

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 ACADEMIQUE

Domaine : Sciences et Technologies

Filière :Génie Electrique

Spécialité : MACHINE ELECRIQUE

Présenté par
Ali AIGOUN
Yacine HOCINE

Thème

Etude et réalisation d'une armoire de commande d'une centrale de neutralisation des eaux usées par un API

Mémoire soutenu publiquement le lundi 29 septembre 2014 devant le jury composé de :

M Rachid MANSOURI

Maitre conférence-A, UMMTO, Président

M Ahmed NAHI

Maitre assistant-A, UMMTO, Rapporteur

M Ramdane AMMOUR

Ingénieur, EASM Ouadhias, Co-promoteur

M Lhacene ARAB

Maitre assistant-A, UMMTO, Examineur

M Takfarinas CHELLI

Maitre assistant-A, UMMTO, Examineur

Remerciements

Une pensée pieuse à Dieu qui a éclairé notre chemin et mené vers la concrétisation de ce modeste travail.

Nous tenons à remercier notre promoteur Monsieur NAHI pour son aide précieuse et de nous avoir fait profiter de sa rigueur scientifique, de son expérience et de nous avoir encouragés tout au long de ce travail. On le remercie sincèrement pour ses conseils, sa patience et sa disponibilité tout au long de notre projet.

Nous exprimons notre sincère gratitude à Monsieur R.AMOUR qui nous a fourni une aide précieuse et une collaboration renforcée.

Nous exprimons également notre gratitude à tous les enseignants qui ont contribué à notre formation.

Nos remerciements s'adressent aussi aux membres d'EASM pour leurs aides et soutènements sur tout Mr CHERIEF DJAMAL et M_r M HAKIM.

Nos remerciements s'adressent aussi aux membres de Jury qui nous ont fait l'honneur de juger ce modeste travail.

Enfin, nos remerciements les plus sincères à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la concrétisation de ce mémoire.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

A mes très chers parents qui m'ont soutenu dans mes études.

A mes très chers frères : Mustapha, Kamal, Ahmed et Hamid.

A mes très chers sœurs : Aldja, Malika, Tassadite, et Samira à qui je souhaite la réussite dans ses études.

A toutes les familles : Aigoun, Brahim, Fellah, Benali.

A mes chers amis : Mohamed, Makhlouf, Ali, Madjide.

A toute la promotion M2 Machine 2013 /20014

A toute l'équipe de l'EASM

A mes chers amis Makhlouf et Omar

Et à tous ceux qui se reconnaîtront en ce mot « AMI »

A.Ali

Dédicaces

Je dédie ce travail à mes très chers parents, pour leur soutien et tous les efforts qu'on m'a donnée le long de mon parcours et je leur souhaite bonne santé et longue vie.

À toute mes sœurs et mes frères.

À mon oncle tahar et mes tentes.

À mes cousins et mes cousines surtout Said, Redouane et Karima .

Je dédie ce travail aussi à mes très chers amis: youcef, belkacem .

À tous mes enseignants qui ont fait leurs possibles pour nous donner le maximum d'informations concernant notre étude

yacine

Dédicaces

Je dédie ce travail à mes très chers parents, pour leur soutien et tous les efforts qu'on m'a donnée le long de mon parcours et je leur souhaite bonne santé et longue vie.

À toute mes sœurs et mes frères.

À mon oncle tahar et mes tantes.

À mes cousins et mes cousines surtout Said, Redouane et Karima .

Je dédie ce travail aussi à mes très chers amis: youcef, belkacem .

À tous mes enseignants qui ont fait leurs possibles pour nous donner le maximum d'informations concernant notre étude

yacine

Sommaire

I. Introduction generale	4
Chapitre 1 : description et fonctionnement de la centrale de neutralisation	
I. Introduction.....	4
II. définition de la neutralisation	4
III. Présentation du cahier des charges	4
IV. Objectif de la neutralisation	5
V.les différents composants de la station de neutralisation:	5
VI. Emplacement.....	6
VII. Règles constructives	6
VIII. Protocole technique de la station.....	6
VIII.1. les pompes doseuses	7
VIII.2 Les pompes de relevages	7
IX. Les capteurs.....	7
IX.1. sonde de niveau 4 ... 20mA	8
IX.2.PH-mètre	8
IX.3. Transmetteur de débit (Débitmètre)	8
IX.4. Capteur des huiles	8
X. Les étapes de la neutralisation.....	10
X.1. Déshuilage	10
X.2. La matière en suspension (MES) :.....	10
X.3. Le relevage.....	10
X.3.1.Principe de fonctionnement	10
X.3.2. Mode de régulation du débit.....	11
X.4. Dégrillage	11
X.5. Aération et agitation.....	11
X.5.1. Les systèmes d'aération.....	12
X.6. Problème de moussage	13
X.7. La neutralisation	14
X.7.1.Procédés de la neutralisation	14
X.8. Décantation	16
X.9. Mesure du débit	16
XI. Conclusion	16

Sommaire

Chapitre 2 : dimensionnement et réalisation de l'armoire électrique

I. Introduction.....	17
II. Les étapes de réalisation d'une armoire électrique.....	17
III. Collecte d'information de la station de neutralisation	18
IV. Choix des organes de commande.....	18
V. Choix de l'alimentation stabilisée (AC/DC)	19
VI. Choix du démarrage des moteurs.....	19
VI.1. Le démarrage direct.....	20
VI.1. a. Avantages	20
VI.1. b. Inconvénient	20
VI.2. Démarrage avec le démarreur électronique altistart 38.....	21
VI.2.1 Objectifs du démarreur progressif.....	21
VI.2.2. □Principe de fonctionnement.....	22
VII. Dimensionnement des sections des conducteurs et des protections	22
VII.1. Détermination des sections des conducteurs.....	25
VII.1.1. Calcul du courant d'emploi IB.....	25
VII.1.2. Le facteur tenant compte du facteur de puissance et du rendement (a)	25
VII.1.3. Le facteur de conversion des puissances en intensités (KC)	26
VII.1.4. Le facteur d'utilisation des appareils (Ku)	26
VII.1.5. Le facteur de simultanéité (Ks).....	26
VII.1.6 Le facteur tenant compte des prévisions d'extension (Ke).....	27
VII.1.7 Le courant assigné ou nominal du dispositif de protection(Ir)	27
VII.1.8 Le courant admissible en fonction des Influences extérieures Iz'	28
VII.1.9. Le facteur qui prend en compte le mode de pose K1	29
VII.1.10. Le facteur qui prend en compte l'influence des circuits placés côte à côte K2	29
VII.1.11. Le facteur qui prend en compte la température et la nature de l'isolant K3 .	30
VII.2. Choix et dimensionnement des protections	32
VII.3.La protection contre les courts circuits	33
IX. Protection des moteurs électrique	38
X. la protection des personnes.....	39
X. 1.Technique de protection.....	42
IX. 2.Principales Caractéristiques du régime TNC	42
XI. Réalisation du schéma de câblage électrique de l'armoire	43

Sommaire

XII. Le choix de l'armoire.....	43
XIII. Le choix de ventilation	44
XIV. Essai	45
XV. Conclusion.....	46
Chapitre 3 : description et programmation de l'automate S7-300	
I. Introduction.....	47
II. Systèmes automatisés de production	47
II.1. Composants d'un système automatisé	47
a- Partie opérative.....	48
b- partie commande	48
c- Partie relation	48
II.2. Automate programmable.....	48
II.2.1. Architecture et fonctionnement d'un automate	49
A. Le microprocesseur	50
B. La zone mémoire	50
C. Les interfaces d'entrées/sorties (E/S)	50
II.2.2. Les critères de choix de l'automate S7-300.....	50
II.3. L'automate S7-300.....	51
II.3.1 Constitution de l'automate S7-300	51
II.3.1.1. Le module d'alimentation (PS).....	52
II.3.1.2. Description de la CPU.....	52
II.3.1.3. Modules de coupleurs (IM).....	53
II.3.1.4. Module de signaux (SM).....	53
II.3.1.5. Modules d'entrées / sorties tout ou rien (TOR)	53
II.3.1.6. Modules d'entrée et de sortie analogiques	53
II.3.1.7. Module de fonction (FM).....	53
II.3.1.8. Modules de communication (CP)	53
II.3.1.9. Châssis d'extension (UR) (rack).....	53
II.3.2. Fonctionnement de base d'un API.....	54
II.3.2.1. Module central CPU.....	54
II.3.2.2. Réception des informations sur les états du système	54
II.3.2.3. Exécution du programme utilisateur	54
II.3.2.4 Commande du processus	54

Sommaire

II.4. Programmation de l'automate S7-300	54
II.5. Création d'un projet dans S7-300	56
III. Table des mnémoniques	59
IV. Exemple de programmation en utilisant la bascule SR.....	60
V. Conclusion :.....	62
Chapitre 4 : supervision de la station de neutralisation	
I. Introduction.....	63
II. Les taches d'un système IHM :	63
II.1. SIMATIC IHM	64
III. Représentation du système WinCC flexible.....	64
IV. Le WinCC flexible et SIMATIC STEP7	65
IV.1. Intégration de WinCC flexible dans STEP7.....	65
IV.2. Avantages de l'intégration au STEP7.....	65
V. Création d'un projet sous WinCC Flexible 2008	65
V.1. Planches de la station de neutralisation	69
VI. Conclusion	72
VI. Conclusion generale.....	73

Liste des figures

Figure I.1 : principe de neutralisation	5
Figure I.2 : Pompe doseuse.	7
Figure I.3 : Déférents composants de la centrale	9
Figure I.4 : Aérateur à axe horizontal.....	13
Figure I.5 : aérateur à turbine lente	13
Figure I.6 : aérateur avec système d'aspiration de la mousse	14
Figure II.1 : Les étapes d'élaboration de l'armoire	17
Figure. II.2: démarrage direct d'un moteur triphasé.....	21
Figure II.3 : Démarrage avec démarreur électronique	22
Figure II.4 : Logigramme du choix de la section des conducteurs et du dispositif de protection	24
Figure II.5 : Les courants de court-circuit.....	36
Figure II.6: sélectivité partielle	37
Figure II.7 : sélectivité totale.....	37
Figure II.8 : Les courbes de protection B et C	38
Figure II.9 : Schéma de puissance et de commande d'un moteur asynchrone.....	39
Figure II.10 : contact indirect.....	40
Figure II.11 : mise au neutre TNC	41
Figure II.12 : courant de default.....	41
Figure III.1 : Composant d'un système automatisé.....	46
Figure III.2 : photographie d'un automate programmable.....	47
Figure III.3 : architecture interne d'un API.....	47
Figure III.4 : constitution de l'automate S7-300	49

Figure III.5 : Vue d'ensemble de l'automatisme.....	53
Figure III.6 : Fenêtre de création d'un projet	54
Figure III.7 : CPU 314 sélectionnée.....	54
Figure II.8 : Sélection des blocs et le langage de programmation (CONT).....	55
Figure III.9 : Nomination du programme.....	55
Figure III.10 : Configuration matériels	56
Figure III.11 : Table des mnémoniques.....	57
Figure III.12 : programme pompe p1 avant simulation.....	57
Figure III.13 : programme pompe p1 après simulation.....	58
Figure III.14 : programme pompe p2 avant simulation.....	58
Figure III.15 : programme pompe p2 après simulation.....	59
Figure III.16 : programme alarme avant simulation.....	59
Figure III.17 : programme alarme après simulation.....	60
Figure IV.1 : Icône de Wincc	64
Figure IV.2 : Création de projet	64
Figure IV.3 : Choix de pupitre	65
Figure IV.4 : Espace de travail.....	65
Figure IV.5 : Station de neutralisation	67
Figure IV.6 : Les différents paramètres de la station	67
Figure IV.7 : Les intermittences.....	68
Figure IV.8 : Les alarmes.....	68
Figure IV.9 : Le mode de marche automatique	69

Figure IV.10 : Le mode de marche manuel..... 69

Liste des tableaux

Tableau II.1 Collecte d'information de la station de neutralisation.....	18
Tableau II.2 Le facteur de conversion des puissances en intensités (KC).....	26
Tableau II. 3 Le facteur de simultanéité (Ks).....	27
Tableau II.4 Le courant assigné ou nominal du dispositif de protection(Ir).....	28
Tableau II.5 Le facteur qui prend en compte le mode de pose K1.....	29
Tableau II.6 Le facteur qui prend en compte l'influence des circuits placés côte à côte K2.....	29
Tableau II.7 Le facteur qui prend en compte la température et la nature de l'isolant K3.....	30
Tableau II.8 la section des conducteur correspond aux conducteurs utilisés.....	31
Tableau II.9 calcule des differents parametrs	32
Tableau II.10 la comparaison entre la protection par fusible et par disjoncteur	34
Tableau II.11 methodes de calcule des resistances et reactances des conducture.....	35
Tableau II.12 le temps de coupure des elements de protection.....	40
Tableau II.13 dissipation total des organes	44

Introduction générale

Fiche de l'entreprise

L'entreprise EASM (Electricité, Automatismes Service et Maintenance) a été créée en Avril 2011 sous la forme juridique « EURL » (Entreprise Unipersonnelle à responsabilité limitée) et est constituée par un groupe d'ingénieurs opérant dans des secteurs d'activité différents et complémentaires (Automatismes, Hydraulique, électromécanique, Electronique, Informatique ...). Sa diversité en terme de domaines de compétence ainsi que son ouverture aux nouvelles technologies et l'expérience individuelle de chaque composant, lui ont permis de grandir, de s'épanouir très vite.

Son domaine est, L'automatisme comme :

- ✓ Automatisation des procédés industriels.
- ✓ Etude, réalisation et intervention sur les automates programmables industriels

API ainsi que les interfaces homme/machine.

Communication et télégestion.

- ✓ Etude, réalisation et intervention sur les systèmes de gestion des procédés (DCS).
- ✓ Installation et intervention sur les démarreurs progressifs et variateurs de vitesse.
- ✓ Electricité Industrielle comme :
- ✓ Etude, diagnostic et réalisation d'armoires électriques de basse et moyenne tension.
- ✓ Fourniture et pose d'équipements électriques.
- ✓ Fourniture et pose armoire électrique pour pont roulant.

Electromécanique comme :

- Diagnostic, installation et intervention sur les moteurs à basse et à moyenne tension,

Pompes, compresseurs...

- Equipement hydromécanique.
- Diagnostic et réalisation de Stations de pompage.
- Transmission et accouplement de tout type (Flexible, Rigide...).

Introduction générale

L'évolution prévisible de toute société industrielle dans les années à venir nous permet d'affirmer que la production à moindre coût sera encore plus que le passé. Si nous projetons sur cette toile de fond toujours présente, les domaines où l'homme ne peut, ou ne veut intervenir directement, soit parce qu'il serait obligé d'évoluer dans une atmosphère insalubre voir mortelle, soit parce qu'il devrait effectuer des tâches répétitives dénuées d'intérêts, soit enfin parce que la fiabilité et la sécurité d'un processus l'imposent. On peut prévoir un développement toujours plus intense des systèmes automatisés.

La commande des processus par l'automate programmable est la solution recherchée de plus en plus dans l'industrie vue la justesse des traitements qu'il effectue pour gérer une commande exacte à tout moment et dans toutes les conditions.

De nos jours, grâce au développement de la microélectronique et la fabrication de microprocesseurs qui ont permis le développement de l'informatique industrielle, et qui ont donné naissance aux Automates Programmables Industriels (API) qui intègrent ces nouvelles technologies et assurent l'automatisation des installations, en contribuant à la croissance de la productivité et l'amélioration des conditions de sécurité.

L'Entreprise d'Electricité, Automatisme Service et Maintenance (EASM), constitue l'une des plus importantes unités industrielles. Depuis son implantation, elle a débuté l'expérience des installations automatisées, en introduisant les Automates Programmables Industriels.

L'EASM axe sa stratégie sur l'amélioration de la qualité de ses produits et services. Afin de pouvoir concurrencer les grandes entreprises et assurer ses activités de production. Elle a pour mission d'assurer le développement et la recherche dans le domaine de l'automatisme industriel.

Dans ce contexte le sujet qui nous a été proposé par l'entreprise EASM, consiste à l'amélioration du fonctionnement de la station de neutralisation et l'automatisation à l'aide d'un API S7-300.

Pour cela nous avons entièrement accompli notre travail au niveau des ateliers de l'EASM.

INTRODUCTION GENERALE

Le contenu de ce travail est organisé comme suit :

- Le premier chapitre est consacré à la présentation du cahier et description de la station et le processus de production.
- Le deuxième chapitre est réservé à la réalisation de l'armoire électrique.
- Dans le troisième nous avons proposé une solution programmable à l'aide de l'API

S7-300 et son langage de programmation STEP-7.

- Le quatrième chapitre consiste à la supervision de la station à l'aide de logiciel WinCC.
- Notre travail se termine par une conclusion générale.

Chapitre I

Description et fonctionnement de la centrale de neutralisation

I. Introduction

Au cours des siècles, la propreté a tour à tour été considérée comme une vertu ou, au contraire, comme un vice lorsque sa pratique devient excessive. Le soin du corps, de ce qui le vêt, de ce qui le montre, a toujours été l'objet d'attentions, variables selon les époques et les civilisations. Au croisement d'un besoin privé et d'une politique publique, l'histoire de l'hygiène dépend beaucoup de l'histoire de la maîtrise de l'eau, élément primordial pour le nettoyage du corps comme des objets.

Les eaux usées, issues de la production contiennent des matières alcalines ou acides qui nécessitent une neutralisation avant rejet dans un réseau d'égouts urbain ou dans les cours d'eau ou avant un traitement ultérieur chimique ou biologique.

Notre travail consiste à étudier la station de neutralisation en vue d'améliorer le procédé.

II. définition de la neutralisation :

La neutralisation de l'eau usée consiste à ramener son pH (par acidification ou par alcalinisation) à une valeur fixée en fonction des besoins :

- pH entre 6.5 et 9.0 pour l'évacuation vers une station d'épuration
- pH entre 6.5 et 8.5 pour le déversement dans un cours d'eau ou pour l'infiltration.

III. Présentation du cahier des charges

Le cahier des charges qui nous a été présenté par l'EASM industriel sert à :

- piloter la station de neutralisation par un automate S7-300.
- Equiper l'armoire d'un pupitre de supervision (Siemens Touch panel TP177A), affichage d'alarme et de commande du système.
- Réaliser l'armoire électrique qui puisse protéger et commander le système avec des composants simplifiant la maintenance.
- Créer le programme adéquat avec le logiciel STEP7 et les planches de supervision.
- Plantation d'un déshuileur pour l'élimination des graisses.
- Plantation d'un débitmètre pour quantifier le volume d'eau neutralisé.

IV. Objectif de la neutralisation

La station de neutralisation est conçue pour permettre de réguler le pH des eaux qui y arrivent et ainsi garantir un pH dans les normes au point de rejet.

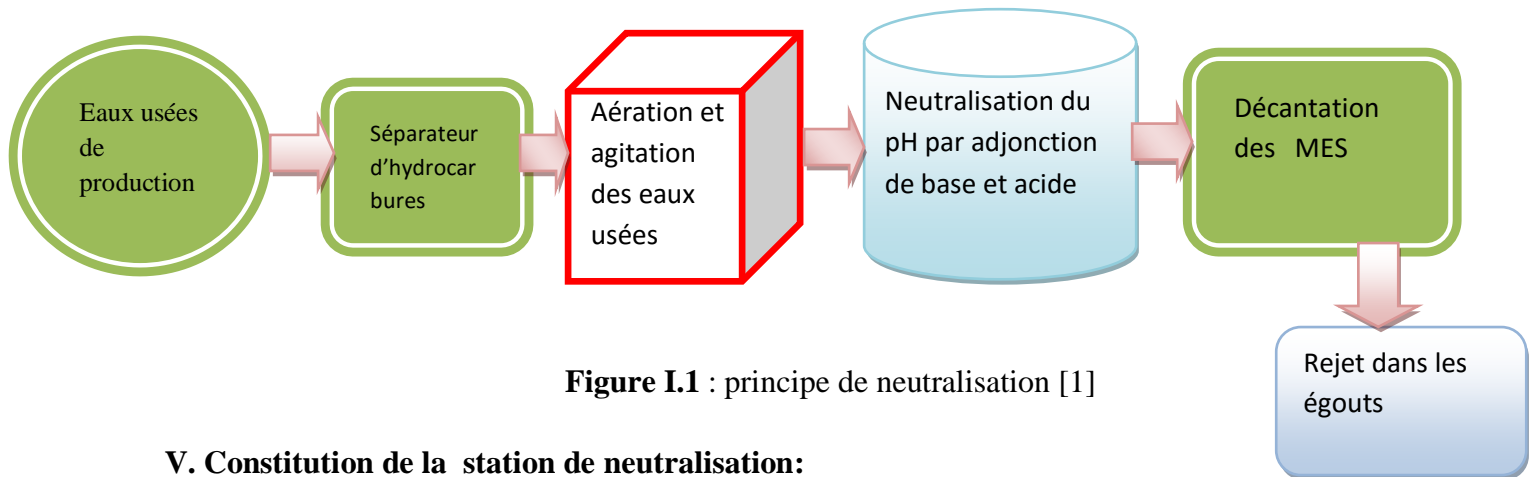


Figure I.1 : principe de neutralisation [1]

V. Constitution de la station de neutralisation:

L'installation de neutralisation est constituée des équipements suivants :

- bassin de relevage contenant les eaux usées ;
- bassin de neutralisation ;
- dégrilleur ;
- la tuyauterie ;
- Un Aérateur pour aération du bassin de neutralisation et l'homogénéisation de l'eau usée ;
- Deux bacs contenant les deux réactifs (acide : HCL, base : NAOH) ;
- Sonde de niveau analogique 4...20mA avec alarme acoustique ;
- deux pompes de relevage ;
- deux pompes doseuses ;
- sonde de mesure du pH;
- Détecteur des huiles avec alarme ;
- Anti mousse ;
- Un débitmètre

VI. Emplacement :

Les éléments de l'installation de neutralisation sont en principe placés à l'intérieur dans un local approprié sous forme d'ouvrage autoportant.

L'emplacement dans les caves est à éviter pour des raisons d'hygiène.

L'accès à l'installation de neutralisation doit être garanti afin d'en permettre le contrôle et l'entretien. L'aération du local ou tout au moins du bassin de neutralisation doit être assurée.

VII. Règles constructives :

Les règles constructives suivantes doivent être respectées :

- ✓ Les matériaux utilisés pour les bassins de neutralisation doivent être résistants aux acides et bases. Les plastiques et l'acier inox seront privilégiés au détriment d'un ouvrage en béton muni d'un revêtement d'étanchéité (durabilité de l'ouvrage).
- ✓ Un débitmètre ou un compteur d'eau sera monté sur l'installation afin de quantifier le volume des eaux neutralisées.
- ✓ La directive pour les ouvrages de protection en béton demeure réservée.
- ✓ La transmission des alarmes « pH » et « niveau haut » doit être garantie.
- ✓ Une chambre de mesure doit être prévue sur la conduite de sortie de l'installation de neutralisation pour la prise d'échantillons d'eau. Un préleveur automatique sera installé chez les grands producteurs d'eaux usées en vue d'analyses de charges polluantes. [2]

VIII. Protocole technique de la station :

La station est équipée de plusieurs éléments hydraulique et électronique, (pompes, capteurs, contacteurs,etc.)

La station possède cinq moteurs principaux qui entraînent les pompes et l'aérateur, ils sont caractérisés principalement par leur puissances et sont alimentés par une tension triphasé de 400V et de monophasé de 230V.

VIII.1. les pompe doseuses

La station de neutralisation est équipé de deux pompes doseuses monophasées de puissance de 0.75KW, elles sont conçues pour l'injection des deux réactifs chimiques (acide et base), fonctionnent alternativement selon la valeur du pH mesuré.

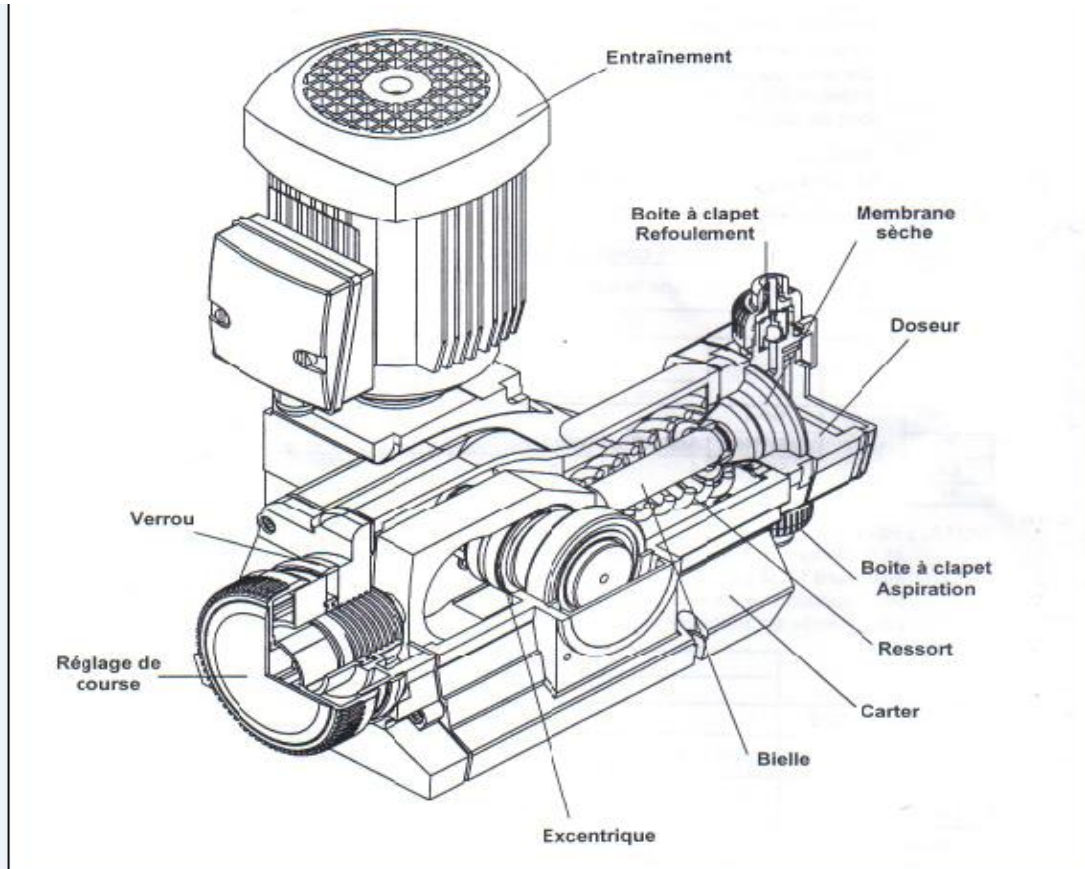


Figure I.2 .Pompe doseuse.

VIII.2 Les pompe de relevages

La station comporte deux pompes de relevage de même puissance (3KW), montés en cascade, elles sont conçues pour l'évacuation de l'eau usée du premier bassin vers le bassin de neutralisation.

IX. Les capteurs

Un capteur est un appareil qui prélève des informations sur la partie opératrice en vue de son fonctionnement, et les transforme en informations exploitable par la partie de commande (soit l'automate programmable).

Ces informations sont émises sous forme d'un signal de nature électrique ou pneumatique, et porté par un câble, ou maintenant par une fibre optique pour la communication avec l'API.

Dans la station nous avons utilisé quatre capteurs analogiques d'une marge 4...20mA :

- Sonde de niveau
- Sonde de pH
- Détecteur des huiles
- Débitmètre

IX.1. sonde de niveau 4 ... 20mA :

La sonde de mesure capacitive est immergée dans le bassin de relevage pour la surveillance de niveau d'eau qui y arrive, le signal 4...20mA émit par cette dernière sera transformé en un signal proportionnelle au niveau d'eau par l'automate (API S7-300) qui va imposer le démarrage de ou des pompes de relevage.

Grâce au principe de mesure par admittance (mesure simultanée de la capacité et de la résistance), la sonde peut être appliquée dans des mesures difficiles (produits à taux d'humidité variable).

IX.2.PH-mètre

La sonde de pH placée à l'intérieur du bassin de neutralisation est conçue pour mesurer le potentiel hydrogène de l'eau à neutraliser. Le signal 4...20mA émit par le pH-mètre sera récupéré par l'automate S7-300 qui va sélectionner soit la pompe pd1 pour injection de l'acide HCL ou bien la pompe Pd2 pour l'injection de la base NAOH.

IX.3. Transmetteur de débit (Débitmètre) :

C'est un appareil destiné à mesurer le débit d'un fluide (liquide ou gazeux). Il est placé à la sortie de la station pour quantifier le volume d'eau neutralisée.

IX.4. Capteur des huiles

Le capteur des huiles analogique 4...20mA émergé dans le bassin de neutralisation, nous donne l'information sur le taux des huiles existantes dans l'eau à neutraliser, l'excès des huiles engendrera l'enclenchement d'une alarme qui va arrêter le processus.

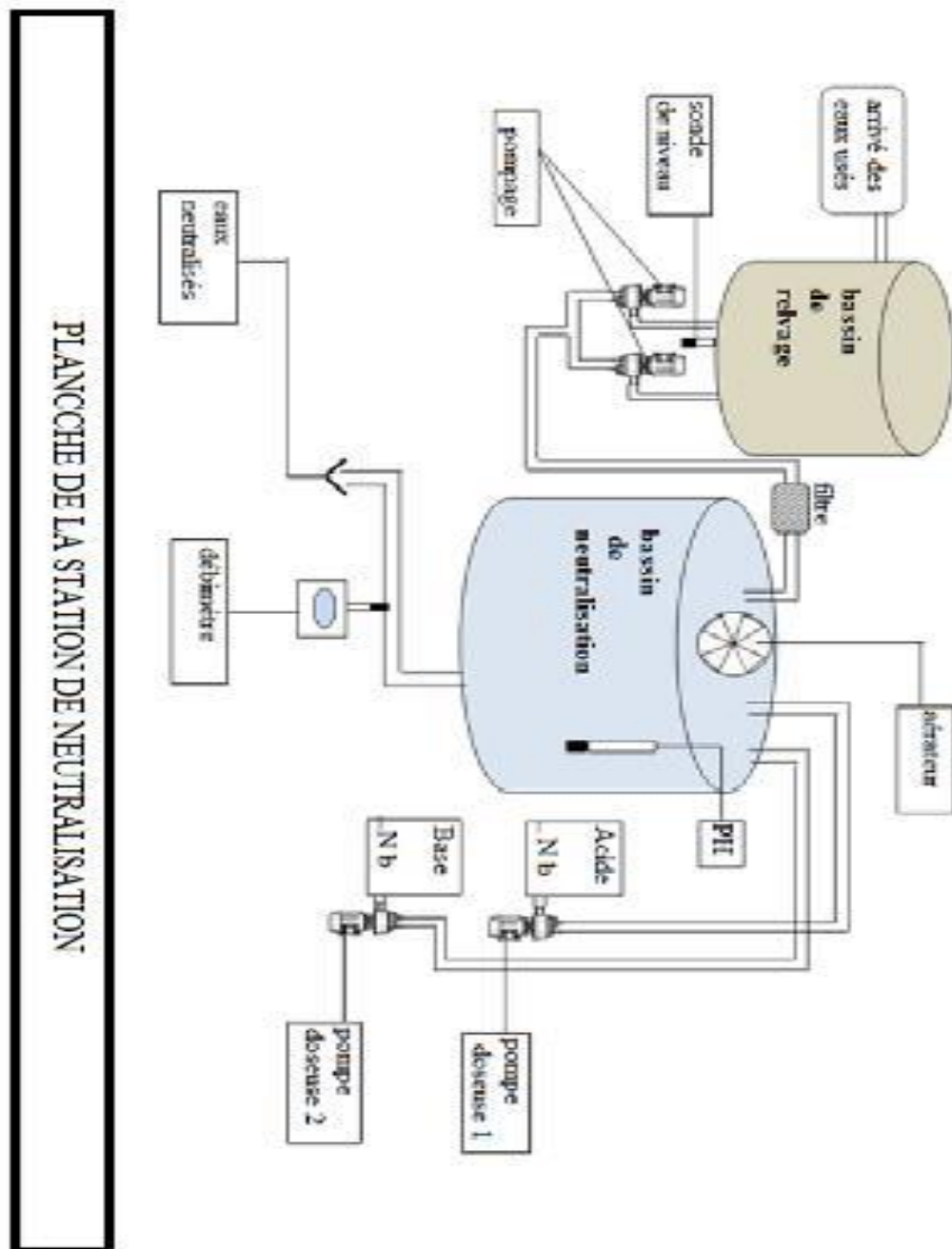


PLANCHE DE LA STATION DE NEUTRALISATION

Figure I.3. Déférents composants de la centrale

X. Les étapes de la neutralisation :**X.1. Déshuilage :**

Il a été constaté au niveau de la station de neutralisation l'existence des substances qui flottent à la surface des bassins. A cet effet on propose d'installer un déshuileur à l'entrée du premier bassin. L'injection de bulles d'air permet de faire remonter les huiles et les graisses en surface d'où elles sont éliminées.

X.2. La matière en suspension (MES) :

La matière en suspension dans la station de neutralisation est éliminée par le traitement physico-chimique, sous forme de boue. Cette dernière est évacuée vers la décharge publique, avec tous les produits toxiques qu'elle contenait et particulièrement le chrome, sans aucun prétraitement préalable.

La concentration de la matière en suspension est très élevée à l'entrée de la station et inférieure à la norme à la sortie station.

X.3. Le relevage

Le relevage consiste à évacuer les eaux usées vers le bassin de neutralisation.

X.3.1.Principe de fonctionnement :

L'installation la plus simple et la plus sûre consiste à placer directement dans le bassin de récupération une ou plusieurs pompes submersibles. Les pompes, roulements et connexions électriques sont complètement étanches, ce qui les met donc à l'abri de l'eau et des chocs.

La mise en marche et l'arrêt de la ou des pompe(s) s'effectuent par l'intermittence.

- démarrage alterné de chacune des pompes, (niveau d'eau inférieur à 50 % du bassin de récupération).avec une alarme pour un niveau d'eau sec.
- démarrage en cascade des deux pompes, lorsque le débit à relever dépasse le débit unitaire d'une des pompes (niveau de l'eau dépassant 50 % du volume du bassin de récupération).
- secours automatique de la 2^{ème} pompe sur défaut de la 1^{ère}.

X.3.2. Mode de régulation du débit :

Le bassin de relevage est équipé de deux possibilités de pompage (dont un équipement en secours). Ce n'est pas une obligation réglementaire mais on cherche à éviter tout rejet au milieu naturel qui serait dû à une défaillance de la pompe.

Deux cas sont à distinguer :

- 1) le débit des pompes est égal au débit nominal admissible,
- 2) le débit des pompes est inférieur au débit nominal (préférable quand c'est possible).

X.3.2.a. Débit des pompes égal au débit nominal

La deuxième pompe intervient uniquement en secours de la première. Ces pompes fonctionnent alors en alternance.

Lorsque le débit alimentant le bassin de relevage est inférieur au débit de la pompe, les contacteurs haut et bas délimitant le volume utile de bassin de récupération vont commander les temps de fonctionnement de la pompe en service : c'est le cas normal.

X.3.2.b. Débit des pompes inférieur au débit nominal

Une régulation simple des débits dans le bassin de relèvement est possible en utilisant trois contacteurs de niveau qui vont commander la mise en marche ou l'arrêt des pompes. Le volume utile du bassin de récupération permet de fixer un seuil bas et un seuil haut (fonctionnement normal).

En cas d'augmentation prolongée des débits, la seconde pompe peut simultanément être mise en service pour un niveau supérieur au seuil haut. Il convient de syncoper le fonctionnement de cette deuxième pompe en fonction des capacités hydrauliques de la station. [3]

X.4. Dégrillage

Les eaux usées passent à travers des grilles qui retiennent les déchets solides les plus grossiers (papiers, matières plastiques...). Il s'agit d'une simple étape de séparation physique. Un dégrilleur a été installé au niveau de l'entrée de la bache de neutralisation sous forme d'un panier grillagé. Le contrôle visuel est difficile à assurer. De ce fait, on propose d'installer pour la bache de neutralisation une couverture grillagée permettant de contrôler la quantité des déchets solides retenus par le dégrilleur et un système mécanique manuel pour le relevage facile du panier.

X.5. Aération et agitation :

Un des principaux facteurs déclenchant ou aggravant un dysfonctionnement biologique est la sous-aération au niveau du bassin de neutralisation. Il est important de s'assurer qu'un bon dimensionnement du poste d'aération a été prévu (compresseur, répartition des aérateurs,...) et que les puissances de brassage sont suffisantes pour éviter les dépôts et zones mortes dans le bassin. De plus, des équipements de secours doivent pouvoir être immédiatement opérationnels pour faire face à tout arrêt accidentel.

Le bassin de neutralisation doit être mélangé pour éviter les dépôts des matières solides, la formation des odeurs et permettre le mélange si plusieurs effluents sont introduits.

Les eaux usées sont agitées et aérées par de l'air comprimé. Les boues en suspension supportent des bactéries spéciales qui se nourrissent des matières organiques contenues dans l'eau.

Ces bactéries jouent un rôle très important pour la dégradation des matières organiques si les trois conditions de développement de ces dernières sont satisfaites :

- ✓ pH neutre ;
- ✓ présence de l'oxygène ;
- ✓ température ambiante ;

L'aérateur immergé dans le bassin de neutralisation permet d'assurer l'apport de l'oxygène, l'homogénéisation de l'eau, ainsi le nivellement de la mousse.

L'aérateur fonctionne pendant un intervalle de temps limité (de 8h à 16h) car l'excès d'oxygène peut interrompre le bon fonctionnement des bactéries.

X.5.1. Les systèmes d'aération

La qualité d'un système d'aération est évaluée, d'une part, par sa capacité d'oxygénation et d'autre part, par l'énergie nécessaire pour dissoudre un kg d'oxygène. La capacité d'oxygénation est par définition la quantité d'oxygène fournie en une heure à l'eau propre, à teneur en oxygène constante et nulle à 10 °C et à pression atmosphérique.

Les conditions opératoires sont standard et permettent la comparaison des différents systèmes d'aération utilisables en pratique à savoir :

- les dispositifs d'injection d'air surpressé à fines bulles (diffuseurs poreux à haut rendement d'oxygénation : 12 %), à moyennes bulles (diffuseurs à clapets) ou à grosses bulles (diffuseurs à larges orifices) à faible rendement d'oxygénation : 5 %.
- les aérateurs de surface que l'on peut diviser en 3 groupes :
 - aérateurs à axe vertical à faible vitesse, aspirant l'eau par le fond et la rejetant directement à l'horizontale.
 - aérateurs à axe vertical à grande vitesse (1000 à 1800 tr mn⁻¹).
 - aérateurs à axe horizontal permettant l'oxygénation par pulvérisation d'eau dans l'air.

**Figure I.4 :** Aérateur à axe horizontal**Figure I.5 :** aérateur à turbine lente**Figure I.6:** Aérateur à turbine rapide

X.6. Problème de moussage

Les phénomènes de moussage liés à la présence de bactéries filamenteux n'ont jamais été mis en évidence. En revanche, les cas de moussage autres ont maintes fois été mentionnés : notamment au démarrage ou lors des variations de charge importantes et brutales sur les filtres. Ce phénomène peut être accentué en présence d'eaux douces.

Le moussage empêche le bon fonctionnement des différents appareils. Ce problème rencontré dans les stations d'épurations (bassin de désulfuration, bassin d'homogénéisation, sortie flottateur) peut être résolu par le remplacement de ces détergents par d'autres détergents non moussants ou l'utilisation des produits anti-mousse qui sont coûteux et peu efficaces ,ou bien en utilisant un aérateur doté d'un système d'aspiration de mousse.(voir figure I.7).

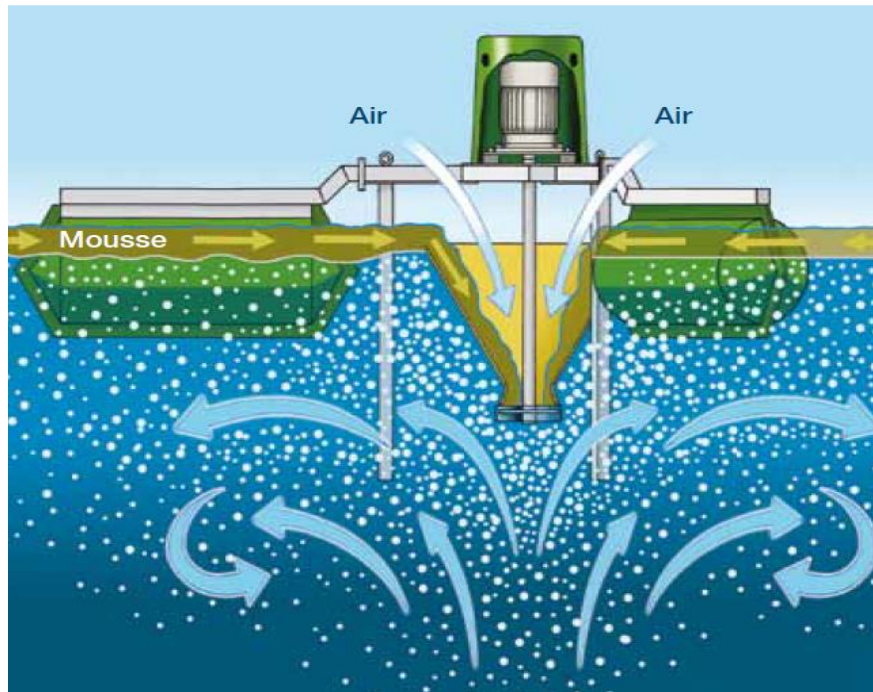


Figure I.7 : aérateur avec système d'aspiration de la mousse. [5]

Ce type d'aérateur avec son système d'aspiration de la mousse, permet l'aération et le brassage simultanés des boues ainsi que le nivellement de la mousse. Le rotor spécialement conçu fait remonter les boues d'en bas et les brasse avec l'air aspiré et la mousse récupérée par l'entonnoir. Ce désigne étudié permet l'intégration de la couche de mousse dans le procédé et l'utilisation de l'oxygène contenu dans la mousse par le système d'aération.

X.7. le dosage :

Les eaux usées peuvent contenir des acides ou bases puissants qui se dissolvent facilement dans l'eau (HCl, NaOH). Un simple mélange avec des alcalins pour les acides, avec des acides pour les alcalins, suffit pour les neutraliser.

X.7.1.Procédés de la neutralisation :

Actuellement, il existe plusieurs groupes de procédés de neutralisation, qui sont couramment employés :

- L'utilisation du pouvoir tampon du milieu récepteur.
- Le mélange des eaux résiduaires acides avec des eaux résiduaires alcalines.
- L'adjonction de réactifs chimiques.
- La filtration par matériau filtrant neutralisant.

Dans notre travail on s'intéresse au troisième procédé de la neutralisation qui s'effectue par l'adjonction des deux réactifs chimiques le HCl et le NaOH.

La neutralisation s'effectue en fonction de pH mesuré dans le bassin de neutralisation, les deux réactifs seront injectés par les deux pompes doseuses asservies à la mesure de pH. Cette neutralisation se réalise dans le bassin de neutralisation du fait d'une arrivée régulière d'eau (eau issues du filtrage, ainsi une bonne agitation et aération assurée par l'aérateur). L'ajout de l'acide et de la base se réalise de façon progressive non brutale selon la valeur de pH mesuré tel que :

- ✓ PH = 7 eau avec une erreur de plus ou moins 0.4
- ✓ PH > 7 eau basique
- ✓ PH < 7 eau acide

Si la valeur du pH mesuré est inférieure à la valeur consigne acide, le dosage soude se déclenche (démarrage de la pompe doseuse p1 pour injection de NaOH), le dosage soude ne s'arrêtera jusqu'à ce que la valeur du pH mesuré soit égale à la valeur réelle consigne acide.

Dès que la valeur réel consigne acide est atteinte la pompe doseuse soude s'arrête.

De même quand la valeur de pH mesuré dépasse la valeur consigne réelle base la pompe doseuse p2 se déclenche pour injecter de l'acide (HCL), une fois la valeur consigne base est atteinte la pompe p2 s'arrête.

Le système fonctionne de telle sorte à délimiter la valeur de pH entre les deux bornes consignes [6.6 ; 7.4] afin de satisfaire aux normes de rejet.

Le pH est mesuré en continu dans le bassin de neutralisation et en sortie de station.

Si les valeurs de pH ne sont pas conformes dans la cuve, le système fonctionne en circuit fermé jusqu'à obtention d'un pH correcte.

Si les valeurs de pH ne sont pas conformes en sortie de station, une pompe de recirculation se met en marche pour fermer le circuit et empêcher les rejets dans les égouts.

Tout le système est automatisé et tout défaut ou anomalie est automatiquement communiqué à l'usine. De plus, la station est contrôlée quotidiennement.

En plus du pH, d'autres paramètres sont contrôlés en sortie de station de neutralisation :

De manière continue :

- Température
- M.E.S.
- Conductivité
- Nitrates
- Débit
- DCO (demande chimique en oxygène).

La valeur du pH est d'une grande importance pratique, aussi bien dans le traitement des eaux et eaux usées que dans les procédés industriels. Le caractère acide ou alcalin du milieu joue un rôle essentiel dans de nombreux processus biologiques et chimiques, mais aussi mécaniques/physiques.

Les conséquences d'un pH «inadéquat» peuvent être multiples et variées, la corrosion étant l'une des plus graves. Si le pH est trop faible ou trop élevé, il est souvent nécessaire de neutraliser le milieu.

X.8. Décantation :

Il s'agit d'un procédé de séparation solide (MES), liquide (effluent) basé sur la pesanteur.

On parle de décantation lorsqu'on cherche à clarifier un liquide. Au bout d'un temps suffisamment long, l'aération s'arrête et l'ouvrage entier est laissé au repos, jouant le rôle d'un grand décanteur. Les boues se séparent de l'eau par sédimentation et décantent sur le fond de l'ouvrage.

La pollution n'est pas éliminée totalement, mais elle est transformée en boue qui est évacuée vers la décharge.

X.9. Mesure du débit

La mesure du débit et la consommation d'eau ont été réalisées à l'aide des débitmètres. Cette mesure est une étape primordiale pour le dimensionnement d'une station de neutralisation des rejets. Le dimensionnement d'un réacteur est effectué selon le débit de rejet et le temps de contact nécessaire.

XI. Conclusion :

Dans Ce chapitre nous avons présenté les différents éléments de la centrale de neutralisation des eaux usées et leurs fonctionnements, ce qui permet de mieux comprendre les étapes à suivre dans le processus de la neutralisation.

Dans le prochain chapitre nous allons énumérer les différentes étapes à suivre dans la réalisation d'une armoire électrique en occurrence celle de la station de neutralisation.

Chapitre II

Dimensionnement et réalisation de l'armoire électrique

I. Introduction :

Toute installation électrique industrielle a besoin d'une armoire électrique pour alimenter ses différents composants électriques (moteurs, capteurs...etc.) en énergie électrique pour assurer leur fonctionnement.

Dans notre projet et après avoir étudié le process de la station de neutralisation dans le chapitre un, nous procéderons à la désignation des différents matériaux, nécessaires à la réalisation de cette armoire et le dimensionnement des sections des conducteurs et des protections.

Pour réaliser une armoire électrique, on doit faire la conception avant de passer à la confection (voir figure II.1). La conception, c'est la planification de l'armoire et la schématisation du plan électrique (circuit de puissance, circuit de commande et circuit de signalisation). La confection, c'est l'assemblage de composants dans le châssis de l'armoire à partir des plans et schémas.

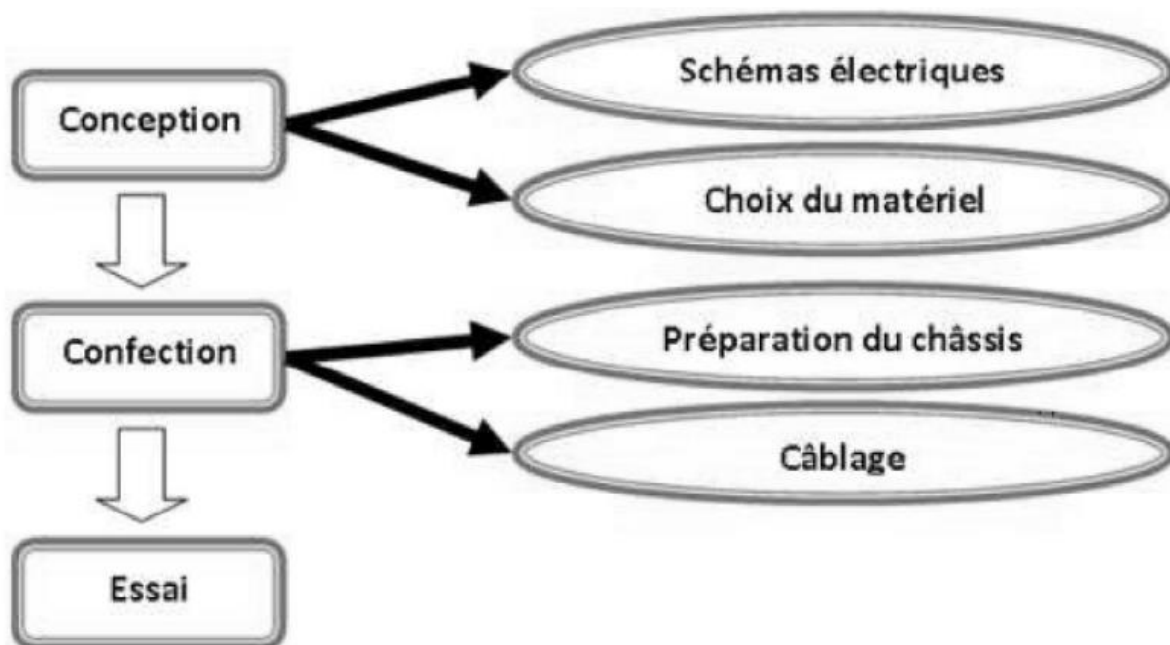


Figure II.1 : Les étapes d'élaboration de l'armoire

II. Les étapes de réalisation d'une armoire électrique :

La réalisation d'une armoire électrique, passe par une succession d'étapes qui se résume comme suit :

- Collecte d'information de la station.
- Le choix des organes de commande.
- Le choix de l'alimentation stabilisé (AC/DC).

- Le Choix du démarrage des pompes.
- Dimensionner les sections des conducteurs et des protections.
- Réalisation du schéma de câblage électrique de l'armoire.
- Le choix de l'armoire.
- Le câblage de l'armoire.

III. Collecte d'information de la station de neutralisation

La collecte d'information commence par relever les plaques signalétiques des moteurs, puis la nature des signaux des capteurs, le nombre des entrées et sorties...etc.

De la station de neutralisation nous avons relevé les informations suivantes :

- Les plaques signalétiques des différents moteurs de la station de neutralisation :

Tableau II.1

pompes	P _n en (kW)	In en (A) Sous 400v	Id en (A) Sous 400v	η (%)	Cosφ
P1	3	6.50	39	82.6	0.81
P2	3	6.50	39	82.6	0.81
Pd1	0.75	2.1	8.82	68	0.77
Pd2	0.75	2.1	8.82	68	0.77
aérateur	22	46	288	85	0.73

La nature des signaux à gérer logique ou analogique et le nombre d'entrées sorties, qui vont déterminer le type de l'automate à utiliser ils sont comme suit :

- 4 entrées analogiques (AI analogique input), deux sont de réserve.
- 9 entrées logiques (DI digital input), deux sont de réserve.
- 8 Sorties logiques (Do digital output), deux sont de réserve

IV. Choix des organes de commande :

C'est un ensemble de composants (contacteur, API, pupitre ...) qui effectue le traitement d'information, il est destiné 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 démarreur progressif altistar 38 ;

- Un automate programmable industriel (S7-300 et une CPU 315 2DP) ;
- Un pupitre opérateur de commande (Touch panel siemens).
- Des relais à fiches pour l'adaptation des tensions des bobines à 220v AC, et la protection des sorties de l'automate programmable industriel.
- Des boutons poussoirs, un sélecteur de mode de marche, un commutateur à clef (pour le verrouillage des paramètres) et des voyants ;
- Des disjoncteurs moteurs, un disjoncteur principal, des portes fusibles, un relais de phase ;
- Des borniers [7]

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

L'alimentation stabilisée (24VDC) est utilisée pour l'alimentation des organes de commande et les différents capteurs, elle est choisie généralement à base de :

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

Dans notre cas, le choix de l'alimentation stabilisée est basé sur la somme des consommations en courant, des éléments alimentés, avec la tension 24VDC.

La consommation en courant sous la tension 24 VDC de tous les organes de commande est :

$$I_{\text{total}} = 6 \text{ A}$$

Avec : $I_{\text{sources}} = I_{\text{total}} * K_e$ avec : K_e : facteur d'extension = 1.2 Donc :

$I_{\text{sources}} = 7.2 \text{ A}$

De là nous avons choisi une alimentation stabilisée (380VAC /24VDC) qui délivre un courant de 8 A.

VI. Choix du démarrage des moteurs

A la mise sous tension le moteur doit délivrer un couple supérieur à celui opposé par la machine entraînée, ce qui se traduit par un fort appel de courant engendrant des chutes de tensions supplémentaires dans les lignes ainsi que des contraintes thermiques sur le moteur.

Pour ces raisons, il faut parfois choisir un type de démarrage adéquat pour amener le courant pendant le démarrage à une valeur admissible et adapté au besoin du fonctionnement.

De nombreux modes de démarrages peuvent être appliqués aux moteurs asynchrones à savoir :

- Le démarrage direct ;
- Le démarrage étoile-triangle ;
- Le démarrage par autotransformateur ;
- Le démarrage par élimination des résistances statorique ou rotorique ;
- Le démarrage par variateur de fréquence.

Le choix d'un démarreur sera lié :

- au type d'utilisation : souplesse au démarrage ;
- à la nature de la charge à entraîner ;
- au type du moteur asynchrone ;
- à la puissance de la machine ;
- à la puissance de la ligne électrique ;
- à la gamme de vitesse requise pour l'application.

Pour les moteurs de la station de neutralisation nous avons opté pour deux types de démarrage

VI.1. Le démarrage direct

Le moteur est branché directement sur le réseau. Ce type de démarrage est réservé aux moteurs de faible puissance ($P < 5\text{KW}$) devant celle du réseau, il est appliqué aux pompes ($P = 3\text{KW}$ et $P = 0.75\text{KW}$), ne nécessitant pas une mise en vitesse progressive. Le couple est énergique, l'appel de courant est important (4 à 8 fois le courant nominal). [7]

VI.1. a. Avantages

- Simplicité de l'appareillage
- Couple important
- Temps de démarrage minimal pour un moteur à cage.

VI.1. b. Inconvénient

- Appel de courant de démarrage très important ($I_d = 4$ à $8I_n$)
- Démarrage brutal.

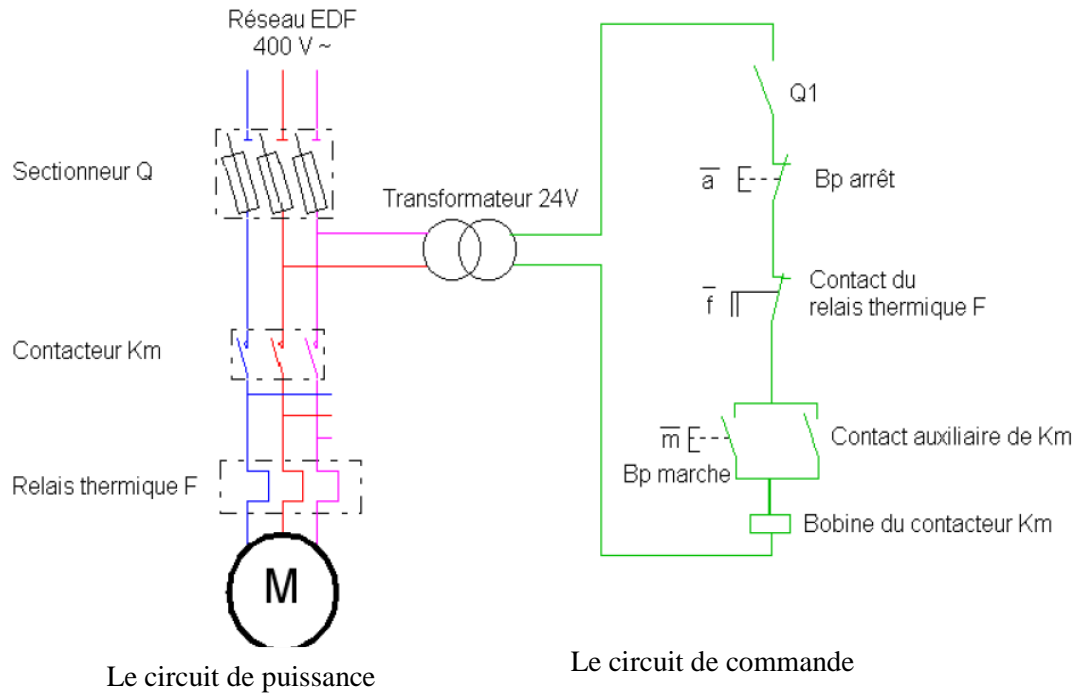


Figure. II.2: démarrage direct d'un moteur triphasé.

VI.2. Démarrage avec le démarreur électronique altistart 38:

Lors de la mise sous tension d'un moteur asynchrone, celui-ci fait un fort appel de courant qui peut provoquer des chutes de tension importantes dans une installation électrique. Pour ces raisons ou autres, il faut parfois effectuer un démarrage différent du démarrage direct tel que le démarrage progressif. Ce type de démarrage est appliqué à l'aérateur ($P=22\text{KW}$).

VI.2.1 Objectifs du démarreur progressif :

- ✓ amener le moteur à son régime nominal le plus progressivement possible : $0 \longrightarrow N$ nominal ;
- ✓ Ramener le moteur à l'arrêt le plus progressivement possible : $N \text{ nominal} \longrightarrow 0$;
- ✓ Limiter les pointes de courant ;
- ✓ Limiter les à-coups de couple.

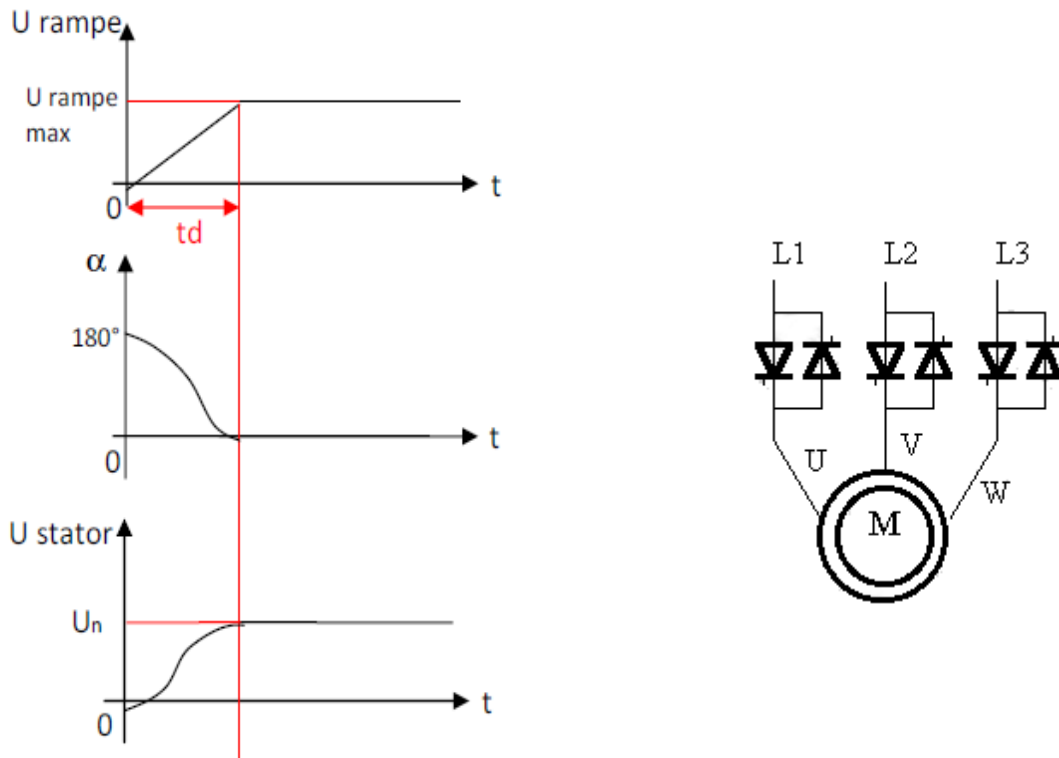


Figure. II.3 Démarrage avec démarreur électronique

VI.2.2. Principe de fonctionnement

La tension du réseau est appliquée progressivement au stator du moteur. La variation de la tension au stator est obtenue par la variation continue de l'angle α de retard à l'amorçage des thyristors du gradateur.

La consigne de démarrage permet de régler la pente du signal d'alimentation en forme de rampe, cette consigne est étalonnée en secondes. A la fin de la phase de démarrage, le moteur est sous tension nominale.

Pour une charge donnée, le réglage de la pente permet de faire varier la durée de démarrage, donc le temps de mise en vitesse progressive de l'association moteur + charge.

VII. Dimensionnement des sections des conducteurs et des protections

Pour la conception d'une armoire électrique, on doit dimensionner les sections des conducteurs et les protections des installations qui sont à l'intérieure ou à l'extérieure de l'armoire électrique comme (les moteurs, l'alimentation stabilisée (AC/DC), les entrées, sorties de automates programmable, le circuit de commandeEtc.).

La protection des installations industrielles est d'une extrême importance du point de vue maintenance, économique et productivité de l'entreprise, c'est pour cette raison que les

organes de protection ont été développés pour répondre à toutes les exigences de l'industrie moderne.

Pour la réalisation de l'armoire on aura besoin de dimensionner les sections des canalisations et les dispositifs de protection dans le but de protéger le personnel contre les contacts directs et indirects, ainsi que les circuits de puissance (moteurs, ventilateur, prise de courant, néon), et circuits de commande contre les courts circuits, les surcharges et les chutes de tension.

En conformité avec les recommandations de la norme NF C 15-100, le choix de la section des canalisations et des dispositifs de protection doit satisfaire plusieurs conditions nécessaires à la sécurité de l'installation.

➤ **La canalisation doit**

- véhiculer le courant maximal d'emploi et ses pointes transitoires normales ;
- ne pas générer des 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 assurer et simplifier l'application de la norme NF C 15-100, une méthode de calcul a été développée, dans le but d'éviter le surdimensionnement et de garantir la fiabilité et l'optimisation des différentes protections.

Le logigramme de la figure suivante résume le principe de la méthode de dimensionnement des sections des conducteurs et des dispositifs de protection.[8]

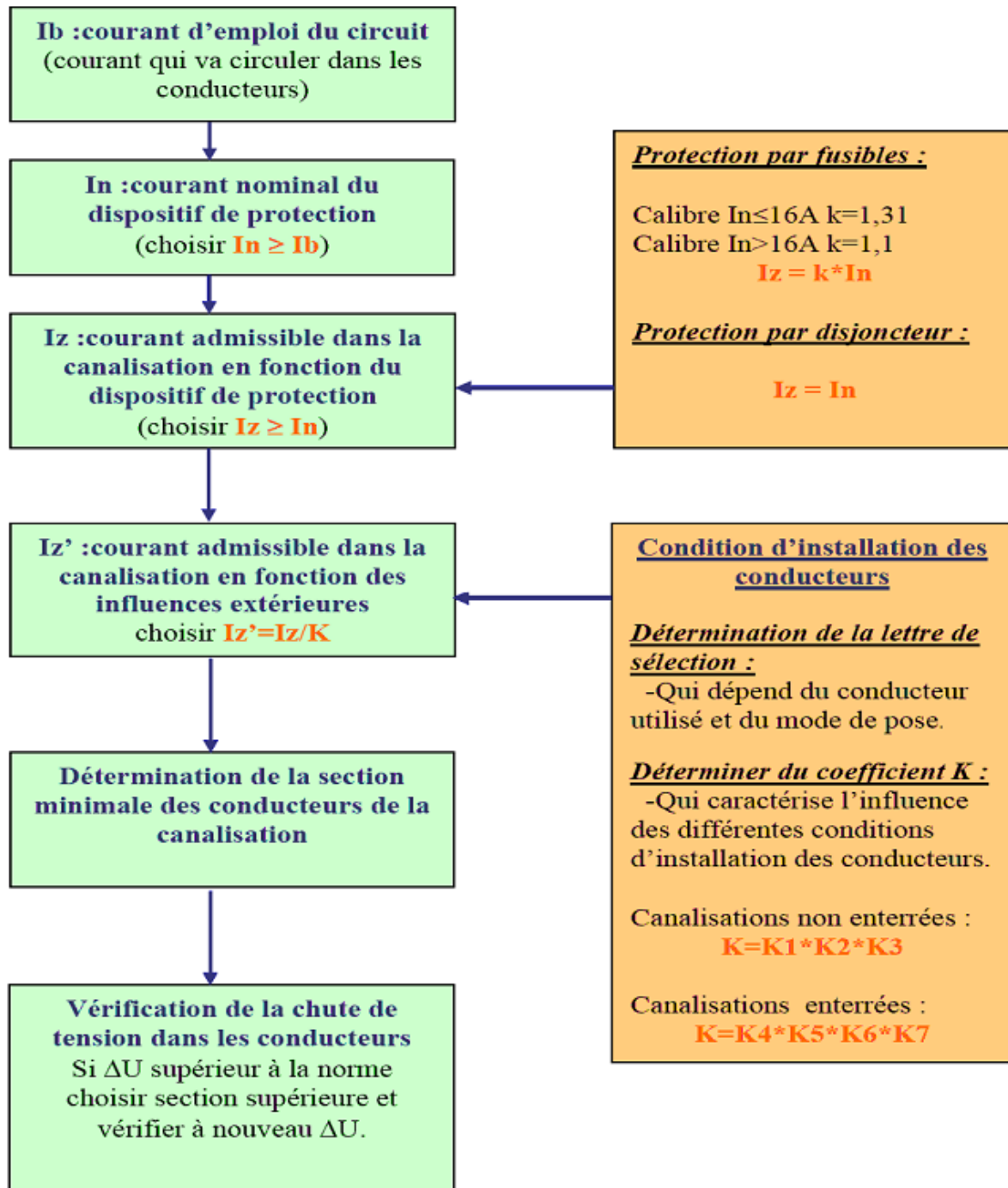


Figure II.4 : Logigramme du choix de la section des conducteurs et du dispositif de protection. [8]

VII.1. Détermination des sections des conducteurs

On se basant sur le logigramme du choix de la section des conducteurs et du dispositif de protection de la figure précédente, on procédera à la détermination des sections des conducteurs des canalisations à base des puissances d'utilisation ou des courants maximaux absorbés.

On détermine le courant maximal d'emploi I_B et on déduit le courant assigné I_r du dispositif de protection, auquel on appliquera des corrections selon des facteurs soit du type de protection ou de mode de pose et d'influence extérieure, on obtiendra un courant admissible dans les différentes canalisations I_z' , auquel on associe le type d'isolation et la nature de la matière du conducteur pour déterminer les sections des conducteurs.

VII.1.1. Calcul du courant d'emploi I_B

Le courant d'emploi I_B est le courant véhiculé dans les circuits pour alimenter les différentes charges.

Dans le cas de l'alimentation individuelle d'une charge, le courant I_B sera égal au courant assigné de la charge alimentée. Par contre, si la canalisation alimente plusieurs appareils, le courant I_B sera égal à la somme des courants absorbés, en tenant compte des facteurs d'utilisation et de simultanéité de l'installation.

La méthode de détermination du courant maximal d'emploi, s'appuie sur la connaissance de la puissance de chaque circuit d'utilisation, pour lesquels sont attribués différents coefficients.

$$I_B = P_u * a * K_C * (K_s * K_u * K_e) \quad (1)$$

Avec :

P_u : puissance utile en (kW).

a : facteur tenant compte du facteur de puissance et du rendement.

K_C : facteur de conversion des puissances en intensités.

K_s : facteur d'utilisation des appareils.

K_u : facteur de simultanéité.

K_e : facteur tenant compte des prévisions d'extension.

VII.1.2. Le facteur tenant compte du facteur de puissance et du rendement (a)

Le facteur (a) est calculé à base du rendement et le facteur de puissance du circuit considéré.

$$a = 1 / \eta * \cos(\phi) \quad (2)$$

VII.1.3. Le facteur de conversion des puissances en intensités (Kc)

Le facteur de conversion de la puissance en intensité est le courant absorbé par un récepteur de puissance 1kw en triphasé sous 400v et de $\cos(\varphi) = 1$.

$$P = \sqrt{3}U \cdot I_b \cdot \cos(\varphi)$$

Avec : $I_b = P / U \cdot \sqrt{3}$ {P en (kW) et I_b en (A)}.

$$I_b = 1000/400 \cdot \sqrt{3} = 1,44$$

De là

$$I_b = K_c = 1,44 \text{ A}$$

Pour les différents réseaux d'alimentation on a les valeurs suivantes :

Tableau II.2

RESEAU	TENSION D'ALIMENTATION	KC
Triphasé	400 V	1,44
Monophasé	230 V	4,3
	127 V	8

VII.1.4. Le facteur d'utilisation des appareils (Ku)

Dans une installation industrielle, les récepteurs ne sont jamais utilisés à pleine puissance alors on introduit un facteur d'utilisation (K_u) qui varie généralement entre 0,3 et 1.

On prend :

$K_u = 0,9$ pour les moteurs.

$K_u = 1$ pour l'éclairage et le chauffage [8]

VII.1.5. Le facteur de simultanéité (Ks)

Dans une installation industrielle, les récepteurs alimentés par une même canalisation, ne fonctionnent pas toujours simultanément.

Pour tenir compte de ce phénomène, qui reste lié aux conditions d'exploitation de l'installation, dans le dimensionnement des liaisons, on applique à la somme des puissances des récepteurs le facteur de simultanéité, qui représente le rapport entre les charges maximales simultanées et les charges globales.

En absence d'indications précises résultantes de l'expérience d'exploitation, les valeurs du tableau suivant peuvent être utilisées :

Tableau II. 3

Utilisation	Le Facteur de simultanéité (c)
Eclairage	1
Chauffage et conditionnement d'air	1
Prises de courant	0,1 à 0,2 (pour un nombre > 20)

VII.1.6 Le facteur tenant compte des prévisions d'extension (K_e)

La valeur du facteur (K_e) doit être estimée suivant les conditions prévisibles d'évolution de l'installation ; il est au moins égal à 1.

A défaut de précision, la valeur 1,2 est souvent utilisée.[10]

VII.1.7 Le courant assigné ou nominal du dispositif de protection(I_r)

Le courant assigné d'emplois (I_r) ou I_n est la valeur maximale du courant ininterrompu que peut supporter un disjoncteur à une température ambiante précise en respectant les limites d'échauffement prescrites. Nous l'assimilons souvent au courant thermique noté I_{th} .

Les déclencheurs amovibles sont en général réglables. Nous l'appelons alors courant de réglage (I_r) le courant maximal que peut supporter le disjoncteur sans déclenchement, c'est ce réglage qui permet d'assurer la protection contre les surcharges, son choix doit satisfaire deux règles.

➤ La règle des courants

Il faut que le dispositif de protection ne déclenche pas pour les courants d'intensité normale, mais détecter les courants d'ordre supérieur, il doit donc avoir un courant assigné (calibre ou réglage) tel que :

$$I_B \leq I_r \leq I_z$$

➤ La règle du temps de fonctionnement

Les normes des produits de protection imposent aux constructeurs d'indiquer une grandeur I_2 , temps de fonctionnement conventionnel, qui doit respecter la règle suivante :

$$I_2 < I_z * 1,45$$

Avec : I_z le courant admissible dans la canalisation en fonction du dispositif de protection choisit.

Comme le montre le logigramme de la figure (II.4), le courant admissible dans la canalisation dépend du type de protection appliqué au circuit considéré, qui peut être soit :

✓ Par Fusible

La valeur du courant admissible est obtenue par la multiplication du courant de réglage par des coefficients standards déterminé selon I_r comme suit :

$$I_z = k * I_r \quad \text{Avec :} \quad \begin{cases} K = 1,3 \text{ si } I_r < 10 \text{ A} \\ K = 1,21 \text{ si } 10 < I_r < 25 \text{ A} \\ K = 1,1 \text{ si } I_r > 25 \text{ A} \end{cases}$$

✓ Par disjoncteur

Dans ce cas le coefficient standard est égal à 1.

$$I_z = I_r$$

VII.1.8 Le courant admissible en fonction des Influences extérieures I_z'

Le courant admissible dans la canalisation en fonction des influences extérieures, représente le courant admissible dans la canalisation adapté aux contraintes caractérisant l'influence des différentes conditions d'installation sur les protections des circuits électriques.

Dans les circuits non enterrés et protégés par des disjoncteurs, on distingue trois coefficients qui reflètent l'influence des conditions d'installation à savoir : $K = K_1 * K_2 * K_3$

Avec :

K_1 : le facteur qui prend en compte le mode de pose.

K_2 : le facteur qui prend en compte l'influence mutuelle des circuits placés côte à côte.

K_3 : le facteur qui prend en compte la température ambiante et la nature de l'isolant.

Mais avant de designer la valeur que va prendre chaque facteur on doit choisir une lettre de sélection qui dépend du conducteur Utilisé et de son mode de pose, le tableau suivant énumère quelque cas qui sont les plus rencontré dans le domaine industriel.[10].

Tableau II.4

type de conducteurs	mode de pose	lettre
conducteurs et câbles multiconducteurs	sous conduit, profilé ou goulotte, en apparent ou encastré	B
	sous vides de construction, faux plafond	
	sous caniveau, moulures, plinthes, chambranles.	
	En apparent contre mur ou plafond.	C
câbles multiconducteurs	sur chemin de câbles ou tablettes non perforées	E
	sur échelles, corbeaux, chemin de câbles perforé	
	fixés en apparent, espacés de la paroi	
câbles mono conducteurs	câbles suspendus	F
	sur échelles, corbeaux, chemin de câbles perforé	
	fixés en apparent, espacés de la paroi	
	câbles suspendus	

Pour le dimensionnement des sections de nos conducteurs on choisira le type de conducteurs qui est le premier choix du tableau précédent c.-à-d (Conducteurs câbles multiconducteurs) et pour le mode de pose on choisira (sous conduit, profilé) ou (goulotte, en apparent ou encastré) pour les conducteurs à l'intérieure de l'armoire qui correspond à la lettre de sélection (B).[8]

VII.1.9. Le facteur qui prend en compte le mode de pose K1

Selon le mode de pose des conducteurs et leurs isolation on déterminera le facteur K1 mais à défaut de précision on peut prendre K1 égale à 1 ce qui est notre cas.

Tableau II.5

Lettre	cas d'installation	K1
B, C	câbles dans profilés encastrés directement dans matériaux thermiquement isolants	0,70
	conduit encastrés dans des matériaux thermiquement isolants	0,77
	câbles multiconducteurs	0,90
	vides de construction et caniveaux	0,95
C	pose sous plafond	0,95
B, C, E, F	autres cas	1,00

VII.1.10. Le facteur qui prend en compte l'influence des circuits placés côte à côte K2

Dans une armoire électrique, de plus que la mise en évidence de ce facteur, on essaie toujours de séparer le câblage des circuits de la commande de ceux de la puissance, afin de limiter l'influence des courants transportés dans les conducteurs les uns contre les autres.

Tableau II.6

lettre	disposition des câbles jointifs	nombre de circuits ou de câbles multiconducteurs											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20
B, C	encastrés ou noyés dans parois	1	0,8	0,7	0,65	0,6	0,57	0,54	0,52	0,5	0,45	0,41	0,38
C	simple couche sur murs ou planchers ou tablettes non perforées	1	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,7	0,7		
	simple couche au plafond	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61	0,61		
E, F	simple couche sur tablettes horizontales perforées ou tablettes verticales	1	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72	0,72		
	simple couche sur échelles ou corbeaux	1	0,87	0,82	0,8	0,8	0,79	0,79	0,78	0,78	0,78		

VII.1.11. Le facteur qui prend en compte la température et la nature de l'isolant K3

Tableau II.7

température ambiante (°C)	isolation		
	élastomère (caoutchouc)	polychlorure de vinyle (PVC)	polyéthylène réticulé (PR) butyle, éthylène, propylène (EPR)
10	1,29	1,22	1,15
15	1,22	1,17	1,12
20	1,15	1,12	1,08
25	1,07	1,07	1,04
30	1,00	1,00	1,00
35	0,93	0,93	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

On supposera que la température peut atteindre 50°C avec la ventilation qui sera dimensionnée ultérieurement et l'isolation des conducteurs est en caoutchouc, pour les câbles, elle est en PVC.

Donc : $K3 = 0.71$

Après avoir déterminé les facteurs K1, K2 et K3 qui tiennent compte des différentes influences sur les conducteurs on obtiendra le facteur K et on calcule le courant admissible dans la canalisation en fonction des Influences extérieures Iz'.

Avec : $Iz' = Iz/K$

On tenant compte du courant Iz', la lettre de sélection, la nature de l'isolation, la matière des conducteurs ainsi que le nombre des conducteurs chargés, on détermine la section

des conducteurs exacte ou approchée grâce à un tableau standard utilisé dans le domaine industriel qui est le suivant.[8]

Tableau II.8

Lettre de sélection	Isolant et nombre de conducteurs chargés								
	PVC 3	PVC 2		PR 3		PR 2			
B	PVC 3	PVC 2		PR 3		PR 2			
C		PVC 3		PVC 2	PR 3		PR 2		
E			PVC 3		PVC 2	PR 3		PR 2	
F				PVC 3		PVC 2	PR 3		PR 2
Section (mm ²) <i>Cuivre</i>									
1,5	15,5	17,5	18,5	19,5	22	23	24	26	
2,5	21	24	25	27	30	31	33	36	
4	28	32	34	36	40	42	45	49	
6	36	41	43	48	51	54	58	63	
10	50	57	60	63	70	75	80	86	
16	68	76	80	85	94	100	107	115	
25	89	96	101	112	119	127	138	149	161
35	110	119	126	138	147	158	169	185	200
50	134	144	153	168	179	192	207	225	242
70	171	184	196	213	229	246	268	289	310
95	207	223	238	258	278	298	328	352	377
120	239	259	276	299	322	346	382	410	437
150		299	319	344	371	395	441	473	504
185		341	364	392	424	450	506	542	575
240		403	430	461	500	538	599	641	679
300		464	497	530	576	621	693	741	783
400					656	754	825		940
500					749	868	946		1083
630					855	1005	1088		1254

Pour notre armoire le tableau suivant résume le calcul des sections de nos conducteurs.

Tableau II.9

	Pompe P1, P2,	Pompe Pd1, Pd2.	aérateur	Prise et Néon	Ventilateur	Alimentation API et ces modules
$P_n(\text{kW})$	3	0.75	22	3.5	0.075	✓
a	1.49	1.9	1.62	✓	✓	✓
$I_{\text{abs}} (\text{A})$	5.34	1.40	37	16	0.34	
$I_B (\text{A})$	5.79	0.92	35.8	15.8	0.34	✓
$I_r (\text{A})$	6	1.00	40	16	1	✓
Type de Protection	Disj	Disj	Disj	Disj	Disj	Fusible
$I_z (\text{A})$	6	2	40	16	1	✓
I_2	<8.7	<2.9	<58	<23.2	<1.45	✓
K1	1	1	1	0.9	1	✓
K2	0.70	0.7	0.7	0.7	0.7	✓
K3	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	✓
K	0.497	0.497	0.497	0.497	0.497	✓
$I_z' (\text{A})$	12.07	4.02	80.4	35.79	2.01	✓
$S_{\text{min}}(\text{mm}^2)$	1.5	1	16	4	1	0.75

$$I_B \text{ Total} = (5.79 + 5.79 + 35.8 + 0.92 + 0.92 + 15.8 + 0.34 + 2) * 1.2 * 0.80 = 64.67 \text{ A.}$$

$$\text{Donc : } I_r \text{ Total} = 63\text{A, } I_z' \text{ Total} = 106.6\text{A, } S = 25 \text{ mm}^2$$

Tel que : $I_r \text{ Total}$ courant de réglage du disjoncteur principal, et S la section des câbles du disjoncteur principal.

Remarque :

Pour les circuits de commandes on utilisera de section de 1mm^2 et des fusibles de 1A.

VII.2. Choix et dimensionnement des protections

Toutes les installations ou les machines électriques ont des limites de fonctionnement. Dépasser ces limites conduit plus ou moins à leurs destruction, mais aussi celle des mécanismes qu'elles animent, avec pour conséquence immédiate des arrêts et des pertes d'exploitation.[6]

Le type de récepteur, qui transforme une énergie électrique en énergie mécanique, peut-être le siège d'incidents d'origine électrique ou mécanique comme :

- surtension, chute de tension, déséquilibre et perte de phases qui provoquent des variations sur le courant absorbé ;
- courts circuits dont le courant peut atteindre des niveaux destructeurs pour le récepteur ;

- Calage du rotor, surcharge momentanée ou prolongée qui entraînent une augmentation du courant absorbé par le moteur, d'où un échauffement dangereux pour le bobinage.

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 mauvaise 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, pour s'affranchir de ces incidents ou du moins limiter leurs conséquences et éviter qu'ils n'entraînent la détérioration du matériel, ainsi que des perturbations sur le réseau d'alimentation, l'utilisation de protections est nécessaire, elles permettent d'isoler du réseau le matériel protégé, en actionnant un organe de coupure par détection et mesure des variations de grandeurs électriques (tension, courant, etc.).

Pour notre armoire électrique l'utilisation et le dimensionnement des différentes protections est indispensable afin d'assurer au maximum possible la protection des organes interne et externe de l'armoire ainsi que les personnes intervenant sur l'armoire à savoir :

- ✓ La protection contre les courts circuits.
- ✓ La protection contre les surcharges.
- ✓ La protection des personnes. [9]

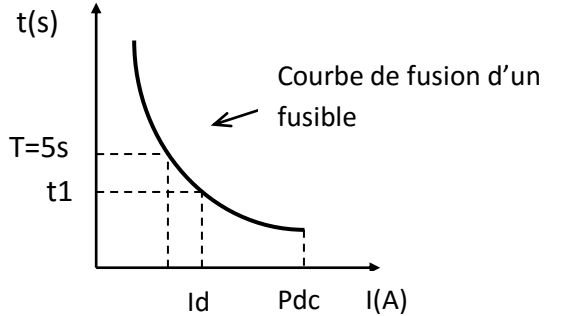
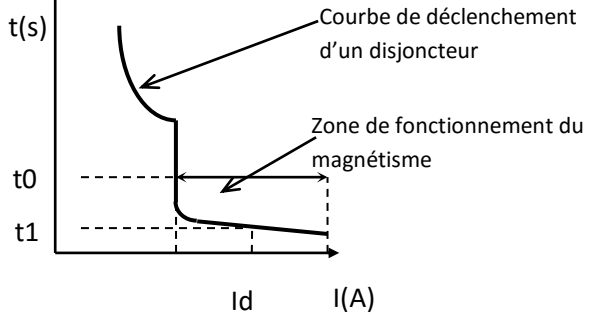
VII.3.La protection contre les courts circuits

Un court-circuit est défini comme la liaison accidentelle entre deux points (au moins) ayant des potentiels différents, il s'ensuit généralement par un arc électrique si la différence de potentiel est supérieure à une dizaine de volts.

Les causes sont la plupart du temps accidentelles : inattention, câblage non testé, fausse manœuvre. Elles peuvent aussi découler d'autres défauts non traités : surcharge, isolement défectueux.

Pour que la protection contre les courants de court-circuit soit assurée, les dispositifs de protection appliquée soit des fusibles ou des disjoncteurs doivent satisfaire les conditions du tableau suivant [10]

Tableau II.10

PROTECTION PAR FUSIBLE	PROTECTION PAR DISJONCTEUR
<p>le pouvoir de coupure (pdc) des fusibles doit être supérieur ou égal au courant de court-circuit triphasé (i cc) susceptible de se produire juste en dessous d'eux.</p> <p>$PdC_{fusible} \geq I_{cc \max}$</p>	<p>le pouvoir de coupure (pdc) d'un disjoncteur doit être supérieur ou égal au courant de court-circuit triphasé (icc) susceptible de se produire juste en dessous de lui.</p> <p>$PdC_{disjoncteur} \geq I_{cc \max}$</p>
<p>Le (ou les fusibles) doit fondre pour une valeur minimum du courant de court-circuit, c'est à dire pour un défaut franc situé en bout de ligne et dans un temps inférieur à 5 secondes.</p> <p>$I_{f 5s} < I_{cc \text{ MIN}}$</p>	<p>Le disjoncteur doit déclencher pour une valeur minimum du courant de court-circuit, c'est à dire pour un défaut franc situé en bout de ligne.</p> <p>$I_{mag} < I_{cc \text{ MIN}}$</p>
<p>$I_{f 5s}$ = courant de fusion pour un temps de 5 secondes</p>	<p>I_{mag} = courant de réglage du déclencheur magnétique</p>
 <p>Courbe de fusion d'un fusible</p>	 <p>Courbe de déclenchement d'un disjoncteur</p> <p>Zone de fonctionnement du magnétisme</p>

A cet effet on procédera d'abord à la détermination des courants de court-circuit maximum qui peuvent avoir lieu dans les circuits nécessitant une protection suivant le logigramme de la figure (II-2) et suivant la norme NF C 15-500, afin de déterminer le pouvoir de coupure des dispositifs de protection qui n'est que l'intensité maximum du courant de court-circuit couper par le dispositif sans se détériorer et sans mettre en danger l'entourage.

Le principe de la méthode estime que le courant maximum du court-circuit en tout point est exprimé par la formule suivante :

$$I_{cc \max} = \frac{m \cdot c \cdot U}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_t^2 + X_t^2}} \text{ (KA)} \quad (3)$$

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

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

Tel que :

U : la tension du réseau utilisé.

m : facteur de charge à vide qui égal à 1,05.

C : facteur de tension qui égal à 1,05.

✓ Détermination des Résistances et des réactances d'une installation

Pour la détermination des résistances des fils on utilise les lois suivantes :

$$\rho (\text{Cu}) = \rho_0(1 + \alpha T) \text{ (n}\Omega\cdot\text{m)}$$

Tel que :

ρ : Résistivité à 50°C.

ρ_0 : Résistivité à 0°C qui est égal à 15.9 (n $\Omega\cdot\text{m}$).

α : Coefficient de température qui est égal à 0.00427 (1/°C).

T : Température qui est égale à 50 (°C)

$$R = (\rho \cdot L) / S \text{ (m}\Omega\text{)}$$

Tel que :

L : la longueur du fil en (m).

S : la section du fil en mm².

Le tableau suivant énumère les formules utilisées par cette méthode dans la détermination des résistances et réactances des parties d'une installation électrique de manière générale.

Tableau II.11

Parties de l'installation	Résistance en (m Ω)	Réactance (m Ω)
Réseau amont	$R = 0,1 \cdot Z_Q$	$X = 0,995 \cdot Z_Q$ Avec : $Z_Q = \frac{(m \cdot U_n)^2}{SKQ}$ Z_Q : puissance du court-circuit dans un réseau HT en kvA
transformateur	$R = \frac{W_c \cdot U^2}{S^2} \cdot 10^{-3}$ avec : W_c : perte cuivre en (w) S : puissance du transformateur en KvA	$X = Z_2^2 - R_2^2$ $Z_2 = \frac{U_{cc}}{100} \cdot \frac{U^2}{S}$ avec U_{cc} : tension du court-circuit du transformateur en (%)
Liaisons		
Câble	$R = \rho \frac{L}{S}$	$X = 0,09 \cdot L$ câble uni jointifs $X = 0,13 \cdot L$ câble uni espacés
Jeux de barre ou répartiteur	$R = \rho \frac{L}{S}$	$X = 0,15 \cdot L$
Disjoncteurs		
Rapide ou Sélectif	R négligeable	X négligeable

Pour le coffret électrique de la station de neutralisation et après avoir calculé les différentes résistances des lignes, on a calculé les courants des courts circuits susceptibles de se produire au niveau des différents points de l'armoire.

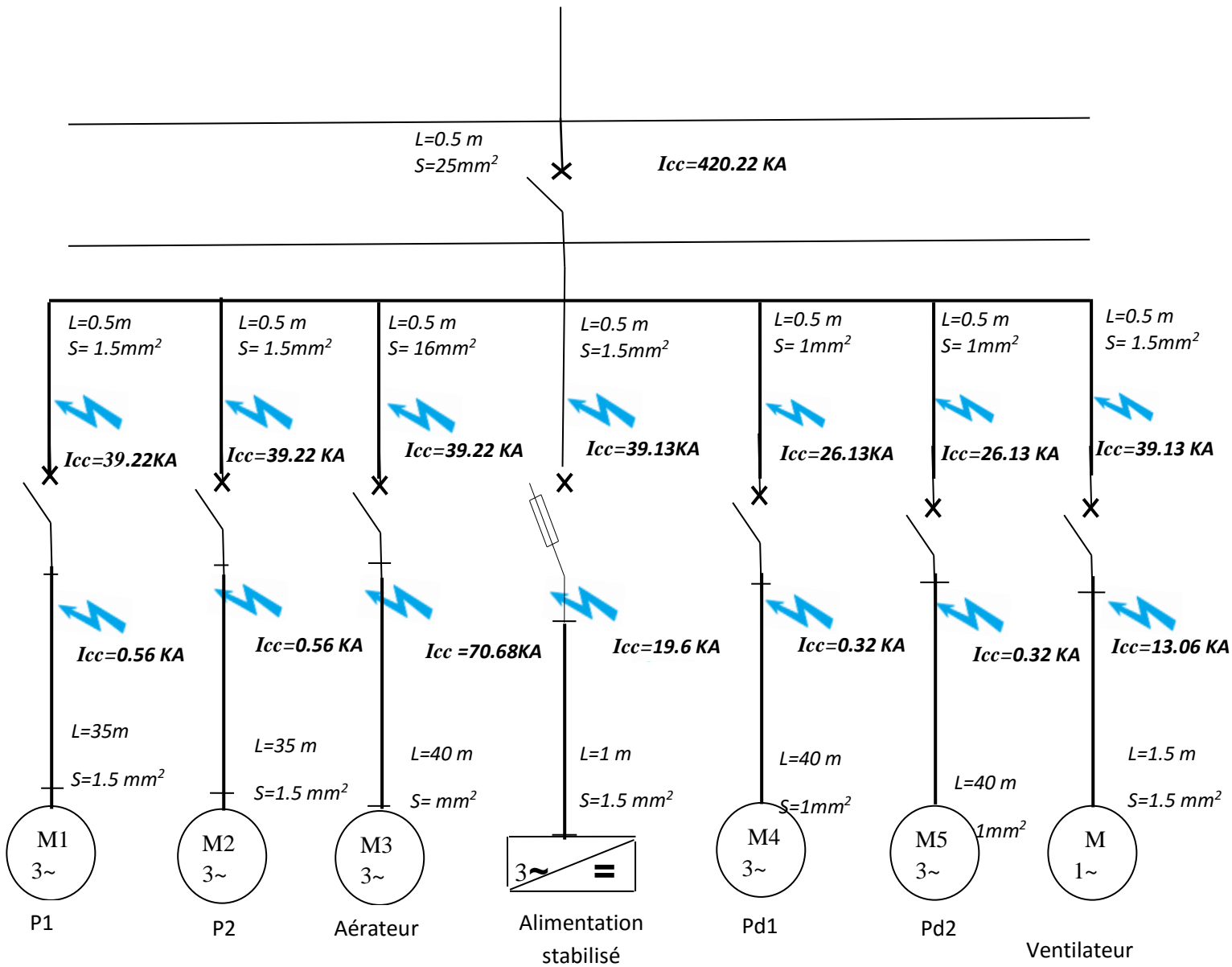


Figure II.5. Les courants de court-circuit

La sélectivité :

La sélectivité est la coordination des dispositifs de protection pour qu'un défaut survenant en un point quelconque du réseau, soit éliminé par le disjoncteur placé immédiatement en amont du défaut et on peut distinguer principalement deux types de sélectivité :

Sélectivité totale :

La sélectivité est dite totale entre deux disjoncteurs lorsque, en présence de deux dispositifs de protection a un maximum de court-circuit placé en série, le dispositif aval assure la protection sans provoquer le fonctionnement du dispositif amont figure (II.7).

Sélectivité partielle :

La sélectivité est dite partielle entre deux disjoncteurs lorsque, on présence de deux dispositifs de protection a un maximum de court-circuit placé en série, le dispositif aval assure la protection jusqu'à un niveau donné sans provoquer le fonctionnement du dispositif amont. [4]

Au-delà les deux dispositifs réagissent simultanément figure (II.6).

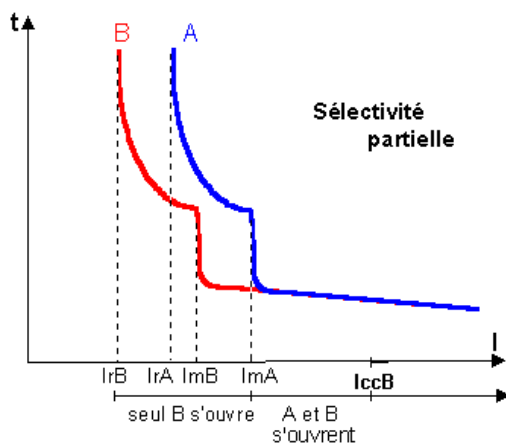


Figure II.6

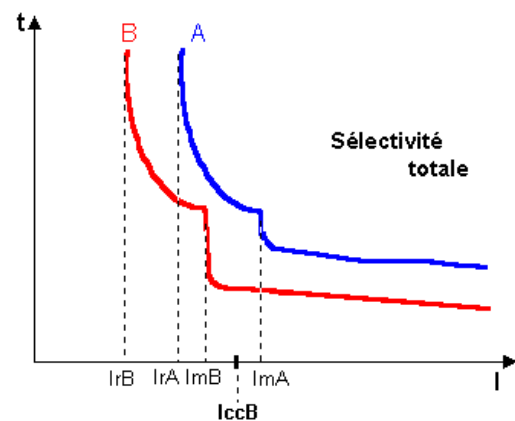


Figure II.7

VIII. La courbe de fonctionnement :

La norme des protections exige le choix de la courbe de fonctionnement des disjoncteurs (A, B, C, D), à base de type de récepteur et de la ligne à protéger.

Nous avons choisi des disjoncteurs de courbe (C) pour la protection des moteurs, car ils couvrent la majorité des besoins des récepteurs ,leurs déclenchements magnétiques sont relativement bas entre (5- 10In), et des disjoncteur de courbe (B) pour d'autre circuit

car leurs déclenchements magnétique sont entre $(3- 5I_n)$, ils permettent d'éliminer les court-circuit de faible valeurs. [11]

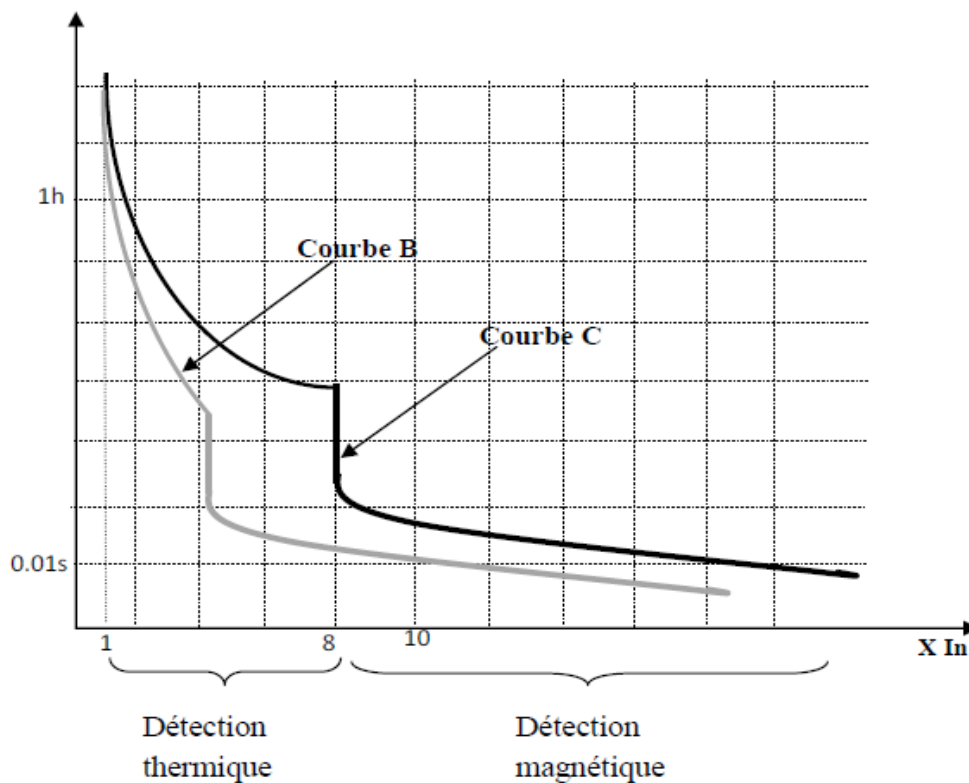


Figure II.8 : Les courbes de protection B et C

IX. Protection des moteurs électrique :

La protection des moteurs électriques s'effectue à travers le choix du départ moteur qui peut être constitué d'un ou plusieurs appareils différents en concordance assurant une ou plusieurs fonctions à savoir.

- La fonction de sectionnement.
- La fonction de protection contre les courts circuits.
- La fonction de protection contre les surcharges.
- La fonction de commande.

Afin de satisfaire les recommandations de protection, nous avons choisi des départs moteur composés de :

Disjoncteur moteur magnétothermique : Dans ces disjoncteurs, les dispositifs magnétiques (protection contre les courts circuits) ont un seuil de déclenchement non réglable, en général environ 10 fois le courant de réglage maximal des déclencheurs

thermiques. Leurs éléments thermiques (protection contre les surcharges) sont Compensés contre les variations de la température ambiante. Le seuil de protection thermique est quant à lui réglable en face avant du disjoncteur, sa valeur doit correspondre au courant nominal du moteur à protéger.

- Contacteur de puissance : pour la commande marche et arrêt du moteur

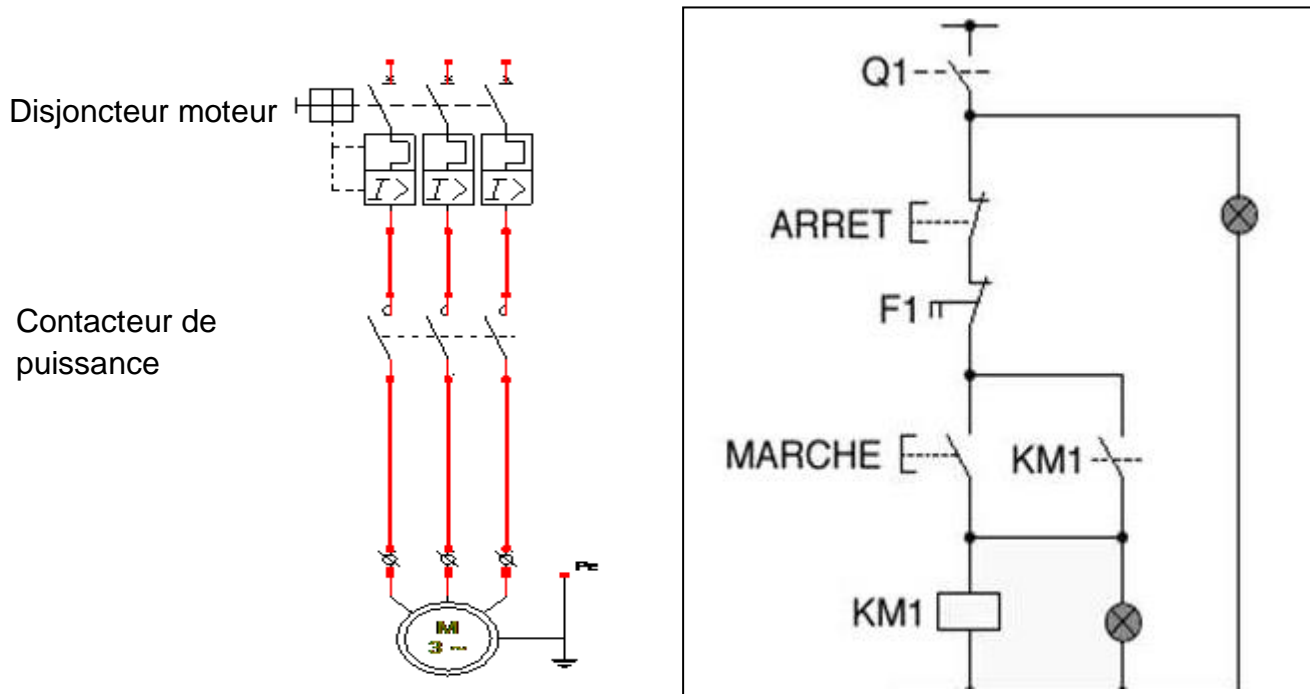


Figure II.9 : Schéma de puissance et de commande d'un moteur asynchrone

X. la protection des personnes :

La protection des personnes est la principale ,dans toutes les installations électriques alimentées par une source d'énergie électrique capable de générer une tension de contact U_C , supérieure ou égale à la tension limite U_L peut présenter un risque potentiel pour l'utilisateur ($U_L = 50$ V pour les locaux secs ou humides, $U_L = 25$ V pour les locaux mouillés).

Le corps humain peut, en cas de contact accidentel avec une pièce sous tension, être assimilé à un récepteur qui va laisser passer un courant, Celui-ci engendre des conséquences proportionnelles à la valeur du courant circulant dans l'organisme et qui dépendent du temps de contact voir figure (II-10).

Les différentes études sur la protection des personnes ont affiné le risque qui se traduit, pour un signal à 50 Hz, par le tableau suivant :

Tableau II.12

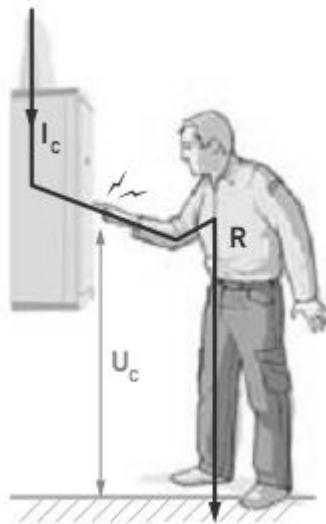


Figure II.10

Tension de contact présumée	Temps de coupure MAX du dispositif de protection en (s)	
	Courant alternatif	courant continue
Locaux ou emplacement secs ou humide : $U_L \leq 50$ v		
<50	5	5
50	5	5
75	0,6	5
90	0,45	5
120	0,34	5
150	0,27	1
220	0,17	0,4
280	0,12	0,3
350	0,08	0,2
500	0,04	0,1
25	5	5
Locaux ou emplacement humide : $U_L \leq 25$ v		
50	0,48	5
75	0,3	2
90	0,25	0,8
110	0,18	0,5
150	0,1	0,25
220	0,05	0,06
280	0,02	0,02

Pour assurer la protection des personnes, des dispositifs de protection sûrs ont été conçus, grâce à l'analyse rigoureuse des risques et des conséquences de défaillance matérielle ou de mauvaise utilisation. Parmi ces dispositifs, les protections différentielles et les protections contre les surintensités du courant électrique selon le schéma de liaison à la terre (régime des neutre TT, IT, TNC ou TNS).

Pour notre cas, la station de neutralisation utilise le schéma de liaison à la terre TNC (neutre et conducteur de protection confondus en un seul conducteur appelé PEN) on aura besoin d'un dispositif de protection contre les courts-circuits.

Du moment que le neutre et le conducteur de protection sont confondus, chaque défaut d'isolation de la carcasse engendrera un court-circuit comme le montre la figure. (II.11)

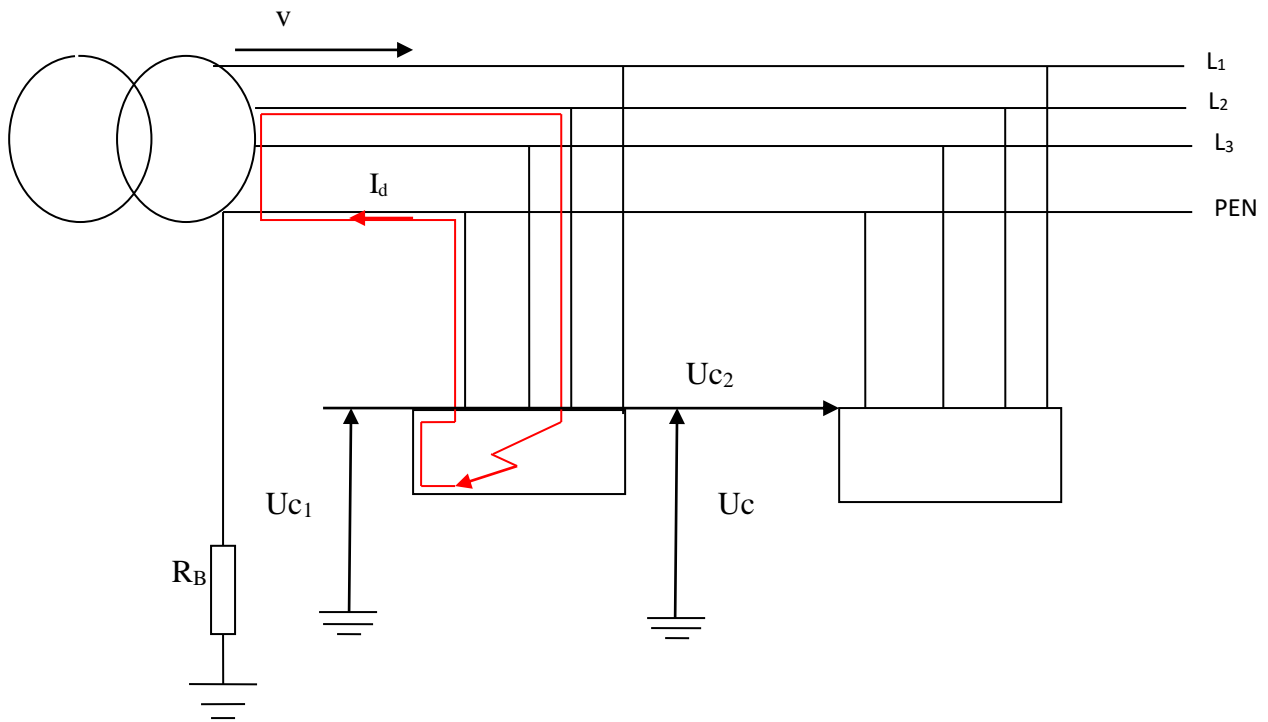


Figure II.11 : mise au neutre TNC

➤ Schéma équivalent du courant de défaut :

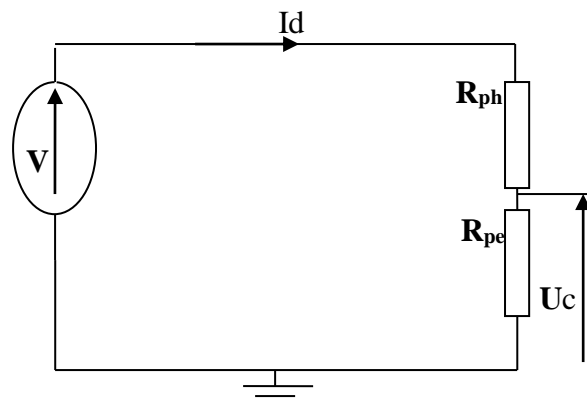


Figure II.12: courant de défaut

$$Id = \frac{0.8V}{R_{ph} + R_{pe}} ;$$

$$U_c = R_{pe} * Id$$

Exemple : cable de 35 mm², v=230V et L=45m

$$V=235\text{volts}; R_{ph}=R_{pe}=\rho \frac{L}{S} = 0.0225 \frac{45}{35} = 0.028\Omega,$$

$$Id = \frac{0.8 * 230}{2 * 0.028} = 3285A$$

La tension de contact Uc est dangereuse pour les utilisateurs

$U_c > U_L$ (tension conventionnelle de sécurité : 50V locaux secs et 25V locaux mouillés).

➤ **Règle de temps de coupure :**

Cette règle permet d'assurer que le dispositif de protection déclenche dans un temps compatible avec la contrainte thermique des composants à protéger (câbles).

$$\sqrt{t} < \frac{k.S}{I} \quad (4)$$

Le produit kS est une caractéristique du circuit à protéger (c'est la contrainte thermique), I aussi ; alors que t est une caractéristique du dispositif de protection.

➤ **Règle du pouvoir de coupure :**

Cette règle assure que le dispositif de coupure sera encore en état de fonctionner après avoir éliminé le court-circuit. Il faut donc que son pouvoir de coupure (I_{cu}) soit supérieur au plus grand des courants de court-circuit apparaissant sur le circuit qu'il est censé protéger ...[12]

$$I_{cc \max} < I_{cu}$$

X. 1. Technique de protection :

Elle nécessite :

- Une interconnexion et une mise à la terre des masses et des neutres impératives ;
- Une coupure au premier défaut par une protection de surintensité (disjoncteur ou fusible).

IX. 2. Principales caractéristiques du régime TNC :

Le schéma TNC peut faire apparaître :

- Une économie à l'installation (suppression d'un conducteur) ;
- La nécessité d'un personnel d'entretien très compétant ;
- La nécessité d'un contrôle périodique de la continuité du conducteur de protection ;
- La nécessité des prises de terre uniformément réparties dans toute l'installation ;
- La nécessité d'une vérification obligatoire des déclenchement au premier défaut ;
- L'augmentation des risques d'incendie de fait des forts courants de défauts.
-

XI. Réalisation du schéma de câblage électrique de l'armoire :

Lorsque l'étude des dimensionnements soit des conducteurs, protections ou d'autres éléments qui peuvent faire partie de l'armoire comme l'éclairage, la ventilation ...etc. est terminées, on passe à la réalisation du schéma de l'armoire en respectant les normes internationales de traçage par ordinateur à l'aide du logiciel graphique « Win CC flexible Runtime Loader.lnk» qui peut tracer les différents circuits :

- ✓ Circuit de puissance.
- ✓ Circuit de commande.
- ✓ Circuit de signalisation.

Il y a trois grandes règles à respecter au niveau de la réalisation d'une armoire :

- Respecter la couleur des fils et leurs section afin de recompter la nature de la tension qui circule (alternatif, continu, 24V, 230V, 400V, ...)
- Respecter le repérage des fils et des appareils électriques afin de mieux se situer sur le schéma électrique ;
- Respecter l'implantation des appareils électriques dans l'armoire (partie commande à gauche séparée de la partie puissance à droite).

Le respect de ces trois règles permet de faciliter la maintenance de l'armoire en cas de problème et permet une meilleure compréhension de l'installation.

Les schémas du câblage électrique de l'armoire sont illustrés dans les derniers pages de l'annexe.

XII. Le choix de l'armoire :

Le choix de la taille de l'armoire commence par l'analyse complète du schéma électrique, afin de déterminer le nombre exact d'appareils électrique à installer dans l'armoire et leurs encombrements, afin de procéder à une bonne disposition de ces derniers.

Le choix de l'armoire se fait en fonction de "Hauteur * Longueur * Largeur" et aussi le volume du vide au moins 30%

Les armoires les plus utilisées sont dimensionnées comme suit :

- ❖ 500*400*250
- ❖ 500*400*250
- ❖ 700*500*250
- ❖ 800*700*300
- ❖ 900*300*700

- ❖ 1200*800*300
- ❖ 1600*800*300
- ❖ 2000*1200*600
- ❖ P6 : 2000*800*400
- ❖ 2P6 : 2000*1600*400
- ❖ 3P6 : 2000*2400*400 [9]

Pour notre armoire et après estimation, la taille qui sera occupée par les différents organes et évaluation des espaces entre les différents blocs de l'armoire nous avons choisi un coffret de (H x L x P)= (1400x1000x400) mm³.

XIII. Le choix de ventilation :

Le choix de ventilation est basé sur le calcul du débit nécessaire pour l'évacuation de l'air chaud de l'armoire vers le milieu extérieur.

Le débit est calculé à partir de la formule suivante :

$$D = 3,1 \left(\frac{P}{\Delta t} - K * S \right) \quad (5)$$

Avec :

P : puissance à dissiper dans l'enveloppe (w).

Δt : L'écart de température entre l'intérieur et l'extérieur de l'armoire.

S : surface extérieure de l'armoire.

K : coefficient de tôle (k=5.5 w/m²/°C) tôle peinte.

Estimation de la puissance dissipée :

Tableau II.13

Organes	Dissipation(w)	Nombre	Dissipation total (w)
Fusible gG<10A	3	6	18
Contacteur < 10 kw	3/pole	6	54
Disjoncteurs <100A	30	10	300
Démarreur progressif	(1- η)*Puissance 0.09*22000	1	1980
Relais affiche	7	19	133
API	(1- η)*Puissance 0.12*48	1	5.76
			2490

La température à l'intérieur de l'armoire doit être inférieure à 50°C, pour nous elle sera fixée à 43°C, et la température extérieure peut atteindre 36°C.

Donc :

$$\Delta t = 7^\circ\text{C}$$

$$S = 4.24\text{m}^2$$

$$k = 5.5 \text{ w/m}^2/^\circ\text{C}$$

$$P = 2490$$

D'où :

$$D = 3,1 \left(\frac{2490}{7} - 5,5 * 4,24 \right)$$

D = 1030 m³/h

Après avoir calculé D, nous allons choisir un ventilateur de 1500 m³/h

XIV. Essai :

Dans cette phase, nous procédons au test de fonctionnement de l'armoire. D'abord on se base sur la réponse des voyants de signalisation et si elles indiquent un défaut ou ne s'allument pas convenablement, on teste les équipements et les composants avec le multimètre.

On commence par le branchement de l'alimentation de l'armoire et on observe les voyants de la présence tension et attend qu'elles signalisent sinon on examine les fusibles et le disjoncteur général. Puis, on fait la vérification de la partie puissance et la partie commande en passant par tous les équipements; il faut déclencher le disjoncteur général. On teste les voyants marche manuellement à partir des contacteurs.

XV. Conclusion :

Au cours de ce chapitre nous avons dimensionné les sections des différentes canalisations, permettant au courant d'y circuler normalement sans y provoquer des échauffements excessifs.

Nous avons aussi calculé les courants des court-circuit qui peuvent survenir sur les différents points de l'armoire électrique, ce qui nous a permis de choisir les protections adéquates qui peuvent garantir la protection des composants et des personnes.

Le respect de ces étapes est très important pour la réussite de l'armoire électrique, du point de vue fonctionnement, protection et facilité de maintenance.

Chapitre III

Description et programmation de l'automate S7-300

I. Introduction

Une machine ou un système est dit automatisé lorsque le processus qui permet de passer d'une situation initiale à une situation finale se fait sans intervention humaine et que le comportement est répétitif chaque fois que les conditions qui caractérisent la situation initiale sont remplies. Autrement dit l'automatisation est considérée comme l'étape d'un progrès technique où apparaissent des dispositifs techniques susceptibles de seconder l'homme, non seulement dans ses efforts musculaires, mais également dans son travail intellectuel de surveillance et de contrôle.

II. Systèmes automatisés de production

L'objectif de l'automatisation des systèmes est de produire en ayant recours le moins possible à l'homme de produits de qualité et ce pour un coût le plus faible possible.

Un système automatisé est un ensemble d'éléments en interaction, organisés dans un but précis : agir sur une matière d'œuvre afin de lui donner une valeur ajoutée.

Le système automatisé est soumis à des contraintes : énergétiques, de configuration, de réglage et d'exploitation qui interviennent dans tous les modes de marche et d'arrêt du système.

II.1. Composants d'un système automatisé

Le schéma ci-dessous illustre les composants d'un système automatisé

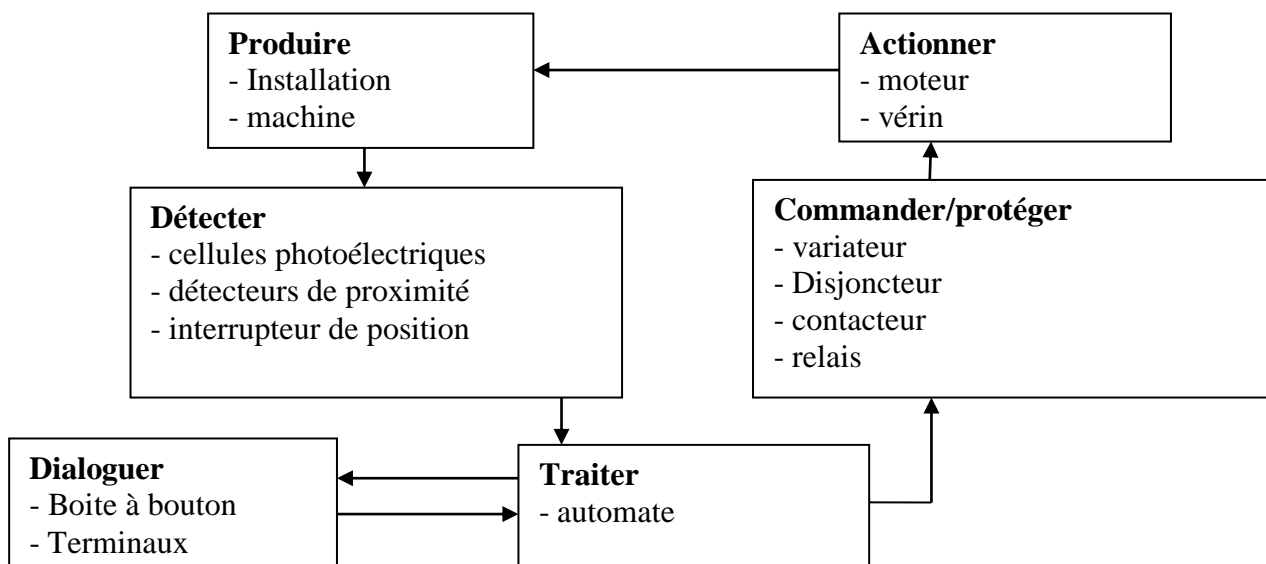


Figure III.1 : Composant d'un système automatisé.

L'ensemble d'un système automatisé comprend généralement une partie opérative, une partie commande et une partie relation.

a- Partie opérative

C'est elle qui opère ou agit sur la matière d'œuvre ou le produit. Elle comporte en général des actionneurs et outillage mécanique permettant leur élaboration. Elle agit selon les ordres donnés par la partie commande, les exécute et émet des informations à celle-ci.

b- partie commande

C'est elle qui émet des ordres vers la partie opérative et en reçoit des informations en retour afin de coordonner ses actions.

c- Partie relation

La partie relation est composée de différents pupitres et terminaux, qui assurent la communication entre l'utilisateur et les organes à commander et permet de visualiser et de contrôler le système automatisé.

II.2. Automate programmable :

L'API (En anglais, Programmable Logic Controller : PLC) est un dispositif électrique de traitement logique d'informations, dont le programme de fonctionnement est effectué à partir d'instructions établies, en fonction du processus à réaliser.

Il est adapté à l'environnement industriel. Il génère des ordres de la partie opérative vers les pré-actionneurs, à partir des données d'entrées (capteurs) et d'un programme. Il est généralement relié à un pupitre (ou console).

A partir de cette définition, on distingue dans les rôles que l'automate doit accomplir :

- ✚ Un rôle de **commande** : Où il est un composant d'automatisme, élaborant des actions, suivant un algorithme approprié, à partir des informations que lui fournissent des détecteurs (Tout ou Rien) ou des capteurs (analogiques ou numériques).
- ✚ Un rôle de **communication** : Dans le cadre de la production.
 - Avec des opérateurs humains : c'est le dialogue d'exploitation.
 - Avec d'autres processeurs, hiérarchiquement supérieurs (calculateur de gestion de production), égaux (autres automates intervenant dans la même chaîne) ou inférieurs (instrumentation intelligente).

L'API peut se présenter en deux types d'architecture externe : compact et modulaire.

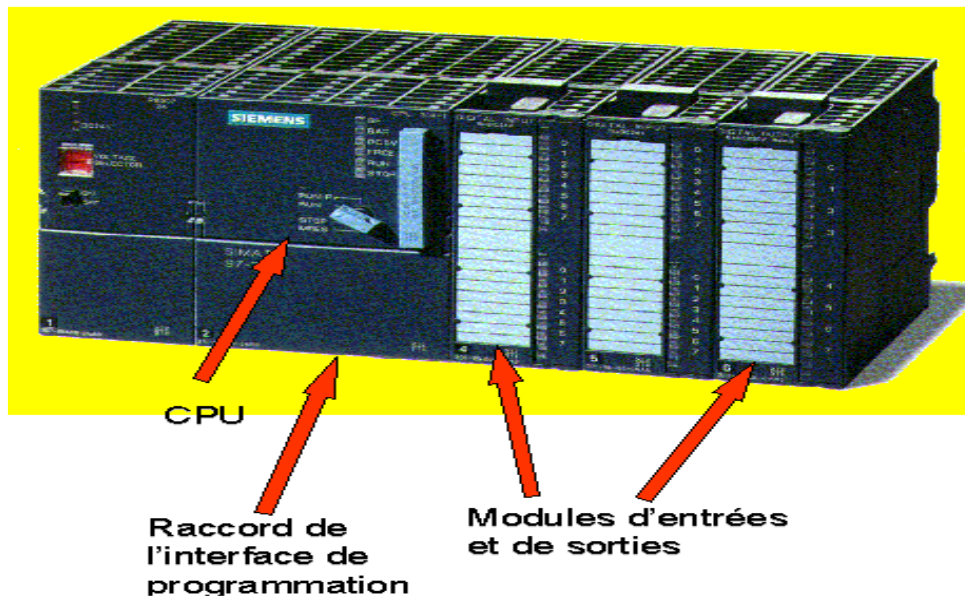


Figure III.2 : photographie d'un automate programmable.

II.2.1. Architecture et fonctionnement d'un automate :

La structure interne d'un API peut se présenter comme en figure III.3.

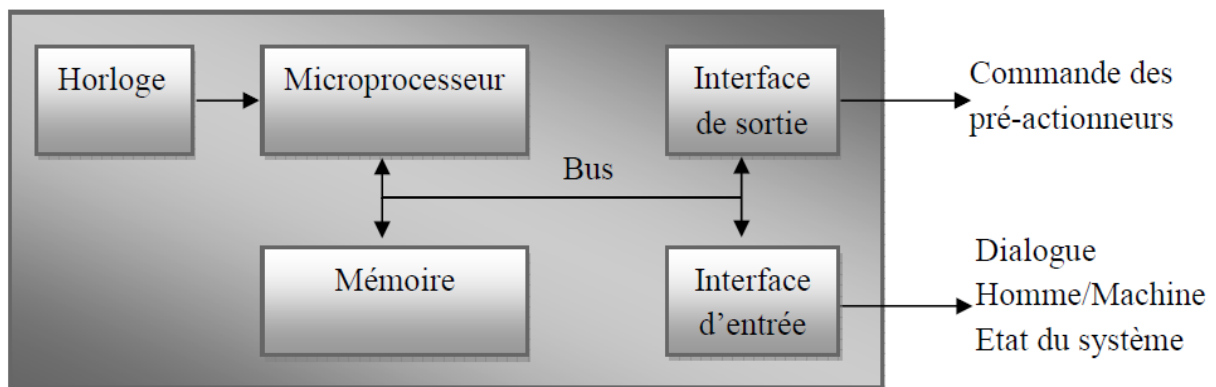


Figure III.3 : architecture interne d'un API.

L'automate programmable reçoit les informations, relatives à l'état du système, et puis commande les pré-actionneurs suivant le programme inscrit dans sa mémoire. Un API se compose donc de trois grandes parties :

- le processeur ;
- la zone mémoire ;
- les interfaces entrées /sorties ;

A. Le microprocesseur

Le microprocesseur réalise toutes les fonctions logiques (ET, OU, etc.), les fonctions de temporisation, de comptage, de calcul, etc., à partir d'un programme contenu dans sa mémoire. Il est connecté aux autres éléments (mémoire et interface E/S) par BUS.

B. La zone mémoire

Elle permet de :

- recevoir des informations issues des capteurs d'entrées ;
- recevoir les informations générées par le processeur et destinées à la commande des sorties (valeur des compteurs, des temporisations, etc.) ;
- recevoir et conserver le programme du processus.

C. Les interfaces d'entrées/sorties (E/S)

Les entrées reçoivent des informations en provenance des éléments de détection (capteurs) et du pupitre opérateur.

Les sorties transmettent des informations aux pré-actionneurs (relais, électrovannes, etc.) et aux éléments de signalisations (voyants) du pupitre.

II.2.2. Les critères de choix de l'automate S7-300 :

Pour l'automatisation d'un système, il existe une partie primordiale qui est le choix d'API qui est lié à certains critères importants à savoir :

- La capacité du processeur au traitement des données.
- La nature du traitement.
- Le nombre des entrées/sorties.
- La nature des entrées /sorties (analogiques ou numériques).
- Le dialogue (la console détermine le langage).
- La nature de la station (si elle nécessite une flexibilité de changement de processus de travail).
- La fiabilité et la robustesse (par rapport au milieu et à la température).
- La durée de garantie.

Il est primordial de connaître le nombre d'entrées, et de sorties du système, afin d'adapter l'automate. Pour les entrées, tous ce qui est capteurs, interrupteurs, bouton poussoirs, etc. pour les sorties tous ce qui est actionneur comme les moteurs, les vérins etc.

Ainsi, pour notre système nous avons besoins de :

- Nombre d'entrées : 13
- Nombres de sorties : 8

II.3. L'automate S7-300

Le choix d'un automate performant intégrant plus de modules d'entrées/sorties impose le choix de l'automate S7-300. Les caractéristiques de l'API S7-300 conviennent parfaitement à ces exigences car il peut gérer, sans extension jusqu'à 1024 entrées/sorties (numériques, logique ou analogique).

II.3.1 Constitution de l'automate S7-300

L'automate programmable S7-300 de la famille SIMATIC, est un système d'automatisation modulaire (figure III.4). Il est d'une forme compacte et permet un vaste choix de gamme des modules suivants :

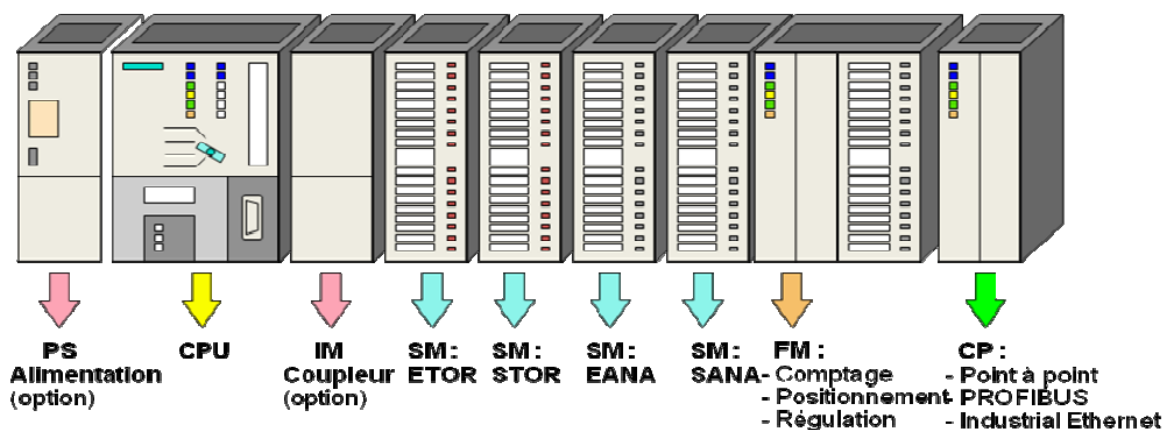


Figure III.4 constitution de l'automate S7-300

- ✓ Module d'alimentation (PS) 2A, 5A, 10A.
- ✓ Unité centrale CPU 314 travaillant avec une mémoire de 48 Ko. sa vitesse d'exécution est de 0.3ms/1Ko instructions.
- ✓ Modules d'extension (IM) pour configuration multi rangée de S7-300.
- ✓ Modules de signaux (SM) pour entrées et sorties TOR et analogiques.
- ✓ Module de fonction (FM) pour les fonctions spéciales (par exemple activation d'un moteur asynchrone).
- ✓ Processus de communication (CP) pour la connexion au réseau.
- ✓ Châssis d'extension (UR).

II.3.1.1. Le module d'alimentation (PS)

Il transforme la tension secteur en tension d'alimentation pour les modules électriques de l'automate programmable. Cette tension s'élève à 24 V.

Les tensions qui dépassent 24 V, comme pour les capteurs, actionneurs et voyants lumineux sont fournies par des blocs d'alimentations ou transformateurs supplémentaires.

II.3.1.2. Description de la CPU

La CPU (Central Processing Unit) est le cerveau de l'automate. Elle lit les états des entrées, ensuite, elle exécute le programme utilisateur en mémoire et enfin, elle commande les sorties. Elle comporte une unité de commande et de calcul, des mémoires, un programme système et des interfaces vers les modules de signaux.

La CPU est constituée de :

- Interfaces MPI : 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 du fonctionnement : Le commutateur de mode du fonctionnement permet de changer le mode de fonctionnement. Les modes de fonctionnement suivants sont possibles :
 - **RUN-P** : exécution de programme, accès en écriture et en lecture avec la PG.
 - **RUN** : exécution de programme, accès en lecture seule avec la PG.
 - **STOP** : le programme n'est pas exécuté, toutes les fonctions avec la PG sont autorisées.
 - Signalisation des états : Certains états de l'automate sont signalés par des leds, sur la face avant de la CPU, tel que :
 - **SF** : signalisation groupée des défauts, défauts internes de la CPU ou d'un module avec fonction diagnostique.
 - **BATF** : défaut de pile, pile à plat ou absente.
 - **DC5v** : signalisation de tension d'alimentation 5V (allumé : les 5V sont présente, clignote : surcharge courant).
 - **FCRE** : forçage signalisation qu'au moins une entrée ou une sortie est forcée de manière permanente.
 - **RUN** : clignotement lors de la mise en route de la CPU, allumage continue en mode RUN.
 - **STOP** : allumage continu en mode STOP, clignotement long lorsqu'un effacement général est requis, clignotement rapide lorsqu'un effacement général est en cours.
 - La carte mémoire : Une carte mémoire peut être montée à la CPU. Elle conserve le contenu du programme en cas de coupure de courant, même en l'absence de la pile.

- La pile : Elle permet de sauvegarder le contenu de la RAM en cas de coupure de courant.

II.3.1.3. Modules de coupleurs (IM)

Les coupleurs IM 360, IM 361 et IM 365 permettent de configurer le S7-300 sur plusieurs rangées et assurent la liaison entre les châssis et le couplage entre les différentes unités, ainsi la communication entre les entrées/sorties et d'autres périphériques et l'unité centrale.

II.3.1.4. Module de signaux (SM)

Il comporte plusieurs signaux tels que : STOR, ETOR, SANA, EANA ou E/SANA et E/STOR. Ils ont comme fonction l'adaptation des niveaux de signaux entre le processus et le S7-300.

II.3.1.5. Modules d'entrées / sorties tout ou rien (TOR)

Les modules d'entrées/sorties TOR sont des interfaces pour signaux tout ou rien de l'automate. Ces modules permettent de raccorder, à l'automate S7 300, des capteurs et des actionneurs tout ou rien les plus divers.

II.3.1.6. Modules d'entrée et de sortie analogiques

Les modules d'entrées/sorties analogiques réalisent la conversion des signaux analogiques, issus de processus, en signaux numériques pour le traitement interne dans le S7-300, et des signaux numériques, du S7-300, en signaux analogiques destinés au processus.

II.3.1.7. Module de fonction (FM)

Il a pour rôle l'exécution des tâches du traitement des signaux du processus à temps critique et nécessitant une importante capacité mémoire comme le comptage, le positionnement et la régulation.

II.3.1.8. Modules de communication (CP)

Ils permettent d'établir des liaisons homme-machine ou machine-machine. Ces liaisons sont effectuées à l'aide des interfaces de communication :

- Point à point.
- Profibus.
- Industriel Ethernet.

II.3.1.9. Châssis d'extension (UR) (rack)

Il est constitué d'un profilé support en aluminium, permettant le montage et le raccordement électrique de divers modules.

II.3.2. Fonctionnement de base d'un API

II.3.2.1. Module central CPU

Dans la CPU (Module central), le processeur traite le programme se trouvant dans la mémoire et interroge les entrées de l'appareil pour savoir si elles délivrent de la tension ou pas.

En fonction de cet état des entrées, et du programme se trouvant en mémoire, le processeur ordonne au module de sorties de commuter sur le connecteur de la barrette de connexion correspondante. En fonction de l'état de tension sur les connecteurs des modules de sortie, les appareils à positionner et les lampes indicatrices sont connectés ou déconnectés.

II.3.2.2. Réception des informations sur les états du système

Le S7-300 reçoit des informations sur l'état du processus via les capteurs de signaux reliés aux entrées.

Le S7-300 met à jour la mémoire image des entrées au début de chaque cycle de programme en transférant le nouvel état des signaux d'entrées des modules vers la mémoire image des entrées ce qui permet à la CPU de savoir l'état du processus.

II.3.2.3. Exécution du programme utilisateur

Après avoir acquis les informations d'entrées et exécuté le système d'exploitation, la CPU passe à l'exécution du programme utilisateur, qui contient la liste d'instruction à exécuter pour faire fonctionner le procédé. Il est composé essentiellement de bloc de données, bloc de code, et bloc d'organisation.

II.3.2.4 Commande du processus

Pour commander le processus, on doit agir sur les actionneurs. Ces derniers reçoivent l'ordre via le module de sortie du S7-300. Donc l'état des sorties est connu après l'exécution du programme utilisateur par la CPU, puis elle effectue la mise à jour de la mémoire image des sorties pour communiquer au processus le nouvel état.

II.4. Programmation de l'automate S7-300

La programmation des automates de la famille S7 se fait par la console de programmation ou par PC et sous un environnement WINDOWS. Via le langage de programmation STEP7.

Le logiciel STEP7 offre les fonctions suivantes pour l'automatisation :

- Configuration et paramétrage du matériel et de la communication.
- La création et la gestion des projets
- La gestion des mnémoniques.
- La création des programmes pour des systèmes cibles S7.

- Le chargement des programmes dans les systèmes cibles.
- Test de l'installation d'automatisation

La programmation en STEP7 présente trois modes de représentations qui peuvent être combinés dans une même application :

- 1-le schéma logique (LOG).
- 2- le schéma contact (CONT).
- 3-liste d'instruction (LIST).

Pour notre projet nous avons choisi l'OB1 (cycle d'exécution) et le langage à contact.

La figure suivante illustre les différents éléments d'un automatisme :

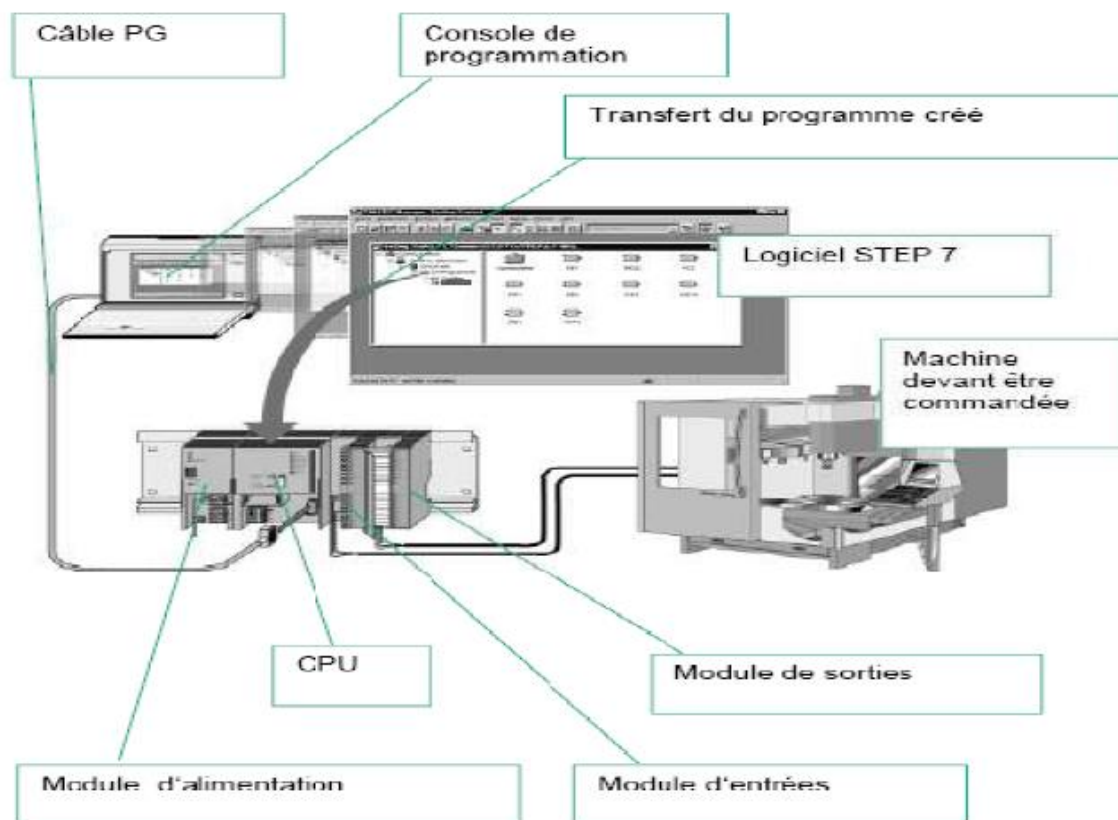


Figure III.5 : Vue d'ensemble de l'automatisme.

II.5. Création d'un projet dans S7-300 :

Pour créer un projet STEP7, on dispose d'une certaine liberté d'action, en effet on a deux solutions possibles soit :

- 1- Commencer par la configuration matérielle.
- 2- Commencer par écrire le programme.

Dans notre cas les procédures suivies pour la création du projet sous le logiciel STEP7, sont comme suit :


- 1- Lancer SIMATIC manager par un double cliquer sur son icône. 
- 2- La fenêtre suivante permet la création du projet



Figure. III.6 : Fenêtre de création d'un projet.

- 3- On clique sur suivant, la fenêtre suivante nous permet de choisir la CPU.

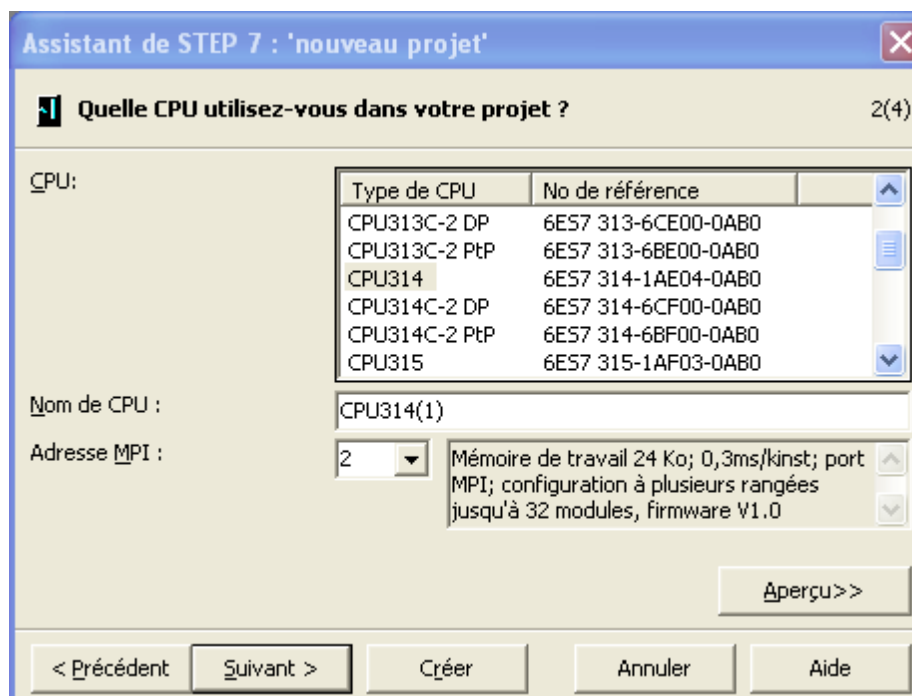


Figure. III.7 : CPU 314 sélectionnée.

3- Après validation de la CPU, une fenêtre qui apparaît permet de choisir les blocs et le langage de programmation à insérer.

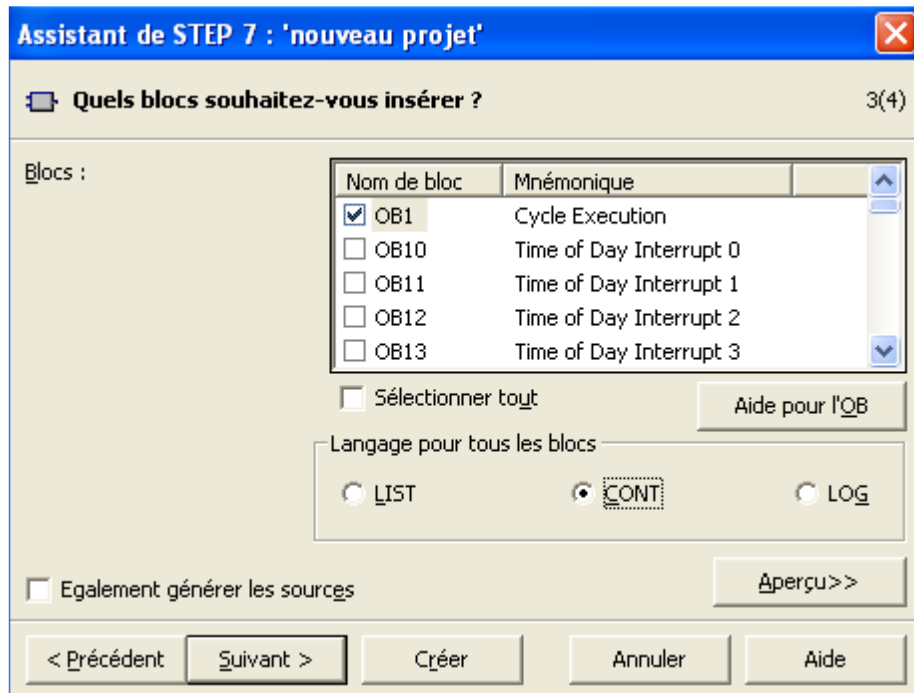


Figure. III.8 : Sélection des blocs et le langage de programmation (CONT).

4-En cliquant sur suivant, une dernière fenêtre pour la création du projet apparaît pour le nommer. (voir figure IV.7).

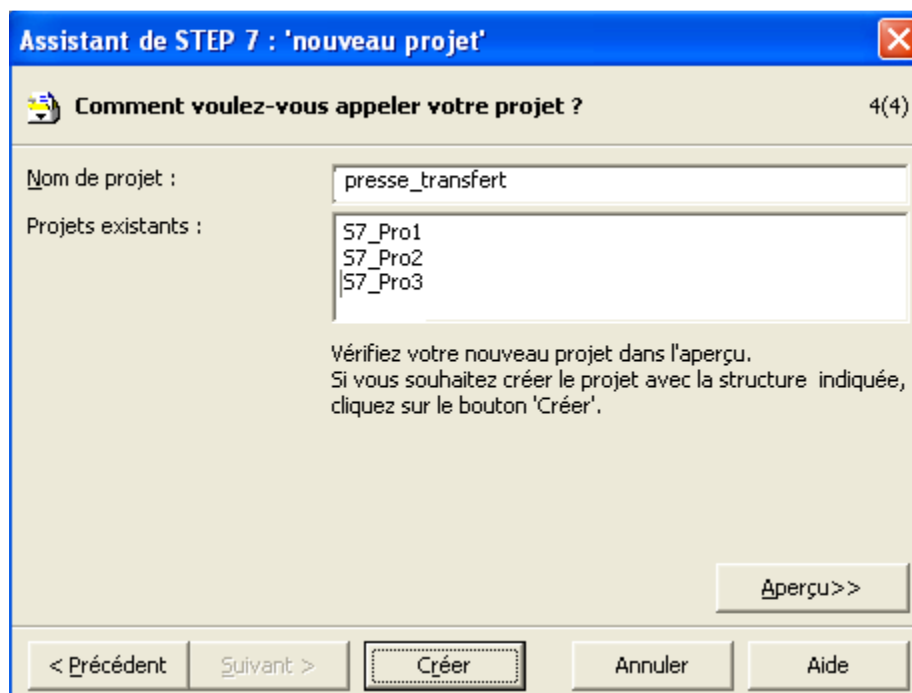


Figure. III.9 : Nomination du programme.

6- Une fois le projet créé, il est nécessaire de configurer le matériel à utiliser comme le montre la (voir figure. IV.8).

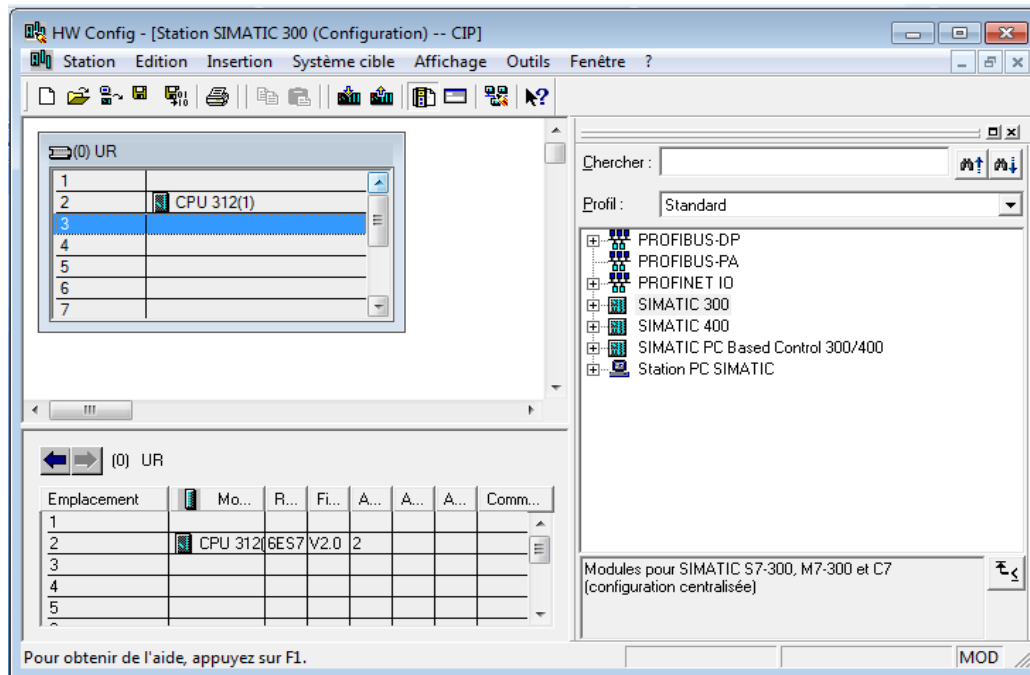


Figure. III.10 : Configuration matériels.

III. Table des mnémoniques

Une mnémonique est un nom que l'utilisateur définit en respectant les règles de la syntaxe imposées. Il est destiné à rendre le programme utilisateur très lisible et aide donc à gérer facilement les grands nombres de variables couramment rencontrées dans ce genre de programme. Ce nom peut être utilisé pour la programmation et le contrôle commande, une fois son affectation terminée.

La figure suivante illustre l'utilisation d'une partie de la table des mnémoniques dans notre projet.

	Etat	Mnémonique /	Opérande	Type de d	Commentaire
1		p1 marche	A 0.0	BOOL	
2		p2 marche	A 0.1	BOOL	
3		aérateur marche	A 0.2	BOOL	
4		pd1 marche	A 0.3	BOOL	
5		pd2 marche	A 0.4	BOOL	
6		arrêt d'urgence	E 0.0	BOOL	
7		bp arrêt	E 0.1	BOOL	
8		relais de phase	E 0.2	BOOL	
9		defaut thermique	E 0.3	BOOL	
1		niveau sec d'eau	E 0.4	BOOL	
1		niveau haut d'eau	E 0.5	BOOL	
1					

Figure III.11 : Table des mnémoniques

IV- Exemple de programmation en utilisant la bascule SR

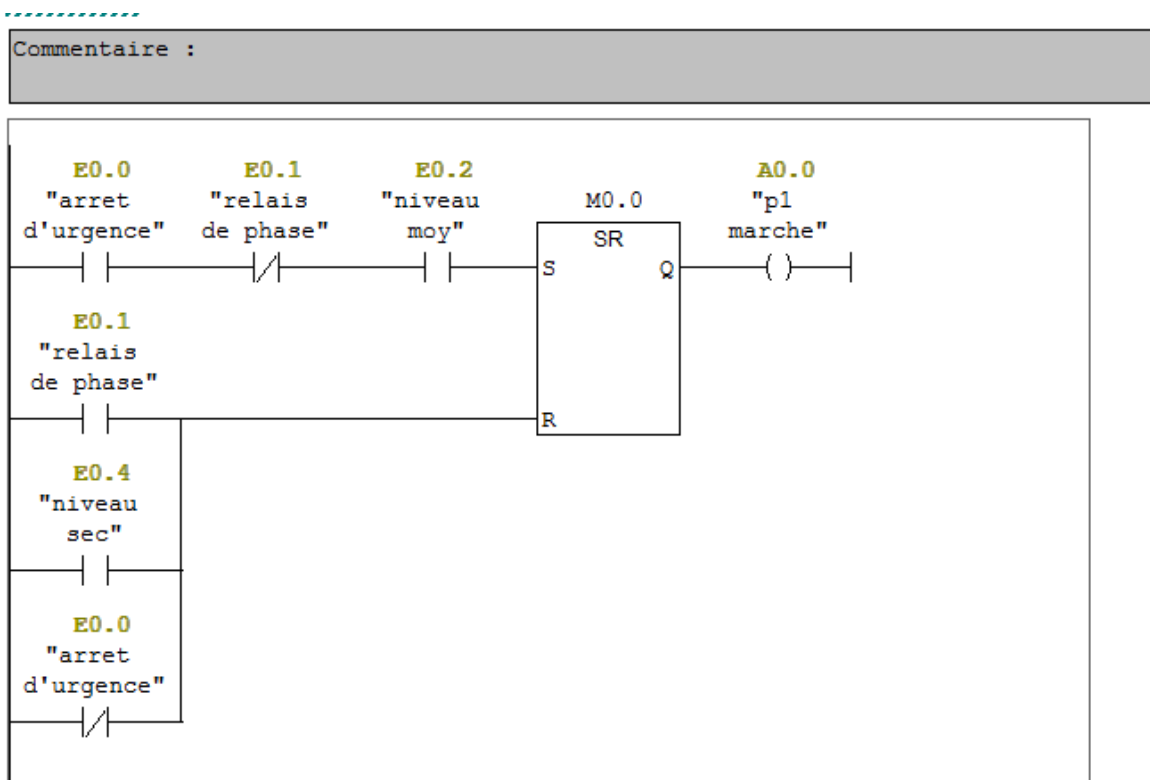


Figure III.12: programme pompe p1 avant simulation.

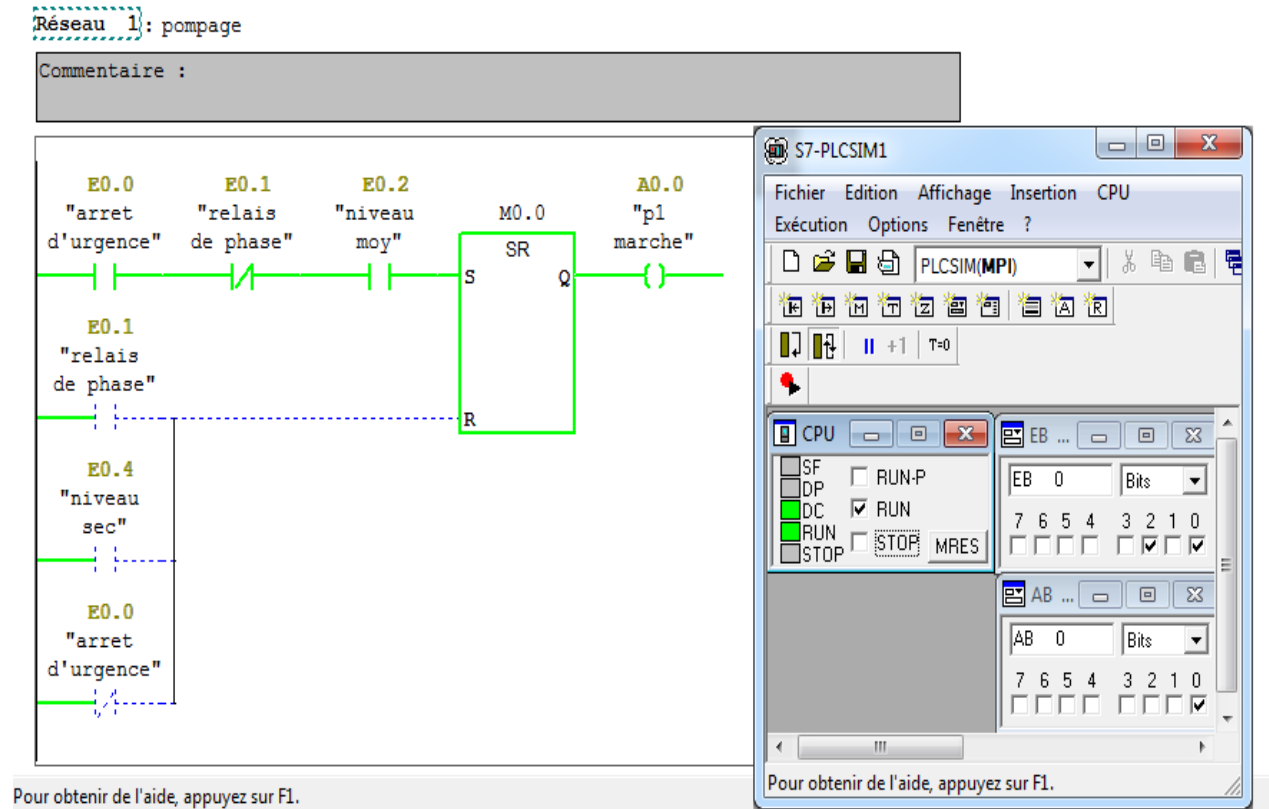


Figure III.13 : programme pompe p1 après simulation.

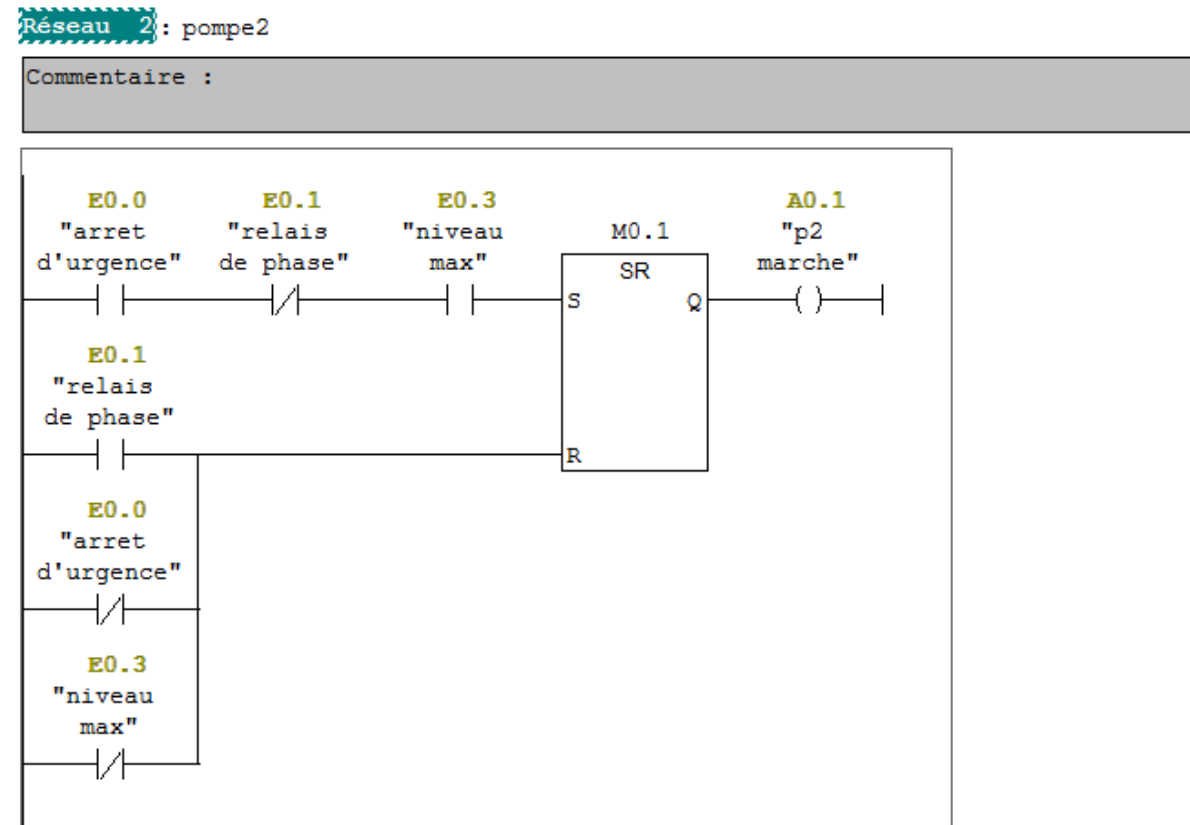


Figure III.14 : programme pompe p2 avant simulation.

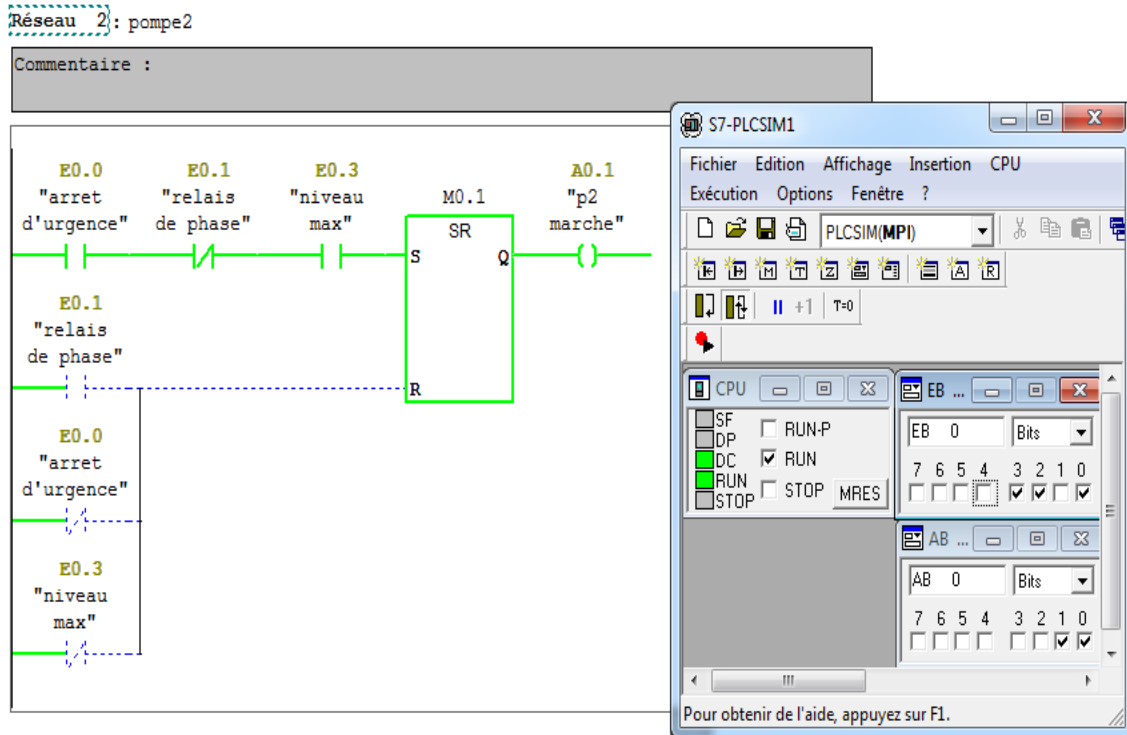


Figure III.15 : programme pompe p2 après simulation.

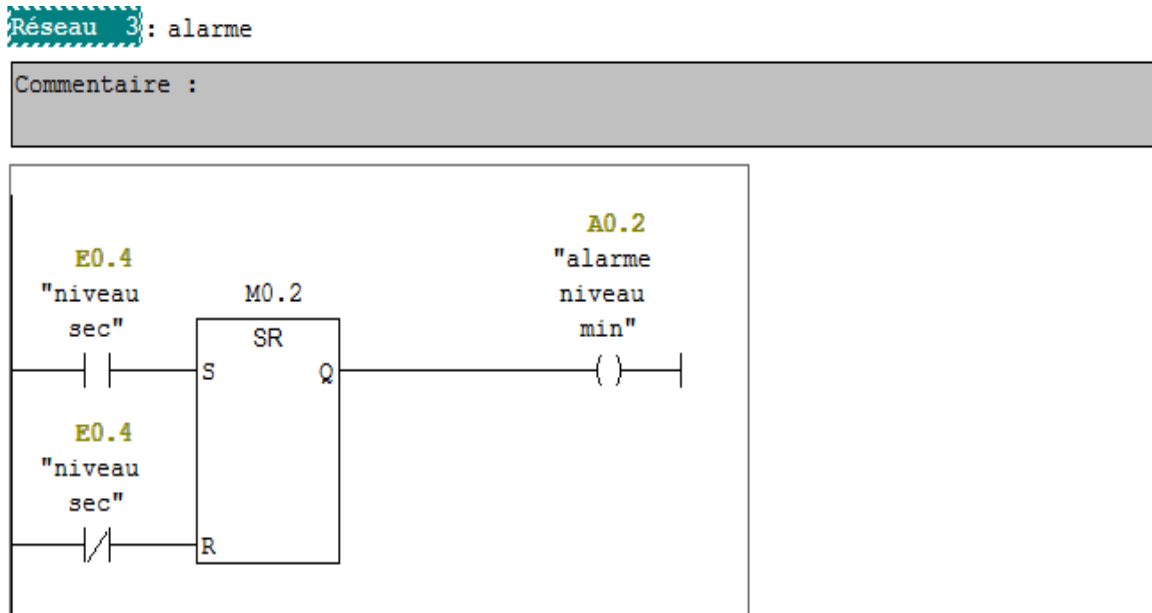


Figure III.16 : programme alarme avant simulation.

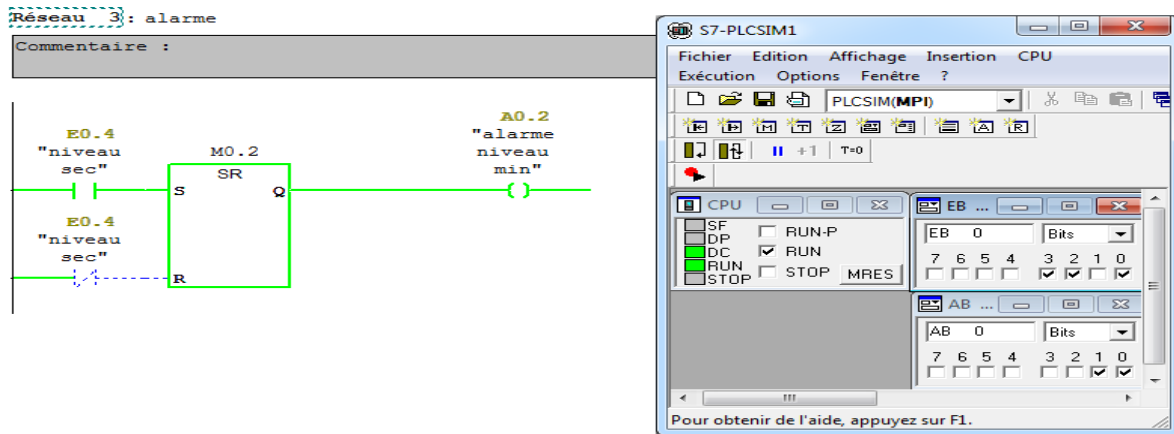


Figure III.17 : programme alarme après simulation

V. Conclusion :

Nous avons fait une étude de l'automate programmable industriel s7-300 vu qu'il était choisi pour réaliser notre tâche d'automatisation.

Nous avons présenté les différents modules de l'automate et ses langages de programmation.

Sa constitution modulaire et la facilité de réalisation d'architectures décentralisées et sa capacité de gestion des extensions importantes d'entrées/sorties font de lui une solution bénéfique pour les différentes tâches.

C'est grâce au logiciel STEP7 que le lien entre l'utilisateur et l'automate programmable S7-300 existe car cet automate ne peut gérer ses fonctionnalités sans un programme approprié.

Le développement de programme pour le process de la station de neutralisation été fait à l'aide de STEP7. La supervision sera l'objectif du chapitre suivant.

Chapitre IV

Supervision de la station de neutralisation

I. Introduction :

Lorsque la complexité des processus augmente et que les machines et les 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, et le système IHM se charge de quelques tâches afin d'intermédiaire entre l'homme et la machine.

II. Les taches d'un système IHM :

Un système d'Interface Homme-Machine (IHM) est chargé des tâches suivantes :

- Représentation du processus :

Les éléments qui rentrent dans le processus du système à automatiser sont représentés sur le pupitre opérateur, Lorsqu'un état du processus évolue, l'affichage du pupitre opérateur est mis à jour.

- Commande du processus :

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

- Vue des alarmes :

Lorsque des états critiques surviennent dans le processus, ou une valeur limite est franchie une alarme est immédiatement déclenchée.

- Archivage des valeurs processus et d'alarmes :

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

- Gestion des paramètres de processus et de machine :

Les paramètres du processus et des machines peuvent être enregistrés au sein du système IHM dans des recettes, ces paramètres sont alors transférables en une seule opération sur l'automate pour démarrer la production d'une variante du produit.[13]

II.1. SIMATIC IHM :

SIMATIC IHM offre une gamme complète permettant de couvrir toutes les tâches de contrôle-commande pour maîtriser le processus à tout instant et de maintenir les machines et installations en état de marche.[13]

Les systèmes SIMATIC IHM simples sont de petites consoles à écran tactile mises en œuvre sur site pour apporter une aide à l'opérateur dans la conduite du processus industriel souhaité.

Pour notre station CIP on utilisera un pupitre de commande tactile de modèle (MP177 6'' Touche) qui est configuré avec le logiciel SIMATIC WinCC Flexible version 2008.

III. Représentation du système WinCC flexible :

Les logiciels de supervision sont une classe de programmes applicatifs dédiés au contrôle et à la collecte d'information en temps réel depuis des sites distants, en vue de maîtriser un équipement.

WinCC flexible est le logiciel de réalisation d'interface de supervision des processus industriels, il réunit des moyens d'ingénierie simples et efficaces, de concepts d'automatisation évolutifs avec lesquels il garantit les avantages suivants:

- Simplicité.
- Ouverture.
- Flexibilité.

Il est composé de deux éléments principaux :

WinCC flexible Engineering System :

WinCC flexible Engineering System est le logiciel avec lequel on réalise toutes les tâches de configuration requises après que l'édition WinCC flexible détermine les pupitres opérateurs de la gamme SIMATIC HMI à configurer.

WinCC flexible Runtime :

WinCC flexible Runtime est le logiciel de visualisation de processus, ou on exécute le projet en mode processus.

IV. Le WinCC flexible et SIMATIC STEP7:**IV.1. Intégration de WinCC flexible dans STEP7 :**

WinCC flexible peut être intégré au logiciel de configuration SIMATIC STEP7, cela permet de choisir des mnémoniques et blocs de données de SIMATIC STEP7 comme variables dans WinCC flexible, on économise non seulement le temps et l'argent, mais on évite des sources d'erreurs dues à la répétition de la saisie.

IV.2. Avantages de l'intégration au STEP7 :

Lors de la configuration intégrée, on a accès aux données de configuration que l'on a créés lors de la configuration de l'automate avec STEP 7, on profite des avantages 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 réaction 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, on sélectionne simplement sous WinCC flexible le mnémonique STEP 7 auquel on veut affecter une variable. Les modifications de mnémonique sous STEP 7 sont mises à jour sous WinCC flexible.
- Il suffit de définir les mnémoniques une seule fois sous STEP 7 pour pouvoir les utiliser sous STEP 7 et sous WinCC flexible.
- Les alarmes ALARM_S et ALARM_D configurées sous STEP 7 sont prises en charge sous WinCC flexible et peuvent être affichées sur le pupitre opérateur.[13]

V. Création d'un projet sous WinCC Flexible 2008 :

Pour la première utilisation du logiciel on démarre WinCC flexible, soit par l'icône placée sur le bureau de l'ordinateur de configuration, soit par le menu démarrer de Windows.

Une fenêtre WinCC Flexible Advanced s'ouvre afin de vous permettre de spécifier le type d'action que vous désirez accomplir, valider un cliquer sur (créer un projet vide)



Figure IV.1. Icône de Wincc

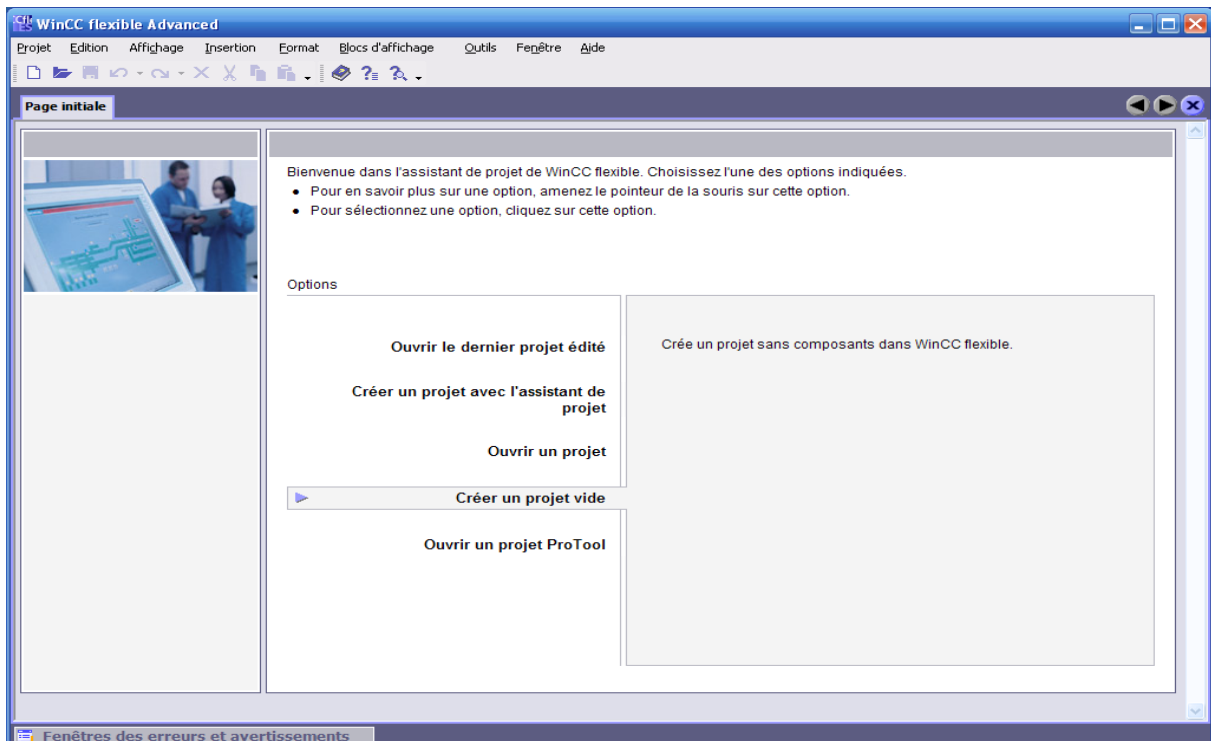


Figure IV.2. Création de projet

Une fenêtre de sélection du type de pupitre s'ouvre pour nous permettre de choisir un pupitre adéquat à notre application.

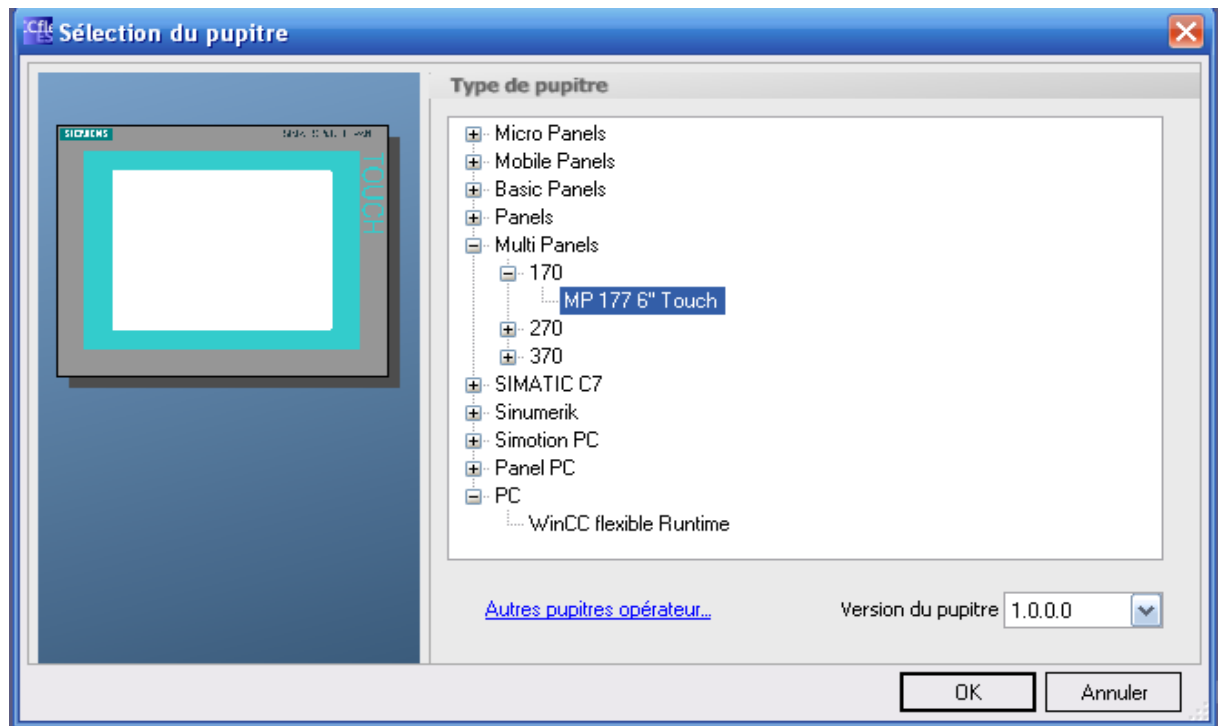


Figure IV.3. Choix de pupitre

Après validation du type du pupitre l'espace de travail WinCC Flexible Advanced-projet-HMI s'ouvre.

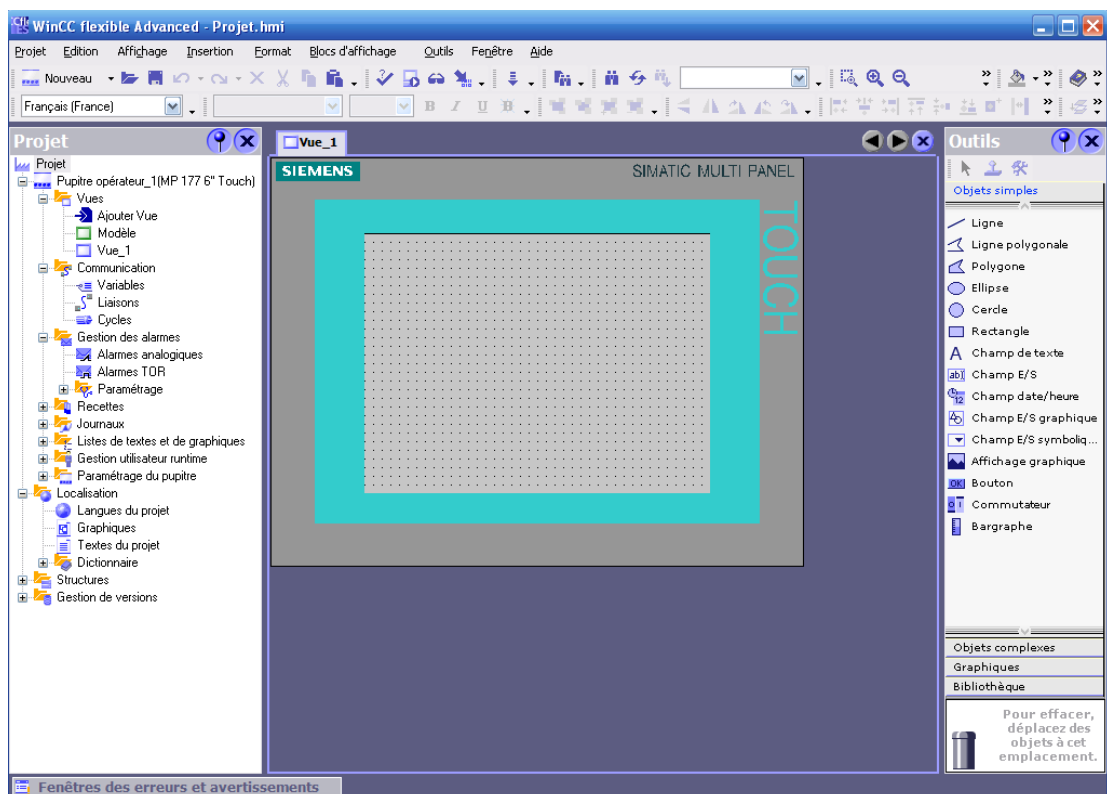


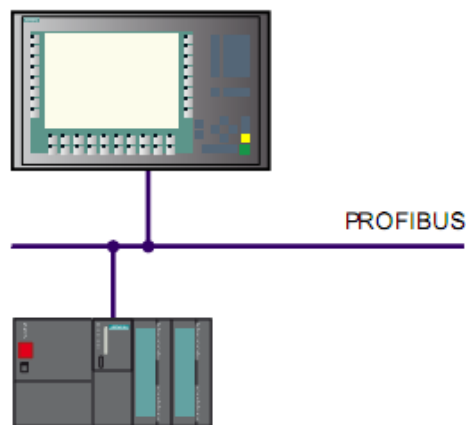
Figure IV.4. Espace de travail

L'espace de travail de WinCC flexible nous offre tous les outils nécessaires à la présentation d'un quelconque système automatique, mécanique, hydraulique et autres.

L'insertion de la maquette du système sera suivie des configurations de ces différents paramètres soit de mise en marche ou de communication avec l'automate programmable grâce à des éditions des différentes variables intervenant dans le processus du système à automatiser.

Quand la configuration de la station sera terminée, il sera téléchargé sur un vrai pupitre avec des câbles MPI.

La liaison pupitre –API sera effectuée avec des câbles PROFIBUS.



V.1. Planches de la station de neutralisation:

Cette figure représente la station neutralisation qui va faciliter aux opérateurs de piloter et visualiser le processus.

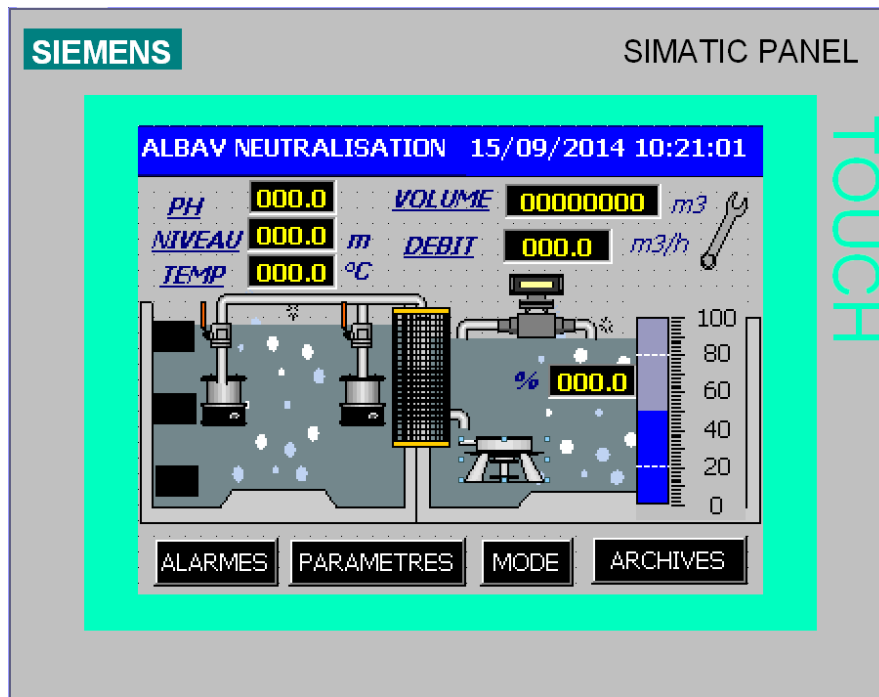


Figure IV.5. Station de neutralisation

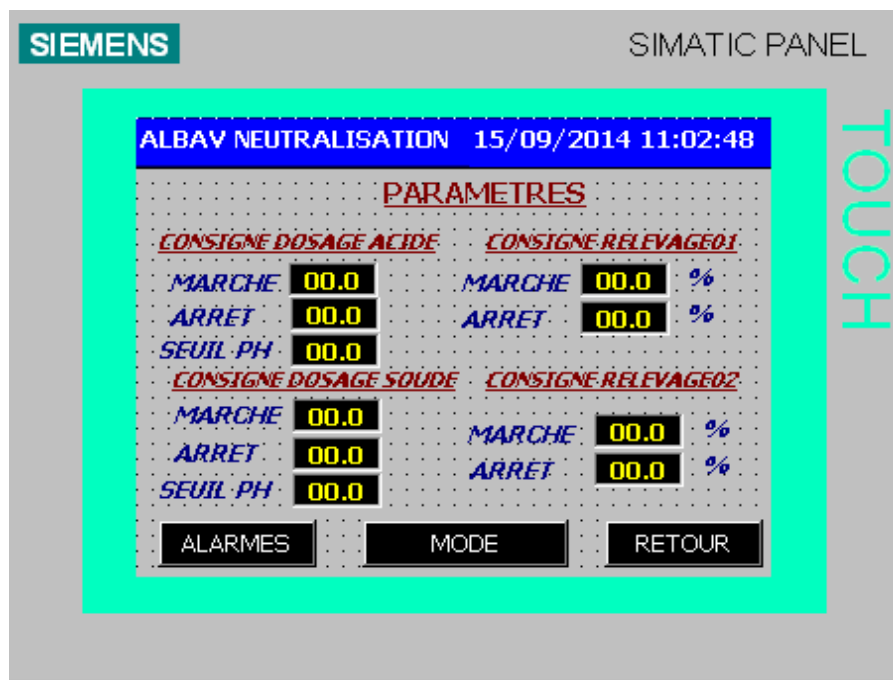


Figure IV.6. Les différents paramètres de la station

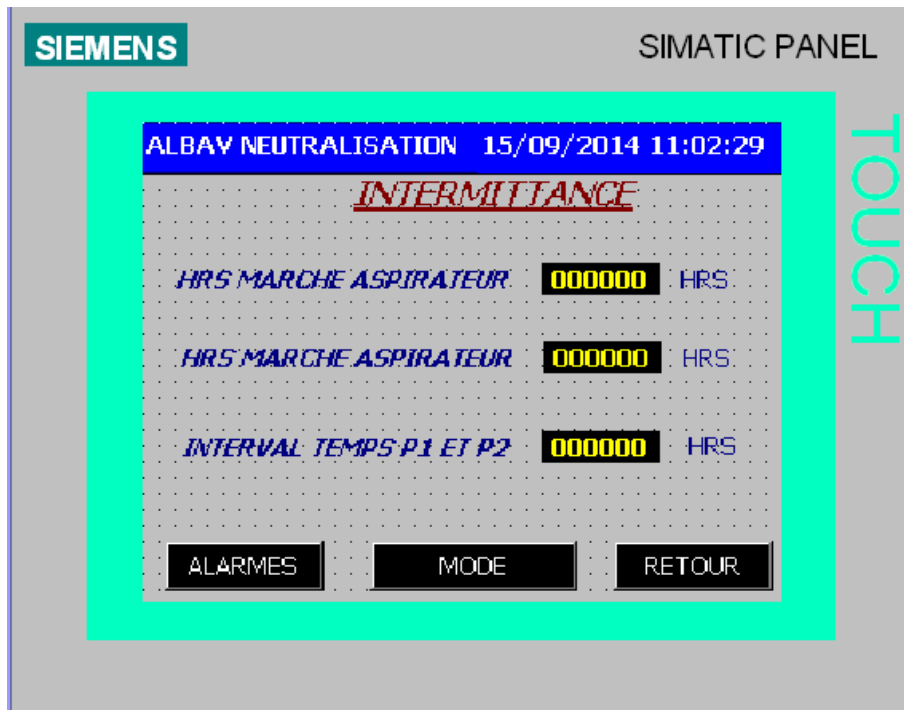


Figure IV.7. Les intermittences

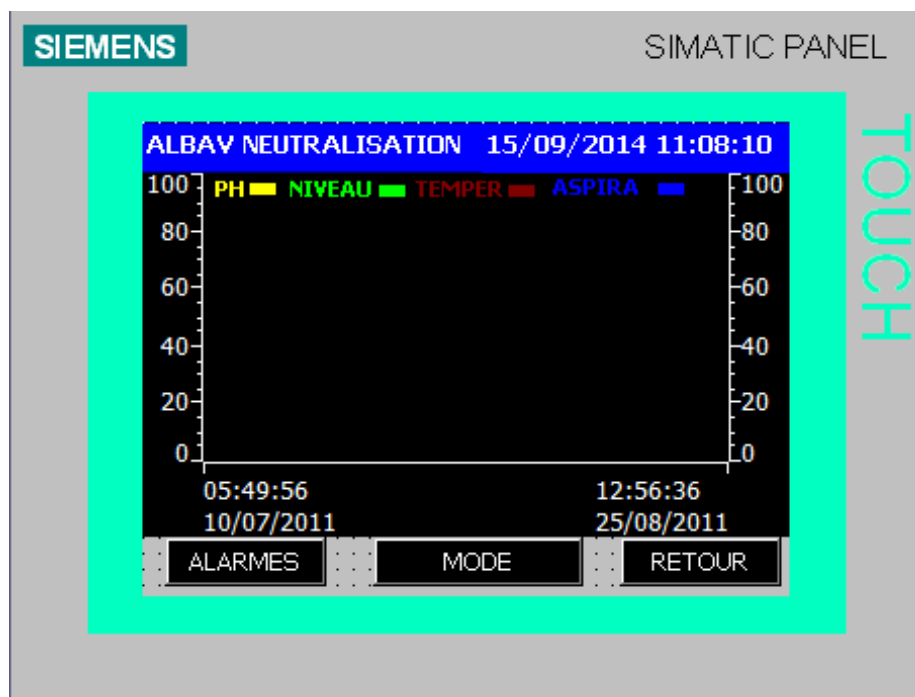


Figure IV.8. Les alarmes.

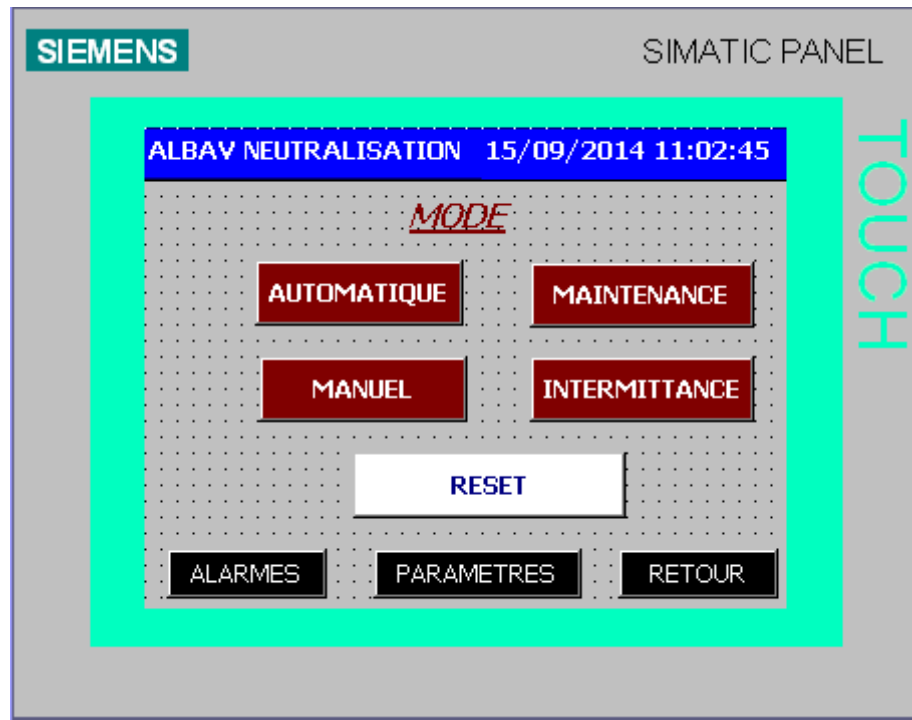


Figure IV.9. Le mode de marche automatique

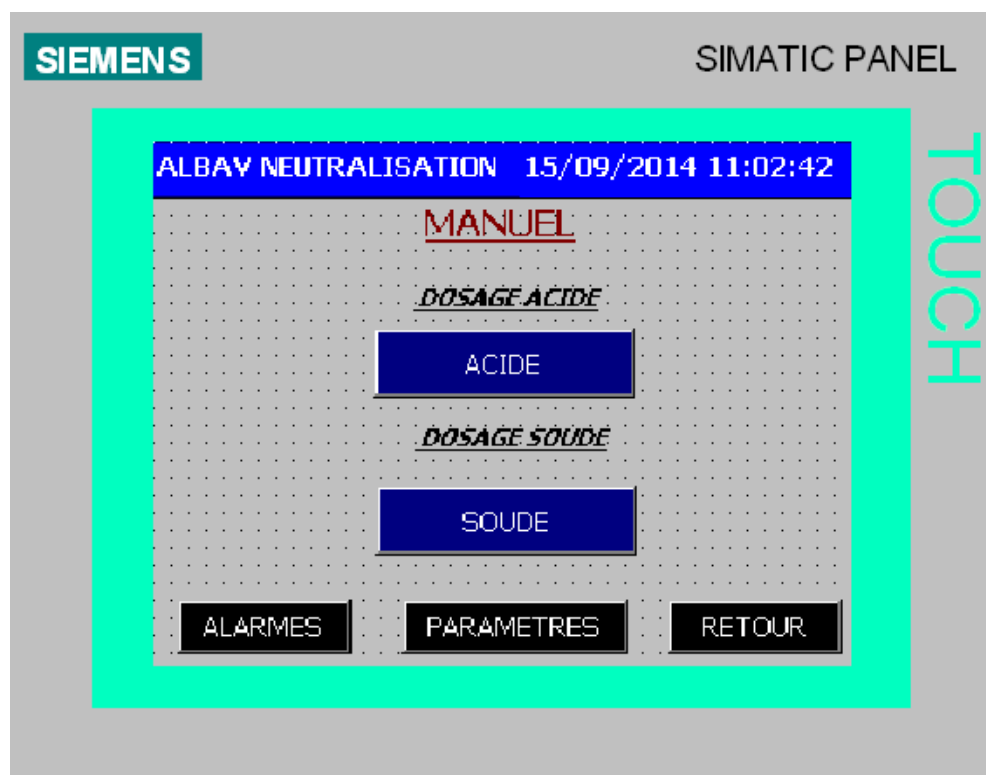


Figure IV.10. Le mode de marche manuel

VI. Conclusion

Nous avons élaboré sous WinCC toutes les vues qui sont utiles pour suivre l'évolution de cycle de travail de la station. Ce programme respecte l'exactitude de programme de fonctionnement de la station que nous avons développé avec le logiciel Step-7.

Le logiciel de supervision met à notre disposition de vrais outils industriels pour surveiller contrôler, et conduire notre procédé.

La supervision est devenue indispensable dans les processus industriels, son utilité apparaît dans la diminution des temps d'arrêt, signalisation des pannes. Ainsi elle augmente la fiabilité de la machine et sa durée de vie.

Conclusion générale

Conclusion générale

Conclusion générale

Ce stage a été une première expérience professionnelle très enrichissante sur tous les plans, aussi d'un point de vue de l'approfondissement de nos connaissances en électricité et en automatisme industriel que du point de vue relationnel. Pendant ce stage de six mois au sein de l'entreprise EASM, nous avons donc pu exploiter nos connaissances dans le côté pratique et plus spécifiquement la réalisation des armoires électriques.

Grace aux informations fournies par le personnel de l'entreprise, nous avons pu faire une étude matérielle de la station de neutralisation. En passant par plusieurs étapes, nous sommes arrivés à réaliser l'armoire électrique qu'il faut pour la station en procédant par le choix de tous les composants ; de protection ou de commande et contrôle.

Ensuite nous sommes passés au développement de la solution de programmation et de supervision. Le choix de l'automate programmable (API S7 300) comme organe de commande nous a conduit à faire une étude de ce dernier, il nous a permis de découvrir un outil performant et compacte qui permet de remplacer circuits de commandes très complexes et volumineux.

Ce stage nous a été bénéfique à plus d'un titre. Il nous a permis entre autre de :

- Mettre en pratique les notions théoriques acquises durant notre cursus ;
- Découvrir la réalité du monde industriel ;
- Se familiariser avec le milieu du travail ;
- Acquérir une certaine expérience pour pouvoir affronter le monde professionnel ;
- Maîtriser certains instruments et certains outils indispensables tel que la programmation par le langage STEP7 ;
- Découvrir les techniques de supervision.

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

Bibliographie

- [1] VALVERTNW Benelux –Etalle Gestion des eaux usées en entreprise 05.12.2013
- [2] Evacuation et traitement des eaux résiduaires des laiteries-fromageries
- [3] R.Fraoucene et O.Kahil, « Etude de l'automatisation par API S7-300 de la machine de découpage et poinçonnage des contre-portes frigorifiques à l'ENIEM », mémoire d'ingénieur. Département automatique.
- [4] Cours automatisme industriels/chap7 API.
- [5] AERATEUR Fuchs Enprotec GmbH
- [6] MEMOTECH ELECTROTECHNIQUE 7emeédition CASTELLA
- [7] LE DEPART-MOTEUR DANS L'UTILISATION QUOTIDIENNE, Documentation Schneider Electric
- [8] DETERMINATION DE LA SECTION DES CONDUCTEURS
- [10] ROIZOT Sébastien
- [11] LA PROTECTION DES CIRCUITS ET DES PERSONNES, guide pédagogique / en conformité avec la NF C 15-100 DU 31/05/2003 publié par Legrand
- [12] Protections contre les surintensités BTS ETT 2006

Le site internet :

<http://www.fr.ch/sen>

www.fuchs-germany.com

http://www.socomec.fr/page_fr/lien_doc.htm

<http://www.courselec.free.fr>

Annex

Annex A

SPECIFICATIONS TECHNIQUES

Alimentation : 3PH/N

Tension réseau : 400V/50HZ

Couleur cables

Phase 400V : NOIR

Phase 220V : NOIR

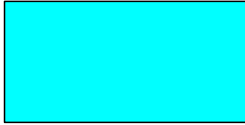
Neutre 220V : BLEU

24VDC : NOIR

0VDC : BLEU

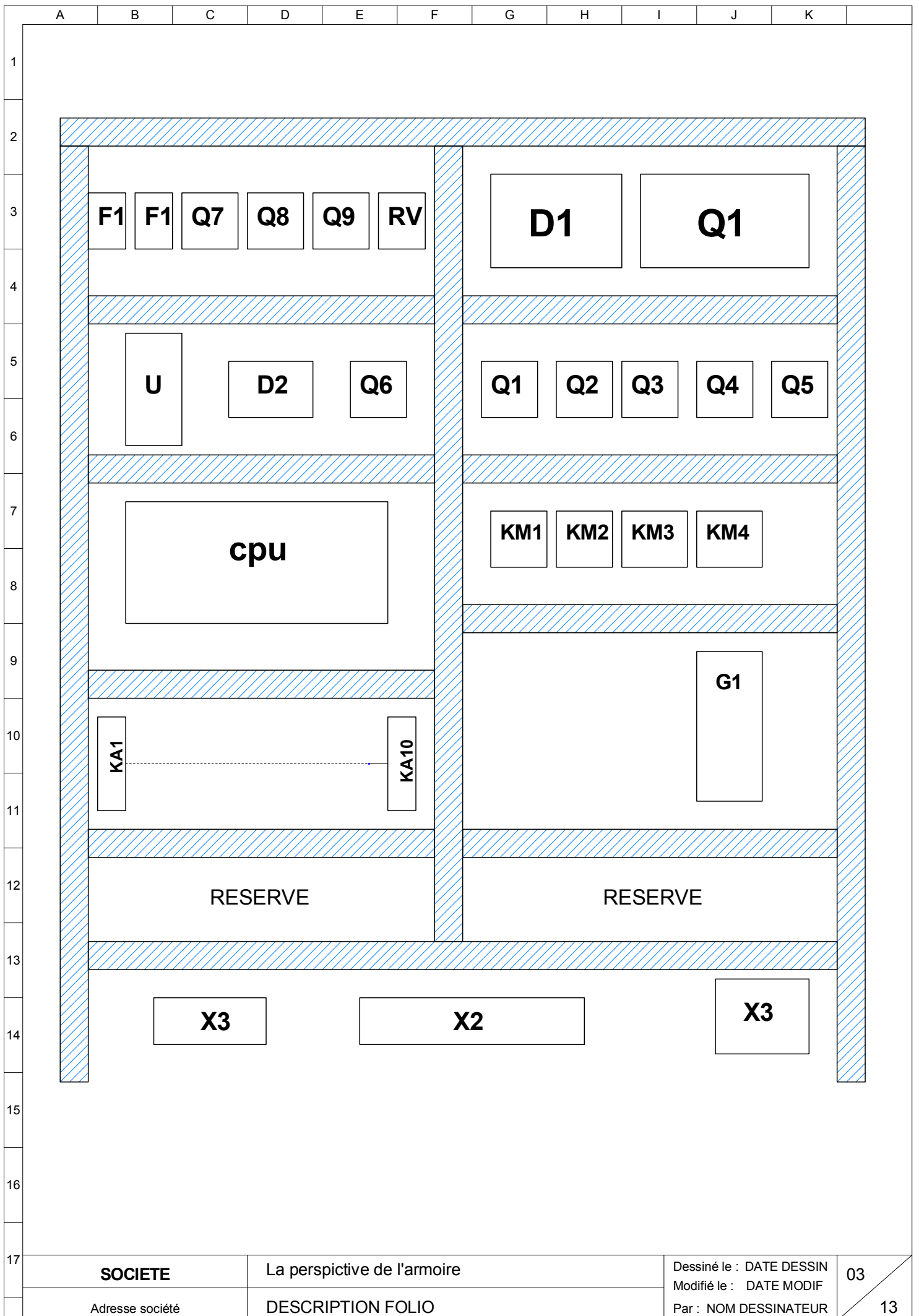
SOCIETE	La perspective de l'armoire	Dessiné le : DATE DESSIN	01
	Adresse société	DESCRIPTION FOLIO	
		Par : NOM DESSINATEUR	13

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17	SOCIETE		La perspective de l'armoire					Dessiné le : DATE DESSIN		02		
	Adresse société		DESCRIPTION FOLIO					Modifié le : DATE MODIF				
								Par : NOM DESSINATEUR		13		



AU





SOCIETE

Adresse société

La perspective de l'armoire

DESCRIPTION FOLIO

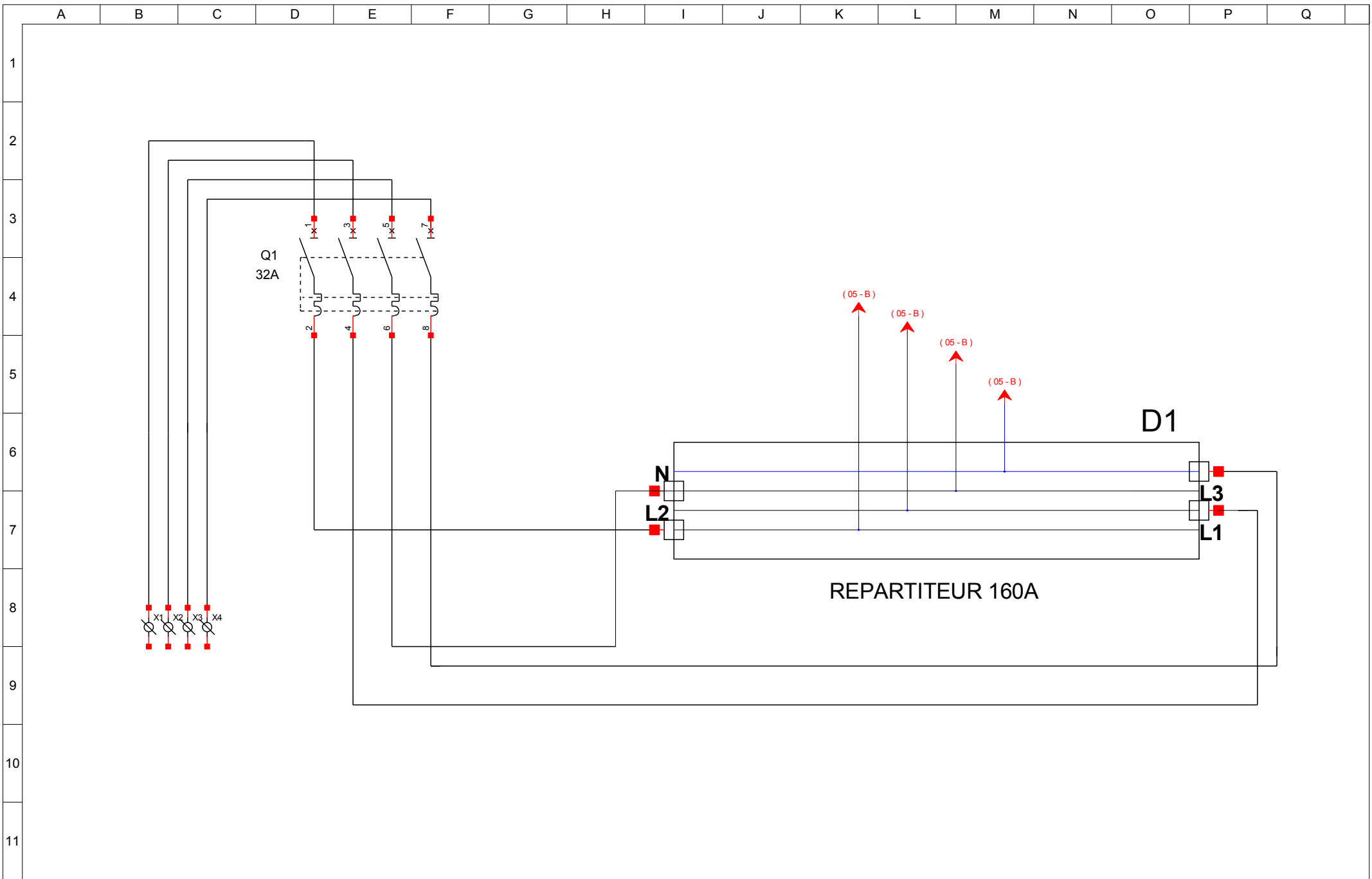
Dessiné le : DATE DESSIN

Modifié le : DATE MODIF

Par : NOM DESSINATEUR

03

13

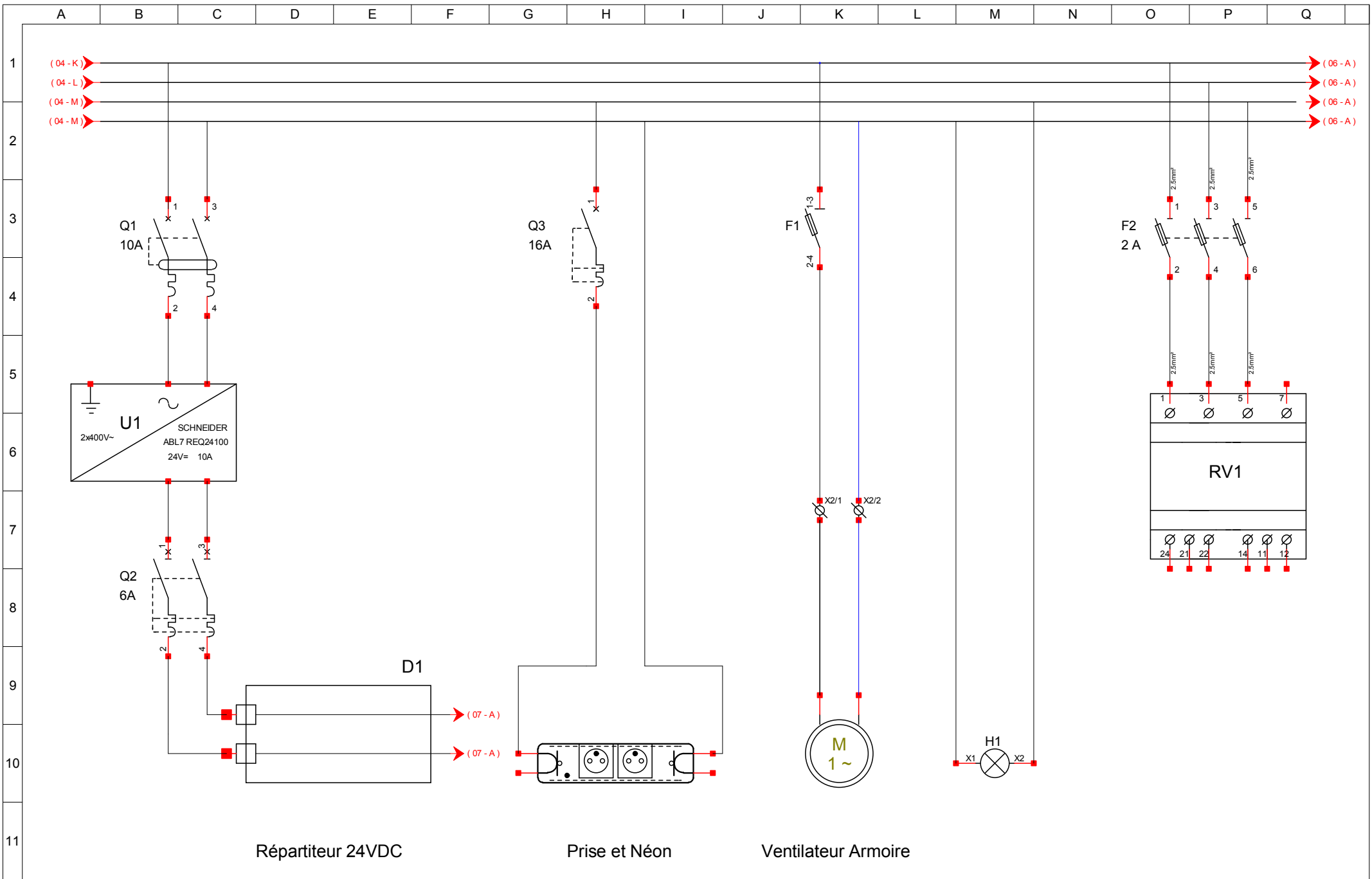


SOCIETE
Adresse société

Schemas de puissance
DESCRIPTION FOLIO

Dessiné le : DATE DESSIN
Modifié le : DATE MODIF
Par : NOM DESSINATEUR

04
13



Répartiteur 24VDC

Prise et Néon

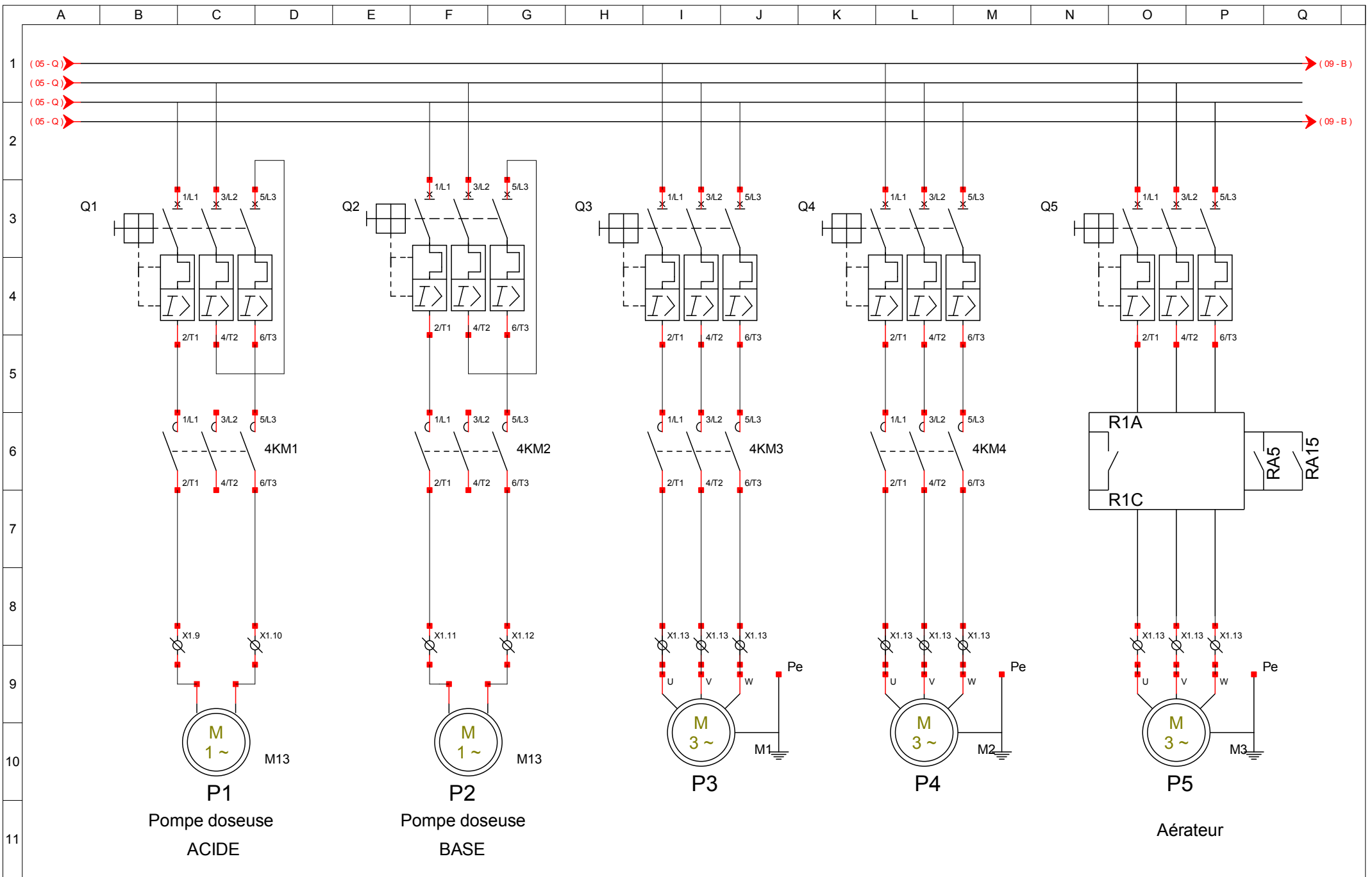
Ventilateur Armoire

SOCIETE
Adresse société

Schemas de puissance
DESCRIPTION FOLIO

Dessiné le : DATE DESSIN
Modifié le : DATE MODIF
Par : NOM DESSINATEUR

05
13

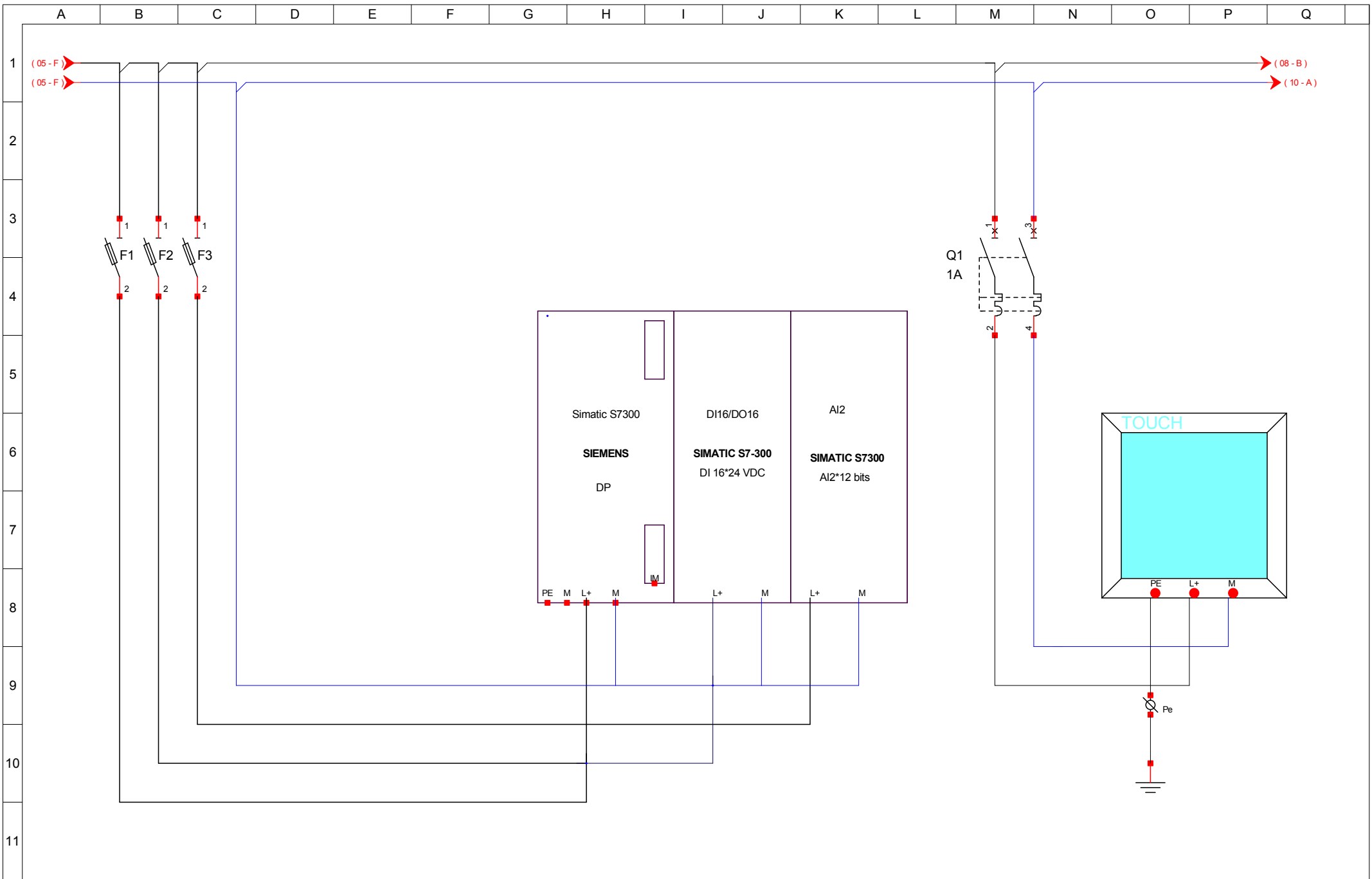


SOCIETE
Adresse société

Schemas de puissance
DESCRIPTION FOLIO

Dessiné le : DATE DESSIN
Modifié le : DATE MODIF
Par : NOM DESSINATEUR

06
13

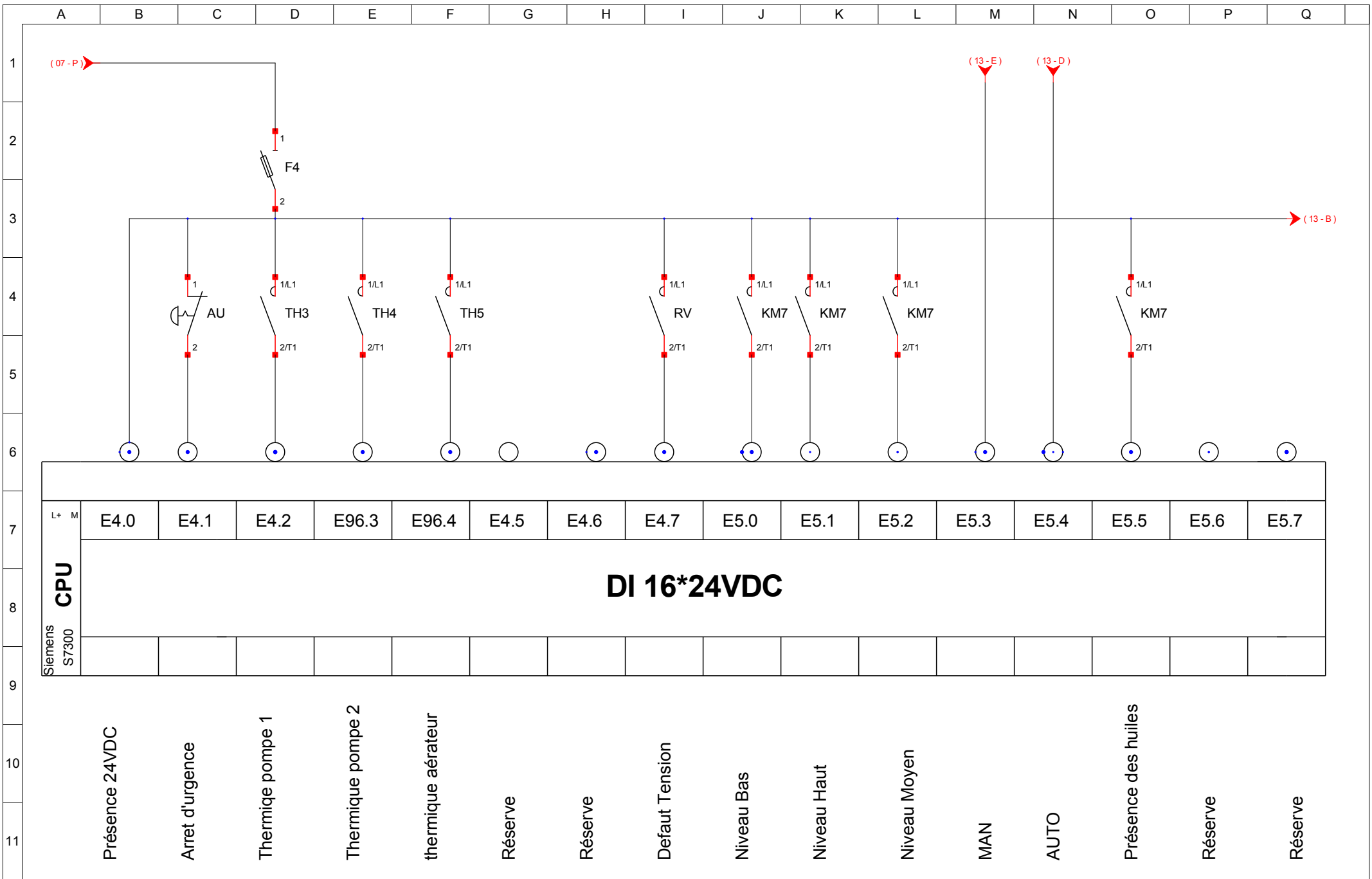


SOCIETE
Adresse société

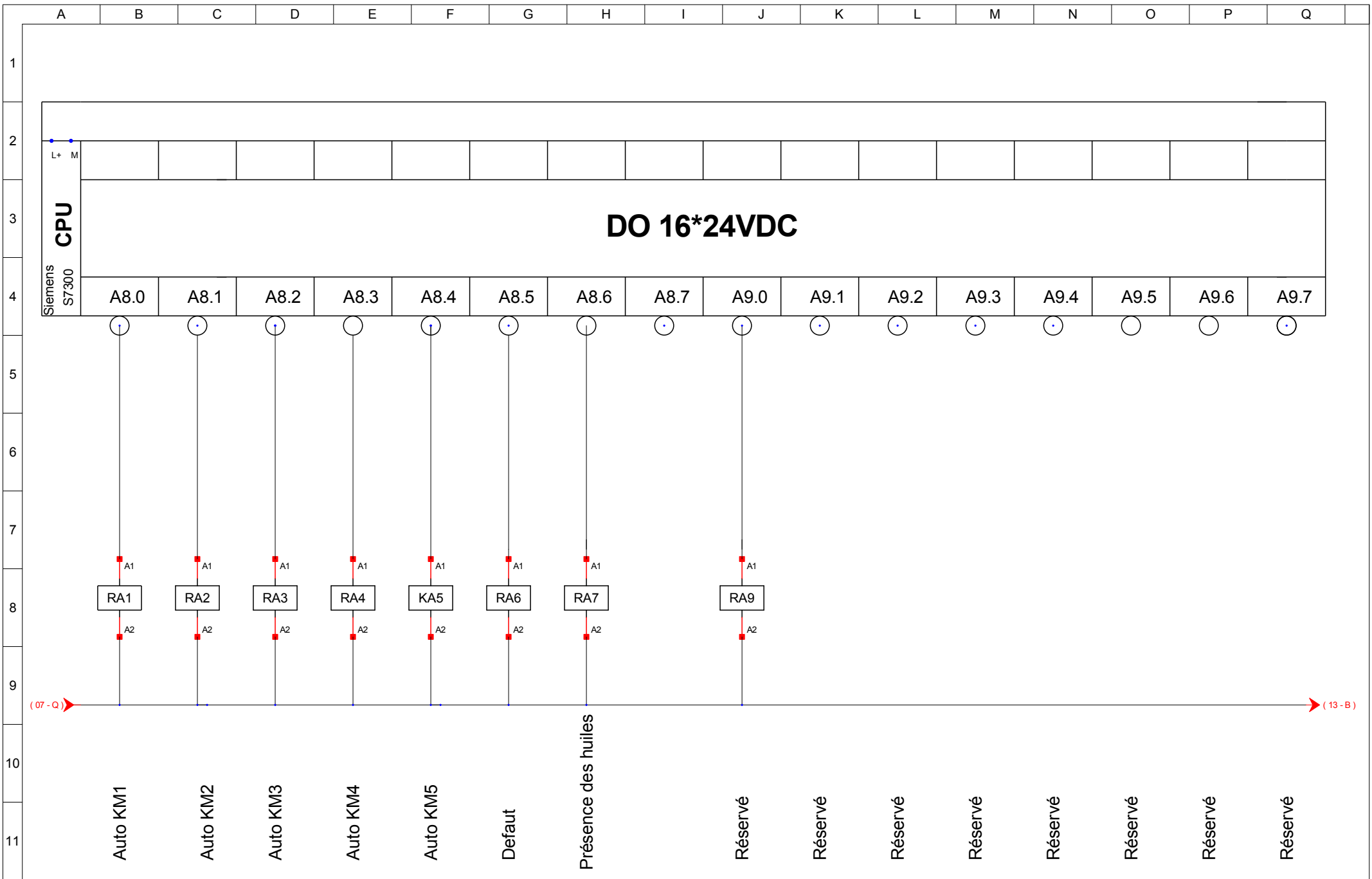
TITRE FOLIO
DESCRIPTION FOLIO

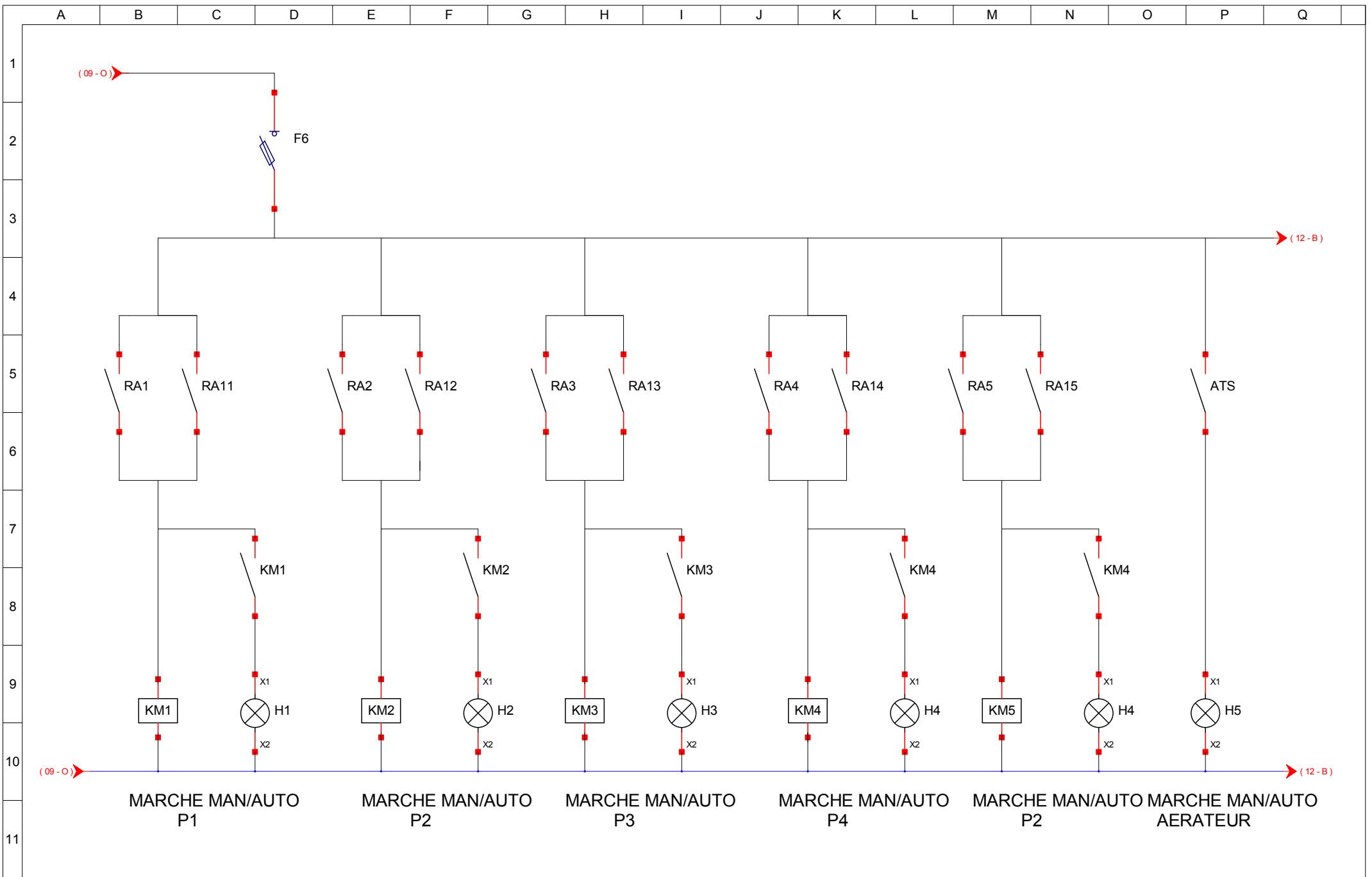
Dessiné le : DATE DESSIN
Modifié le : DATE MODIF
Par : NOM DESSINATEUR

07
13



SOCIETE Adresse société	Schemas de commande												Dessiné le : DATE DESSIN Modifié le : DATE MODIF Par : NOM DESSINATEUR	08
	DESCRIPTION FOLIO												13	



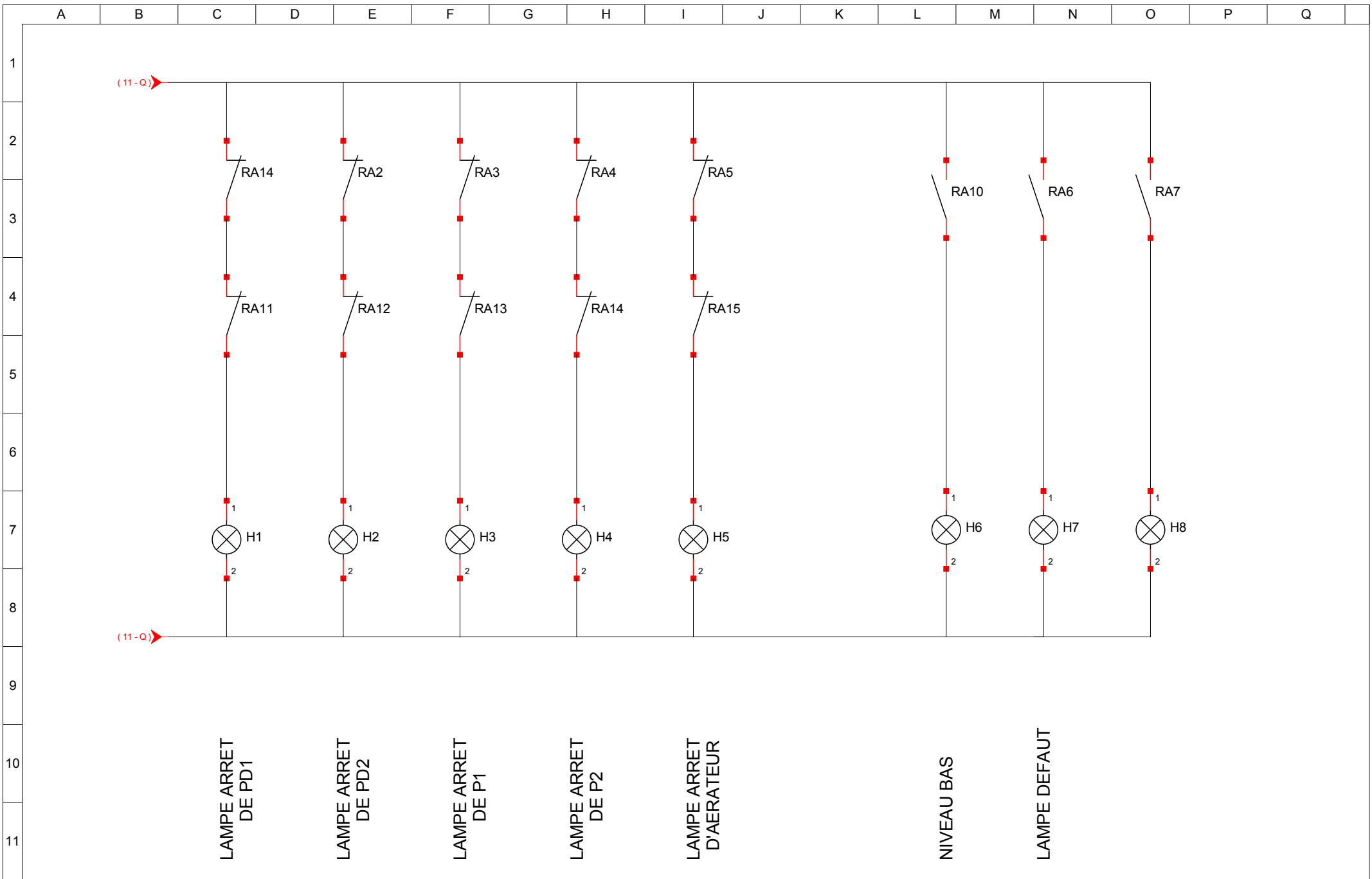


SOCIETE
Adresse société

Schemas de commande
DESCRIPTION FOLIO

Dessiné le : DATE DESSIN
Modifié le : DATE MODIF
Par : NOM DESSINATEUR

11
13



LAMPE ARRET
DE PD1

LAMPE ARRET
DE PD2

LAMPE ARRET
DE P1

LAMPE ARRET
DE P2

LAMPE ARRET
D'AERATEUR

NIVEAU BAS

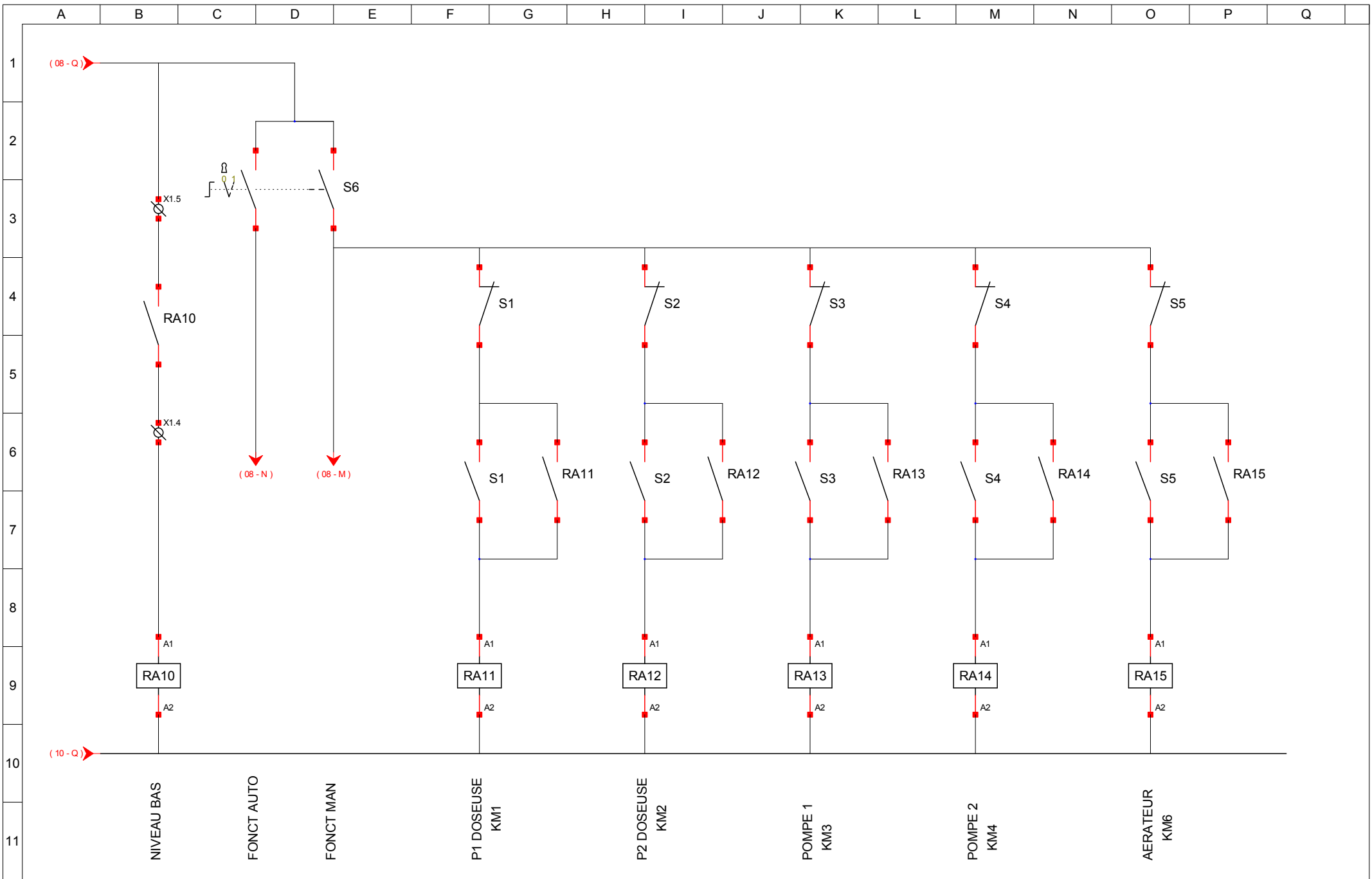
LAMPE DEFAULT

SOCIETE
Adresse société

Schemas de commande
DESCRIPTION FOLIO

Dessiné le : DATE DESSIN
Modifié le : DATE MODIF
Par : NOM DESSINATEUR

12
13



SOCIETE
Adresse société

Schemas de commande
DESCRIPTION FOLIO

Dessiné le : DATE DESSIN
Modifié le : DATE MODIF
Par : NOM DESSINATEUR

13
13

Annex B

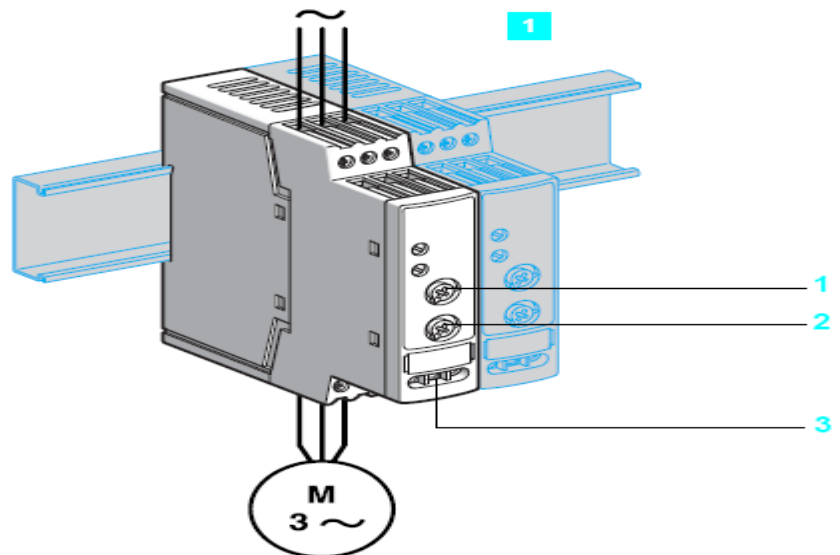
Annexes B

Présentation de l'altistart 38

Le démarreur progressif Altistart 38 est soit un limiteur de couple au démarrage, soit un démarreur progressif ralentisseur pour les moteurs asynchrones. L'utilisation de l'Altistart 38 améliore les performances de démarrage des moteurs asynchrones en permettant un démarrage progressif sans à-coup et contrôlé. Son utilisation permet la suppression des chocs mécaniques cause d'usure, d'entretien et de temps d'arrêt de production. L'altistart 38 limite le couple de décollage et les pointes de courant au démarrage, sur des machines pour lesquelles un couple de démarrage élevé n'est pas nécessaire.

Ils sont destinés aux applications simples suivantes :

- convoyeurs,
- tapis transporteurs,
- pompe,
- ventilateurs,
- compresseurs,
- portes automatiques,
- les petits portiques,
- machines à courroies...

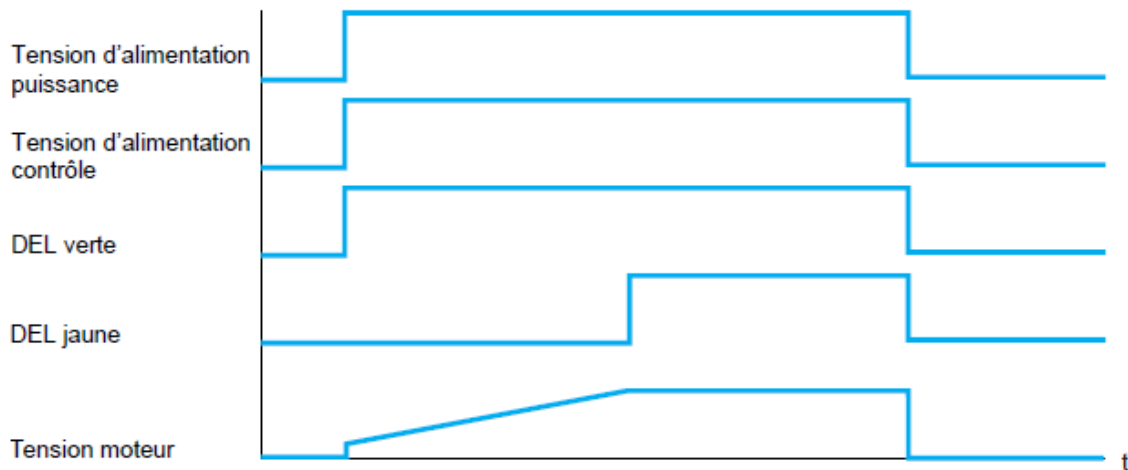


Description

Le démarreur progressif Altistart 38 (ATS 01N1ppp) est équipé :

- d'un potentiomètre de réglage 1 du temps de démarrage,
- d'un potentiomètre 2 pour ajuster le seuil de tension de démarrage en fonction de la charge du moteur,
- de 2 entrées 3 :
- 1 entrée z 24 V ou 1 entrée a 110...240 V pour l'alimentation du contrôle qui permet la commande du moteur.

Diagramme fonctionnel



Principe de fonctionnement du débitmètre

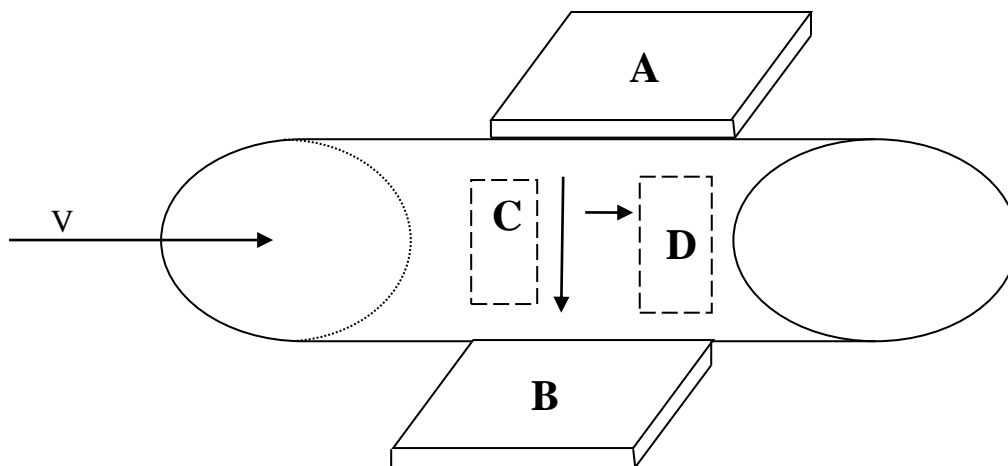


Figure I.5 : Schémas descriptif d'un débitmètre électromagnétique

Le liquide, dont le débit est mesuré, circule dans la conduite et reste en contact avec les deux électrodes C et D. L'induction magnétique est produite par deux bobines plates A et B, placées de part et d'autre de la conduite de mesure. Cette conduite est réalisée en matériau magnétique et revêtue sur sa surface intérieure d'une couche isolante et résistante aux produits corrosifs transportés.

Le capteur de débit fonctionne conformément à la loi d'induction de Faraday. A la place d'un conducteur qui se déplace dans un champ magnétique, il y a un liquide qui coule dans une conduite de mesure. Le champ magnétique B , perpendiculaire au plan des électrodes C et D, peut être alternatif ou continu pulsé.

Annexes B

Quand les bobines sont alimentées en courant alternatif, le signal recueilli des électrodes et de la forme :

$$e = V d B_0 \cos (\omega t + \varphi)$$

Ou : V : vitesse d'écoulement (perpendiculaire à \vec{B})

B_0 : valeur maximale de l'induction

ω : pulsation de l'induction

d : diamètre de la conduite

L'amplitude du signal est proportionnelle a la vitesse V , donc au débit liquide qui traverse la conduite.

Sonde de niveau 4 ... 20mA :

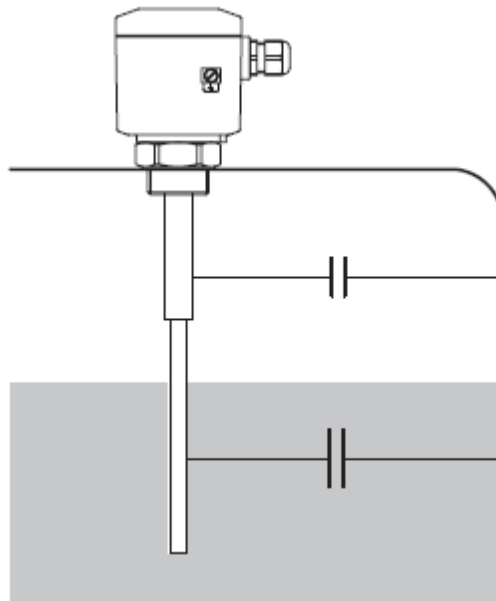


Figure I.4. Variation de capacité à la montée du niveau

L'électrode et la paroi de la cuve sont les plaques du condensateur. Le produit est le diélectrique. La constante diélectrique (CD) du produit étant supérieure à celle de l'air, la capacité du condensateur augmente avec la montée du produit.

Cette variation de capacité est convertie par l'API en une valeur proportionnelle au niveau. La valeur de mesure est délivrée de façon analogique sous forme de signal courant 4 ... 20 mA normé et séparé du potentiel.

Le réglage de la sonde peut s'effectuer par le préampli intégré ou en option par une console de programmation et par le PC.

Annexes B

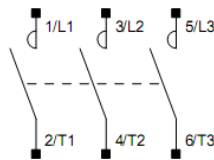
En mesure continue, le niveau momentané est enregistré en permanence et converti en un signal proportionnel au niveau. Ce signal sera affiché directement ou exploité à des fins de régulation ou de commande.

LE CONTACTEUR DE PUISSANCE:

Définition :

Le contacteur est un appareil mécanique de connexion, capable d'établir, de supporter et d'interrompre des courants dans les conditions normales du circuit, y compris les conditions de surcharge en service. Le contacteur de puissance est utilisé pour la commande de moteur, de résistance de chauffage, de circuit de puissance en général. Il est repéré dans les schémas par KM, (KM1, KMA...) aussi bien pour la bobine et les contacts.

Symbole



Constitution :

Le contacteur de puissance comporte 4 ensembles fonctionnels :

- ✓ le circuit principal ou circuit de puissance.
- ✓ le circuit de commande.
- ✓ l'électro-aimant.
- ✓ le circuit auxiliaire (bloc supplémentaire).

Contacts de commande :

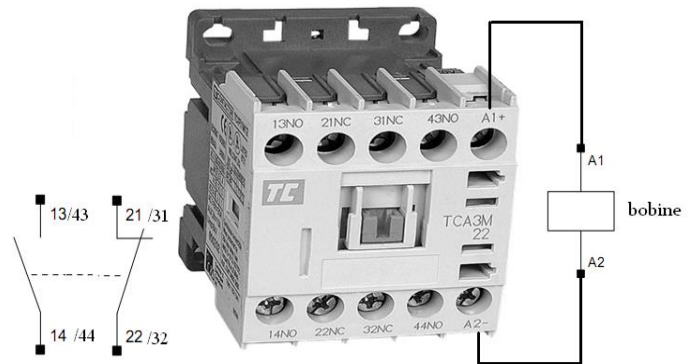
- la bobine (A1A2)
- Les contacts NO (normalement ouvert) (13-14) et (43-44)
- Les contacts NC (normalement coupé) (21-22) et (31-32)



Figure-A.10-

Le circuit auxiliaire :

Le circuit auxiliaire est un bloc de contacts supplémentaires ajouté sur le contacteur on cas d'insuffisance des contacts.



LE DISJONCTEUR MOTEUR :

Définition :

Le disjoncteur moteur est un disjoncteur magnétothermique qui réalise à la fois la protection contre les courts-circuits (circuit magnétique) et contre les surcharges (relais de surcharge) par ouverture rapide du circuit en défaut.

Un disjoncteur moteur est caractérisé par sa courbe de déclenchement, qui représente les temps de déclenchement du disjoncteur en fonction du courant (multiple de I_r).

Cette courbe comporte quatre zones:

- la zone de fonctionnement normal (A) : Tant que $I < I_r$, il n'y a pas de déclenchement.
- La zone des surcharges thermiques (B) : Le déclenchement est assuré par le « thermique » ; plus la surcharge est importante, plus le temps de déclenchement est court. Ce mode de déclenchement est ainsi appelé « à temps inverse » dans les normes.
- La zone des courants forts (C) : surveillée par le « magnétique instantané » ou « court-circuit » dont le fonctionnement est instantané (inférieur à 5 ms).
- Et sur certains disjoncteurs (disjoncteurs électroniques), une zone intermédiaire (D) : surveillée par un « magnétique temporisé » dont le fonctionnement est retardé (de 0 à 300 ms). Ce mode de déclenchement est appelé « à retard indépendant » dans les normes. Il permet d'éviter des déclenchements intempestifs à l'enclenchement sur les pointes de courants magnétisants des moteurs.

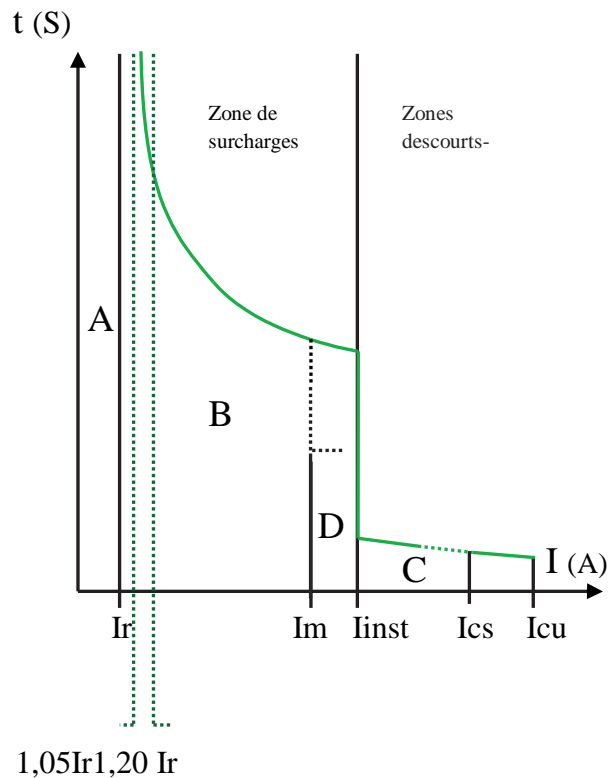


Figure -A.12- :Les Zones de fonctionnement d'un disjoncteur magnétothermique

Leurs limites sont :

I_r : courant de réglage de la protection contre les surcharges, il doit correspondre à la valeur du courant nominal (I_n) du moteur à protéger.

I_m : courant de déclenchement de la protection magnétique temporisée.

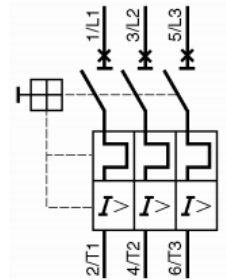
I_{inst} : courant de déclenchement de la protection magnétique instantanée. Il peut varier de 3 à 17 fois I_r mais est en général proche de $10 I_r$.

I_{cs} : pouvoir assigner de coupure de service en court-circuit

I_{cu} : pouvoir de coupure ultime (maximum) en court-circuit



Figure-A.13-



Symbole

**Disjoncteur moteur
magnétothermique**

DISJONCTEUR DIFFERENTIEL

Définition :

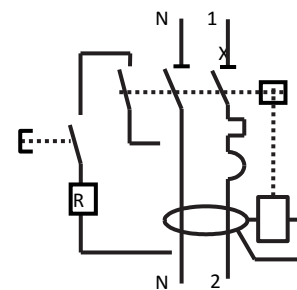
Les disjoncteurs différentiels monoblocs DPN N Vigì sont destinés :

- A la commande et la protection contre les surintensités de circuits en distribution terminale tertiaire, agricole et industrielle, en régime de neutre à la terre (TT) ou de mise au neutre (TNS)
- A la protection contre les défauts d'isolement :
 - protection des personnes contre les contacts indirects (30 ou 300 mA) et les contacts directs (30 mA)
 - Protection des installations contre le risque d'incendie (300 mA).

La version 30 mA participe à une sélectivité verticale totale avec les dispositifs différentiels 300 mA (ID ou Vigì) placés en amont.



Figure-A.14-



Symbole

Disjoncteur différentiel

Caractéristiques :

Calibres : de 6 à 40A réglés à 30 °C.

Tension d'emploi : 230 V CA.

Pouvoir de coupure : 6 KA.

RELAIS DE CONTROLE DE NIVEAUX :

Définition :

Les relais de contrôle de niveaux sont des appareils détectent des niveaux de remplissage de liquides conducteurs. Ils permettent la mise en marche de pompes ou de vannes pour la régulation des niveaux, ils sont également adaptés pour la protection contre la marche à vide des pompes immergées, ou la protection de “trop plein” de cuves. Ils peuvent aussi Contrôler le dosage de liquides lors de mélanges et protéger les résistances de chauffage en cas de non immersion.

Caractéristiques :

Alimentation : 24 à 240V AC/DC 50/60 Hz.

Valeurs de contrôle : 0,25...5 K Ω 5...100 K Ω 0,05...1 M Ω .

Temporisation : 0,1 à 5 s.

Sortie : 2 relais de 5 A.



Figure-A.15-