (alarmes et événements) pendant une longue période, et permet l'exploitation des données pour l'application spécifique à des fins de maintenance ou de gestion de produit.

4.3 Traitement

Il permet de mettre en forme les données afin de les présenter via le module de visualisation aux opérateurs sous forme prédéfinie.

4.4 Communication

Il assure l'acquisition et le transfert de données et gère la communication avec d'autres périphériques tels que les automates programmables industriels, et autres périphériques.

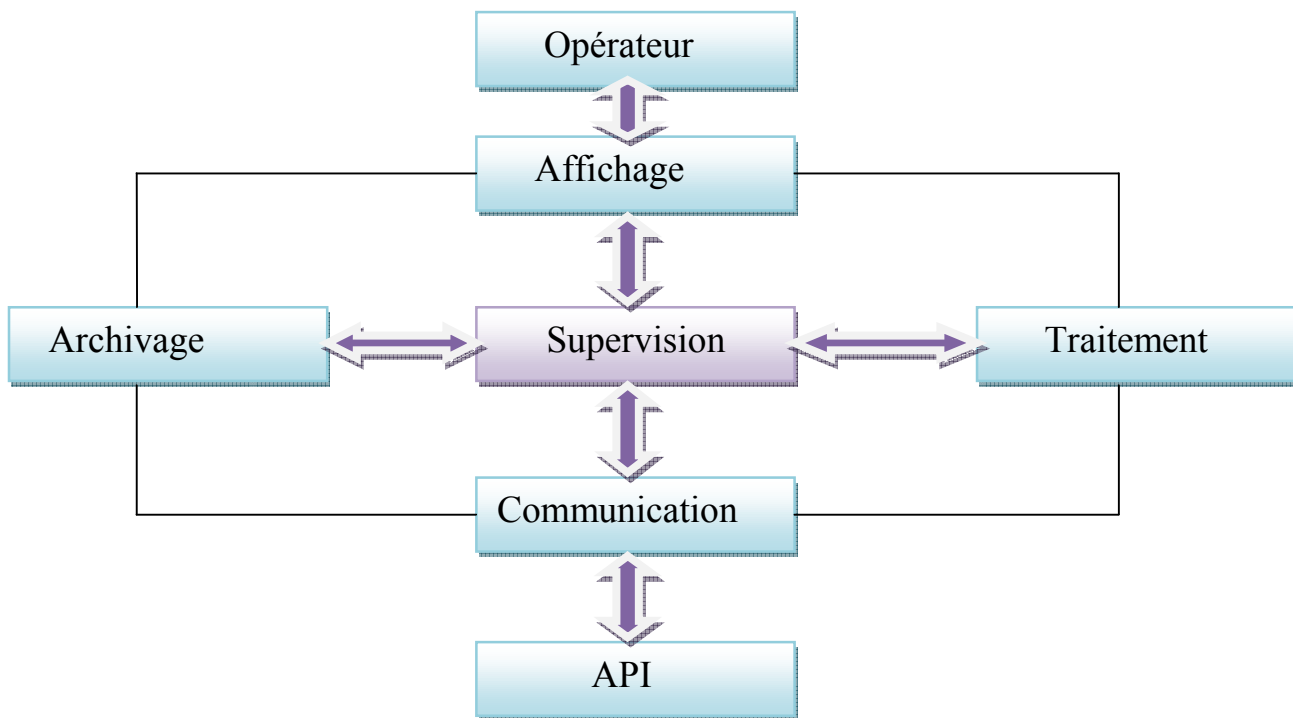


Figure 4.1 : constitution d'un système de supervision

5. Apport de la supervision

La supervision a eu un impact considérable sur le monde industriel tant pour l'exploitant que pour les entreprises.

Apport pour le personnel

- Elle dégage les exploitants des tâches délicates et leur rend le travail moins contraignant, surtout dans les milieux hostiles ;
- Elle permet à l'opérateur de suivre le fonctionnement du procédé et d'éviter les tâches de routine ;
- Elle sert d'interface entre le procédé et l'exploitant, pour le diagnostic et l'aide à la décision en situation d'exception (incendie, danger, risque...).

Apport pour l'entreprise

- Respecter les délais impartis dont dépend le suivi de l'entreprise en diminuant le nombre de pannes ;

- Améliorer la production par le maintien des équipements en bon état de fonctionnement ;
- Réduire les coûts d'exploitation en diminuant les pertes liées aux pannes.

6. Avantages de l'intégration dans STEP 7

Lors de la configuration intégrée, on a accès aux données de configuration créées lors de la configuration de l'automate avec STEP 7. Et les avantages sont les suivants :

- on peut utiliser le gestionnaire SIMATIC Manager comme poste central de création, d'édition et de gestion des automates SIMATIC et des projets WinCC flexible ;
- Les paramètres de communication de l'automate sont entrés par défaut lors de la création du projet WinCC flexible. Toute modification sous STEP 7 se traduit par une mise à jour des paramètres de communication sous WinCC flexible ;
- Lors de la configuration de variables et de pointeurs de zone, on peut accéder sous WinCC flexible directement aux mnémoniques de STEP 7 ;
- Il suffit de définir les mnémoniques une seule fois sous STEP7 pour pouvoir les utiliser sous STEP7 et sous WinCC flexible.

7. Le pupitre de commande

Il est installé sur l'armoire de l'osmoseur et sert à :

- Contrôler le niveau de remplissage des réservoirs ;
- Contrôler la température de l'eau et sa pression ;
- Surveiller les états des vannes.

8. Les étapes de configuration de pupitre avec Win CC flexible 2008

Pour l'exécution de ces tâches, il faut configurer le pupitre.

8.1 Création d'un projet

Le projet est à la base de la configuration de l'interface graphique. On a créé et configuré dans le projet tous les objets indispensables à la commande et au contrôle de l'installation de l'osmoseur.

- Des vues, pour représenter et commander l'installation de l'osmoseur ;
- Des variables qui transmettent les données entre l'installation de l'osmoseur et le pupitre opérateur ;
- Des alarmes qui affichent au pupitre les états de fonctionnement de l'installation de l'osmoseur.

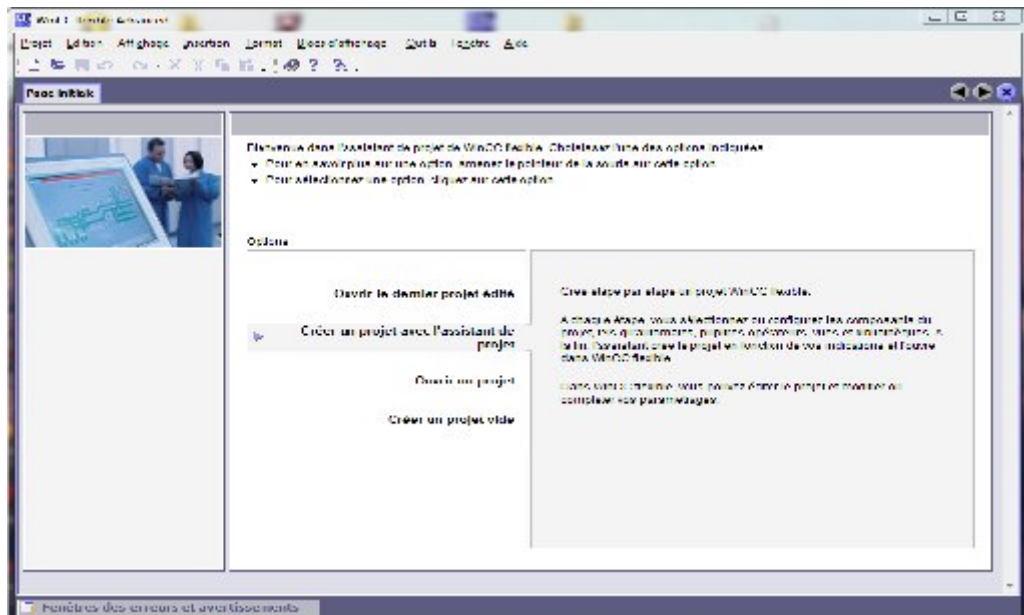


Figure 4.2 Crée un projet dans Win CC flexible

8.2 Création des vues.

Les vues sont les éléments principaux du projet. Elles permettent de commander et de contrôler l'installation de l'osmoseur.

8.3 configuration des alarmes

Les alarmes montrent les événements ou les états de fonctionnement qui agissent sur la qualité de l'eau osmosée et au diagnostic des erreurs.

On distingue deux types d'alarmes :

- **Alarmes TOR** Elles indiquent les modifications d'état dans l'installation de l'osmoseur (une vanne est ouverte ou fermée).
- **Alarmes analogique** Elles indiquent des dépassements de limites. Une alarme analogique est déclenchée si le régime d'un moteur est inférieur à une valeur donnée

8.4 changement de vue

Pour pouvoir permuter entre ces vues sur le pupitre en cour d'exploitation, on ajoute des changements de vues. Les changements de vue sont affectés aux touches (F1) (F4).comme le montre la (figure 4.3)



Figure 4.3 la vue principale de l'osmoseur

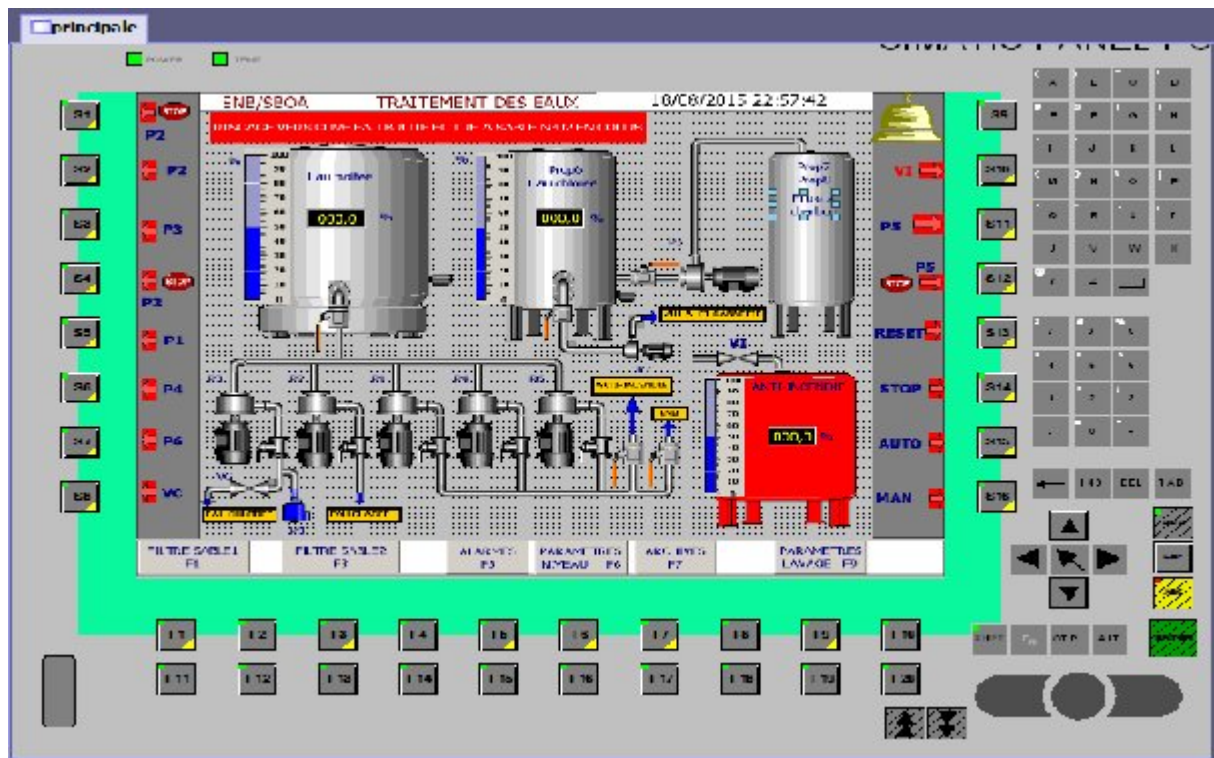


Figure4.4: la vue de système de filtration

8.5 Test et simulation du projet

Avant de terminer la configuration on va tester et simuler le projet à l'aide de la fonction de contrôle de cohérence et du simulateur de Win CC flexible. La simulation permet de détecter les erreurs logiques (les valeurs limites incorrectes).

9. conclusion

Dans ce chapitre nous avons réalisé les vues de contrôle et de supervision de l'osmoseur qui permet de suivre l'évolution du procédé en temps réel.

Nous avons constaté que le logiciel WIN CC flexible est un outil de supervision très puissant car il assure un flux continu d'informations. Ses composants conviviaux permettent d'intégrer sans problème les applications dont nous avons besoin.

Enfin, la supervision offre à l'opérateur une solution adéquate qui facilite le travail et la détection des défauts et dysfonctionnements des différents organes et composants du système.

Conclusion Générale

Conclusion général

L'évolution remarquable de la technologie pousse la créativité vers les meilleures méthodes de résolutions des problèmes. Des méthodes simples et efficaces dont le but est d'améliorer la production et augmenter la sécurité.

Durant la période de stage que nous avons effectué au sein de l'entreprise EASM, nous avons réussi à étudier et réaliser les différentes parties électriques de l'armoire d'un osmoseur (alimentation, protection, régulation avec API et supervision).

Ce stage nous a permis de découvrir le monde industriel en général, en particulier l'industrie agroalimentaire, de plus il nous a permis de perfectionner nos connaissances dans le domaine de l'automatisation.

L'étude détaillée de l'osmoseur nous a incités à la compréhension du comportement et le fonctionnement de ce système. Cette étude nous a dévoilé les failles de l'osmoseur pour lesquels nous avons proposé une solution plus efficace.

Après avoir donné la description général du l'osmoseur et son fonctionnement, nous avons fait l'étude de l'armoire électrique en passant par le choix de tous les composants de protection, de commande et de contrôle puis la réalisation et le câblage de l'ensemble.

Ensuite, nous sommes passés au développement de la solution de programmation et de supervision. Le choix de l'automate programmable comme organe de commande nous a conduits à l'étudier. Il nous a permis de découvrir un outil performant et très compact qui permet de remplacer des commandes très complexes et surtout volumineuses. Cela nécessite néanmoins la maîtrise du langage spécifique à l'API S7 300 qui et STEP7. La solution de supervision proposée nous a permis la maitrise du logiciel Win CC flexible

Enfin, nous espérons avoir été à la hauteur des attentes et aussi que notre mémoire sera utile aux étudiants qui nous succéderont voulant travailler dans ce domaine.

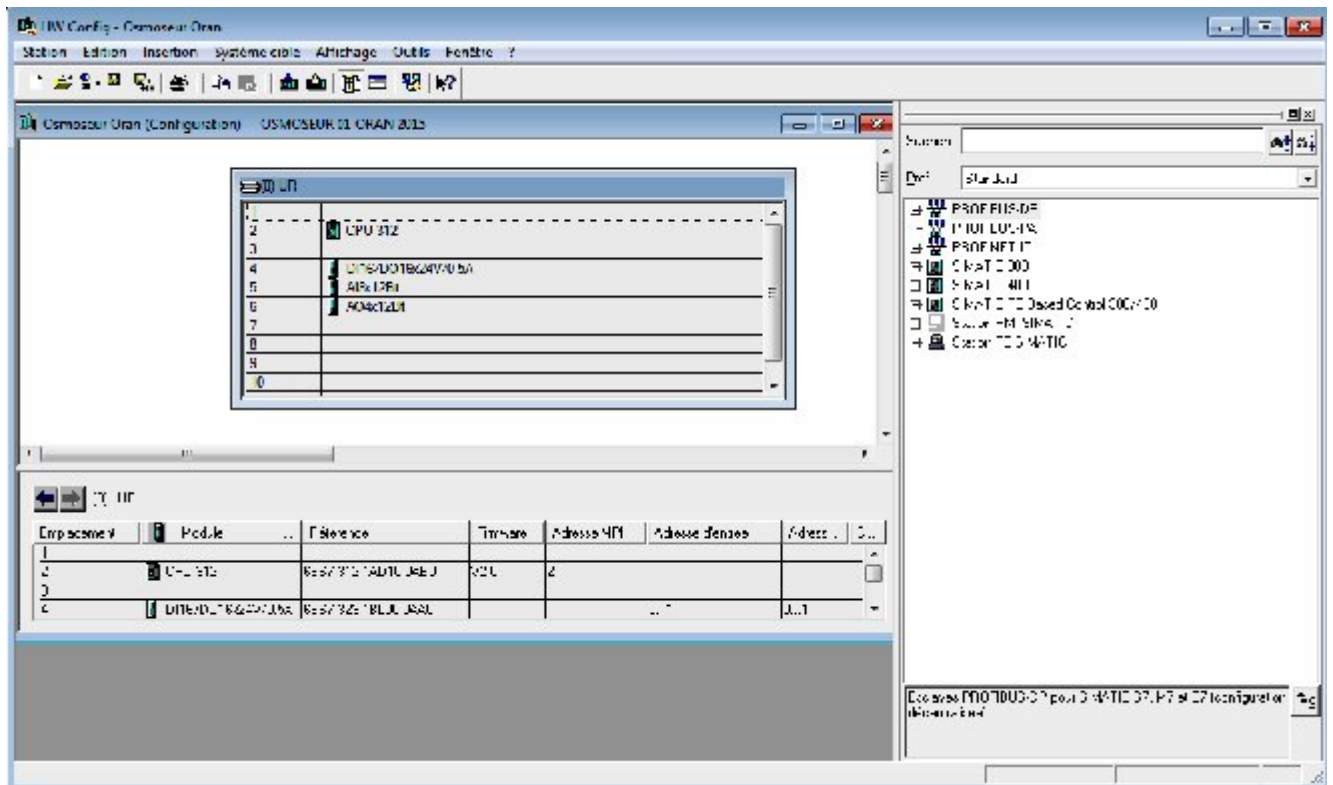
BIBLIOGRAPHIE

- [1] Gaston B. Allard P: L'osmose inversée description et principes de fonctionnement, centre ACER QUEBEC février 1984
- [2] Alfa Arzate : procédés de séparation membranaire et leur application dans l'industrie alimentaire. centre ACER Saint-Norbert 30 mai 2008
- [3] Jacques Marie Bourst : appareillage et installations électriques industriels, édition 2008.
- [4] [www.le GRAFCET-description general.mht](http://www.leGRAFCEt-description-general.mht), site de cour sur internet.
- [5] Christophe PRÉVÉ, Robert JEANNOT : Guide de conception des réseaux électriques industriels, documentation Schneider électrique Février 1997.
- [6] Catalogue Distribution Electrique documentation Schneider Electric, 2002.
- [7] la protection des circuits et des personnes, Guide pédagogique / en conformité avec la NF C 15-100, publié par Legrand.
- [8] Documentation API : www.SIEMENS.fr, [google.fr/les automate programmables industriels](http://google.fr/les_automate_programmables_industriels).
- [9] [Google.fr/STEP 7 micro/ WIN](http://Google.fr/STEP_7_micro/WIN).
- [10] manuel d'utilisation du logiciel Win cc flexible, pack de documentation de référence 6A V6691-1AB01-3AC0, 2008.

Annexe

Configuration matériel

La configuration matérielle consiste en la disposition des châssis (racks), des modules et d'appareils du périphérique centralisé. Les châssis sont représentés par une table de configuration dans laquelle on peut placer un nombre défini de modules, comme dans les châssis réels.



Annexe

Table des mnémoniques

Un mnémonique est un nom que l'utilisateur définit en respectant les règles de la syntaxe imposées. Elle est destinée à rendre le programme utilisateur très lisible et aide donc à gérer facilement les grands nombres de variables couramment rencontrés dans ce genre de programme.

	Etat	Mnémonique	Opérande	Type de d	Commentaire
1		Alarmes	FC 3	FC 3	
2		Alarmes	DB 6	DB 6	
3		Air Air Basse	E 1.1	BOOL	
4		ARURGENCE	E 0.2	BOOL	
5		Consigne	DB 4	DB 4	
6		consigne F refou	MD 50	DWORD	
7		Consignes pressi...	FC 5	FC 5	
8		CONT_C	FD 41	FD 41	Continuous Control
9		COUPURE DE CC...	M 31.0	BOOL	
1		CYC_INT1	OB 31	OB 31	Cyclic Interrupt 1
1		CYC_INT5	OB 35	OB 35	Cyclic Interrupt 5
1		DEFAULT DOSAGE	E 1.3	BOOL	
1		DEFAULT DOSAGES	M 31.4	BOOL	
1		DEMAR_product	M 30.4	BOOL	
1		E1_OUV_EGOUT	M 30.0	BOOL	
1		E2_OUV_VE	M 30.1	BOOL	
1		E3_RINCAGE_4MN	M 30.2	BOOL	
1		fin de rinçage	M 30.7	BOOL	
1		Fin Production	M 30.4	BOOL	
2		FIN RINCAGE	M 30.6	BOOL	
2		MAN	DB 5	DB 5	
2		MANQUE PHASE	E 0.0	BOOL	
2		Marche Pompe	FC 4	FC 4	
2		Niv bas cuve	E 1.2	BOOL	
2		NIVE_HAUT	E 1.7	BOOL	
2		Niveau bas	T 1	TIMER	
2		Niveau bas cuve	M 500.0	BOOL	
2		Niveau haut	T 2	TIMER	
2		Niveau haut cuve	M 500.1	BOOL	
3		NIVEAU_HAUT	T 8	TIMER	
3		On vanne 1	C 0.5	BOOL	
3		On vanne 2	C 0.6	BOOL	
3		On vanne 3	C 0.7	BOOL	
3		On vanne VE	E 1.0	BOOL	
3		Organization	OB 1	OB 1	

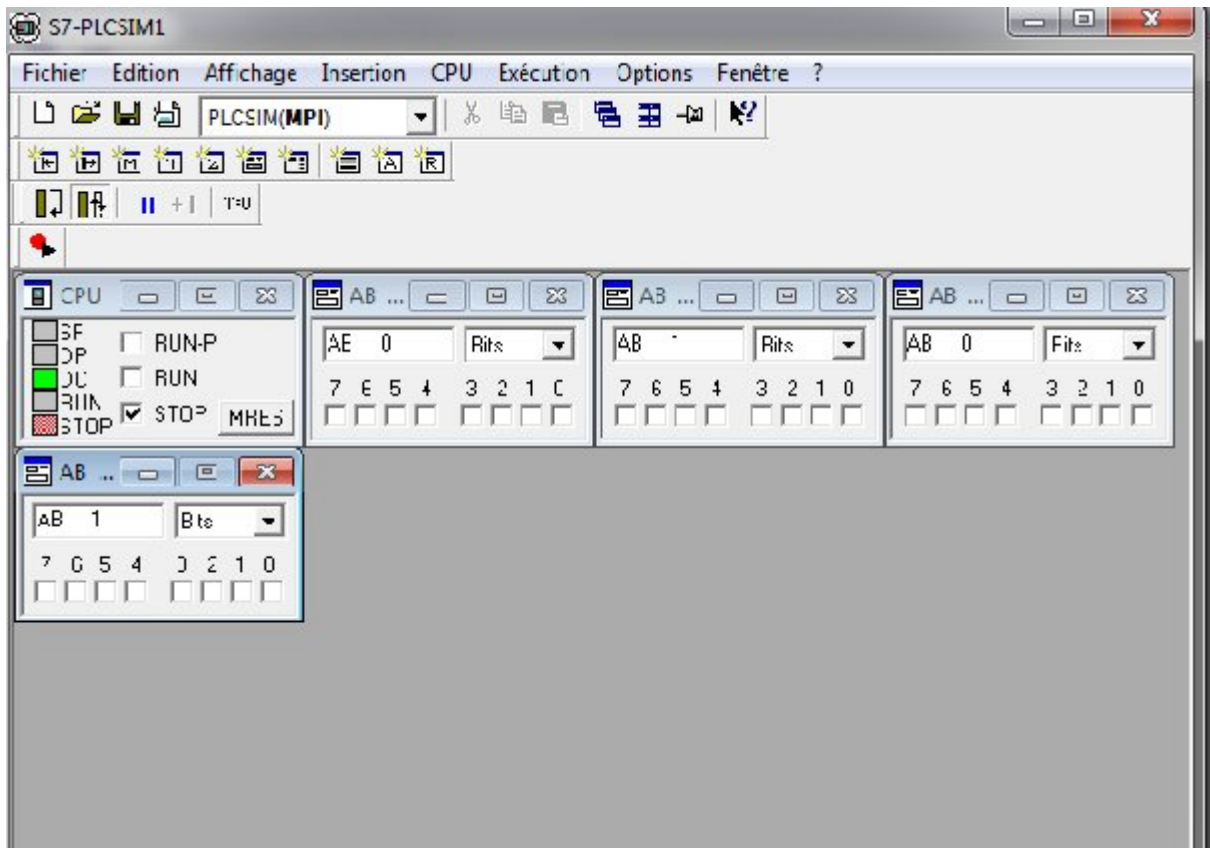
Pour obtenir de l'aide, appuyez sur F1.

Annexe

Test et validation du programme

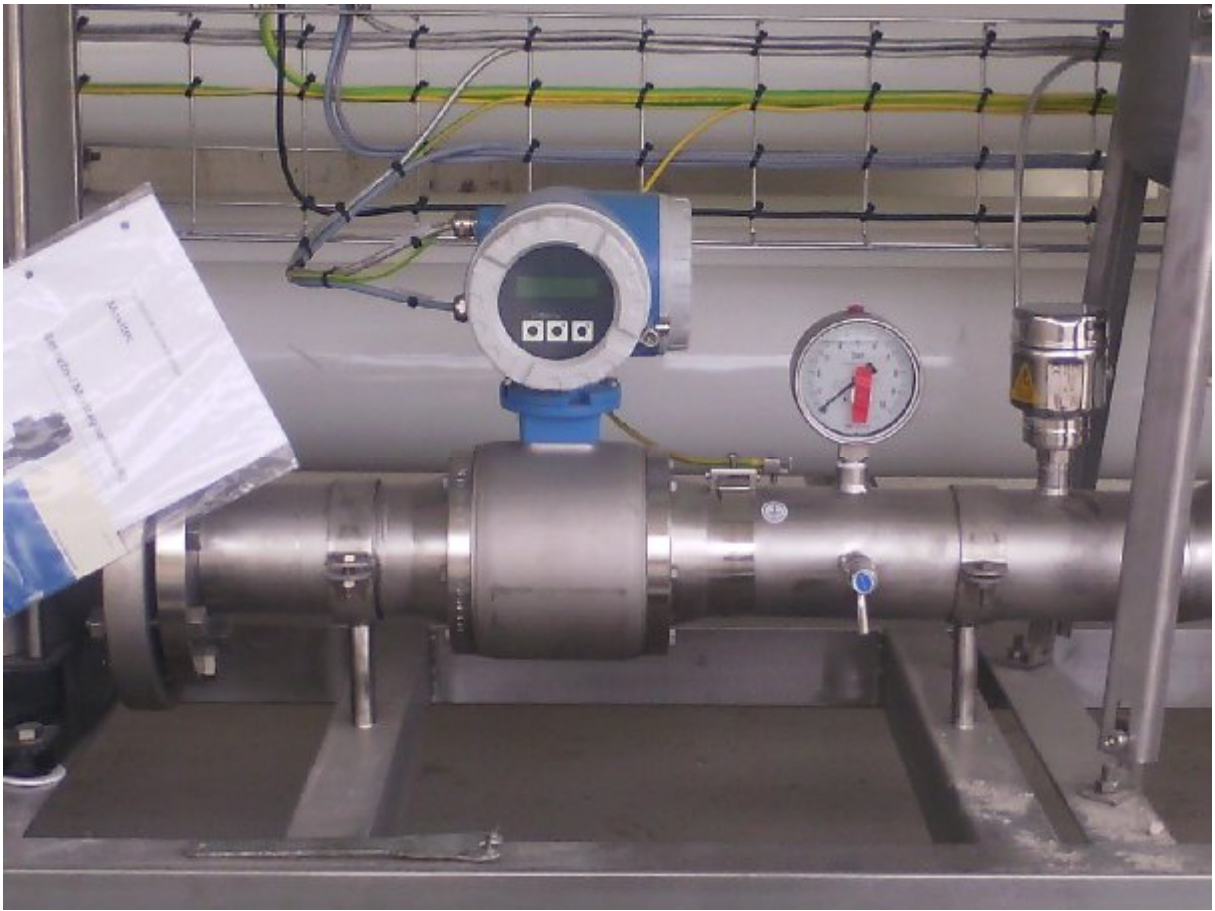
Après l'élaboration du programme du système à automatiser, on aboutit à l'étape décisive du travail effectué. Cette étape est la validation du programme par simulation et vérification de son bon fonctionnement.

Pour cela on a utilisé le logiciel S7 PLCSIM qui est un logiciel optionnel de STEP7.



Annexe

Débitmètre



Turbidimètre

