

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique

Université Abderrahmane Mira – Bejaia

Faculté de Technologie Département Génie Electrique

Mémoire de fin de cycle

En vue de l'obtention d'un diplôme du Master en Electrotechnique

Option : Automatisme Industriel

Thème:

***Automatisation, supervision et élaboration d'un plan
de maintenance d'une centrale frigorifique au sein
de l'unité de conditionnement d'huile, complexe
CEVITAL***

Réalisé par :

- AHMED Samir
- DJIDJILI Fouad

Encadré par :

- LAIFAOUI A/Karim
- MELLAHI Ahmed
- BEN CHAALAL Samir

Promotion 2014/2015

Dédicaces

*Je tiens vivement, à dédier ce modeste
travail :*

*A mes très chers parents qui m'ont tant aidé tout au long de
mes études, que
dieu le tout puissant vous garde, et vous procure
santé, bonheur et longue vie à son adoration ;
A mes frères et sœurs ainsi que tous les membres de ma famille ;*

A tous mes proches ;

A tous mes amis et camarades sans exception ;

A tous ceux qui aiment partager le savoir sans rien en retour.

AHMED Samir

Dédicaces

*Je tiens vivement, à dédier ce modeste
travail :*

*À mes très chers parents qui m'ont tant aidé tout au long de
mes études, que
dieu le tout puissant vous garde, et vous procure
santé, bonheur et longue vie à son adoration ;
À mes frères et sœurs ainsi que tous les membres de ma famille ;*

À tous mes proches ;

À tout mon quartier Takliet, et mes amis d'Oran ;

À tous mes amis et camarades sans exception ;

*À ceux qui m'ont tout donné sans rien
en retour.*

DJIDJILI Fouad



Nous remercions d'abord ALLAH le tout puissant de nous avoir accordé la force, la volonté et la connaissance pour accomplir ce projet ;

Nous tenons à remercier notre promoteur Mr : LAIFAOUI A/Karim pour ses précieux conseils, efforts et orientations, ainsi que notre Co promoteur Mr MELLAHI Ahmed ;

Nous tenons à remercier l'ensemble du personnel de l'unité de conditionnement d'huile de l'entreprise Cevital, en particulier notre encadreur Mr BEN CHAALAL Samir pour tout son aide et conseils tout au long de notre stage ;

Nos remerciements vont également à tous les enseignants qui nous ont aidé durant toute notre formation à l'université ;

Comme on remercie toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de cet humble travail ;

Nos vifs remerciements vont également aux membres de jury : Mr TAIB Nabil et Mr TAZRART Farid d'avoir accepté d'évaluer notre travail.

Sommaire

Liste des figures

Liste des tableaux

Glossaire

Introduction générale	1
Préambule : Présentation de l'organisme d'accueil	3
1. Introduction.....	3
2. Historique	3
3. Présentation de l'unité conditionnement d'huile	3
4. Service conditionnement d'huile	5
Chapitre I : Froid et éléments de la partie opérative	6
1. Production du froid	6
1.1 Historique	6
1.2 Moyens de production	6
1.3 Machine frigorifique.....	6
1.3.1 Machine frigorifique à compression	6
1.3.2 Machine frigorifique à absorption.....	7
1.4 Fluide frigorigène	7
2. Eléments de la partie opérative	8
2.1 Partie frigorifique	8
2.2 Eléments de la partie frigorifique	8
2.2.1 Le compresseur	8
2.2.1.1 Selon l'association compresseur-moteur	8
2.2.1.2 Selon la constitution technologique	9
2.2.1.2.1 Compresseur scroll	9
2.2.2 Le Condenseur	9
2.2.2.1 Types de condenseurs.....	9
2.2.3 L'évaporateur	10
2.2.4 Le détendeur.....	10
2.2.4.1 Détendeur thermostatique.....	10

2.2.4.1.1	Détendeur à égalisation de pression interne	10
2.2.4.1.2	Détendeur à égalisation de pression externe.....	11
2.2.4.1.3	Détendeur avec limiteur de pression.....	11
2.2.5	Accessoires.....	11
2.2.5.1	Déshydrateur	11
2.2.5.2	Bouteille de liquide	12
2.2.5.3	Filtres.....	12
2.3	Capteurs et détecteurs.....	12
2.3.1	Thermostats.....	12
2.3.2	Capteurs de pression	12
2.3.2.1	Capteurs basse pression.....	12
2.3.2.2	Capteurs haute pression.....	13
2.3.2.3	Pressostat de sécurité haute pression.....	13
2.3.3	Thermistance.....	13
2.3.4	Contrôleur de débit.....	13
2.3.5	Capteur de niveau.....	13
2.3.6	Sonde de température Pt100	13
3.	Conclusion	14
Chapitre II : Notions d'automatismes.....		15
1.	Introduction.....	15
2.	Objectifs de l'automatisation	15
3.	Système automatisé de production	15
3.1	Définition.....	15
3.2	Les différentes parties d'un système automatisé	16
3.2.1	La partie opérative	16
3.2.2	La partie commande.....	16
3.2.3	La partie relation	17
4.	Les Automates Programmables Industriels, API.....	17
4.1	Définition.....	17
4.2	Architecture des APIs.....	17
4.3	Types des APIs.....	18

4.3.1	Type compact.....	18
4.3.2	Type modulaire	18
4.4	Choix de l'Unité Centrale d'API.....	19
4.5	Langages de programmation pour API	19
4.6	Grafcet.....	19
4.6.1	Définition	19
4.6.2	Règles d'évolution d'un Grafcet.....	19
4.6.2.1	Règle n° 1	20
4.6.2.2	Règle n° 2	20
4.6.2.3	Règle n° 3	20
4.6.2.4	Règle n° 4	20
4.6.2.5	Règle n° 5	20
5.	Supervision	20
5.1	Définition.....	20
5.2	Interaction et interface homme/machine	20
6.	Conclusion	21
Chapitre III : Généralités sur la maintenance.....		22
1.	Introduction.....	22
2.	Définition.....	22
3.	Types de maintenance.....	22
3.1	Maintenance préventive	23
3.1.1	Maintenance préventive systématique	23
3.1.2	Maintenance préventive conditionnelle	23
3.1.3	Maintenance préventive prévisionnelle	23
3.2	Maintenance corrective	23
3.2.1	Maintenance corrective palliative	24
3.2.2	Maintenance corrective curative	24
3.3	Maintenance améliorative	24
4.	Gestion de la maintenance assistée par ordinateur (GMAO)	24
4.1	Objectifs de la GMAO	24

5. Arbre de défaillance.....	25
6. Conclusion	25
Chapitre IV : Automatisation et maintenance de l'installation frigorifique	26
1. Introduction.....	26
2. Problématique.....	26
3. Cahier des charges	27
3.1 Planification.....	27
3.2 Organes et éléments technologiques	27
3.3 Schéma de l'installation	28
3.4 Mode de fonctionnement.....	28
3.5 Gestion, contrôle et maintenance de l'installation	33
4. Elaboration du schéma de l'installation.....	33
4.1 Le logiciel WinRelais.....	34
4.2 Le logiciel QElectroTech	34
5. Automatisation de l'installation.....	35
5.1 Elaboration du GRAFCET	35
5.2 Elaboration du programme sous logiciel Step7.....	39
5.2.1 Configuration matérielle	40
5.2.2 Communication PROFIBUS.....	41
5.2.3 Présentation du programme	41
5.2.3.1 Mise à l'échelle des capteurs analogiques.....	42
5.2.3.2 Démarrage de la pompe.....	42
5.2.3.3 Démarrage des compresseurs	43
5.2.3.4 Affichage du nombre de démarrage des compresseurs	46
5.2.3.5 Affichage du nombre d'heures de fonctionnement des compresseurs	47
5.2.3.6 Gestion des défauts.....	48
5.3 Contrôle et gestion de l'installation.....	50
5.3.1 Conception et supervision du système de refroidissement	50
5.3.1.1 Vue du menu principale	50
5.3.1.2 Elaboration de la vue du circuit hydraulique.....	51
5.3.1.3 Elaboration de la vue du circuit du refroidisseur	52

5.3.1.4	Elaboration des vues de consignes et paramétrages	52
5.3.1.4.1	Consignes de démarrage des compresseurs	52
5.3.1.4.2	Consignes de démarrage des ventilateurs	53
5.3.1.4.3	Consignes de sécurité	54
5.3.1.4.4	Réglage des échelles des capteurs	54
5.3.1.5	Elaboration des vues de l'historique	55
5.3.1.5.1	Démarrage des compresseurs	55
5.3.1.5.2	Nombre d'heures de fonctionnement des compresseurs	56
5.3.1.6	Elaboration des vues de forçage	57
5.3.1.7	Elaboration de la gestion des alarmes	58
6.	Elaboration du plan de maintenance de l'installation	59
6.1	Tableau de diagnostic sur l'installation	59
6.2	Elaboration de l'arbre de défaillance	61
6.2.1	Logiciel Arbre-Analyste	61
6.3	Elaboration d'aide à la maintenance sur le pupitre	62
7.	Conclusion	62
	Conclusion générale	63
	Références bibliographiques	
	Annexes	

Liste des figures

Figure 1 : Organigramme du service de conditionnement d'huile.....	05
Figure I.1 : Machines frigorifiques.....	07
Figure I.2 : Groupe froid industriel.....	08
Figure I.3 : détendeur à égalisation (a) de pression interne et (b) de pression externe.....	11
Figure I.4 : Sonde de temperature PT100.....	14
Figure II.1. Structure d'un système automatisé de production.....	16
Figure II.2 : Structure d'un système automatisé de production.....	18
Figure II.3 : Automate programmable industriel.....	18
Figure III.1 : Types de maintenance.....	22
Figure IV.1 : Schéma synoptique du système existant.....	26
Figure IV.2 : Schéma illustratif du nouveau système.....	27
Figure IV.3 : Grafcet marche / arrêt du système	35
Figure IV.4 : Grafcet marche / arrêt pompe 1 du refroidisseur 1.....	35
Figure IV.5 : Grafcet marche / arrêt des compresseurs du refroidisseur 1 (systèmes A et B).....	36
Figure IV.6 : Grafcet marche / arrêt des ventilateurs du refroidisseur 1 (systèmes A et B).....	36
Figure IV.7 : Grafcet marche / arrêt pompe 2 du refroidisseur 2.....	36
Figure IV.8 : Grafcet marche / arrêt des compresseurs du refroidisseur 2 (systèmes A et B).....	37
Figure IV.9 : Grafcet marche / arrêt des ventilateurs du refroidisseur 2 (systèmes A et B).....	37
Figure IV.10 : Grafcet marche / arrêt pompe 3 du refroidisseur 3.....	37
Figure IV.11 : Grafcet marche / arrêt des compresseurs du refroidisseur 3 (systèmes A et B).....	38
Figure IV.12 : Grafcet marche / arrêt des ventilateurs du refroidisseur 3 (systèmes A et B).....	38
Figure IV.13 : Grafcet marche / arrêt pompe 4 du refroidisseur 4.....	38
Figure IV.14 : Grafcet marche / arrêt des compresseurs du refroidisseur 4 (systèmes A et B).....	39
Figure IV.15 : Grafcet marche / arrêt des ventilateurs du refroidisseur 4 (systèmes A et B).....	39
Figure IV.16 : Configuration matérielle.....	40

Figure IV.17 : Mise à l'échelle du capteur de température sous Step7.....	42
Figure IV.18 : Réseau de démarrage de la pompe sous Step7.....	43
Figure IV.19 : Réseau de comparaison de la température sous Step7.....	44
Figure IV.20 : Réseau de vérification des défauts du compresseur 1 R1 sous Step7.....	44
Figure IV.21 : Réseau de la temporisation anti court-cycle du compresseur 1 R1 sous Step7.....	45
Figure IV.22 : Réseau de démarrage du compresseur sous Step7.....	45
Figure IV.23 : Réseau de nombre de démarrage du compresseur 1 R1 sous Step7.....	46
Figure IV.24 : Réseau pour calculer une minute sous Step7.....	47
Figure IV.25 : Réseau pour calculer une heure sous Step7.....	47
Figure IV.26 : Réseau de nombre d'heure de fonctionnement du compresseur 1 R1 sous Step7.....	48
Figure IV.27 : Réseau de défaut du débit d'eau sous Step7.....	49
Figure IV.28 : Réseau de défaut signalé par un gyrophare du refroidisseur 1 R1 sous Step7.....	49
Figure IV.29 : Vue principale sous WinCC.....	51
Figure IV.30 : Vue du circuit hydraulique sous WinCC.....	51
Figure IV.31 : Vue du circuit frigorifique d'un refroidisseur sous WinCC.....	52
Figure IV.32 : Vue des consignes de démarrage de compresseurs sur WinCC.....	53
Figure IV.33 : Vue des consignes de démarrage des ventilateurs sous WinCC.....	53
Figure IV.34 : Vue de consignes de sécurité BP et HP sous WinCC.....	54
Figure IV.35 : Vue de réglage des échelles des capteurs sous WinCC.....	55
Figure IV.36 : Vue de nombre de démarrage des compresseurs sous WinCC.....	56
Figure IV.37 : Vue du nombre d'heures de fonctionnement des compresseurs sous WinCC.....	56
Figure IV.38 : Vue de forçage des compresseurs sous WinCC.....	57
Figure IV.39 : Réseau de forçage du démarrage du compresseur 1 R1 sous Step7.....	58
Figure IV.40 : Vue des alarmes sous WinCC.....	58
Figure IV.41 : Combinaisons d'événements sous Arbre-Analyste.....	61
Figure IV.42 : Vue d'aide à la maintenance sous WinCC.....	62

Liste des tableaux

Tableau IV.1 : Les opérandes et les plages de paramètres de la CPU318-2.....	40
Tableau IV.2 : Plan de maintenance.....	59

.

Glossaire

ASHRAE: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.

ISO : Organisation internationale de normalisation.

HP : Haute Pression.

BP : Basse Pression.

R : Refroidisseur.

RTD : ResistanceTemperature Detector.

PO : Partie Opérative.

PC : Partie Commande.

SCC : système de contrôle/commande.

PR : Partie Relation.

API : Automate Programmable Industriel.

NF C : Norme Française ; Appareillage industriel à basse tension.

UC : Unité Centrale.

FBD : Function Bloc Diagramm.

LD : Schéma à relais.

ST : StructuredText.

IL : Instruction Liste.

GRAFCET : Graphe Fonctionnel de Commande Etape-Transition

TOR : Tout Ou Rien

BPA : Basse Pression système A.

BPB : Basse Pression système B.

HPA : Haute Pression système A.

HPB : Haute Pression système B.

OB : Organisation Bloc.

FC: Bloc Fonction.

Profibus : Process Field Bus.

Profibus-DP : Process Field Bus - Decentralized Peripherals.

Profibus-PA : Process Field Bus - Process Automation.

SFB : Bloc du comptage par incrément.

DB : Bloc de Données.

MD : Memento Double.

HI_LIM : Limite supérieure.

LO_LIM : Limite inférieure.

CDA : Contrôleur de Débit système A.

CV : valeur de comptage.

ZV : compteur

HMI : Homme / Machine Interface.

Introduction générale

L'unité de conditionnement des huiles est parmi les plus importantes unités de production du complexe Cevital, et celle-ci a donné une large ampleur à ce groupe. La production du froid au sein de cette unité est très essentielle. Du fait que toutes ses machines industrielles présentent des échauffements qui sont d'ailleurs le majeur problème de leurs détériorations.

Souvent, le froid trouve de nombreuses applications dans des domaines très variées (industries agroalimentaires, médecine, confort thermique, pétrochimie...) et c'est dans le domaine alimentaire que le froid occupe une place prépondérante car il permet de limiter les gaspillages (pertes après récolte...) et de prolonger la durée de conservation des produits ce qui permet un élargissement des échanges.

Néanmoins, l'automatisation des systèmes de production est devenue incontournable dans le monde industriel. Elle présente plusieurs avantages du côté de production ainsi que du côté de sécurité. Elle est souvent un moyen d'augmentation de la productivité, d'amélioration de la qualité du produit et de la diminution des coûts de production. Il induit aussi l'amélioration des conditions de travail.

Toutefois, L'évolution et la complexité des systèmes de production ainsi que les besoins de produire vite et bien, ont obligé les industriels à structurer et à organiser les « ateliers d'entretien » ; ils ont surtout créé de nouveaux concepts d'organisation et de nouvelles manières d'intervenir sur les structures de production concernant les produits manufacturés. Le service maintenance au sein de l'unité conditionnement d'huile comporte une structure parfaitement organisée qui permet d'optimiser au maximum la production et donc d'en réduire les coûts.

L'unique rôle de l'installation de la production du froid étudié dans ce mémoire, est d'assurer le refroidissement des souffleuses chargées de la fabrication des bouteilles huile, ainsi que leur bon fonctionnement.

L'objectif de notre travail est de modifier le système de refroidissement existant de telle sorte qu'il soit efficace, performant, flexible et adaptable au système de conditionnement de l'unité. Pour cela, un cahier des charges sera élaboré pour remédier à la problématique donnée suite aux soucis de l'équipe de maintenance de l'unité.

Ce mémoire comporte une introduction générale, quatre chapitres et une conclusion générale ainsi que quelques perspectives.

Le premier chapitre sera consacré au froid et aux éléments de la partie frigorifique et ceux de la partie d'automatisme.

Le deuxième chapitre comprendra des généralités sur l'automatisation en présentant des notions d'automatismes, tels : les systèmes automatisés de production, l'automate programmable industriel, le GRAFCET et la supervision industrielle.

C'est dans le troisième chapitre que des généralités sur la maintenance et sa gestion assistée par ordinateur seront abordés.

Alors que le quatrième chapitre fera l'objet du travail à réaliser, en commençant tout d'abord par présenter la problématique et le cahier des charges, puis l'élaboration des schémas de l'installation frigorifique. Ensuite, on présentera l'automatisation du système, en traçant le Grafcet représentatif du programme et l'élaboration du programme du fonctionnement et celui de supervision de l'installation. Enfin, on termine par donner le plan de maintenance, en donnant le diagnostic des pannes et solutions, et c'est par la méthode de l'arbre de défaillance que nous développons les défauts sur l'installation.

Ce projet se terminera par une conclusion générale et quelques perspectives.

Préambule : Présentation de l'organisme d'accueil

1. Introduction

Cevital est le premier complexe agroalimentaire en Algérie, dans ce présent chapitre nous allons parler de son évolution historique, ses multiples activités industrielles, ses principaux objectifs, ainsi que l'organigramme décrivant ses différentes directions, enfin nous présenterons l'unité conditionnement d'huile.

2. Historique

Cevital Est parmi les entreprises algériennes qui ont vu le jour dès l'entrée de notre pays en économie de marché. Elle a été créée par des fonds privés en 1998. Son complexe de production se situe dans le port de Bejaia et s'étend sur une superficie de 45000m². Cevital Contribue largement au développement de l'industrie agroalimentaire nationale, elle vise à satisfaire le marché national et exporter le surplus, en offrant une large gamme de produits de qualité.

En effet les besoins du marché national sont de 1200T/J d'huile l'équivalent de 12 litres par personne et par an. Les capacités actuelles de Cevital sont de 1800T/j, soit un excédent commercial de 600T/J.

Les nouvelles données économiques nationales dans le marché de l'agroalimentaire, font que les meilleurs sont ceux qui maîtrisent d'une façon efficace et optimale les coûts, les charges et ceux qui offrent le meilleur rapport qualité/prix. Ceci est nécessaire pour s'imposer sur le marché que Cevital négocie avec les grandes sociétés commerciales internationales, ces produits se vendent dans différentes villes africaines (Lagos, Niamey, Bamako, Tunis, Tripoli...).

Aujourd'hui Cevital Agroalimentaire est le plus grand complexe privé en Algérie.

3. Présentation de l'unité conditionnement d'huile

L'unité de conditionnement d'huile de Cevital est constituée actuellement de six (06) lignes de production, deux (02) lignes pour la production des bouteilles de 5 litres, une ligne pour la production des bouteilles de 4 ou 5 litres, une ligne pour la production des bouteilles de 1 litre, une ligne pour la production des bouteilles de 2 litres et une ligne pour la production des bouteilles de 1.8 litres.

En termes d'équipement, chaque ligne est constituée de plusieurs machines assurant des tâches précises dans le but d'avoir un produit fini complètement emballé et prêt à être vendu.

La mise en bouteilles sur chaque ligne des huiles raffinées s'effectue par la transformation du PET (polyéthylène téréphtalate) en préformes pour bouteilles à l'aide des presses injections des capacités différentes. Après transformation, les préformes passent par les étapes suivantes :

- ✓ La souffleuse : qui est une machine destinée à la fabrication des bouteilles à partir des préformes qui ont une structure de tube, fabriquées dans l'unité plastique.
- ✓ Convoyeur aéraulique rafale : c'est un dispositif destiné au transport des petites bouteilles en PET de la souffleuse jusqu'à la remplisseuse. Le transport est assuré par un soufflage d'air produit par les colonnes de ventilation équipées des filtres garantissant un air propre.
- ✓ Remplisseuse et bouchonneuse : la remplisseuse est l'unité chargée du remplissage des bouteilles du produit fini (huile) dont la vitesse du remplissage peut être variée.
- ✓ La bouchonneuse se trouve encastrée dans la remplisseuse pour permettre le bouchage des bouteilles juste à la fin du remplissage pour éviter le débordement. Les bouchons sont fabriqués et préparés par une autre unité.
- ✓ Etiqueteuse : elle est destinée à coller les étiquettes enveloppantes sur les récipients cylindriques portant des informations sur le produit et le fabriquant.
- ✓ Dateur : le dateur sert à mentionner la date et l'heure de fabrication du produit. Chaque ligne dispose de deux types de dateurs, soit celle qui utilise l'impression à jet d'encre ou celle qui emploie la gravure directe sur l bouteille à l'aide d'un laser.
- ✓ Déviateur de bouteilles : c'est un mécanisme destiné à répartir les bouteilles sur différents couloirs d'une manière homogène pour qu'elles soient regroupées dans des paquets enveloppés par la suite.
- ✓ Fardeleuse : la fardeleuse est la machine qui reçoit les bouteilles et les enveloppe dans un film en silicone.
- ✓ Poseuse poignée : on trouve ce type de machine uniquement dans les lignes de 4 ou 5 litres. Elle a pour rôle le placement et la fixation des poignées sur les bouteilles.
- ✓ Palettiseur : cette machine est conçue pour superposer sur une palette plusieurs étages de fardeaux.

- ✓ Banderoleuse : son rôle est d'entourer la charge d'un film en silicone dans le but d'assurer la bonne tenue des bouteilles pour tout déplacement.
- ✓ Tapis roulant : c'est un moyen de transport des fardeaux de la sortie de la fardeleuse jusqu'à l'entrée du palettiseur.

4. Service conditionnement d'huile

Le service conditionnement d'huile est constitué de plusieurs services qui sont représentés selon l'organigramme suivant :

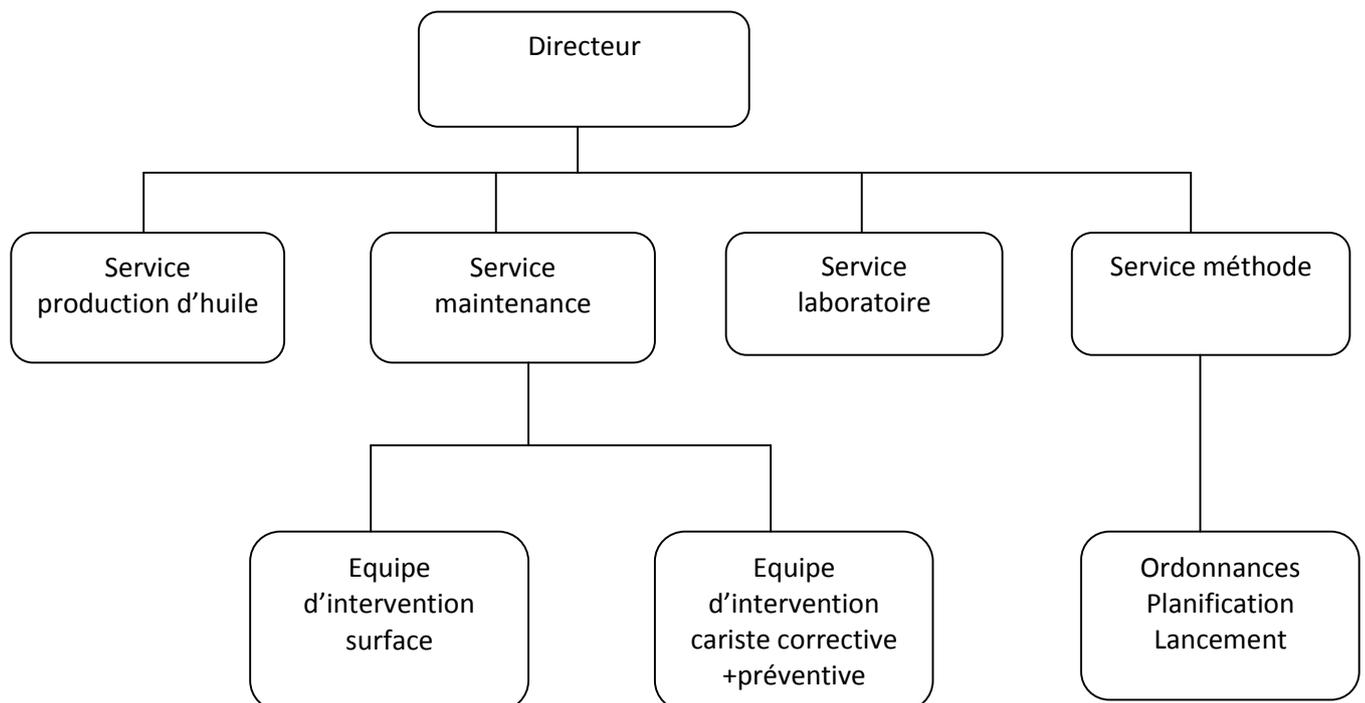


Figure 1 : Organigramme du service de conditionnement d'huile

Chapitre I : Froid et éléments de la partie opérative

1. Production du froid

1.1 Historique

En 1857 Ferdinand Caree réalise la première machine frigorifique à compression, ainsi que la première machine à absorption à fonctionnement continu en 1860; il est également le premier à utiliser l'ammoniaque comme fluide frigorifique.

En 1876, Charles Tellier aménagea le premier navire à cales réfrigérées, qui réussit à transporter sur le trajet Rouen Buenos Aires des viandes conservées en parfait état [1].

1.2 Moyens de production

Il existe trois moyens principaux de production du froid [2]:

- ✓ Mélanges réfrigérants : La dissolution de certains sels dans certains liquides nécessitant une absorption de chaleur, cette dissolution sera productrice de froid.
- ✓ Détente d'un gaz comprimé : La compression d'un gaz élevant sa température, réciproquement la décompression d'un gaz comprimé abaissera la température du gaz détendu.
- ✓ Évaporation d'un liquide pur ou d'un mélange de liquides purs : Elle est basée sur les machines à évaporation et compression d'un gaz liquéfiable. Ce sont pratiquement les seules utilisées en réfrigération ménagère et commerciales (en refroidissement industriel). L'évaporation d'un liquide appelé fluide frigorigène produit le froid. Pratiquement, on récupère la vapeur du fluide évaporé, et par compression et condensation, on le fait revenir à l'état liquide pour qu'il puisse s'évaporer à nouveau

Ce troisième moyen reste le seul utilisé pour les besoins industriels en réfrigération, congélation et conditionnement d'air.

1.3 Machine frigorifique

1.3.1 Machine frigorifique à compression

La technologie frigorifique à compression consiste à réaliser :

- ✓ L'évaporation.

- ✓ La récupération.
- ✓ Le recyclage du fluide frigorigène.

Le fluide frigorigène se vaporise dans un évaporateur en enlevant de la chaleur au milieu extérieur. Un compresseur aspire les vapeurs formées et les refoule dans un condenseur refroidi, où elles se liquéfient. Puis, un détendeur laisse passer le frigorigène liquide en abaissant sa pression.

1.3.2 Machine frigorifique à absorption

Dans ce type de machine, le frigorigène évolue entre la phase vapeur et la phase liquide comme dans la machine frigorifique à compression. Mais la compression mécanique est remplacée par le transfert entre une solution riche et une solution pauvre en frigorigène, obtenu par chauffage.

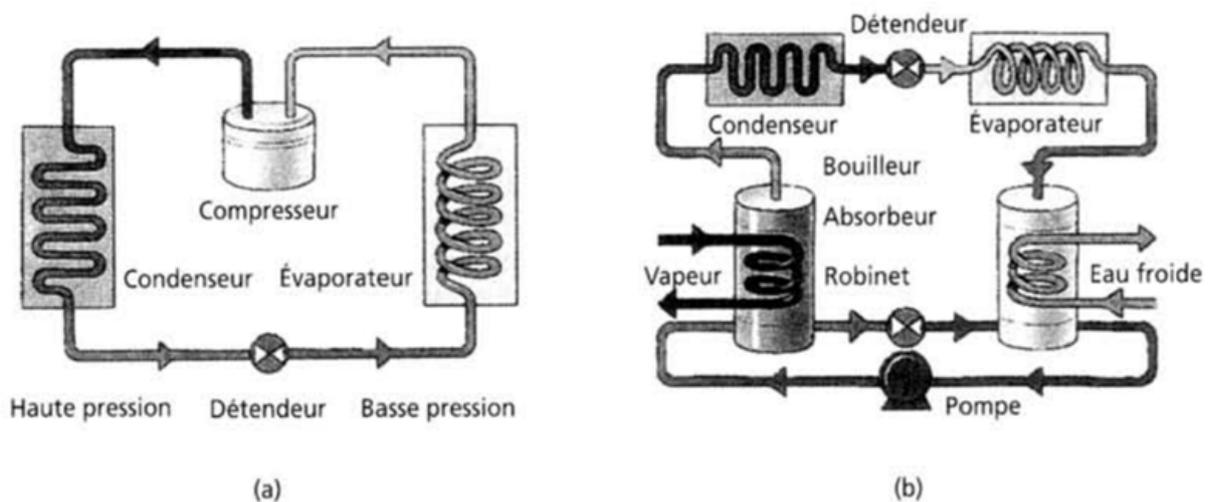


Figure I.1 : Machines frigorifiques [3].

(a) Principe frigorifique à compression

(b) Principe frigorifique à absorption

1.4 Fluide frigorigène

Un fluide frigorigène est un composé chimique facilement liquéfiable, dont on utilise la chaleur latente de vaporisation pour produire du froid. Il assure le transfert thermique entre l'évaporateur et le condenseur. Ses caractéristiques doivent respecter certains critères, à savoir les critères de sécurité, thermodynamiques et techniques.

Les fluides frigorigènes, d'après le standard ASHRAE et la norme internationale ISO 817, sont désignés par la lettre R suivie d'un code. On utilise le R134a.

2. Eléments de la partie opérative

2.1 Partie frigorifique

Le schéma de la figure I.2, représente une installation frigorifique industrielle type. Cette dernière doit être en circuit fermé [3]:

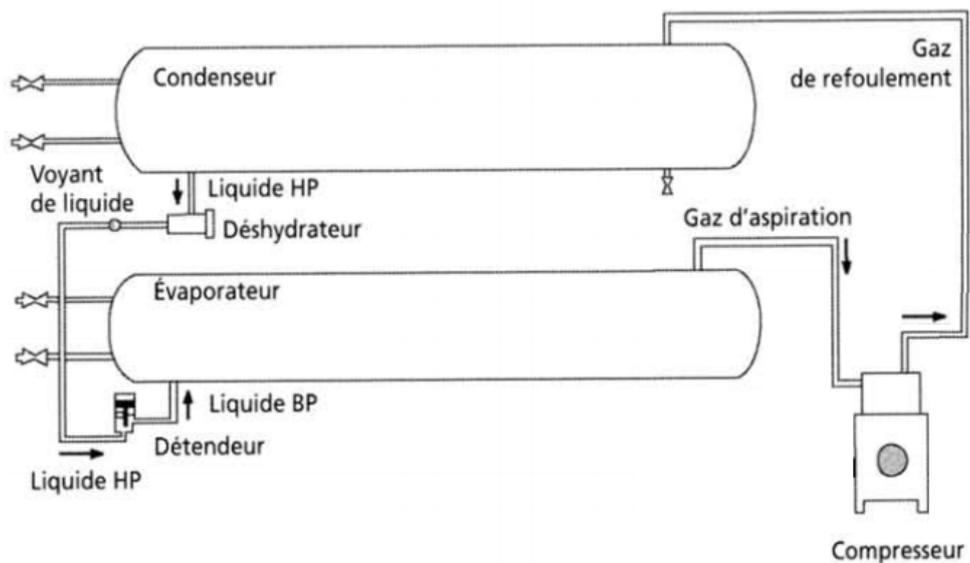


Figure I.2 : Groupe froid industriel

2.2 Eléments de la partie frigorifique

L'installation de la chaîne frigorifique se compose des principaux éléments suivants :

2.2.1 Le compresseur

C'est le cœur de l'installation, il aspire le fluide vaporisé dans l'évaporateur et le comprime afin de l'emmener à la pression de condensation. Donc sa mission est d'aspirer, comprimer et refouler le fluide.

On distingue deux classifications des compresseurs ; soit selon leurs associations avec un moteur ou selon leurs constitutions technologiques.

2.2.1.1 Selon l'association compresseur-moteur

On trouve trois types [12] :

- ✓ Le compresseur ouvert : Où le moteur est dissocié du compresseur et raccordé par un manchon d'accouplement ou une courroie. L'accès aux différents éléments est

possible pour réparation et la vitesse de rotation est modifiable en changeant la poulie du moteur

- ✓ Le compresseur hermétique : Où le moteur et le compresseur sont enfermés dans une même enveloppe. Donc il n'est pas accessible.
- ✓ Le compresseur semi-hermétique : Qui réalise un compromis entre les deux produits précédents. Il tente de bénéficier des avantages du groupe ouvert (accès aux mécanismes) et du groupe hermétique (limitation des fuites).

2.2.1.2 Selon la constitution technologique

Il existe plusieurs types de compresseurs tel que : compresseurs scroll, compresseurs à piston, compresseurs à vis et turbocompresseurs.

Il est à noter que, dans notre projet d'étude, nous disposons d'un compresseur de type scroll détaillé en dessous.

2.2.1.2.1 Compresseur scroll

Le compresseur SCROLL est composé de deux rouleaux identiques en forme de spirale. Le premier est fixe, le second décrit un mouvement circulaire continu sans tourner sur lui-même. Les spirales sont déphasées de 180°.

Le mouvement orbital entraîne le déplacement vers le centre des poches de gaz, ce déplacement est accompagné d'une réduction progressive de leur volume jusqu'à disparition totale [12].

2.2.2 Le Condenseur

Le gaz se condense au contact de l'air ou de l'eau circulant autour du condenseur et on obtient un liquide sous haute pression.

En sortant du compresseur, la vapeur du fluide (R134a) arrive à l'entrée du condenseur avec une haute pression (HP). On obtient à la sortie un liquide HP qui va alimenter l'évaporateur à travers le détendeur thermostatique.

Deux médias peuvent être utilisés pour le refroidissement : l'air ou l'eau.

2.2.2.1 Types de condenseurs

On distingue plusieurs types :

- ✓ Condenseur à ventilation forcée verticale : en général il possède un seul ventilateur.

- ✓ Condenseur à ventilation forcée verticale : il peut avoir plusieurs ventilateurs.
- ✓ Condenseur à eau vertical : il se présente sous forme d'un ballon et est utilisé pour la construction de l'armoire de conditionnement d'air et de pompe de chaleur. Il offre une possibilité de stockage du fluide frigorigène.
- ✓ Condenseur à eau à doubles tubes concentriques : il est constitué de deux tubes enfilés l'un dans l'autre.
- ✓ Condenseur à eau multitubulaire : il est utilisé dans les domaines réfrigération industrielle, conditionnement d'air, pompe à chaleur...

Dans notre projet, on a utilisé deux ventilateurs pour chaque condenseur.

2.2.3 L'évaporateur

C'est là où le fluide frigorigène passe de l'état liquide à l'état gazeux en absorbant la chaleur de l'enceinte à refroidir.

Le liquide frigorigène, à une haute température sous une haute pression, arrive à l'entrée du détendeur. Celui-ci fait baisser cette pression. En absorbant de la chaleur, le fluide s'évapore.

2.2.4 Le détendeur

Le détendeur est l'un des quatre organes fondamentaux du circuit frigorifique à compression de vapeur. Son rôle est avant tout de détendre le fluide frigorigène de la HP vers la BP en assurant le débit pour le remplissage correct de l'évaporateur [5].

Il existe plusieurs types de détendeurs tel que : détendeur thermostatique interne et externe, détendeur capillaire, détendeur électrique et le détendeur industriel [5].

2.2.4.1 Détendeur thermostatique

Il contrôle l'écoulement du réfrigérant et permet sa détente. Il régule le débit de façon à optimiser le remplissage de l'évaporateur permettant ainsi une production optimale de froid. Il empêche aussi le compresseur d'aspirer le liquide, on obtient un liquide sous basse pression [3].

On trouve les différents types de détendeurs suivants :

2.2.4.1.1 Détendeur à égalisation de pression interne

Il est utilisé pour les installations de faible puissance.

On définit alors :

- ✓ la force d'ouverture F_1 qui est l'action de la pression du fluide du bulbe sur la membrane.
- ✓ la force de fermeture F_2 qui est la somme de la force de poussée du ressort et la force exercée par la pression d'évaporation.

L'ouverture et la fermeture se font au niveau du clapet. On a alors :

Si $F_1 = F_2$, alors le détendeur en équilibre, si $F_1 > F_2$, c'est l'ouverture du détendeur et si $F_1 < F_2$, on a la fermeture du détendeur

2.2.4.1.2 Détendeur à égalisation de pression externe

Il est utilisé pour les installations de forte puissance. Ce type de détendeur permet de tenir compte de la perte de charge de l'évaporateur.

2.2.4.1.3 Détendeur avec limiteur de pression

Il est généralement utilisé lors d'un risque de surcharge du compresseur à la mise en route.

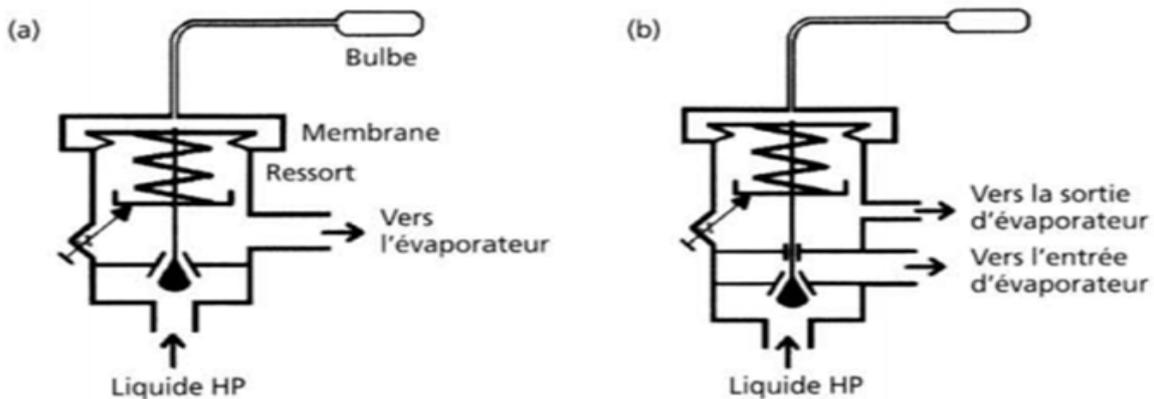


Figure I.3 : détendeur à égalisation (a) de pression interne et (b) de pression externe [3].

2.2.5 Accessoires

2.2.5.1 Déshydrateur

Il élimine efficacement l'humidité, Les acides nuisibles et Les particules étrangères.

Tels que :

- ✓ L'humidité qui est absorbée et emmagasinée. Il empêche ainsi la formation de glace au détendeur.
- ✓ Les acides nuisibles qui se produisent dans le circuit frigorifique empêchant ainsi toute corrosion.

- ✓ Les particules étrangères comme les boues et produit de décomposition de l'huile.

2.2.5.2 Bouteille de liquide

Son rôle est d'alimenter le détendeur en liquide de façon permanente et de stocker le fluide frigorigène en cas d'intervention sur le circuit basse pression.

2.2.5.3 Filtres

Dans l'ensemble du groupe frigorifique industriel, les filtres peuvent être utilisés dans plusieurs endroits.

- ✓ Au compresseur : filtre d'aspiration, filtre huile carter, filtre injection liquide, filtre sortie pompe à l'huile.
- ✓ A l'évaporateur : filtre de détendeur, filtre de retour d'huile, filtre pompe fluide.
- ✓ Au condenseur : filtre coalescent, filtre retour huile, filtre déshydrateur, filtre pompe fluide.

2.3 Capteurs et détecteurs

2.3.1 Thermostats

Appareils destinés à ouvrir ou fermer un circuit électrique sous l'action d'une variation de température [2].

2.3.2 Capteurs de pression

Ils sont destinés à ouvrir ou à fermer un circuit électrique à des valeurs de pressions déterminées par le réglage. On distingue trois types de pressostats :

2.3.2.1 Capteurs basse pression

Ils assurent deux tâches essentielles :

- ✓ En tant qu'organes de commande, ils doivent assurer la marche automatique de l'installation en fonction de la pression d'évaporation du fluide frigorigène et ainsi régler indirectement la température de l'enceinte à refroidir.
- ✓ En tant qu'organe de sécurité, ils doivent mettre à l'arrêt le compresseur en cas de baisse anormale de la pression d'aspiration et le mettre en service lorsque les conditions normales de marche sont rétablies.

2.3.2.2 Capteurs haute pression

Comme les précédents capteurs, Ils assurent deux tâches essentielles

- ✓ En tant qu'organe de régulation, Ils assurent la régulation de la pression de condensation par mise en marche ou arrêt des ventilateurs des condenseurs.
- ✓ En tant qu'organe de sécurité Ils provoquent l'arrêt du compresseur en cas de hausse anormale de la pression de refoulement et remettent le compresseur en service lorsque les conditions normales de fonctionnement sont rétablies.

2.3.2.3 Pressostat de sécurité haute pression

Il est utilisé pour éviter la détérioration des conduites du fluide. Il est de type tout ou rien (TOR), son rôle est d'arrêter le groupe de refroidissement pour une élévation de la pression de refoulement au-dessus de la normale, et le remettre en marche lorsque cette pression est redescendue à une valeur déterminée [2].

2.3.3 Thermistance

Les thermistances, comme les capteurs de température à résistance (RTD), sont des conducteurs thermosensibles dont la résistance varie avec la température, elle diminue de façon uniforme lorsque la température augmente, et inversement [4].

2.3.4 Contrôleur de débit

Le contrôleur de débit est un interrupteur électrique qui établit un contact sous l'effet de la circulation de l'eau (lorsque le débit d'eau est suffisant), il se monte sur les tuyauteries d'eau.

2.3.5 Capteur de niveau

Il permet le maintien d'un niveau à des points spécifiques (niveau haut ou niveau bas) et déclenche une alarme pour un niveau anormalement bas.

2.3.6 Sonde de température Pt100

La sonde Pt 100 est un capteur de température qui est utilisé dans le domaine industriel. Ce capteur est constitué d'une résistance en Platine. La valeur initiale du Pt100 est de 100 ohms correspondant à une température de 0°C.



Figure I.4 : Sonde de température PT100.

3. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons donné une aperçue générale sur le froid et les machines frigorifiques ainsi que les éléments constituant la partie opérative de la centrale frigorifique ; à savoir les éléments de la partie frigorifique et les capteurs et détecteurs de la partie d'automatisme.

Chapitre II : Notions d'automatismes

1. Introduction

L'automatisation est aujourd'hui couramment utilisée dans l'industrie frigorifique. Elle se base sur l'utilisation des automates programmables industriels qui offrent de nombreuses possibilités grâce à la programmation de fonctions très élaborées. Les modifications sont aisément réalisées par programmation et l'on peut obtenir des fonctionnements très différents dans un même programme prenant en compte des impératifs de processus industriel. Dans ce chapitre, nous allons aborder les généralités sur l'automatisation en présentant des notions d'automatismes.

2. Objectifs de l'automatisation

L'automatisation est l'exécution automatique de tâches sans interventions humaines, dans l'objectif de :

- ✓ accroître la productivité du système.
- ✓ simplifier le travail de l'humain.
- ✓ améliorer la flexibilité de production.
- ✓ améliorer la qualité du produit.
- ✓ s'adapter à des contextes particuliers (environnements hostiles pour l'homme et des tâches physiques ou intellectuelles pénibles pour l'homme).
- ✓ augmenter la sécurité ...etc.

3. Système automatisé de production

3.1 Définition

Un système de production est dit automatisé lorsqu'il peut gérer de manière autonome un cycle de travail préétabli qui se décompose en séquences et/ou en étapes. Les systèmes automatisés utilisés dans le secteur industriel, possèdent une structure de base identique. Ils sont constitués de plusieurs parties plus ou moins complexes reliées entre elles :

- ✓ la partie opérative (PO).
- ✓ la partie commande (PC) ou système de contrôle/commande (SCC).
- ✓ la partie relation (PR) de plus en plus intégrée dans la partie commande [6].

Sa structure est schématisée dans la figure ci-dessous :

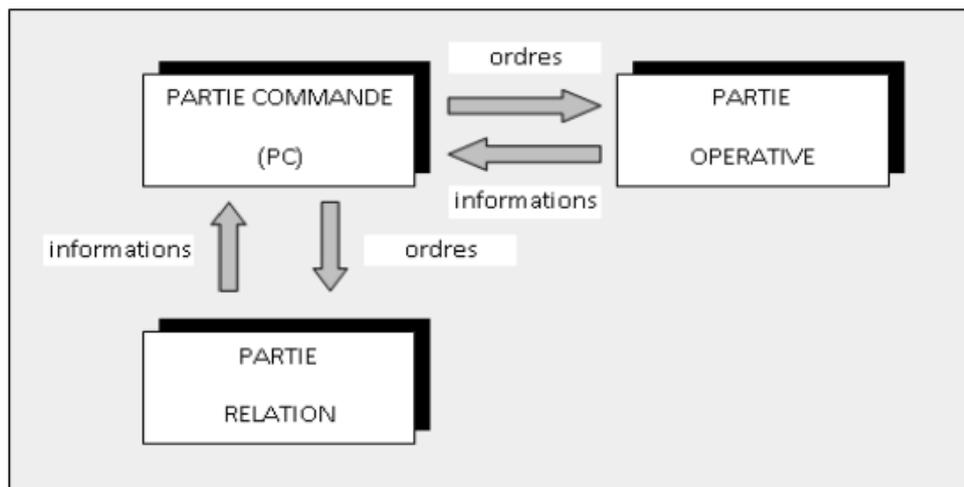


Figure II.1. Structure d'un système automatisé de production [14].

3.2 Les différentes parties d'un système automatisé

3.2.1 La partie opérative

C'est la partie visible du système. Elle comporte les éléments du procédé, c'est à dire :

- ✓ des pré-actionneurs (distributeurs, contacteurs) qui reçoivent des ordres de la partie commande,
- ✓ des actionneurs (vérins, moteurs, vannes) qui ont pour rôle d'exécuter ces ordres. Ils transforment l'énergie pneumatique (air comprimé), hydraulique (huile sous pression) ou électrique en énergie mécanique,
- ✓ des capteurs qui informent la partie commande de l'exécution du travail. Par exemple, on va trouver des capteurs mécaniques, pneumatiques, électriques ou magnétiques montés sur les vérins. Le rôle des capteurs (ou détecteurs) est donc de contrôler, mesurer, surveiller et informer la PC sur l'évolution du système [6].

3.2.2 La partie commande

Cette partie de l'automatisme gère selon une suite logique le déroulement ordonné des opérations à réaliser. Il reçoit des informations en provenance des capteurs de la partie opérative, et restitue des ordres vers cette même partie opérative en direction des pré-actionneurs et actionneurs [6].

3.2.3 La partie relation

Cette partie comporte le pupitre de dialogue homme-machine équipé des organes de commande permettant la mise en/hors énergie de l'installation, la sélection des modes de marche, le forçage des actionneurs, l'arrêt d'urgence, ...etc.

4. Les Automates Programmables Industriels, API

4.1 Définition

Selon la norme NFC 63-850, un API, est un appareil électronique qui comporte une mémoire programmable par un utilisateur automaticien (et non informaticien) à l'aide d'un langage adapté, pour le stockage interne des instructions composant les fonctions d'automatisme comme par exemple :

- ✓ logique séquentielle et combinatoire,
- ✓ temporisation, comptage, décomptage, comparaison,
- ✓ calcul arithmétique,
- ✓ réglage, asservissement, régulation, etc. Pour commander, mesurer et contrôler au moyen d'entrées et de sorties (logiques, numériques ou analogiques) différentes sortes de machines ou de processus, en environnement industriel.

4.2 Architecture des APIs

Un API est constitué des éléments suivants :

- ✓ bornes d'alimentation,
- ✓ entrées logiques et analogiques,
- ✓ sorties logiques et analogiques,
- ✓ processeur,
- ✓ mémoire de travail,
- ✓ pile de sauvegarde,
- ✓ ports de communication pour connecter des périphériques (pupitre, ...etc.) et un bus de communication [5].

Le schéma synoptique d'un API est représenté dans la figure II.2

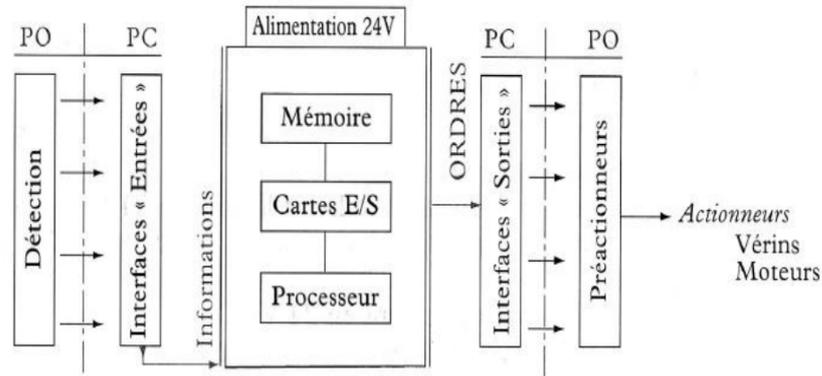


Figure II.2 : Structure d'un système automatisé de production [5].

4.3 Types des APIs

Les automates peuvent être de type compact ou modulaire [15]:

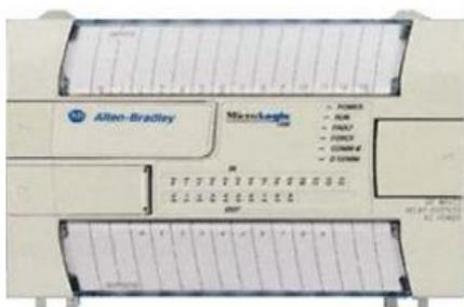
4.3.1 Type compact

On distinguera les modules de programmation des micro-automates (LOGO de Siemens, ZELIO de Schneider, MILLENIUM de Crouzet, etc...). Il intègre le processeur, l'alimentation, les entrées et les sorties. Selon les modèles et les fabricants, il pourra réaliser certaines fonctions supplémentaires (comptage rapide, E/S analogiques...) et recevoir des extensions en nombre limité.

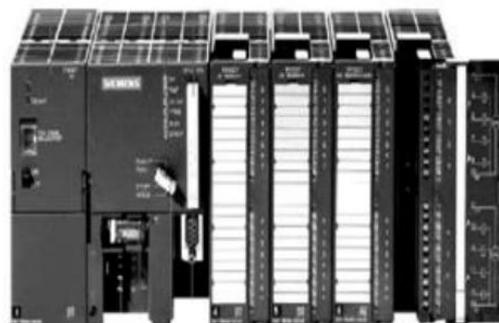
Ces automates, de fonctionnement simple, sont généralement destinés à la commande de petits automatismes.

4.3.2 Type modulaire

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



Automate compact (Allen-Bradley)



Automate modulaire (Siemens)

Figure II.3 : Automate programmable industriel.

4.4 Choix de l'Unité Centrale d'API

Le choix de l'unité centrale (UC) d'un API est conditionné par son prix, ses performances ou son temps de réponse, ses possibilités de connexion à des réseaux, ses capacités de calcul et de la taille de sa mémoire [7].

4.5 Langages de programmation pour API

Chaque automate possède son propre langage. Mais par contre, les constructeurs proposent tous une interface logicielle répondant à la norme CEI 11313. Cette norme définit cinq langages de programmation utilisables, qui sont [6] :

- ✓ GRAFCET ou SFC : ce langage de programmation de haut niveau permet la programmation aisée de tous les procédés séquentiels.
- ✓ Schéma par blocs ou FBD : ce langage permet de programmer graphiquement à l'aide de blocs, représentant des variables, des opérateurs ou des fonctions. Il permet de manipuler tous les types de variables.
- ✓ Schéma à relais ou LD ou schéma à contact : ce langage graphique est essentiellement dédié à la programmation d'équations booléennes (true/false).
- ✓ Texte structuré ou ST : ce langage est un langage textuel de haut niveau. Il permet la programmation de tout type d'algorithme plus ou moins complexe.
- ✓ Liste d'instructions ou IL : ce langage textuel de bas niveau est un langage à une instruction par ligne. Il peut être comparé au langage assembleur.

4.6 Grafcet

4.6.1 Définition

Le diagramme fonctionnel ou GRAFCET (Graphe Fonctionnel de Commande Etape-Transition) est un moyen de description du cahier des charges d'un automatisme.

C'est une méthode de représentation graphique qui décrit les comportements successifs de la partie commande d'un système automatisé (ordres à émettre, actions à effectuer, événements à surveiller) [19].

4.6.2 Règles d'évolution d'un Grafcet

Les conditions d'évolution des étapes d'un GRAFCET qui peuvent être actives ou inactives sont soumises à un ensemble de règles [19] :

4.6.2.1 Règle n° 1

L'initialisation précise les étapes actives au début du fonctionnement. Elles sont activées inconditionnellement et repérées sur le GRAFCET en doublant les côtés des symboles correspondants.

4.6.2.2 Règle n° 2

Une transition est soit validée soit non validée. Elle est validée lorsque toutes les étapes immédiatement précédentes sont activées.

Elle ne peut être franchie que ; lorsqu'elle est validée et que la réceptivité associée à la transition est vraie. La transition est alors obligatoirement franchie.

4.6.2.3 Règle n° 3

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

4.6.2.4 Règle n° 4

Plusieurs transitions simultanément franchissables sont simultanément franchies.

4.6.2.5 Règle n° 5

Si au cours du fonctionnement, une même étape doit être désactivée et activée simultanément, elle reste activée. L'activation soit être prioritaire sur la désactivation au niveau d'une même étape.

5. Supervision

5.1 Définition

La supervision est une forme évoluée de dialogue homme/machine. Elle sert à représenter le processus, surveiller, commander, contrôler et diagnostiquer son fonctionnement.

5.2 Interaction et interface homme/machine

L'interaction homme/machine est une discipline très riche en concepts, méthodes, modèles et outils ; consacrée à la conception, la mise en œuvre et à l'évaluation des systèmes interactifs destinés à des utilisateurs, ainsi qu'à l'étude des principaux phénomènes qui les entourent [17].

L'interface homme/machine est l'ensemble des dispositifs matériels et logiciels permettant à un utilisateur d'interagir avec un système interactif [11].

6. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons vu en général, un aperçu global sur l'automatisation et ses objectifs et les systèmes automatisés de production. Par la suite, nous avons donné une description des automates programmables industriels en mettant en avant leurs caractéristiques. Et nous avons terminé par parler de la supervision. Tout cela sera met en pratique au quatrième chapitre.

Chapitre III : Généralités sur la maintenance

1. Introduction

La maintenance joue un rôle principal dans le monde industriel, avec le développement technologique, de nouvelles techniques sont apparues sur le marché afin de faciliter la tâche de la maintenance dans les systèmes de production.

2. Définition

C'est l'ensemble de toutes les actions techniques, administratives et de management durant le cycle de vie d'un bien, destinées à le maintenir ou à le rétablir dans un état dans lequel il peut accomplir la fonction requise [8].

Selon la norme NF EN 13306 X60-319, la maintenance est déclinable en deux approches :

- ✓ Préventive : qui sera déclinée en une maintenance systématique ou conditionnelle.
- ✓ Corrective : qui sera appliquée d'urgence ou en différé.

3. Types de maintenance

Il existe plusieurs façons d'organiser les actions de maintenance pour obtenir la disponibilité maximale du matériel au coût minimum. Il en ressort les types de maintenance représentés dans la (figure III.1) [9].

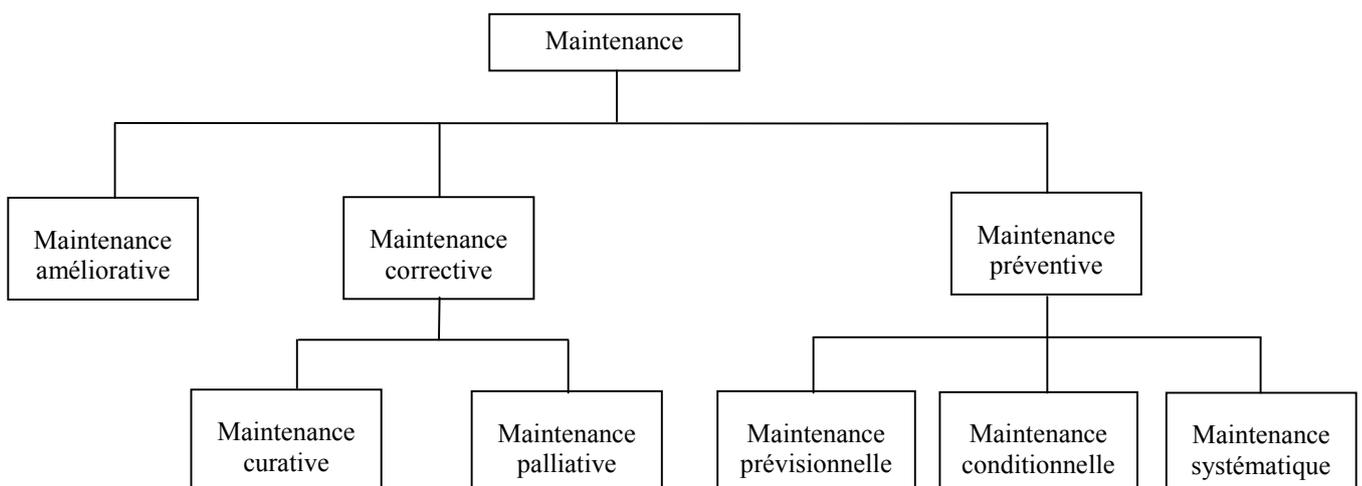


Figure III.1 : Types de maintenance.

3.1 Maintenance préventive

Maintenance ayant pour objet de réduire la probabilité de défaillance ou de dégradation d'un bien ou d'un service rendu. Autrement dit, la maintenance préventive permet de réduire les risques et probabilités de dysfonctionnement des systèmes de production.

La maintenance préventive peut être [9] :

- ✓ Systématique,
- ✓ Conditionnelle,
- ✓ Prévisionnelle.

3.1.1 Maintenance préventive systématique

Permet d'effectuer des opérations de maintenance, afin d'éliminer ou de diminuer les risques de dysfonctionnement des systèmes de production. Elle s'effectue suivant un échéancier prévu et établi selon le temps ou le nombre d'unités d'usage du bien. Cette unité d'usage caractérise l'exploitation du bien [9].

3.1.2 Maintenance préventive conditionnelle

Elle est subordonnée au franchissement d'un seuil prédéterminé significatif de l'état de dégradation du bien. Le franchissement du seuil peut être mis en évidence par l'information donnée par un capteur ou un autre moyen [9].

3.1.3 Maintenance préventive prévisionnelle

Dite aussi prédictive, elle est subordonnée à l'analyse de l'évolution surveillée de paramètres significatifs de dégradation du bien, permettant, grâce à une surveillance très précise, de suivre l'évolution d'un défaut ou d'une usure et donc de planifier une intervention avant défaillance totale ou partielle [9].

3.2 Maintenance corrective

La maintenance corrective regroupe l'ensemble des activités réalisées après la défaillance (totale ou partielle) d'un bien, ou la dégradation de sa fonction, pour lui permettre d'accomplir une fonction requise, au moins provisoirement [9]. Elle peut être :

- ✓ Palliative.
- ✓ Curative.

3.2.1 Maintenance corrective palliative

Elle regroupe les activités de maintenance corrective destinées à permettre à un bien d'accomplir provisoirement tout ou une partie d'une fonction requise. Ces activités du type dépannage qui présente un caractère provisoire devront être suivies d'activités curatives [9].

3.2.2 Maintenance corrective curative

Elle regroupe les activités de maintenance corrective ayant pour objet de rétablir un bien dans un état spécifié ou de lui permettre d'accomplir une fonction requise. Ces activités du type réparation, modification ou amélioration doivent présenter un caractère permanent [9].

3.3 Maintenance améliorative

Après plusieurs défaillances de même nature, ce type de maintenance permet, après réflexion et étude, d'éliminer le problème. Elle nécessite obligatoirement une concertation entre services Production- Bureau d'étude et maintenance [9].

4. Gestion de la maintenance assistée par ordinateur (GMAO)

La Gestion de la Maintenance Assisté par Ordinateur fait partie du système d'information, de gestion et de pilotage de la fonction maintenance, qui a pour mission de garder les installations et les bâtiments dans un état tel qu'ils puissent constamment répondre aux spécifications pour lesquelles ils ont été conçus, et ceci d'une manière efficace et économique. L'outil informatique de gestion est alors une aide pour tracer, archiver, analyser et prendre des décisions.

La GMAO est constituée d'une base de données (historique) qui est alimentée par le personnel de maintenance via un formulaire. Des interventions sont mises en mémoire pour certains équipements (date, temps passé, intervenant, matériel remplacé, etc....) [8].

4.1 Objectifs de la GMAO

La GMAO peut être un outil d'aide à la décision, les bénéfices attendus sont potentiellement importants, on peut citer [8] :

- ✓ maîtriser les coûts des installations à maintenir,
- ✓ optimiser les moyens techniques et humains de la maintenance,
- ✓ maîtriser la préparation des interventions, leur planification et leurs coûts,
- ✓ optimiser la gestion du stock de pièces de rechange afin de diminuer la valeur de ce stock tout en maintenant une disponibilité satisfaisante des installations,

- ✓ inventorer les installations techniques et les documenter,
- ✓ fiabiliser les installations par l'analyse du retour d'expérience formalisé et capitalisé, par la décision et l'argumentation de plans d'actions.

5. Arbre de défaillance

L'arbre de défaillances est une technique d'ingénierie très utilisée dans les études de sécurité et de fiabilité des systèmes. Cette méthode, aussi appelée arbre de pannes ou arbre de fautes, consiste à représenter graphiquement les combinaisons possibles d'événements qui permettent la réalisation d'un événement indésirable prédéfini. L'arbre de défaillances est ainsi formé de niveaux successifs d'événements qui s'articulent par l'intermédiaire de portes logiques [22].

6. Conclusion

Ce chapitre présente des notions de base sur la maintenance, la gestion de la maintenance assistée par ordinateur et la méthode de l'arbre de défaillance qui sera abordée dans la fin du prochain chapitre.

Chapitre IV : Automatisation et maintenance de l'installation frigorifique

1. Introduction

Après l'étude théorique des différentes notions qui nous sont utiles dans notre système, nous allons présenter le travail réalisé au sein de l'unité conditionnement d'huile. C'est à dire la modification et l'automatisation d'une centrale frigorifique, ainsi que sa gestion et son plan de maintenance.

2. Problématique

Le système existant est composé de quatre refroidisseurs, ces derniers produisent de l'eau froide afin de refroidir quatre souffleuses. Chacun des quatre refroidisseurs, contient une bache à eau de capacité de 1 m³, et refroidi une seule souffleuse. Et la commande de ce système est assurée par quatre micro-automates de type Zelio, soit un pour chaque refroidisseur, voir figure IV.1.

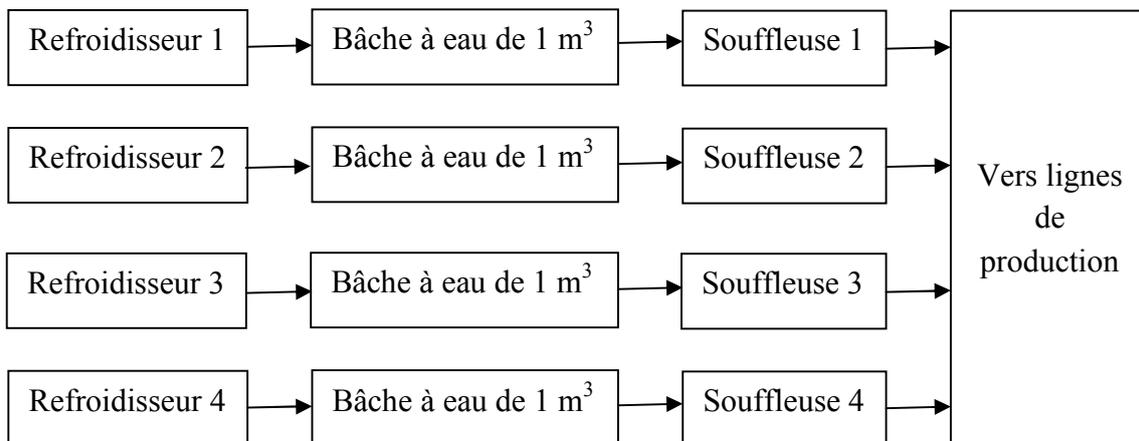


Figure IV.1 : Schéma synoptique du système existant.

Avec une telle configuration, d'une part, un arrêt de l'un des refroidisseurs entrainera l'arrêt immédiat de la souffleuse qui lui est associée, cela va engendrer un dysfonctionnement au niveau de la ligne de production sur laquelle cette souffleuse est montée. Et d'autre part, ces micro-automates n'ont pas assez d'entrées / sorties pour d'éventuelles modifications ou d'extensions.

Pour remédier à ces problèmes, on a proposé de modifier le système existant de telle sorte qu'il soit efficace, performant, flexible et adaptable au système de conditionnement de l'unité, voir figure IV.2.

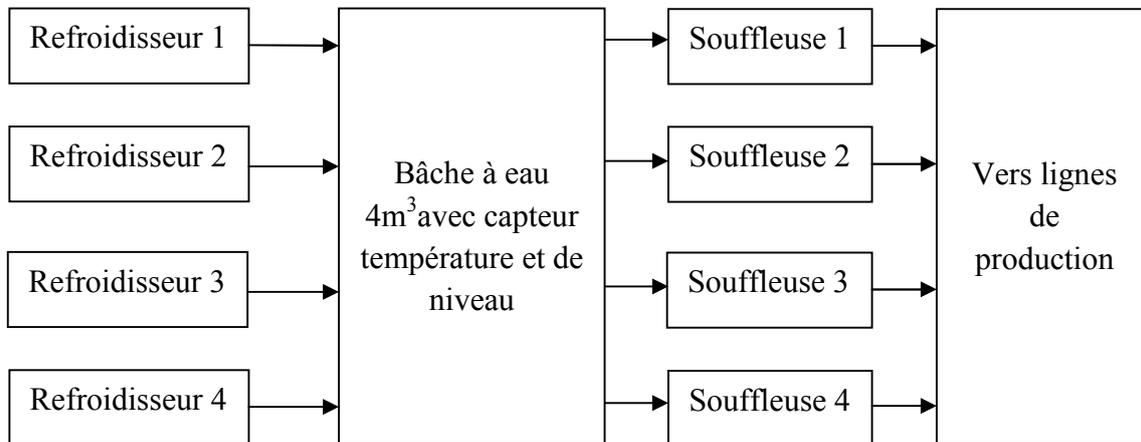


Figure IV.2 : Schéma illustratif du nouveau système.

3. Cahier des charges

3.1 Planification

La solution proposée comporte trois types de modifications, à savoir :

- ✓ Une modification structurelle et technologique qui consiste ; à installer une bûche à eau de 4 m³ qui alimente le système refroidisseurs/souffleuses et à rajouter quelques utilités opératives au système existant.
- ✓ Une modification de la partie commande en remplaçant les quatre micro-automates par des périphériques ET 200 qui sont relié à un seul automate programmable industriel.
- ✓ Une modification logistique qui consiste à l'élaboration d'un programme pour interface de commande et de supervision.

3.2 Organes et éléments technologiques

Les éléments du cahier des charges proposé comportent les points suivant :

- ✓ Chaque refroidisseur contient deux systèmes A et B et chaque système contient :
 - deux compresseurs,
 - un condenseur,

- un détendeur,
 - un évaporateur,
 - deux ventilateurs.
 - des capteurs, tels ; deux contrôleurs de débit (TOR), deux thermostats Anti gel (TOR), deux pressostats haute pression (TOR), deux capteurs haute pression et deux capteurs basse pression analogiques.
- ✓ Chaque compresseur contient un relais de sécurité à thermistance (TOR).
- ✓ Une bache à eau commune qui contient une sonde de température et deux capteurs (TOR) de niveau (niveau bas et niveau haut).

3.3 Schéma de l'installation

Pour réaliser l'installation du système de refroidissement, il faut élaborer le schéma des circuits suivants :

- ✓ Schéma du circuit électrique,
- ✓ Schéma du circuit hydraulique,
- ✓ Schéma du circuit frigorifique.

3.4 Mode de fonctionnement

L'installation proposée servira à alimenter quatre souffleuses en eau refroidie qui est stockée dans l'unique bache à eau. L'eau de cette dernière, sera refroidie par quatre refroidisseurs gérés et contrôlés par un API selon le degré de température relevé au sein même de la bache à eau.

Le fonctionnement du système se déroulera selon l'enchaînement des étapes suivantes :

- 1) Satisfaction des conditions de l'étape initiale : la température $T \geq 10^{\circ}\text{C}$, commutateur de l'armoire principale est en marche (contact fermé) et le capteur de niveau d'eau est à 1 (la bache à eau est pleine).
 - 2) Si $10 \leq T < 12^{\circ}\text{C}$, mise en marche du refroidisseur 1 uniquement :
- ✓ Démarrage de la pompe P1 après vérification des conditions suivantes :

- Interrupteur sur marche.
 - Pas de défauts de court-circuit ni de surcharge (disjoncteur magnétothermique enclenché).
 - Thermostat antigel fermé.
- ✓ Démarrage des compresseurs après vérification des conditions suivantes :
- La basse pression BPA > 1 Bar et BPB > 1 Bar.
 - La haute pression HPA < 21Bar et HPB < 21Bar.
 - Pompe 1 en marche.
 - Disjoncteurs magnétothermiques enclenchés.
 - Pressostats haute et basse pression enclenchés.
 - Contrôleur de débit enclenché.
 - Temporisation anti-court cycle terminée (4 minutes).
 - Le nombre de compresseur en marche selon le degré de température :
 - T > 10°C, Mise en marche du compresseur 1 du système A.
 - T > 10,5°C, Mise en marche des compresseurs 1 et 2 du système A.
 - T > 11°C, Mise en marche des compresseurs 1 et 2 du système A et du compresseur 3 du système B.
 - T > 11,5°C, Mise en marche des quatre compresseurs.
- ✓ Démarrage des ventilateurs après vérification des conditions suivantes :
- Au moins un compresseur fonctionne.
 - Disjoncteurs magnétothermiques enclenchés.
 - Pressostat haute pression de régulation enclenché.
 - Le nombre de ventilateurs en marche selon le niveau de la haute pression :
 - HP (système A) > 11 Bar, Mise en marche du ventilateur 1 du système A.
 - HP (système A) > 13 Bar, Mise en marche des ventilateurs 1 et 2 du système A.
 - HP (système B) > 11 Bar, Mise en marche du ventilateur 1 du système B.
 - HP (système B) > 13 Bar, Mise en marche des ventilateurs 1 et 2 du système B.

3) Si $12 \leq T < 14^\circ\text{C}$, mise en marche des refroidisseurs 1 et 2 :

- ✓ Démarrage du refroidisseur 1.
- ✓ Démarrage de la pompe P2 après vérification des conditions suivantes :
 - Interrupteur sur marche.
 - Pas de défauts de court-circuit ni de surcharge (disjoncteur magnétothermique enclenché).
 - Thermostat antigel fermé.
- ✓ Démarrage des compresseurs après vérification des conditions suivantes :
 - La basse pression BPA > 1 Bar et BPB > 1 Bar.
 - La haute pression HPA < 21 Bar et HPB < 21 Bar.
 - Pompe 2 en marche.
 - Disjoncteurs magnétothermiques enclenchés.
 - Pressostats haute et basse pression enclenchés.
 - Contrôleur de débit enclenché.
 - Temporisation anti-court cycle terminée (4 minutes).
 - Le nombre de compresseur en marche selon le degré de température :
 - $T > 12^\circ\text{C}$, Mise en marche du compresseur 1 du système A.
 - $T > 12,5^\circ\text{C}$, Mise en marche des compresseurs 1 et 2 du système A.
 - $T > 13^\circ\text{C}$, Mise en marche des compresseurs 1 et 2 du système A et du compresseur 3 du système B.
 - $T > 13,5^\circ\text{C}$, Mise en marche des quatre compresseurs.
- ✓ Démarrage des ventilateurs après vérification des conditions suivantes :
 - Au moins un compresseur fonctionne.
 - Disjoncteurs magnétothermiques enclenchés.
 - Pressostat haute pression de régulation enclenché.
 - Le nombre de ventilateurs en marche selon le niveau de la haute pression :
 - HP (système A) > 11 Bar, Mise en marche du ventilateur 1 du système A.
 - HP (système A) > 13 Bar, Mise en marche des ventilateurs 1 et 2 du système A.

- HP (système B) > 11 Bar, Mise en marche du ventilateur 1 du système B.
 - HP (système B) > 13 Bar, Mise en marche des ventilateurs 1 et 2 du système B.
- 4) Si $14 \leq T < 16^\circ\text{C}$, mise en marche des refroidisseurs : 1, 2 et 3 :
- ✓ Démarrage des refroidisseurs 1 et 2.
 - ✓ Démarrage de la pompe P3 après vérification des conditions suivantes :
 - Interrupteur sur marche.
 - Pas de défauts de court-circuit ni de surcharge (disjoncteur magnétothermique enclenché).
 - Thermostat antigel fermé.
 - ✓ Démarrage des compresseurs après vérification des conditions suivantes :
 - La basse pression BPA > 1 Bar et BPB > 1 Bar.
 - La haute pression HPA < 21 Bar et HPB < 21 Bar.
 - Pompe 3 en marche.
 - Disjoncteurs magnétothermiques enclenchés.
 - Pressostats haute et basse pression enclenchés.
 - Contrôleur de débit enclenché.
 - Temporisation anti-court cycle terminée (4 minutes).
 - Le nombre de compresseur en marche selon le degré de température :
 - $T > 14^\circ\text{C}$, Mise en marche du compresseur 1 du système A.
 - $T > 14,5^\circ\text{C}$, Mise en marche des compresseurs 1 et 2 du système A.
 - $T > 15^\circ\text{C}$, Mise en marche des compresseurs 1 et 2 du système A et du compresseur 3 du système B.
 - $T > 15,5^\circ\text{C}$, Mise en marche des quatre compresseurs.
 - ✓ Démarrage des ventilateurs après vérification des conditions suivantes :
 - Au moins un compresseur fonctionne.
 - Disjoncteurs magnétothermiques enclenchés.
 - Pressostat haute pression de régulation enclenché.
 - Le nombre de ventilateurs en marche selon le niveau de la haute pression :

- HP (système A) > 11 Bar, Mise en marche du ventilateur 1 du système A.
- HP (système A) > 13 Bar, Mise en marche des ventilateurs 1 et 2 du système A.
- HP (système B) > 11 Bar, Mise en marche du ventilateur 1 du système B.
- HP (système B) > 13 Bar, Mise en marche des ventilateurs 1 et 2 du système B.

5) Si $16 \leq T < 18^\circ\text{C}$, mise en marche des refroidisseurs : 1, 2, 3 et 4 :

- ✓ Démarrage des refroidisseurs 1, 2, et 3.
- ✓ Démarrage de la pompe P4 après vérification des conditions suivantes :
 - Interrupteur sur marche.
 - Pas de défauts de court-circuit ni de surcharge (disjoncteur magnétothermique enclenché).
 - Thermostat antigel fermé.
- ✓ Démarrage des compresseurs après vérification des conditions suivantes :
 - La basse pression BPA > 1 Bar et BPB > 1 Bar.
 - La haute pression HPA < 21Bar et HPB < 21Bar.
 - Pompe 4 en marche.
 - Disjoncteurs magnétothermiques enclenchés.
 - Pressostats haute et basse pression enclenchés.
 - Contrôleur de débit enclenché.
 - Temporisation anti-court cycle terminée (4 minutes).
 - Le nombre de compresseur en marche selon le degré de température :
 - $T > 16^\circ\text{C}$, Mise en marche du compresseur 1 du système A.
 - $T > 16,5^\circ\text{C}$, Mise en marche des compresseurs 1 et 2 du système A.
 - $T > 17^\circ\text{C}$, Mise en marche des compresseurs 1 et 2 du système A et du compresseur 3 du système B.
 - $T > 17,5^\circ\text{C}$, Mise en marche des quatre compresseurs.
- ✓ Démarrage des ventilateurs après vérification des conditions suivantes :

- Au moins un compresseur fonctionne.
- Disjoncteurs magnétothermiques enclenchés.
- Pressostat haute pression de régulation enclenché.
- Le nombre de ventilateurs en marche selon le niveau de la haute pression :
 - HP (système A) > 11 Bar, Mise en marche du ventilateur 1 du système A.
 - HP (système A) > 13 Bar, Mise en marche des ventilateurs 1 et 2 du système A.
 - HP (système B) > 11 Bar, Mise en marche du ventilateur 1 du système B.
 - HP (système B) > 13 Bar, Mise en marche des ventilateurs 1 et 2 du système B.

3.5 Gestion, contrôle et maintenance de l'installation

- ✓ Elaboration du programme qui illustre le fonctionnement de l'installation.
- ✓ Réalisation du programme de supervision et conception d'interface de contrôle.
- ✓ Elaboration du plan de maintenance de l'installation :
 - Programme de supervision de gestion des défauts,
 - Tableau de diagnostic sur l'installation,
 - Arbre de défaillance des défauts de l'installation.

4. Elaboration du schéma de l'installation

Le système de refroidissement proposé, comporte trois circuits principaux, voir schéma synoptique suivant :

- ✓ Un circuit électrique : d'alimentation, de commande et de communication,
- ✓ Un circuit hydraulique,
- ✓ Un circuit frigorifique.

Pour chacun des circuits cités en haut, on à proposer et élaborer son schéma adapté. Et pour cela, deux logiciels sont utilisés, le WinRelais et le QElectroTech.

4.1 Le logiciel WinRelais

Le logiciel WinRelais est un logiciel de saisie de schémas électrotechniques de types unifilaires ou multifilaires, développés, rangés, assemblés, groupés, architecturaux, ...etc. Que ce soit pour des installations électriques domestiques ou industrielles. Il permet aussi de dessiner des représentations en Grafset [10].

Ce logiciel, comporte une librairie de base d'environ 2800 symboles électrotechniques en plus d'autres composants complémentaires : Automate, variateurs, ...etc. Et l'utilitaire WinSymbole incorporé dans le logiciel WinRelais, permet de modifier les symboles existants et d'en créer de nouveaux.

4.2 Le logiciel QElectroTech

QElectroTech est une application libre permettant de réaliser des schémas hydrauliques, frigorifiques, pneumatiques et électriques. Il comporte toute une bibliothèque sur le froid.

Les schémas des circuits électriques de l'installation sont élaborés à l'aide du logiciel WinRelais. Par contre, les schémas des circuits hydrauliques et frigorifiques de l'installation sont réalisés en utilisant le logiciel QElectroTech.

Vu le nombre important des schémas réalisés ; dix-huit schémas électriques, un schéma frigorifique et un schéma hydraulique, on a préféré et jugé, utile de les représenter en annexe ; voir l'annexe 1 et 2.

NB : Puisque le système comprend quatre refroidisseurs dont les schémas sont identiques, on a représenté un seul refroidisseur.

5. Automatisation de l'installation

5.1 Elaboration du GRAFCET

A partir du cahier des charges on a élaboré des Grafcet qui représentent le fonctionnement de l'installation frigorifique.

Grafcet N°1 :

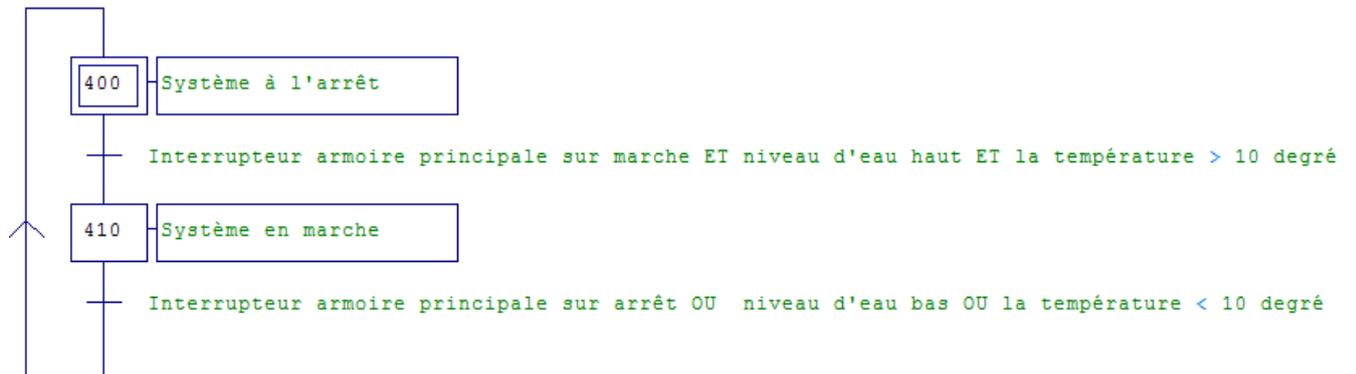


Figure IV.3 : Grafcet marche / arrêt du système

Grafcet N°2 :

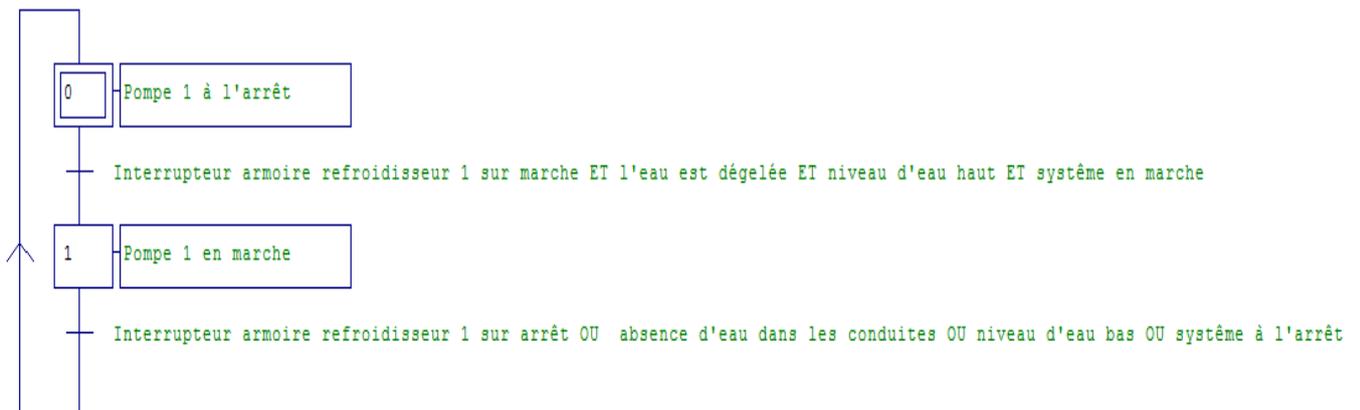


Figure IV.4 : Grafcet marche / arrêt pompe 1 du refroidisseur 1.

Grafset N°3 :

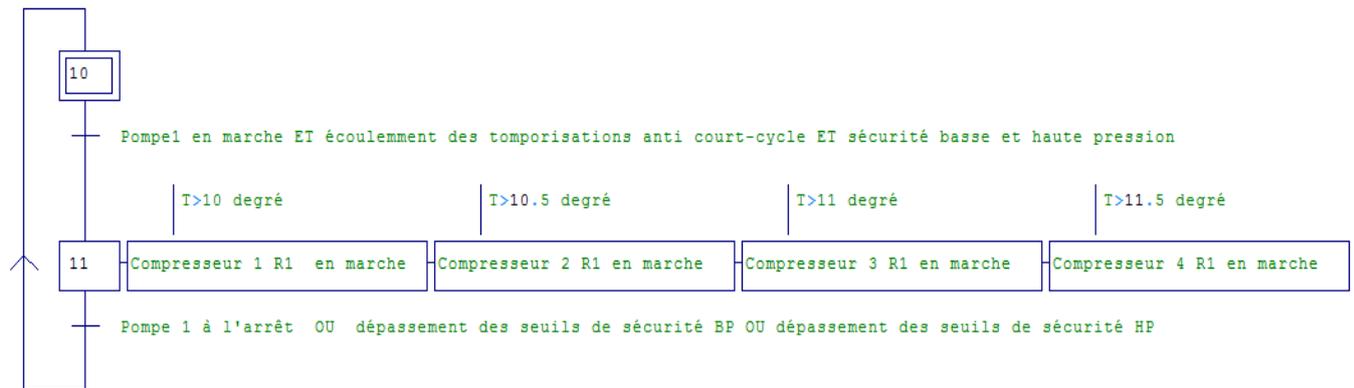


Figure IV.5 : Grafset marche / arrêt des compresseurs du refroidisseur 1 (systèmes A et B).

Grafset N°4 :

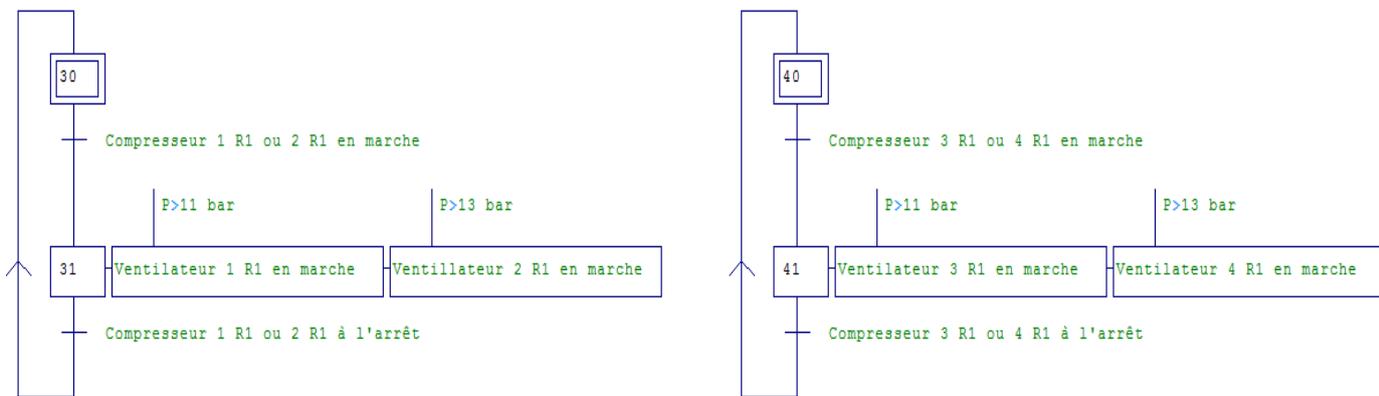


Figure IV.6 : Grafset marche / arrêt des ventilateurs du refroidisseur 1 (systèmes A et B).

Grafset N°5 :

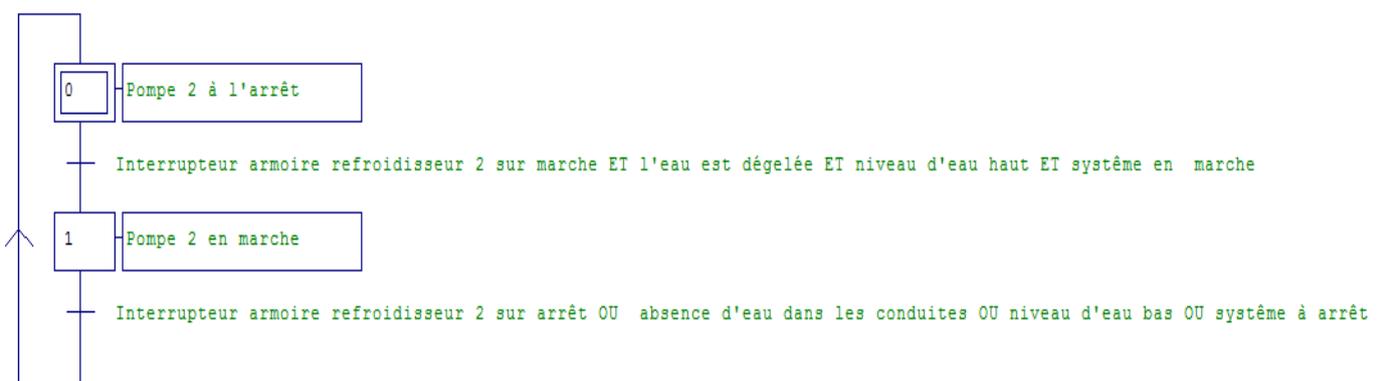


Figure IV.7 : Grafset marche / arrêt pompe 2 du refroidisseur 2.

Grafset N°6 :

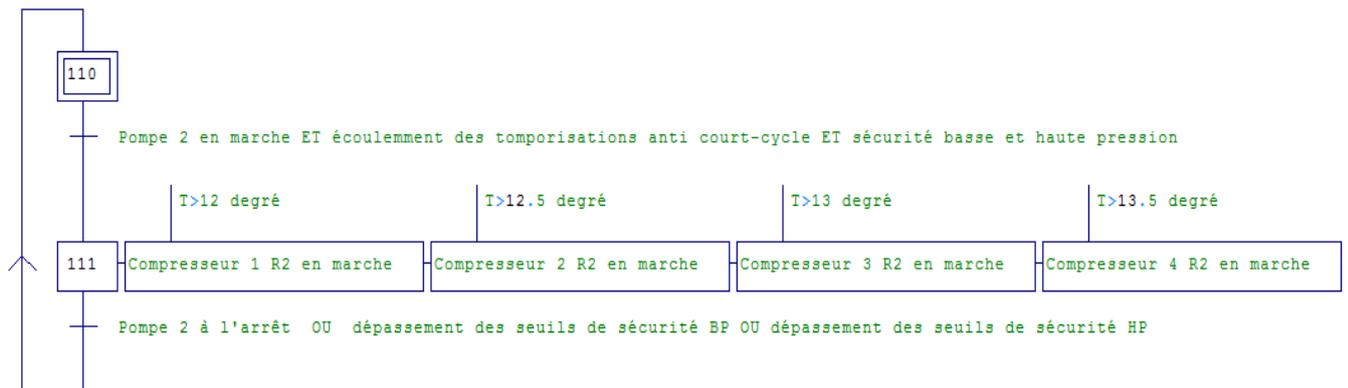


Figure IV.8 : Grafset marche / arrêt des compresseurs du refroidisseur 2 (systèmes A et B).

Grafset N°7 :

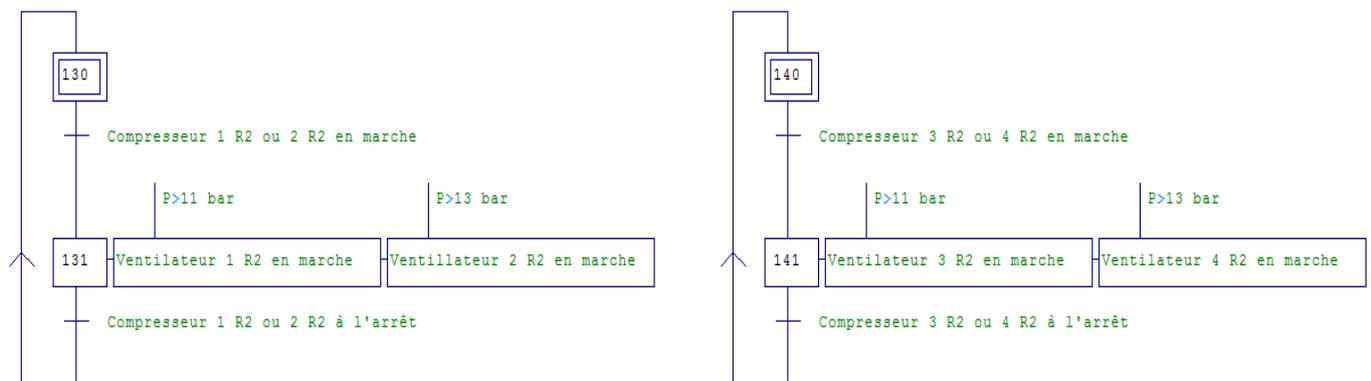


Figure IV.9 : Grafset marche / arrêt des ventilateurs du refroidisseur 2 (systèmes A et B).

Grafset N°8 :

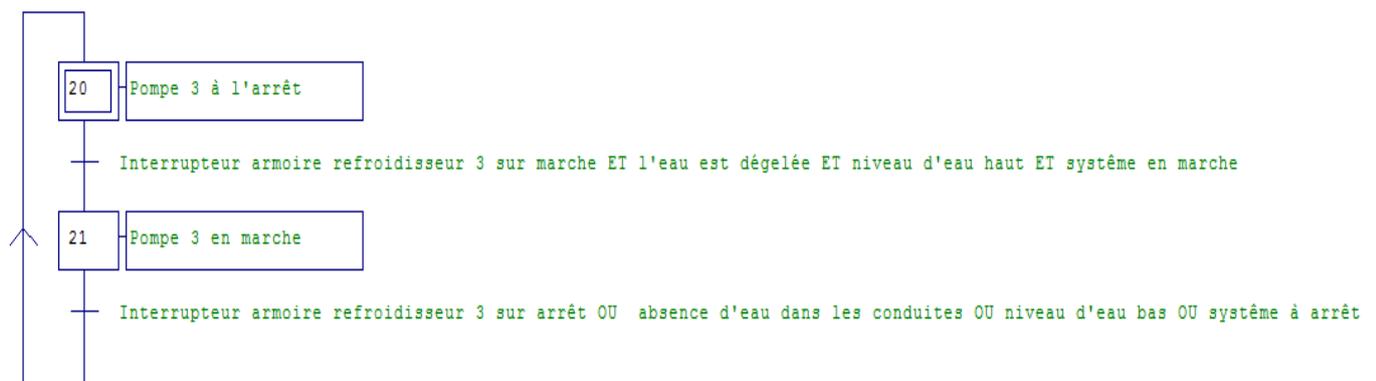


Figure IV.10 : Grafset marche / arrêt pompe 3 du refroidisseur 3.

Grafset N°9 :

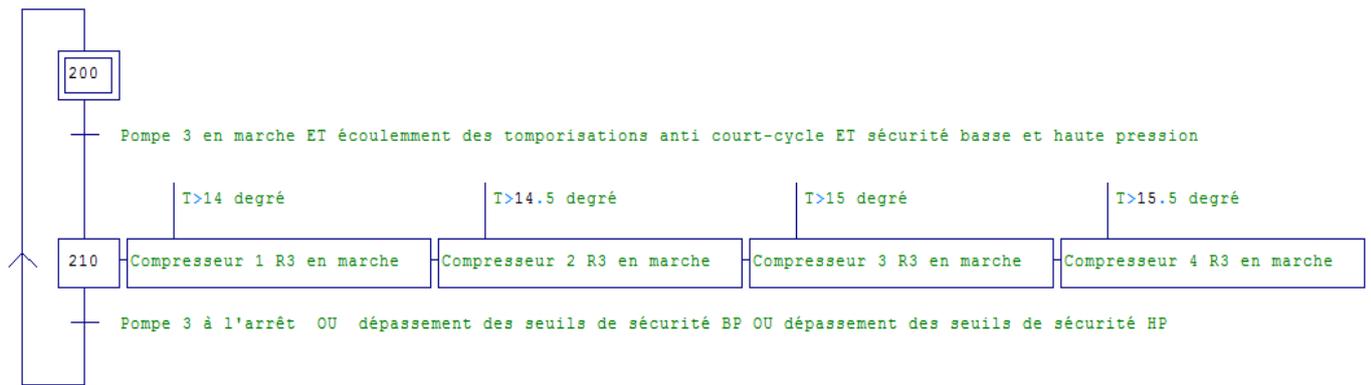


Figure IV.11 : Grafset marche / arrêt des compresseurs du refroidisseur 3 (systèmes A et B).

Grafset N°10 :

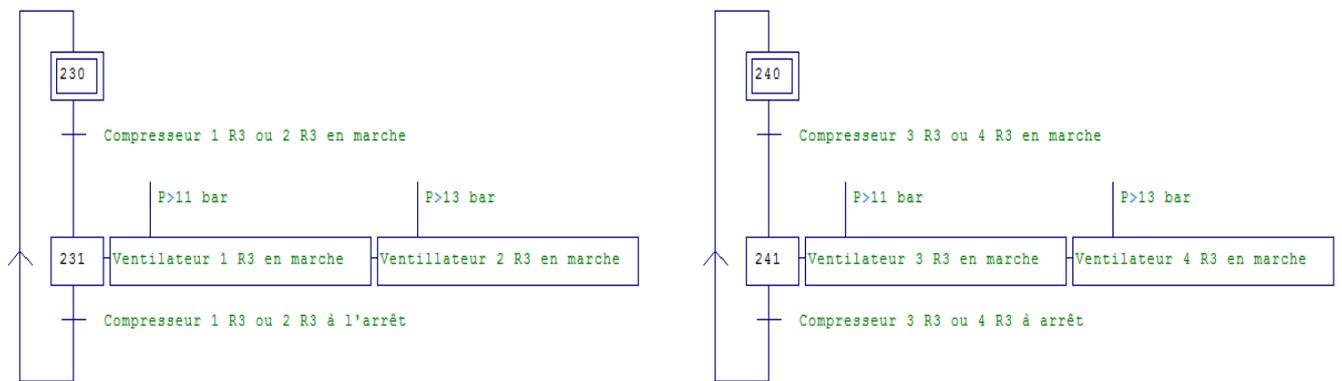


Figure IV.12 : Grafset marche / arrêt des ventilateurs du refroidisseur 3 (systèmes A et B).

Grafset N°11 :

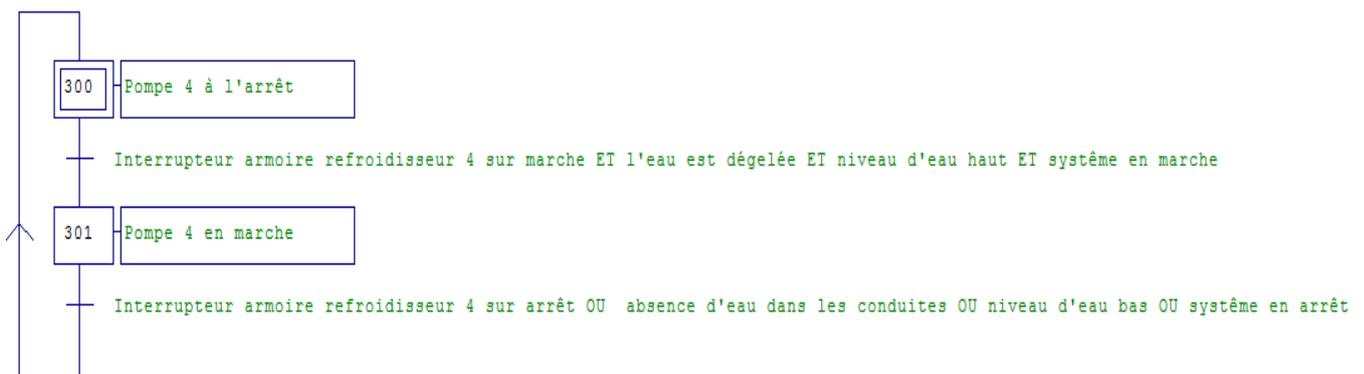


Figure IV.13 : Grafset marche / arrêt pompe 4 du refroidisseur 4.

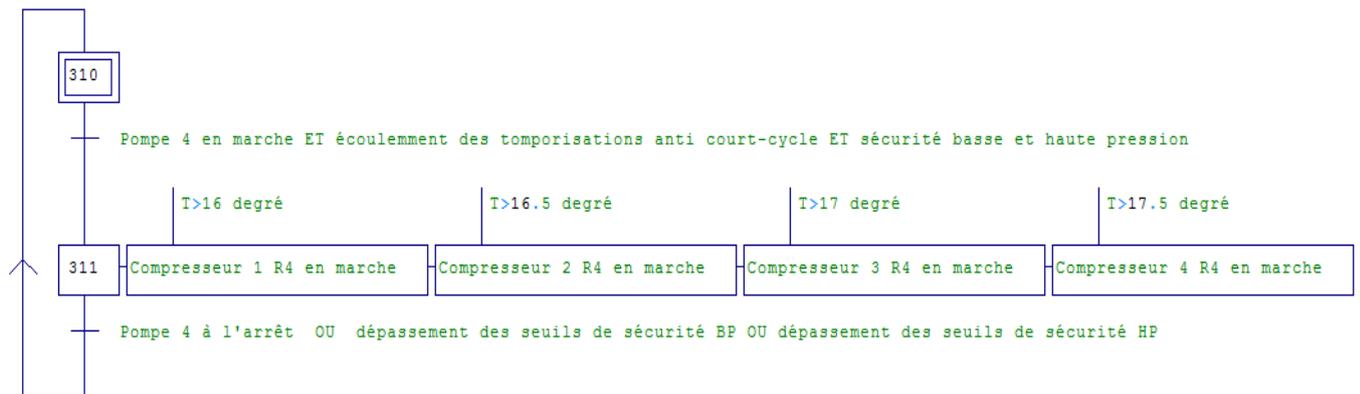
Grafset N°12 :

Figure IV.14 : Grafset marche / arrêt des compresseurs du refroidisseur 4 (systèmes A et B).

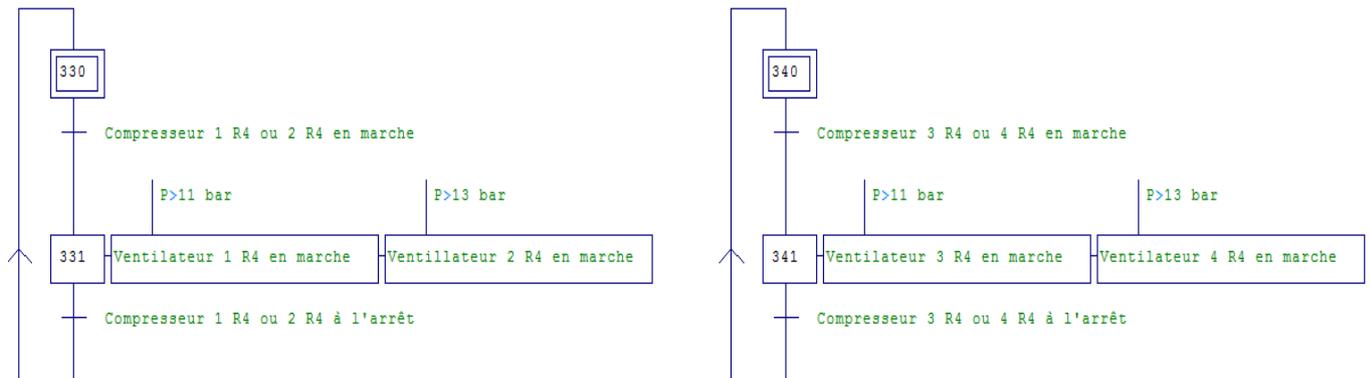
Grafset N°13 :

Figure IV.15 : Grafset marche / arrêt des ventilateurs du refroidisseur 4 (systèmes A et B).

5.2 Elaboration du programme sous logiciel Step7

Pour l'élaboration du programme on a utilisé le logiciel Step7 qui est un logiciel de base de la firme Siemens. Utilisé pour la configuration et la programmation des systèmes d'automatisation, il fait partie de l'industrie logicielle SIMATIC et il permet la programmation en langage Ladder dit CONT, en LIST et en logigramme (FBD).

Le logiciel Step7 donne la possibilité de mettre le programme en plusieurs blocs, tels :

- ✓ les blocs d'organisation OB : Ils sont les interfaces entre le système d'exploitation et le programme utilisateur. Ils permettent le déclenchement de certaines parties du programme à un événement du système.
- ✓ les blocs fonctions FC : Ils sont des sous-programmes comportant ou non des entrées et des sorties. Chaque FC peut gérer une partie du système. Ceci donne

la possibilité de décomposer les applications compliquées et les rendre plus simples.

5.2.1 Configuration matérielle

C'est la partie essentielle dans la programmation où il faut choisir l'alimentation, la CPU ainsi que les périphériques qui gèrent les interfaces d'entrées / sorties.

On a utilisé l'automate programmable Siemens S7-300 de CPU318-2.

Les opérands et les plages de paramètres de la CPU318-2, sont représentées dans le tableau ci-après :

Opérande	Plage des paramètres	Description
M	0.0 à 1023.7	Mémento
MB	0 à 1023	Octet de mémento
MW	0 à 1022	Mot de mémento
MD	0 à 1020	Double mot de mémento
T	0 à 511	Temporisation
Z	0 à 511	Compteur
E	0.0 à 2047.7	Entrée
A	0.0 à 2047.7	Sortie

Tableau IV.1 : Les opérands et les plages de paramètres de la CPU318-2.

L'étape configuration matérielle est schématisée dans la figure ci-dessous :

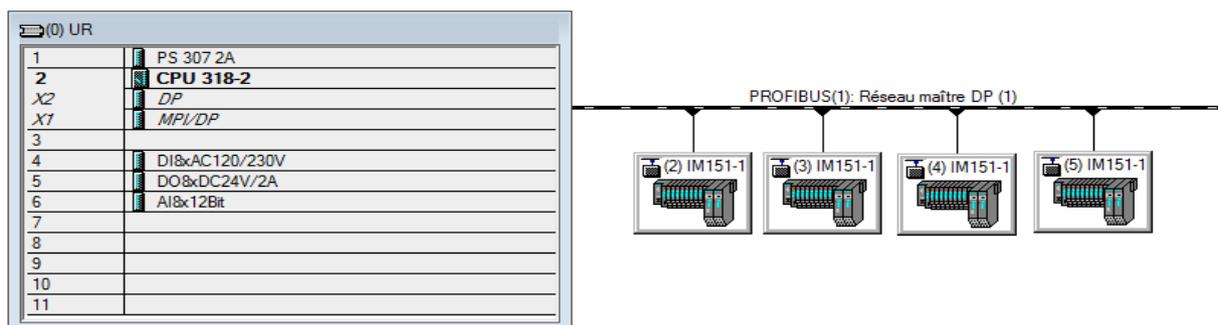


Figure IV.16 : Configuration matérielle.

L'armoire principale de l'installation frigorifique se situe loin des refroidisseurs. Pour cela, on a opté pour la configuration montrée dans la figure précédente.

5.2.2 Communication PROFIBUS

Profibus (Process Field Bus) est le nom d'un type de bus de terrain propriétaire à SIEMENS et de son protocole, inter-automates et de supervision.

À ce jour dans l'industrie, on trouve essentiellement deux variantes :

- ✓ Profibus-DP (DecentralizedPeripherals) : est utilisé pour connecter des équipements actifs et des détecteurs à un contrôleur central dans des applications de production industrielle.
- ✓ Profibus-PA (Process Automation) : est utilisé pour des équipements de mesure et de surveillance, il est particulièrement conçu pour les zones à risques.

Selon notre cahier des charges et le positionnement géographique du système Armoire-refroidisseurs, on a choisi un périphérique ET200 pour chaque refroidisseur. Et la communication entre l'automate principal et les périphériques ET200 se fait par câble Profibus.

5.2.3 Présentation du programme

Le programme élaboré est structuré, et il contient : un bloc d'organisation OB1 ou le programme principal s'exécute et quatre blocs fonctions FC1, FC2, FC3 et FC4 respectivement pour les refroidisseurs 1, 2, 3 et 4. Il comporte aussi, 29 blocs de données (DB). Le programme est composé de :

- ✓ 21 Temporisations.
- ✓ 32 compteurs.
- ✓ 638 mémentos.
- ✓ 36 sorties.
- ✓ 84 entrées TOR.
- ✓ 17 entrées analogiques.
- ✓ 278 réseaux.

5.2.3.1 Mise à l'échelle des capteurs analogiques

Les capteurs analogiques sont les capteurs de pression HP et BP et le capteur de température.

Prenons l'exemple de la sonde de température, elle est représentée par le bloc de mise à l'échelle SCALE FC105 dans le bloc d'organisation OB1. On a programmé ses paramètres comme suit :

- ✓ IN : valeur d'entrée exprimée en unité physique à convertir selon l'échelle en valeur logique.
- ✓ HI_LIM (MD480) : Limite supérieure en unité physique.
- ✓ LO_LIM (MD484) : Limite inférieure en unité physique.
- ✓ OUT : (MD496) Résultat de la conversion.

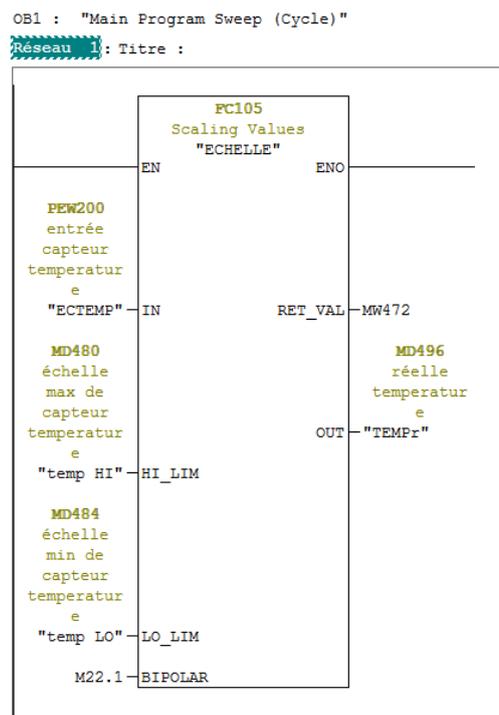


Figure IV.17 : Mise à l'échelle du capteur de température sous Step7.

On suit la même procédure pour les capteurs ; de pression HP et BP. 16 autres cas sont réalisés.

5.2.3.2 Démarrage de la pompe

Pour que la pompe 1 démarre, il faut vérifier les conditions suivantes :

- ✓ le bit M0.0 à 1 : le sectionneur général de l'armoire principale à 1 et l'absence de défaut du niveau d'eau.
- ✓ disjoncteur magnétothermique enclenché.
- ✓ mise à 1 du commutateur de refroidisseur 1.
- ✓ thermostatsantigel enclenchés.
- ✓ les contrôleurs de débit des systèmes A et B enclenchés. Les deux sont en série pour sécuriser la pompe. Et l'auto-maintien permet d'éviter le mode marche-arrêt répétitif de la pompe (CDA=0 quand l'eau est statique, CDA=1 quand l'eau est en mouvement).

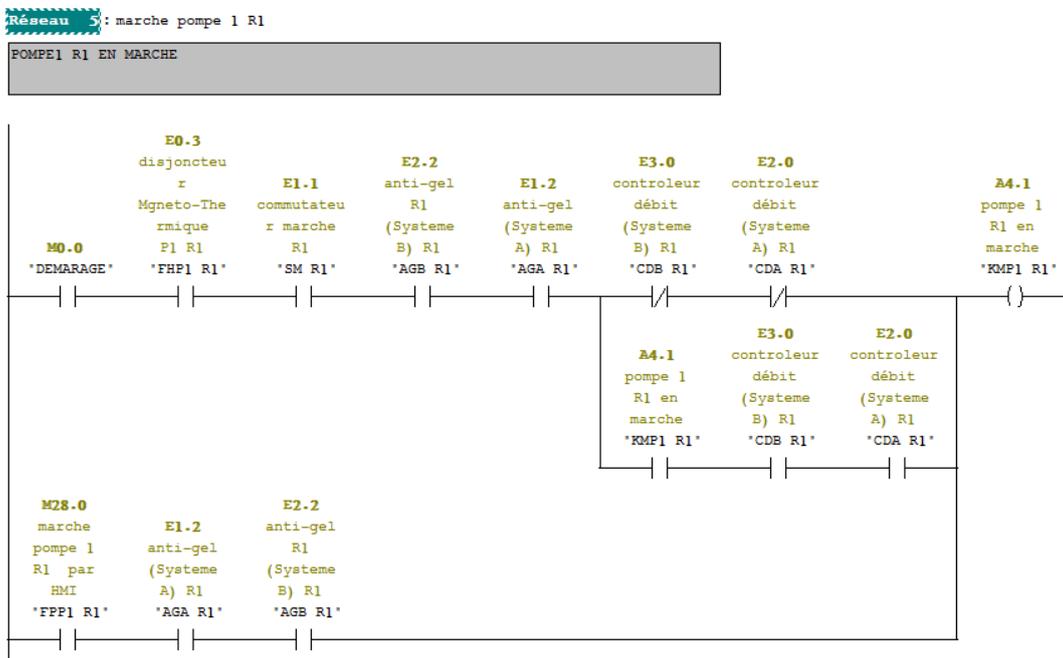


Figure IV.18 : Réseau de démarrage de la pompe sous Step7.

5.2.3.3 Démarrage des compresseurs

On prend l'exemple du compresseur 1 du système A qui est associé au refroidisseur 1.

Pour que le compresseur démarre il faut :

- ✓ pompe 1 R1 en marche (A4.1=1).
- ✓ introduire la consigne de température désirée (MD80) et la comparer avec la température réelle (MD496). Si le résultat de la comparaison est vrai, le bit M2.1 se mettra à 1.

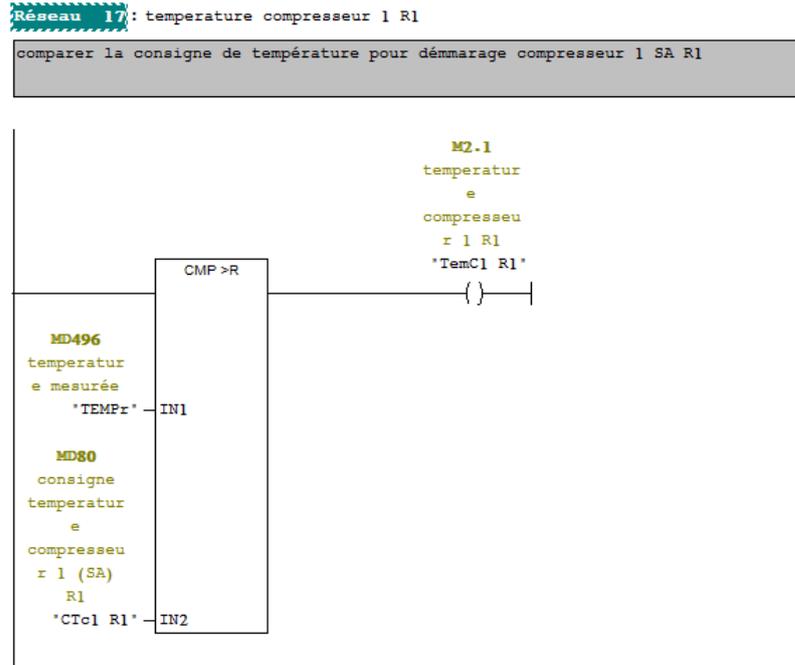


Figure IV.19 : Réseau de comparaison de la température sous Step7.

- ✓ s'assurer de l'absence de défaut sur compresseur par le bit mémoire M5.4.

On met tous les contacts de sécurité en sérié dans un seul réseau afin de sécuriser le compresseur.

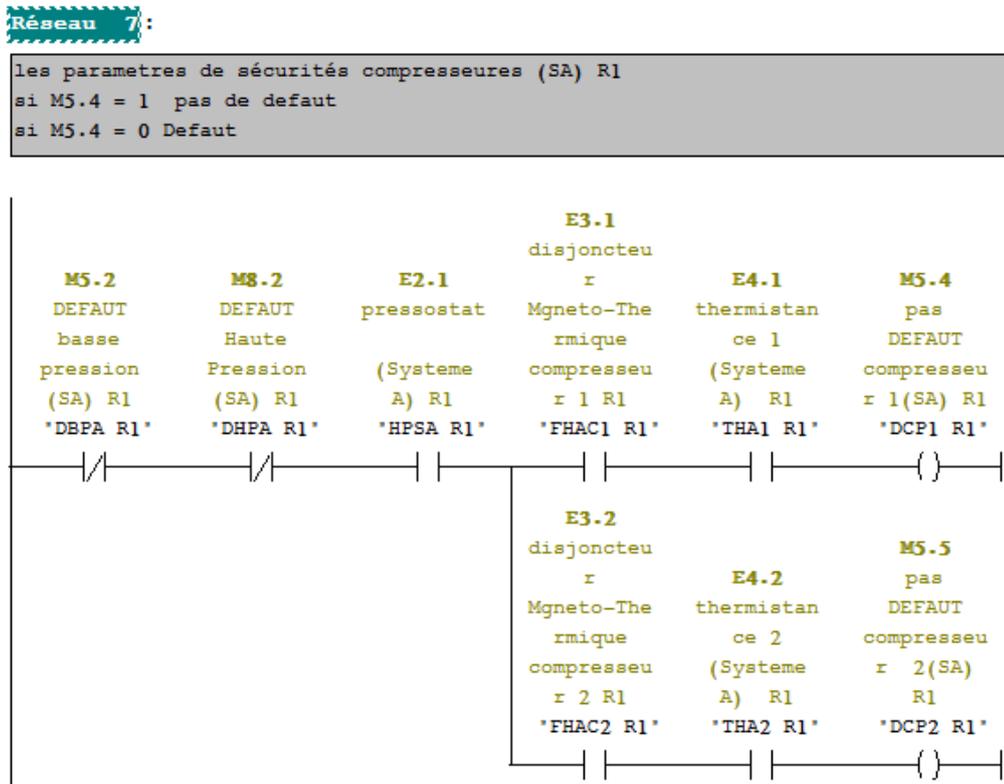


Figure IV.20 : Réseau de vérification des défauts du compresseur 1 R1 sous Step7.

- ✓ écoulement de la temporisation anti-court cycle qui met le bit M20.1 à 1.

A chaque arrêt du compresseur, la temporisation s'active, et après 4 mn le bit M20.1 se mettra à 1. La temporisation démarre en cas du front montant à l'entrée d'activation S (désactivation du compresseur).

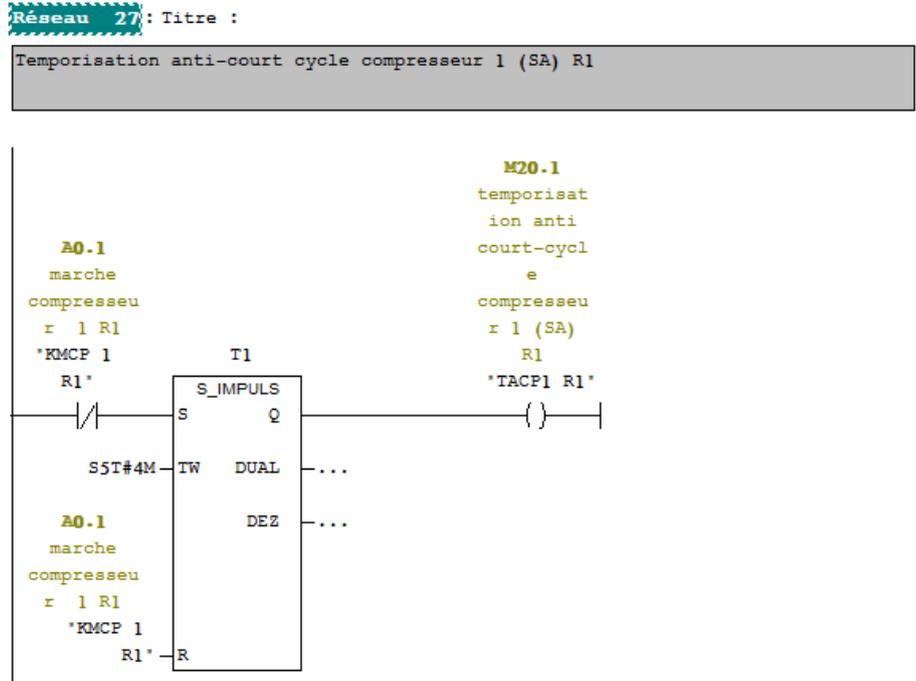


Figure IV.21 : Réseau de la temporisation anti court-cycle du compresseur 1 R1 sous Step7.

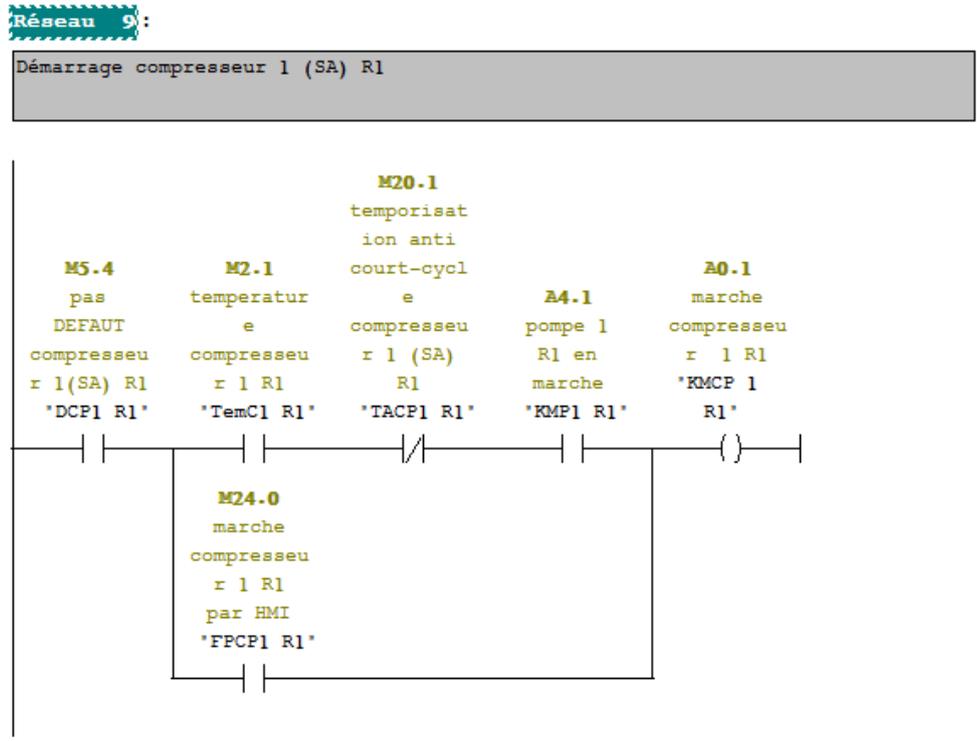


Figure IV.22 : Réseau de démarrage du compresseur sous Step7.

5.2.3.4 Affichage du nombre de démarrage des compresseurs

Ce réseau permet de compter le nombre de démarrage d'un compresseur. Le bloc de comptage est décrit comme suit :

- ✓ Le bloc SFB0 "CTU" sert à compter par incréments. Quand il y a un front montant à l'entrée CU (démarrage du compresseur), le compteur est incrémenté de 1 (par rapport au dernier appel du SFB). Et quand la valeur du comptage atteint la limite supérieure 32 767, il n'est plus incrémenté. Chaque nouveau front montant à l'entrée CU reste alors sans effet.
- ✓ Un niveau 1 à l'entrée R provoque la remise à zéro du compteur, quelle que soit la valeur de l'entrée CU.
- ✓ La sortie Q indique si la valeur de comptage en cours est supérieure ou égale à la valeur par défaut PV.
- ✓ La sortie CV affiche la valeur de comptage en cours.

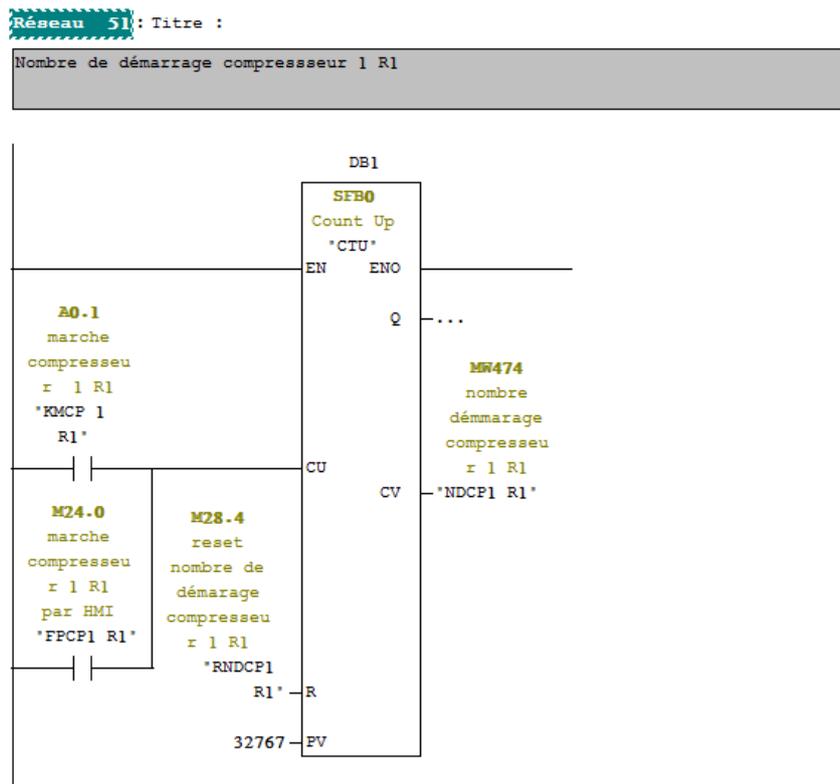


Figure IV.23 : Réseau de nombre de démarrage du compresseur 1 R1 sous Step7.

5.2.3.5 Affichage du nombre d'heures de fonctionnement des compresseurs

Pour calculer le nombre d'heures de fonctionnement, on suit la procédure suivante :

- ✓ Pour calculer des secondes, on met à l'entrée ZV du compteur Z1 un memento de cadence suivi du memento de marche du compresseur.
- ✓ Le compteur est incrémenté d'une unité si l'état de signal à l'entrée ZV passe de 0 à 1 (front montant) et que la valeur du compteur est inférieure à 999.
- ✓ Si la sortie du compteur MW524 est égale à 60, le bit du memento M30.5 se met à 1. Cela est assuré par le bloc de comparaison.

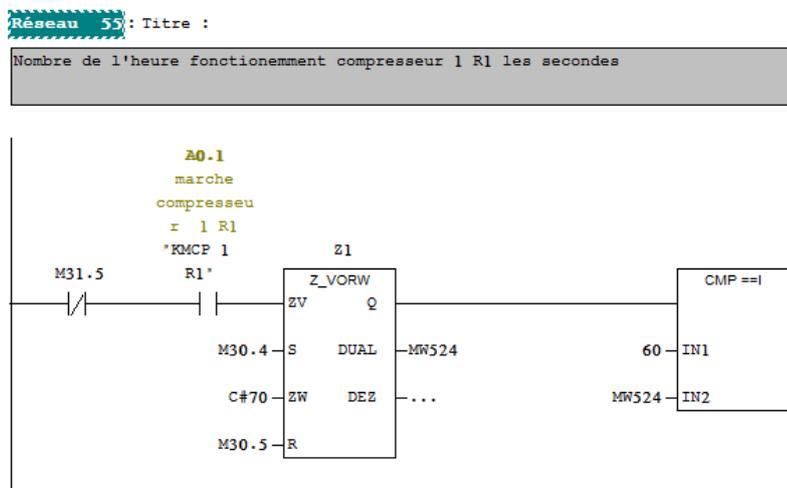


Figure IV.24 : Réseau pour calculer une minute sous Step7.

Pour calculer des minutes on procède de la même manière que celle du calcul de secondes. Cela, en changeant l'entrée du compteur Z2 par la sortie des secondes.

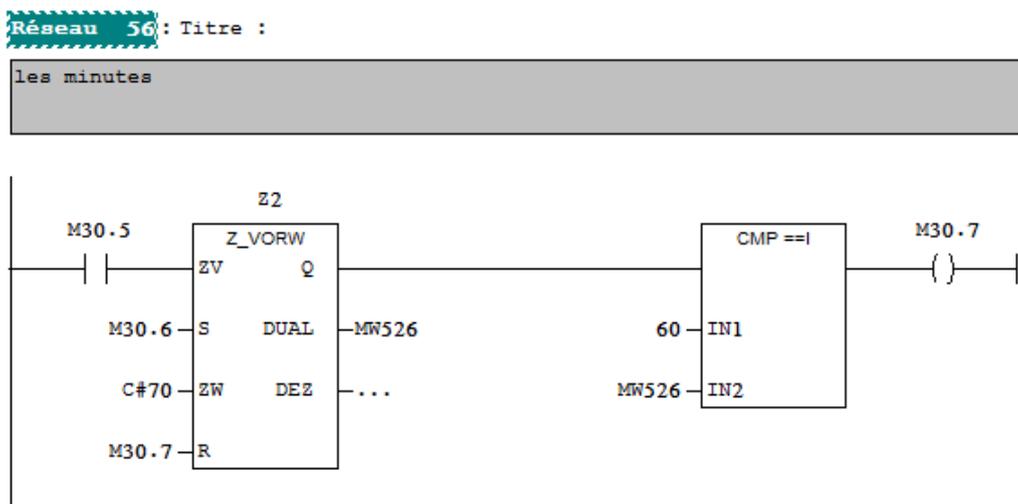


Figure II. IV.25 : Réseau pour calculer une heure sous Step7.

Pour calculer le nombre d'heures, on utilise le bloc de comptage SFB0 "CTU".

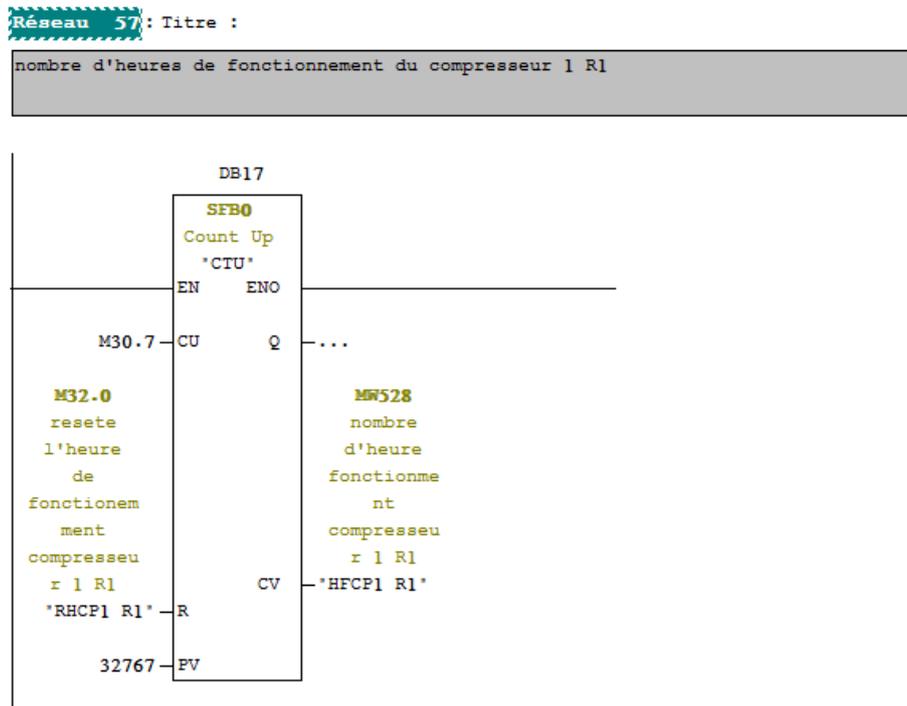


Figure IV.26 : Réseau de nombre d'heure de fonctionnement du compresseur 1 R1 sous Step7.

5.2.3.6 Gestion des défauts

✓ Défauts signalés à l'opérateur par le pupitre, tels :

- défauts disjoncteurs magnétothermiques,
- défauts thermostat anti-gel,
- défauts basse pression,
- défauts haute pression,
- défauts contrôleurs de débit,
- défauts thermistance,
- défauts débit d'eau.

Prenons l'exemple de défaut de débit d'eau. Si la pompe 1 est en marche et si après 5 sec le contrôleur débit est toujours à 0 le bit M5.1 se met à 1.

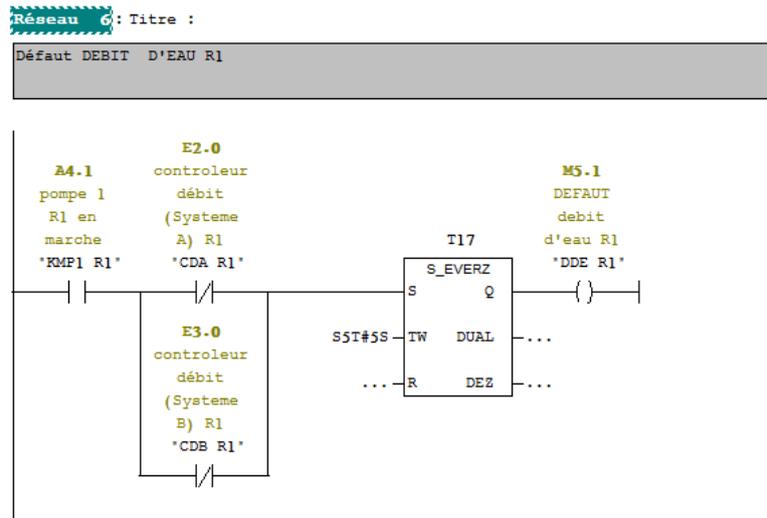


Figure IV.27 : Réseau de défaut du débit d'eau sous Step7.

- ✓ Défauts signalés par un gyrophare à distance. Il concerne tous les défauts qui peuvent survenir sur l'installation. En cas où l'opérateur n'a pas intervenu suite à un défaut quelconque, c'est après une temporisation de 4 minutes que le gyrophare s'enclenche.

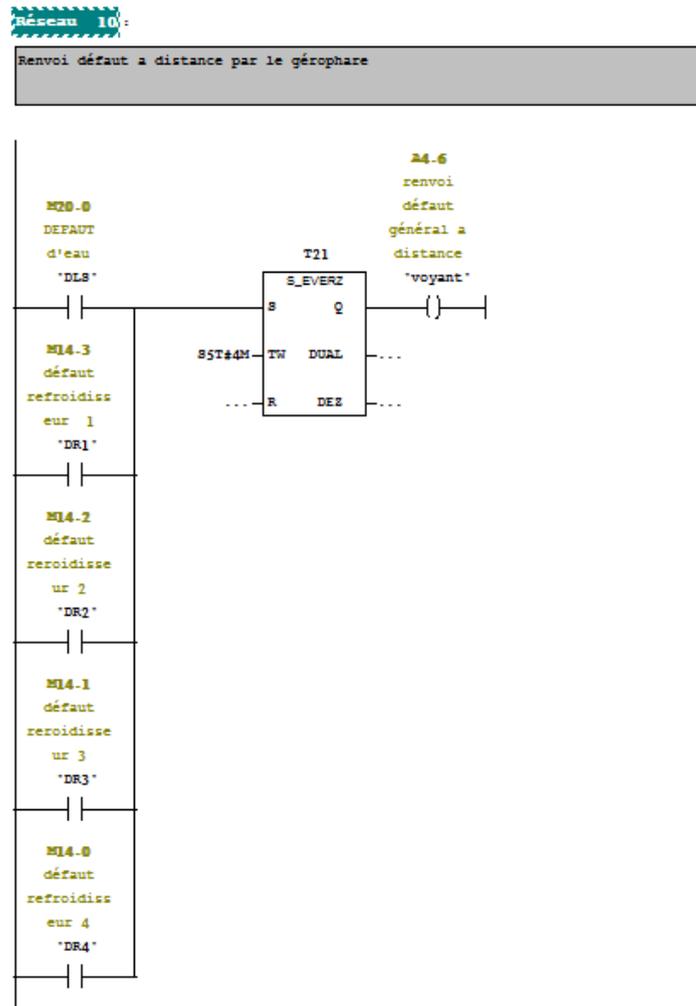


Figure IV.28 : Réseau de défaut signalé par un gyrophare du refroidisseur 1 R1 sous Step7.

5.3 Contrôle et gestion de l'installation

Tout projet de conception de système interactif, appelée aussi supervision, doit commencer le plus souvent par l'analyse et la modélisation du système en question. Dans ce but, nous avons opté pour une analyse descendante de notre système en se basant sur ses aspects structurels et fonctionnels.

Nous disposons de 21 vues :

- ✓ Vue 1 : vue principale.
- ✓ Vue 2 : circuit hydraulique.
- ✓ Vues 3, 4, 5 et 6 : circuits frigorifiques des quatre refroidisseurs.
- ✓ Vues 7, 8, 9 et 10 : les consignes et les paramétrages des capteurs.
- ✓ Vues 11, 12 et 13 : forçage des actionneurs.
- ✓ Vues 14 et 15 : historique de fonctionnement des compresseurs.
- ✓ Vue 16 : gestion des alarmes.
- ✓ Vues 17, 18, 19, 20 et 21 : aide à la maintenance.

5.3.1 Conception et supervision du système de refroidissement

Afin de réaliser la supervision de notre système, nous avons utilisé le logiciel WinCC, qui est un système HMI performant. Développé par SIEMENS, il est idéal grâce à sa simplicité et sa flexibilité.

La supervision de l'installation frigorifique nous permet de contrôler et de commander plusieurs paramètres tels que les consignes et les paramétrages des capteurs analogiques, le forçage des différents actionneurs, la gestion des alarmes ainsi que les actions de maintenance.

5.3.1.1 Vue du menu principale

Le projet comporte plusieurs vues, et pour faciliter la supervision ; on commence par concevoir un menu de vue principale qui donne l'accès aux différentes vues détaillées des autres éléments de l'installation, voir figure IV.29.

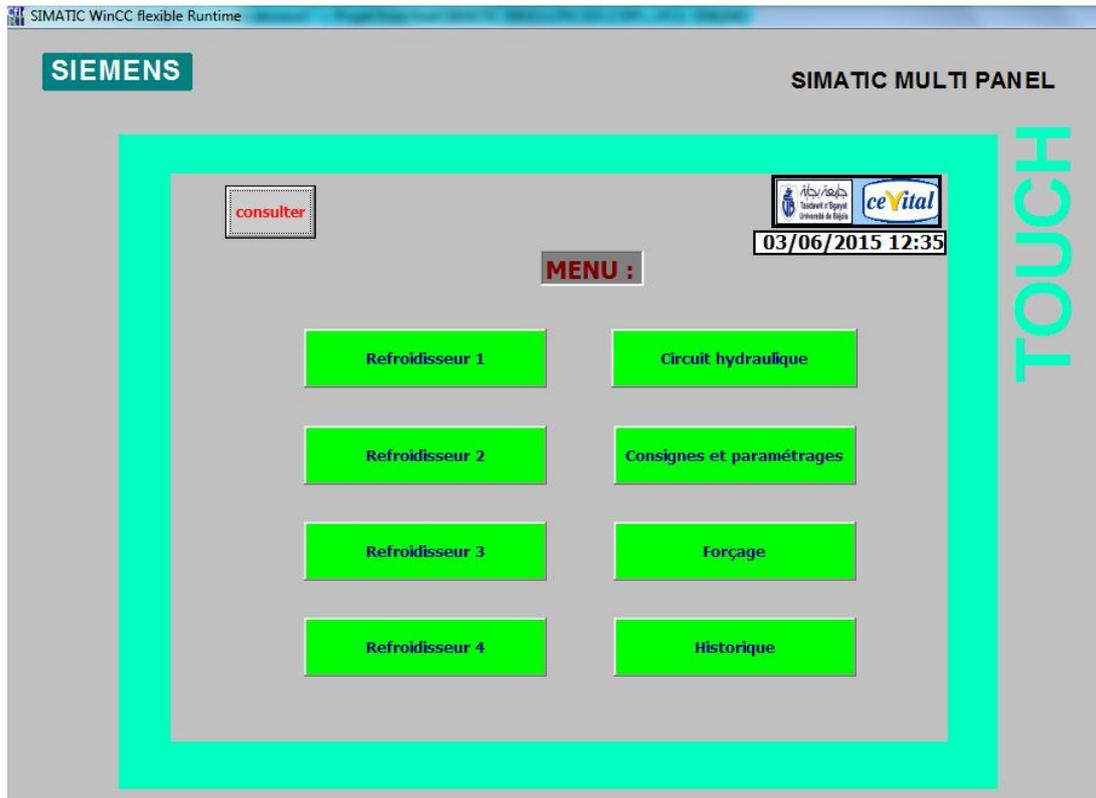


Figure IV.29 : Vue principale sousWinCC.

5.3.1.2 Elaboration de la vue du circuit hydraulique

Cette vue représente l'état de l'installation frigorifique. Elle permet de voir l'état des pompes, l'électrovanne, les défauts magnétothermiques des pompes ainsi que la température de l'eau de la bêche, voir figure IV.30.

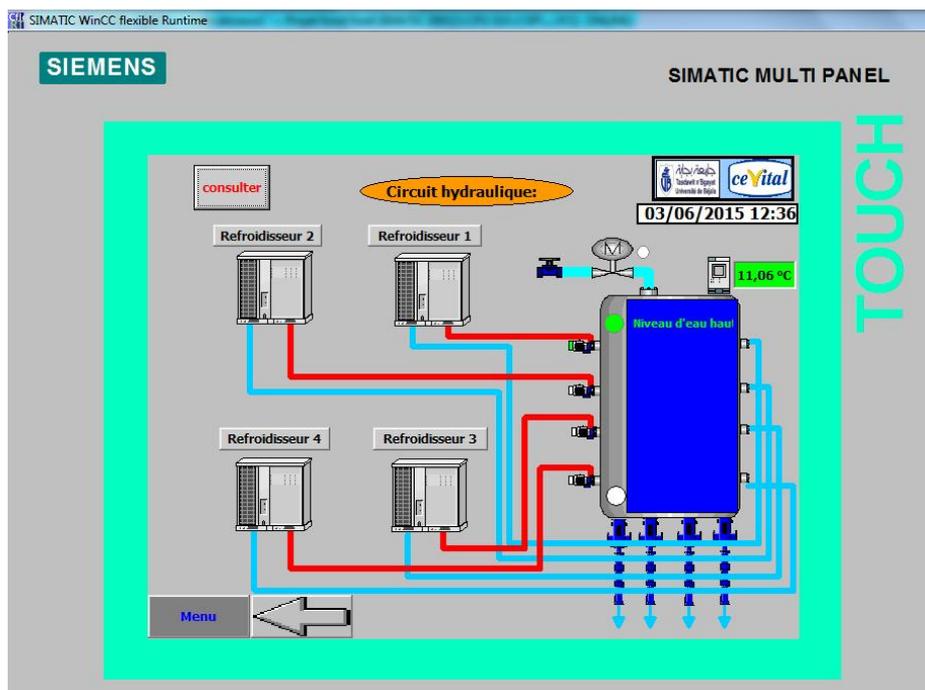


Figure IV.30 : Vue du circuit hydraulique sousWinCC.

5.3.1.3 Elaboration de la vue du circuit du refroidisseur

Cette vue représente l'état d'un seul refroidisseur. Elle permet de visualiser l'état des compresseurs et des ventilateurs, les défauts magnétothermiques des compresseurs et des ventilateurs, les valeurs de pression HP et BP ainsi que l'état des détecteurs de sécurité HP, anti-gel et le contrôleur de débit, voir figure IV.31.

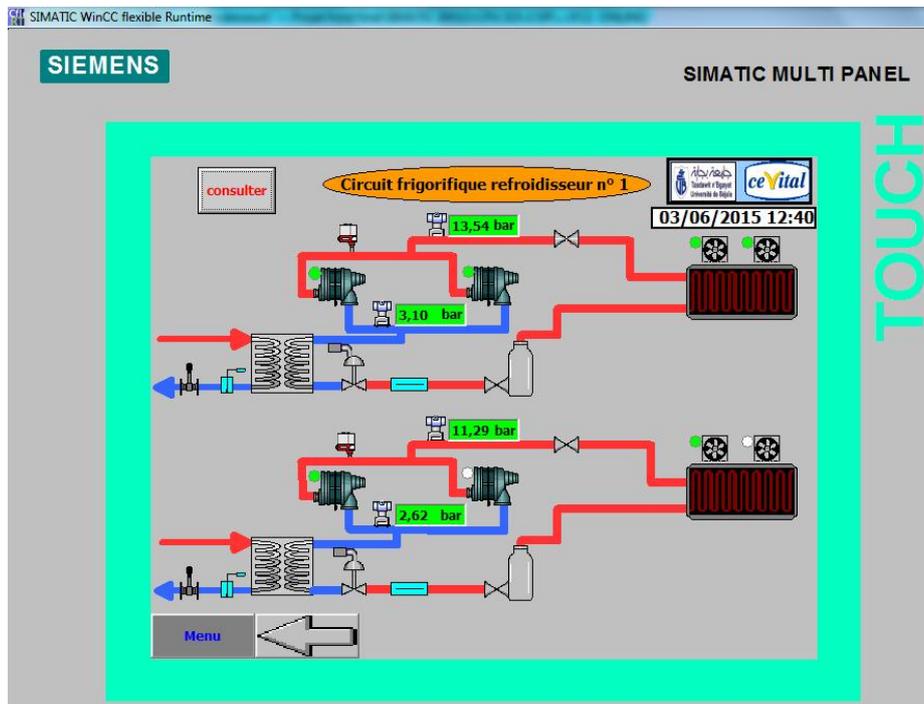


Figure IV.31 : Vue du circuit frigorifique d'un refroidisseur sous WinCC.

5.3.1.4 Elaboration des vues de consignes et paramétrages

5.3.1.4.1 Consignes de démarrage des compresseurs

Cette vue permet à l'opérateur frigoriste de donner des valeurs de température pour lesquelles les compresseurs démarrent. Elle présente aussi un avantage en cas d'arrêt d'un refroidisseur pour maintenance ou révision en faisant marcher les autres refroidisseurs, voir figure IV.32.

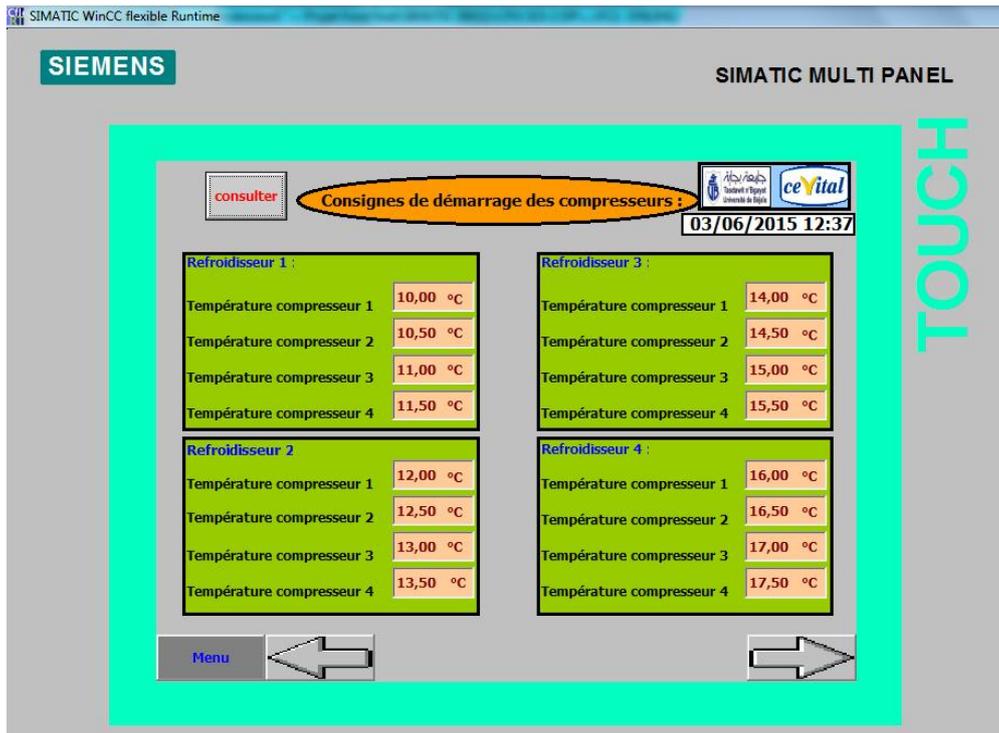


Figure IV.32 : Vue des consignes de démarrage de compresseurs sur WinCC.

5.3.1.4.2 Consignes de démarrage des ventilateurs

Cette vue permet à l'opérateur frigoriste de donner des valeurs de pression aux capteurs HP et BP pour lesquelles les ventilateurs démarrent, voir figure IV.33.

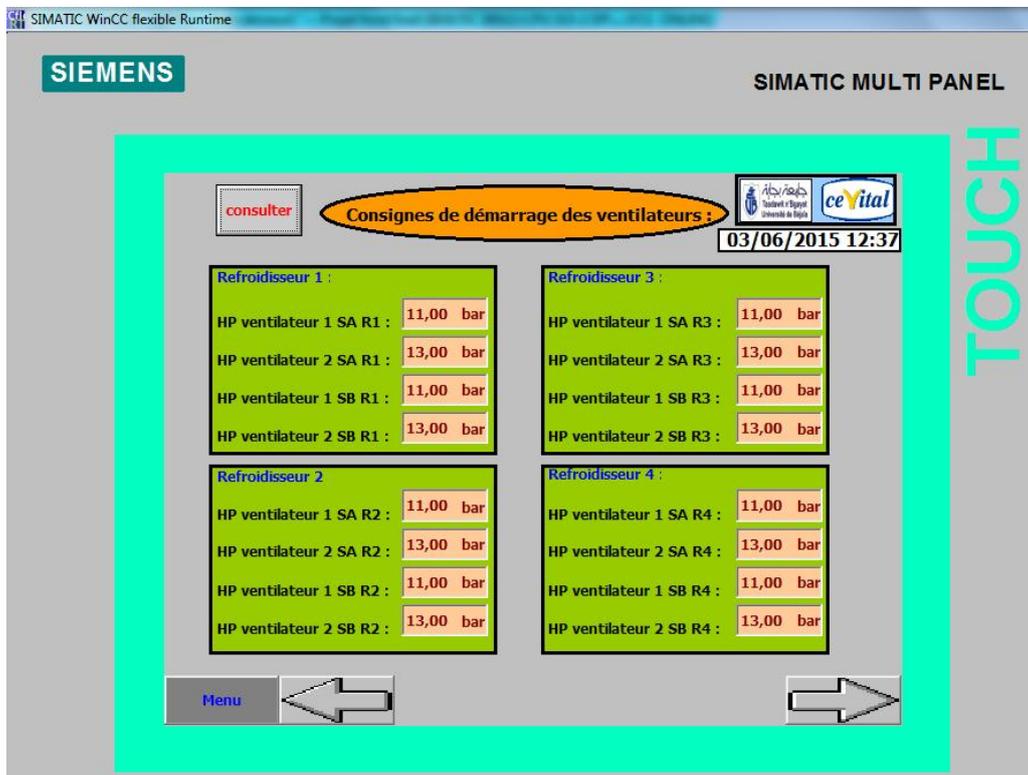


Figure IV.33 : Vue des consignes de démarrage des ventilateurs sous WinCC.

5.3.1.4.3 Consignes de sécurité

Cette vue permet à l'opérateur frigoriste de donner des valeurs de pression aux capteurs HP et BP pour lesquelles les compresseurs s'arrêtent pour des raisons de sécurité, voir figure IV.34.

Ces raisons sont :

- ✓ panne du condenseur ou de ventilateur ou du détendeur ; la pression augmente et causera la destruction du compresseur.
- ✓ panne de l'évaporateur ; pas de changement d'état du fluide, donc la pression reste diminuée. Cela causera deux problèmes : un problème électrique où les enroulements du compresseur se brûleront car on ne peut pas faire passer du liquide à travers les bobinages. Et un problème mécanique car on ne peut pas comprimer le liquide.

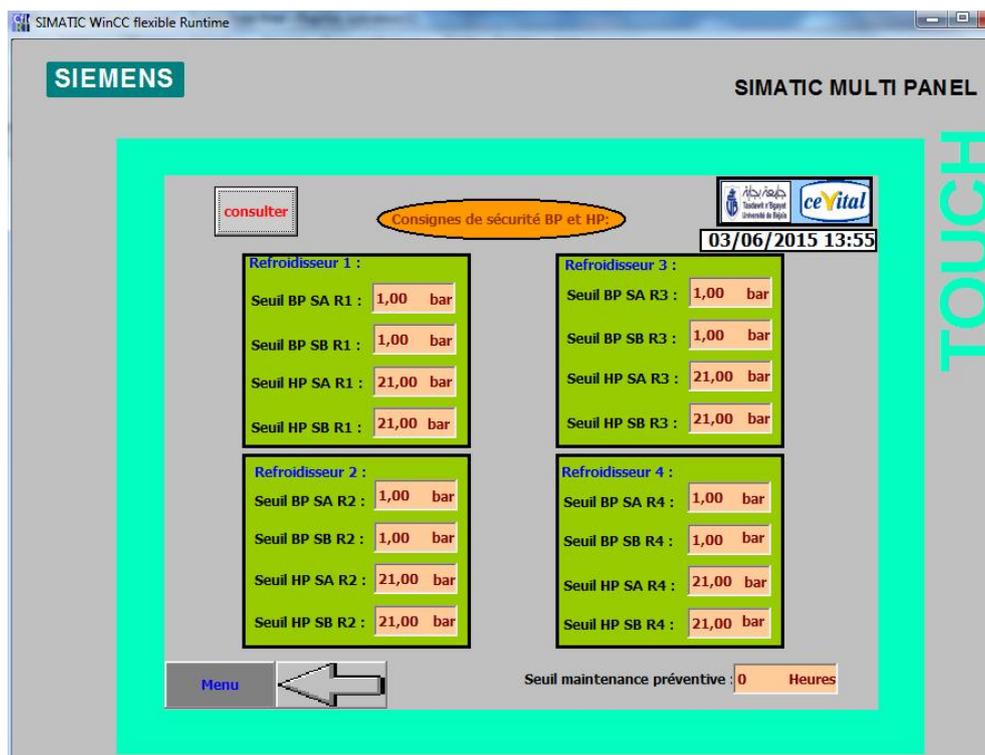


Figure IV.34 : Vue de consignes de sécurité BP et HP sous WinCC.

5.3.1.4.4 Réglage des échelles des capteurs

Cette vue permet à l'opérateur frigoriste de donner les valeurs des échelles des capteurs analogiques de pression HP et BP et de température programmé dans les fonctions SCALE sur STEP7, voir figure IV.35.

L'avantage de cette vue est que : s'il y a un changement d'un capteur de caractéristiques différentes de celles de l'ancien, on n'aura pas besoin de l'automaticien afin de reprogrammer les fonctions SCALE. C'est l'opérateur qui va s'en occuper.

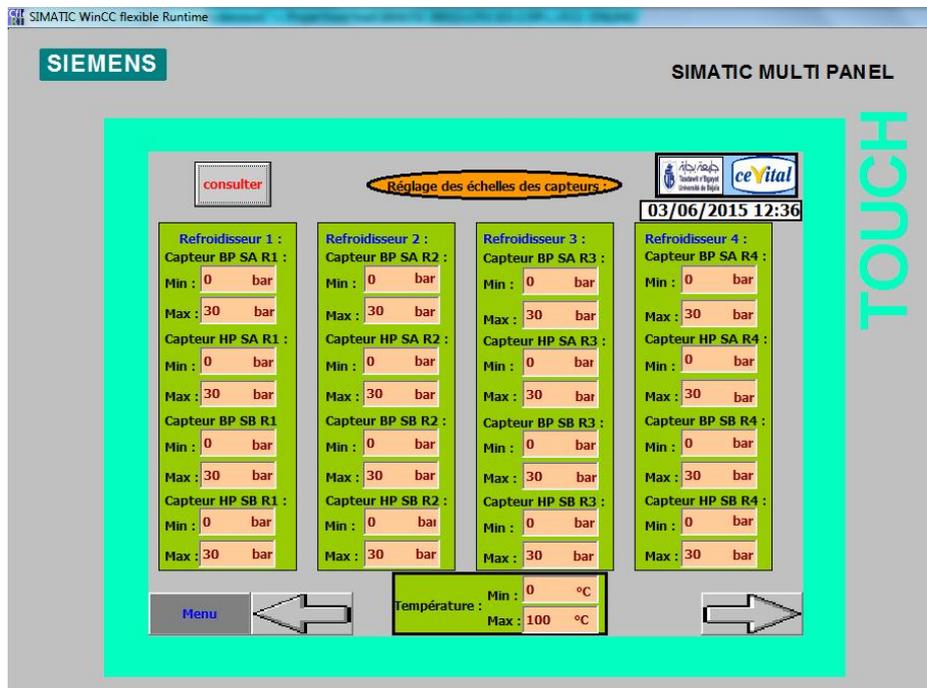


Figure IV 35 : Vue de réglage des échelles des capteurs sous WinCC.

5.3.1.5 Elaboration des vues de l'historique

5.3.1.5.1 Démarrage des compresseurs

Cette vue permet de voir le nombre de démarrages des compresseurs. Cela peut aider l'opérateur à faire une égalisation de nombre de démarrage des compresseurs afin d'éviter leurs usure, voir figure IV.36.

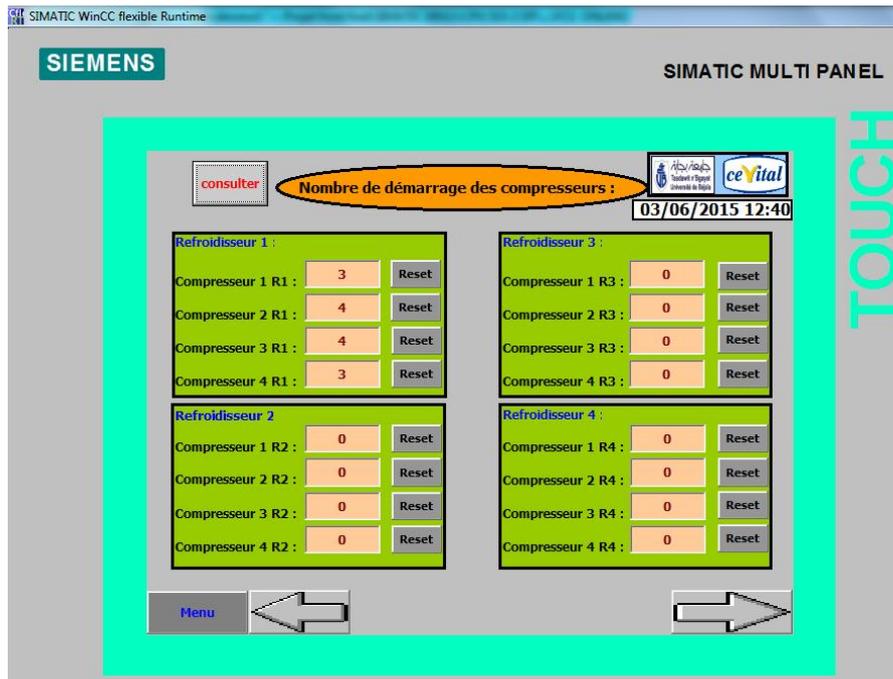


Figure IV.36 : Vue de nombre de démarrage des compresseurs sousWinCC.

5.3.1.5.2 Nombre d'heures de fonctionnement des compresseurs

Cette vue permet de visualiser le nombre d'heures de fonctionnement des compresseurs et peut aider l'opérateur à faire une égalisation de nombre d'heures de fonctionnement des compresseurs afin d'éviter leurs vieillissement, voir figure IV.37.

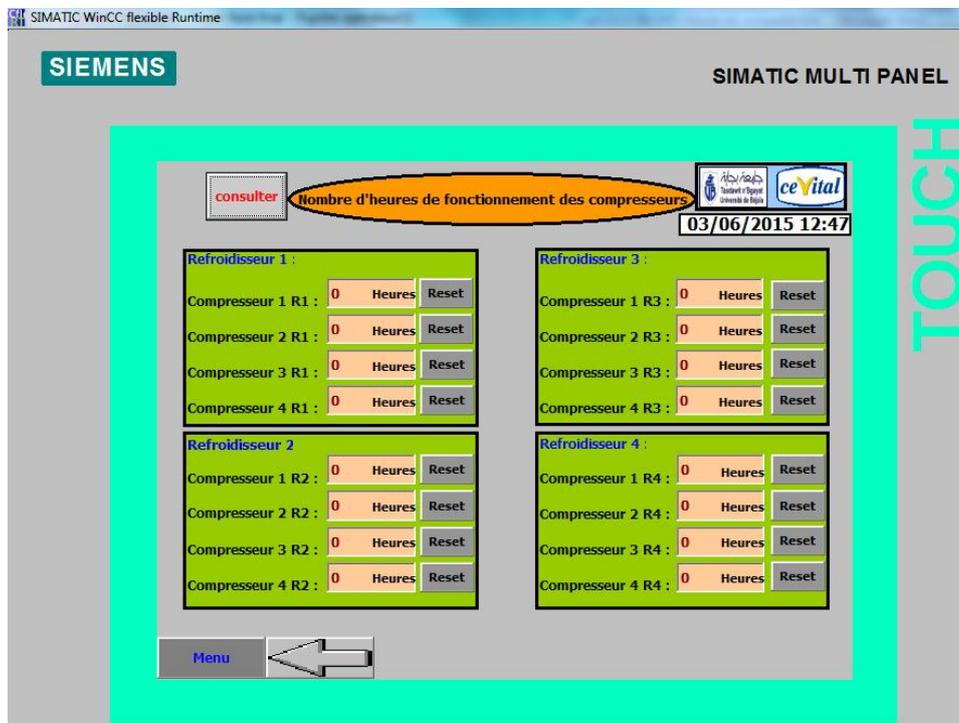


Figure IV.37 : Vue du nombre d'heures de fonctionnement des compresseurs sousWinCC.

5.3.1.6 Elaboration des vues de forçage

On a mis trois vues pour le forçage des compresseurs, des ventilateurs et des pompes. Elles seront exploitées par les agents de la maintenance lors des opérations de maintenance.

La vue suivante représente le forçage des compresseurs.

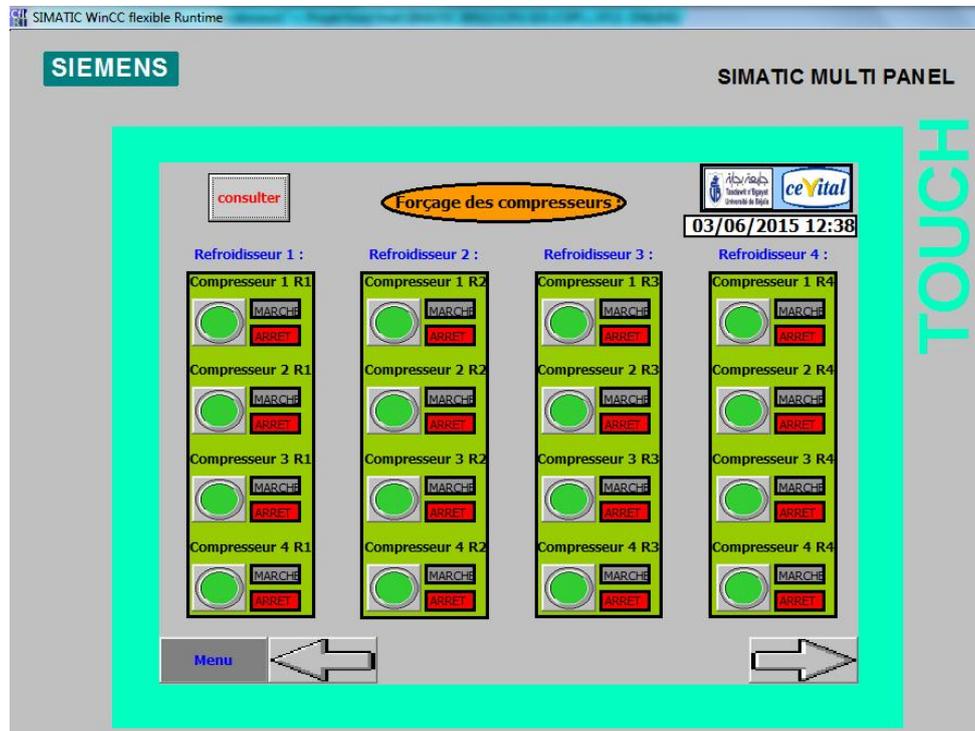


Figure IV.38 : Vue de forçage des compresseurs sous WinCC.

L'exemple ci-après, illustre un forçage du compresseur 1 du refroidisseur 1, programmé sur STEP7. Ainsi, lors des travaux de maintenance sur le compresseur 1, on peut vérifier si le compresseur marche en le forçant avec ce bouton du pupitre tout en ne négligeant pas la condition « pas de défaut compresseur ».

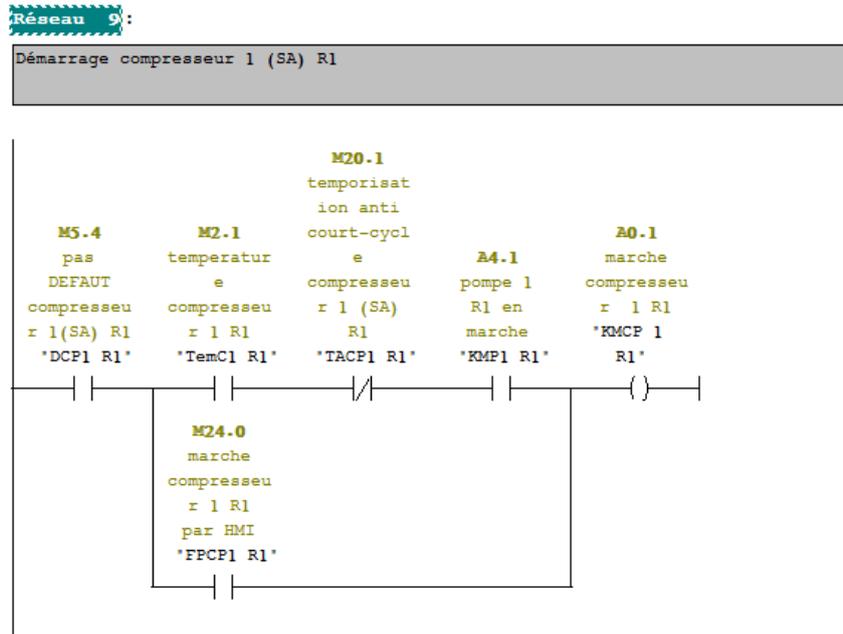


Figure IV.39 : Réseau de forçage du démarrage du compresseur 1 R1 sous Step7.

5.3.1.7 Elaboration de la gestion des alarmes

En cas d'un défaut, une alarme signalera ce défaut. L'opérateur peut le consulter et voir son instant d'apparition, voir figure IV.40.

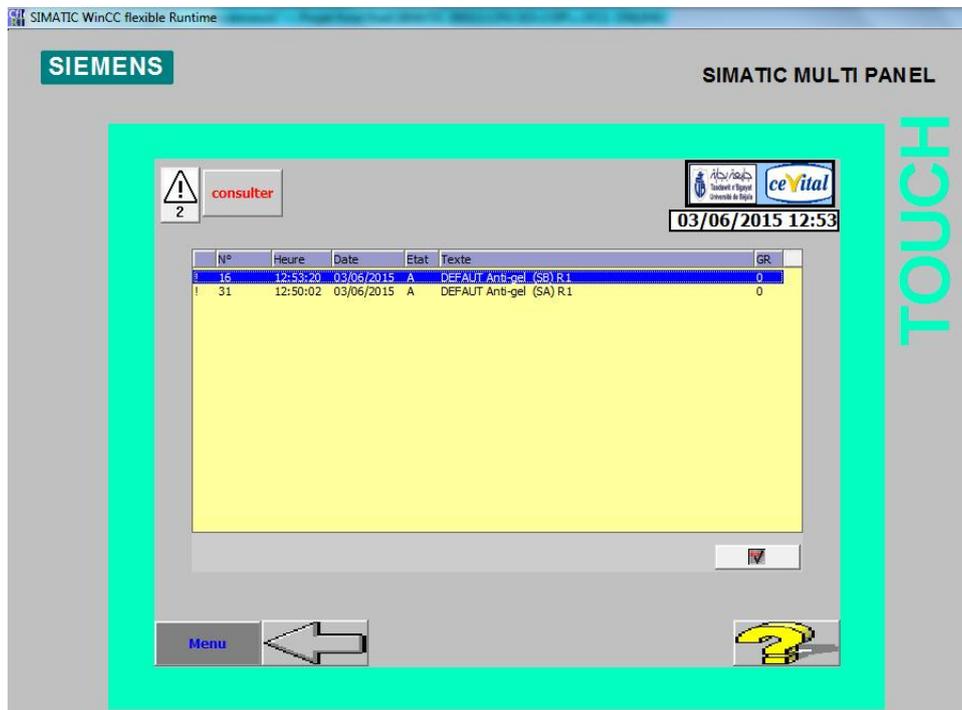


Figure IV.40 : Vue des alarmes sous WinCC.

6. Elaboration du plan de maintenance de l'installation

6.1 Tableau de diagnostic sur l'installation

Dans le tableau suivant, sont regroupés les ; causes, effets et actions à prévoir pour chaque type de défaut susceptible de se produire.

Défaut	Action	Cause probable	Action à mener	Réarmement
Sonde de température.	Arrêt immédiat du compresseur.	- La sonde est défectueuse. - Mauvais câblage ou déconnexion de la sonde.	- Remplacer la sonde. - Vérifier la connexion de la sonde.	Auto
Contrôleur de débit.	Arrêt immédiat de la pompe. Le défaut est signalé sur le pupitre.	- Mauvais câblage de la commande pompe. - Mauvais câblage du contrôleur de débit. - Filtre à eau encrassé. - Mauvais réglage du contrôleur de débit.	-Vérifier la connexion de la pompe. - Vérifier la connexion du contrôleur de débit. - Nettoyer le filtre à eau. - Régler le contrôleur de débit.	Auto
Disjoncteur magnéto-thermique ventilateur, pompe ou compresseur.	Le défaut est signalé sur le pupitre.	- Mauvais réglage du disjoncteur magnétothermique. - Surcharge.	- Régler le disjoncteur en fonction de l'intensité nominale du ventilateur, pompe ou du compresseur.	Manuel
Défaut basse pression.	La pression est inférieure au seuil (BP < 1)	-Capteur défectueux. -Manque de fluide frigorigène. -Filtre déshydrateur bouché. -Détendeur fermé ou défectueux. -Vanne départ liquide fermée. -Manque d'échange thermique.	- Vérifier l'état de capteur. -Contrôler le débit d'eau. -Vérifier la pression d'évaporation. - Vérifier la charge de fluide au voyant de la ligne liquide (il ne doit pas y avoir de bulles) .Rechercher les fuites.	Auto
Défaut antigel.	Déclenchement du thermostat.	-l'eau est gelée. -thermostat défectueux.	-Vérifier la température d'eau.	Auto

Défaut	Action	Cause probable	Action à mener	Réarmement
Défaut haute pression.	La pression dépasse le seuil (HP > 21bar) -Déclenchement pressostat haute pression.	-Condenseur encrassé. -Mauvais réglage des paramètres de régulation de la condensation. -Déshydrateur encrassé. -Mauvais réglage du pressostat haute pression. -Mauvais câblage du pressostat haute pression.	-Nettoyer le condenseur - Vérifier le réglage des paramètres. - Remplacer le Déshydrateur - Vérifier réglage du pressostat haute pression. - Vérifier câblage du pressostat haute pression.	Manuel
Défaut protection interne du compresseur (thermistance).	-Arrêt immédiat du compresseur. -Le défaut est signalé sur le pupitre.	-Défaut d'alimentation du relais de protection interne. -Mauvais câblage ou déconnexion de la thermistance. -Défaut refroidissement moteur	-Vérifier l'alimentation du relais. -Mesurer la surchauffe à l'évaporateur.	Auto
Défaut compresseur.	Déclenchement disjoncteur magnétothermique.	-Alimentation sur 2 phases. -Enroulements défectueux. -Compresseur bloqué mécaniquement.	-Vérifier la tension de l'alimentation. -Vérifier état du disjoncteur et de contacteur. -Vérifier l'état des câbles et des serrages des connexions. -Prendre l'intensité compresseur.	Manuel
Défaut pompe.	-Déclenchement disjoncteur magnétothermique.	-Refroidisseur moteur sur débit. -Alimentation sur 2 phases. -L'eau est gelée.	-Vérifier la tension de l'alimentation. -Propreté de l'hélice de refroidissement de la pompe. -Vérifier l'état de disjoncteur et de contacteur. -Prendre les intensités pompe. -Vérifier la hauteur manométrique.	Manuel

Défaut	Action	Cause probable	Action à mener	Réarmement
Défaut niveau d'eau.	- Coupure de flotteur de niveau.	-Remplissage automatique défectueux. -Fuite d'eau. -Flotteur de niveau bloqué.	-Vérifier le fonctionnement du flotteur. -Rechercher les fuites. -Vérifier le fonctionnement de la vanne remplissage.	Auto
Défaut ventilateur.	-Déclenchement disjoncteur magnétothermique d'un ventilateur. -Déclenchement contacteur ventilateur.	-Alimentation sur 2 phases. -Ventilateur bloqué mécaniquement. - Pression élevée.	-Vérifier la tension de l'alimentation. -Vérifier état du disjoncteur. -Vérifier la pression.	Manuel

Tableau IV.2 : Plan de maintenance.

6.2 Elaboration de l'arbre de défaillance

6.2.1 Logiciel Arbre-Analyste

Arbre-Analyste est un logiciel conçu par des ingénieurs spécialistes du domaine de la sûreté de fonctionnement dans le but de proposer un outil qui modélise les arbres de défaillances.

Nous avons utilisé les combinaisons des différents événements représentées dans la figure IV.41.

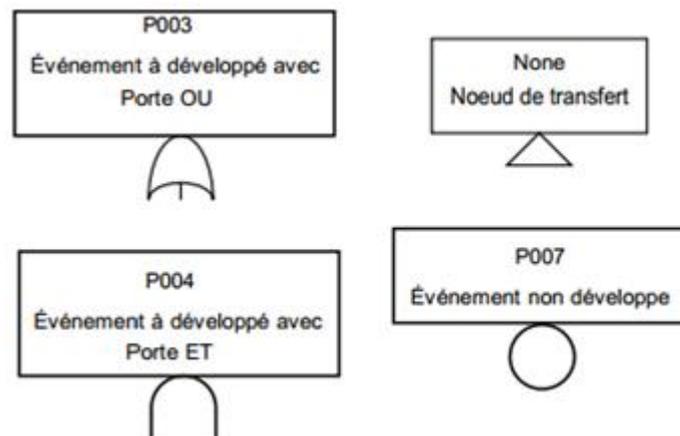


Figure IV.41 : Combinaisons d'événements sous Arbre-Analyste.

L'arbre de défaillance pour chaque élément est porté sur l'annexe 3.

6.3 Elaboration d'aide à la maintenance sur le pupitre

Nous avons élaboré des vues qui traduisent le plan de maintenance sur le pupitre et permettent d'accéder à une aide à la maintenance lorsqu'il y a une panne signalée dans les alarmes, voir figure IV.42.

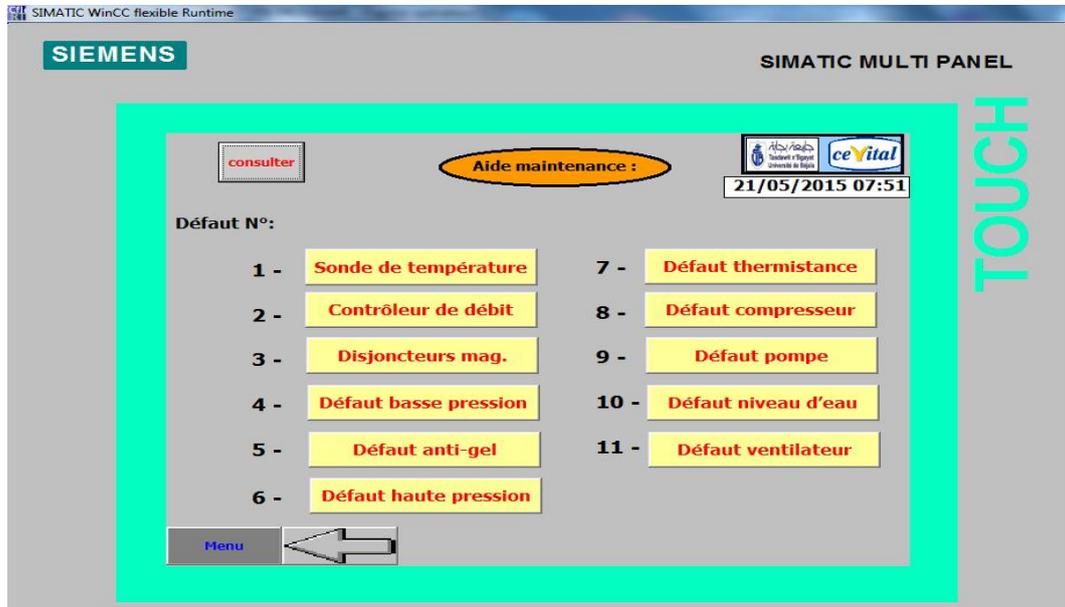


Figure IV.42 : Vue d'aide à la maintenance sous WinCC.

7. Conclusion

Ce chapitre a été consacré au travail réalisé ou nous avons présenté la problématique et le cahier des charges, puis, l'élaboration des schémas de l'installation frigorifique ; à savoir les schémas hydraulique, frigorifique et électrique. Ensuite, nous avons présenté ; le fonctionnement du système sous forme des Graficets, l'élaboration du programme, l'élaboration de la supervision du système et on a terminé le chapitre par donner le plan de maintenance et l'arbre de défaillance.

Conclusion générale

Dans le cadre de notre projet, nous avons étudié une centrale de production du froid au sein de l'unité conditionnement d'huile du complexe Cevital.

Notre étude a été abordée par une problématique suite aux différents soucis rencontrés par l'équipe maintenance de cette unité, pour cela, un cahier des charges a été élaboré.

Le cahier des charges élaboré, comporte cinq éléments essentiels ; la planification où les parties de l'ancienne installation à modifier, présentation des organes nécessaires pour la partie opérative, les schémas de l'installation, et le programme qui illustre le mode de fonctionnement de cette centrale et enfin, la gestion et le plan de maintenance de l'installation.

Pour le respect et le suivi du cahier des charges, plusieurs points ont été réalisés et abordés, à savoir :

- ✓ Des modifications technologiques et logistiques sur l'ancienne l'installation ont été apportées ;
- ✓ Le traçage de différents types de schémas, tels : un schéma du circuit hydraulique du système de refroidissement, quatre schémas des circuits frigorifiques des quatre refroidisseurs et dix-huit schémas électriques contenant les schémas des circuits de puissance, de commande et de communication;
- ✓ Elaboration d'un programme qui illustre le fonctionnement de la centrale à l'aide du logiciel Step 7 tout en utilisant un nouveau API S7 300;
- ✓ Une mise en place d'un pupitre a été très essentielle, il sera un moyen utile pour gérer le fonctionnement du système et diagnostiquer les pannes qui puissent survenir. Pour cela, un autre programme de supervision et de contrôle a été réalisé en utilisant le logiciel WinCC;
- ✓ Pour maintenir l'installation, un tableau des pannes et de diagnostics a été donné ;
- ✓ La méthode de l'arbre de défaillance a été utilisée pour développer les différents types de défauts sur l'installation.

Conclusion générale

Nous espérons enfin que ce travail sera une meilleure solution à la problématique posée, tout en souhaitant que les promotions futures puissent trouver dans ce mémoire une méthodologie d'automatisation d'un système industriel.

Références bibliographiques

- [1] Olivier PERROT, cours de machines frigorifiques. I.U.T. de Saint-Omer Dunkerque Département Génie Thermique et énergie. 2010-2011.
- [2] Pierre Rapin, Patrick Jacquard, aide-mémoire formulaire du froid. Edition DUNOD, 1985.
- [3] Jean Héng, pratique de la maintenance préventive mécanique, pneumatique, hydraulique, électricité et froid. Edition DUNOD, 2002.
- [4] Datasheet NTC Thermistor.
- [5] René Prigent, Mathieu Auclerc, Aide-mémoire Régulation et automatisme des systèmes frigorifiques. Edition DUNOD, 2010.
- [6] L. BERGOUGNOUX, POLYTECH Marseille Département de Mécanique Energétique, 2004–2005.
- [7] Philippe GRARE, Imed KACEM, ce qu'il faut savoir sur les automatismes. Ed. Ellipses, 2008.
- [8] K.Meghelli, A.Ghernaout, Implantation d'un système de gestion de maintenance assistée par ordinateur (GMAO). Université de Tlemcen.
- [9] L.BENALI, Maintenance industrielle, O.P.U. Alger, 2006.
- [10] site internet d'INGEREA : www.ingerea.com
- [11] cours de Philippe Gaussier et Alexandre Pitti. Laboratoire ETIS UCP – ENSEA.
- [12] Technique du froid & composants frigorifiques. Mohammed YOUNI-IBRAHIM Chargé de Recherche, Cemagref.
- [13] Manuel de SIEMENS de référence : 6ES7810-4CA05-8CA0
- [14] cours A. Laifaoui. Technologie des automatismes, Université de Bejaia, 2014/2015.
- [15] Alain GANZAGA. Les automates programmables industriels.
- [16] Courcier Marian- Dandel Jubie. Mesure de température par sonde PT 100.
- [17] Christophe Kolski. Méthodes et Modèles en Interaction Homme-Machine, applications en transports. Université de Valenciennes et du Hainaut-Cambrésis (UVHC).
- [18] Brochure SIEMENS : totally integrated automation.
- [19] Mohamad KHALIL. Automate et informatique industrielle. Centre universitaire de technologie Franco-Libanais – CUT.

Références bibliographiques

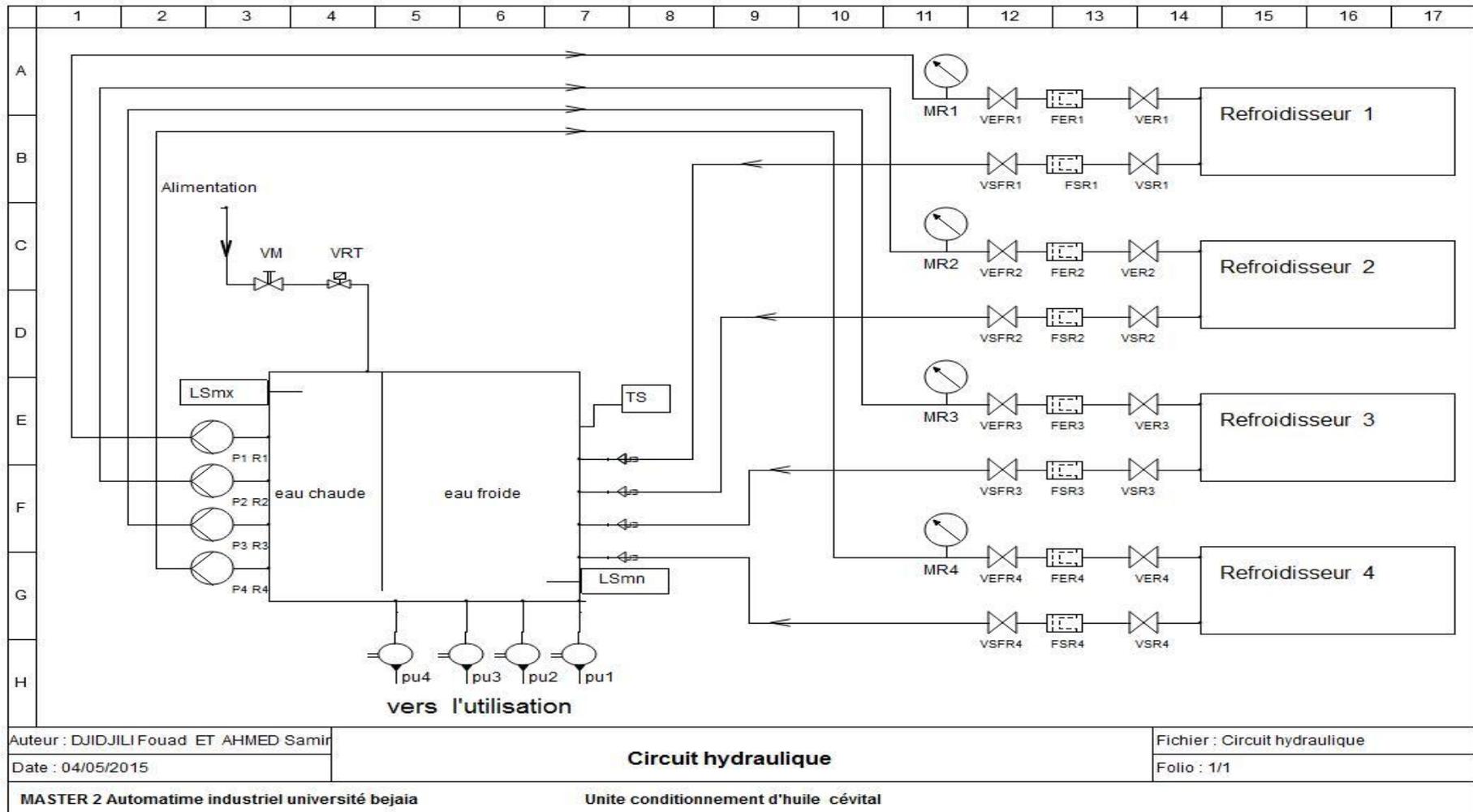
- [20] Norme Française NF C 63-850.
- [21] Thierry Schanen, Guide des automatismes, v7, 2001/2008.
- [22] site internet : www.arbre-analyste.fr.

Annexes

Annexe 1

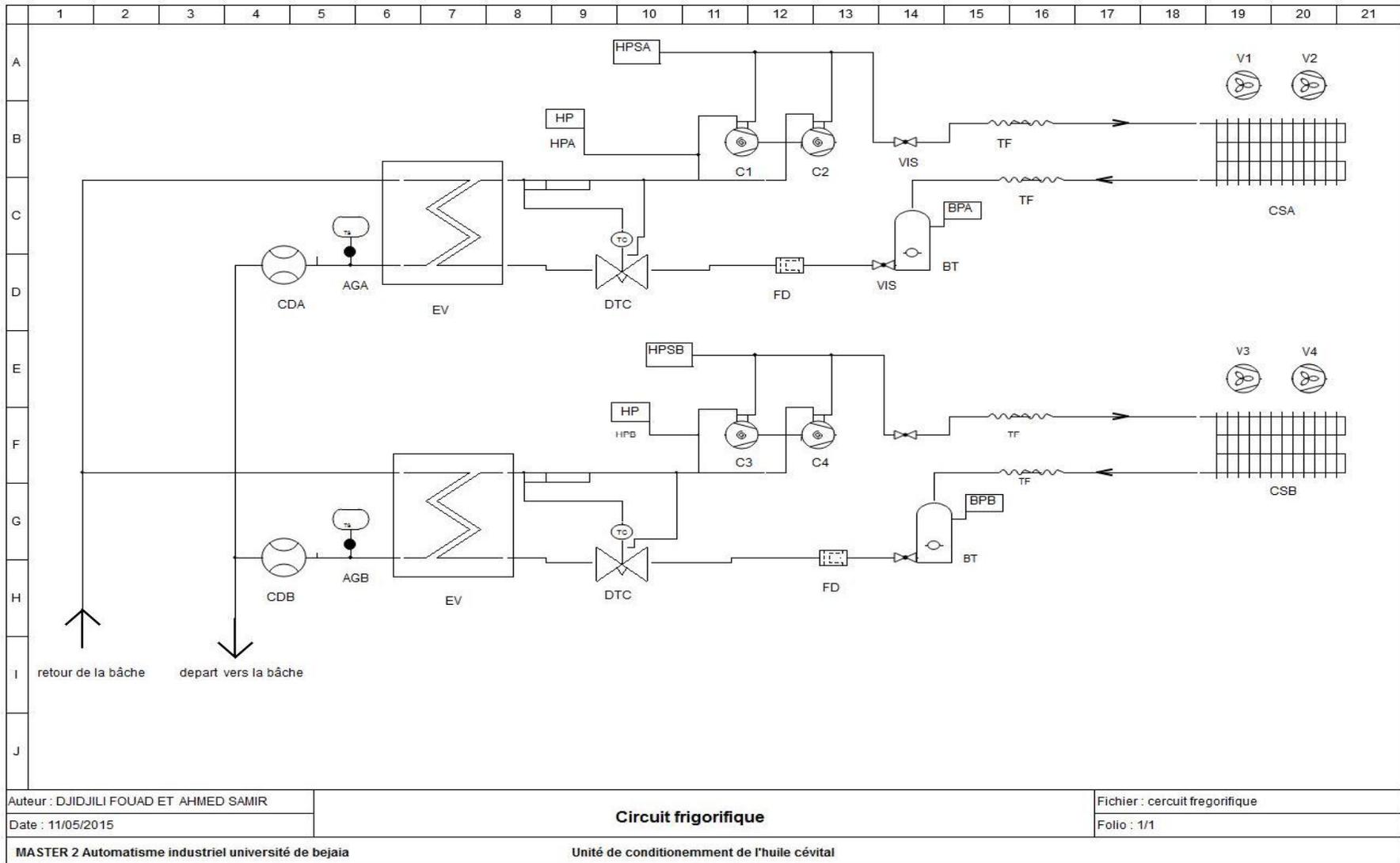
Annexe 1.1

**Schéma du circuit
hydraulique**



Annexe 1.2

Schéma du circuit frigorigifque



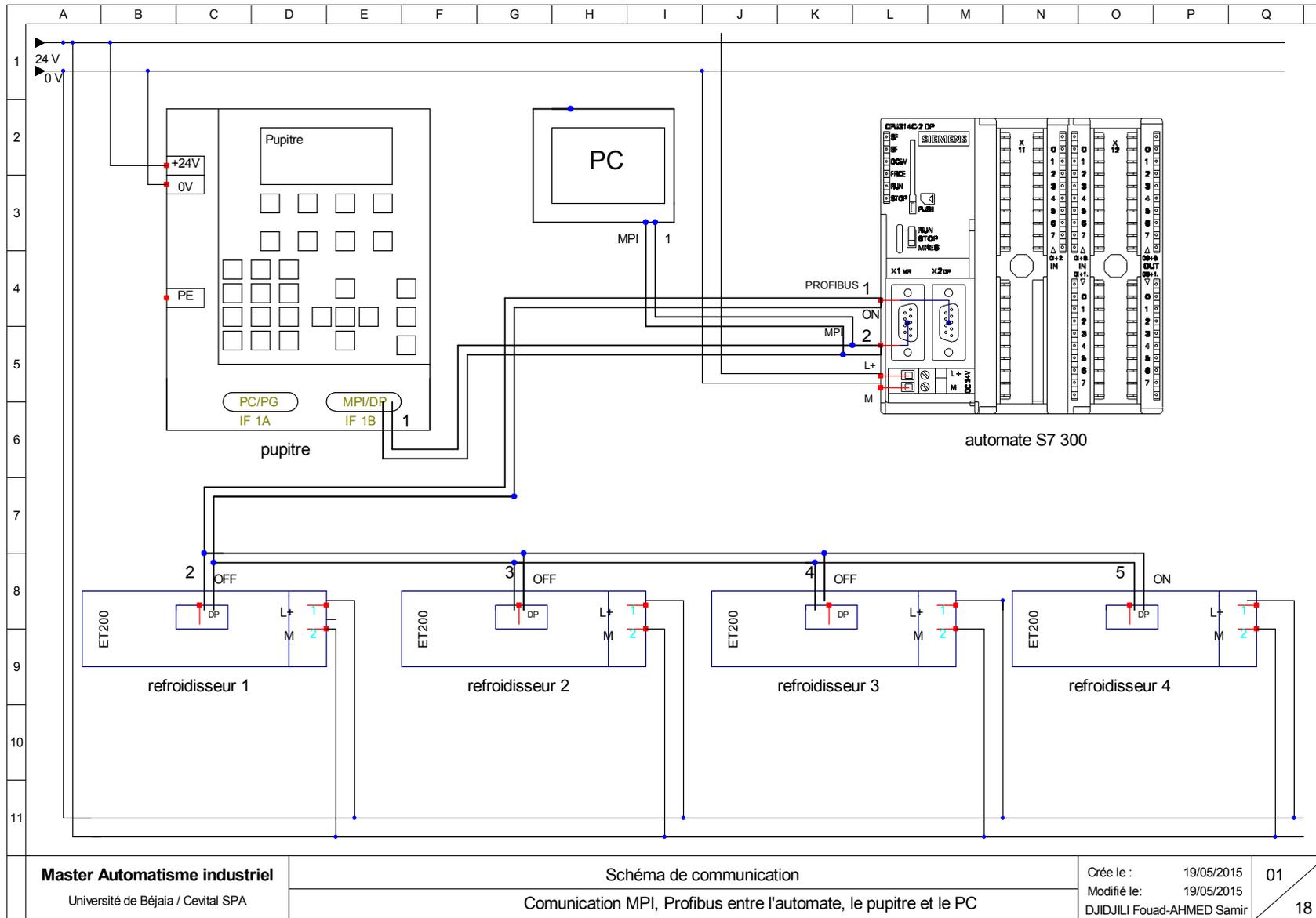
Tabledes nomenclatures

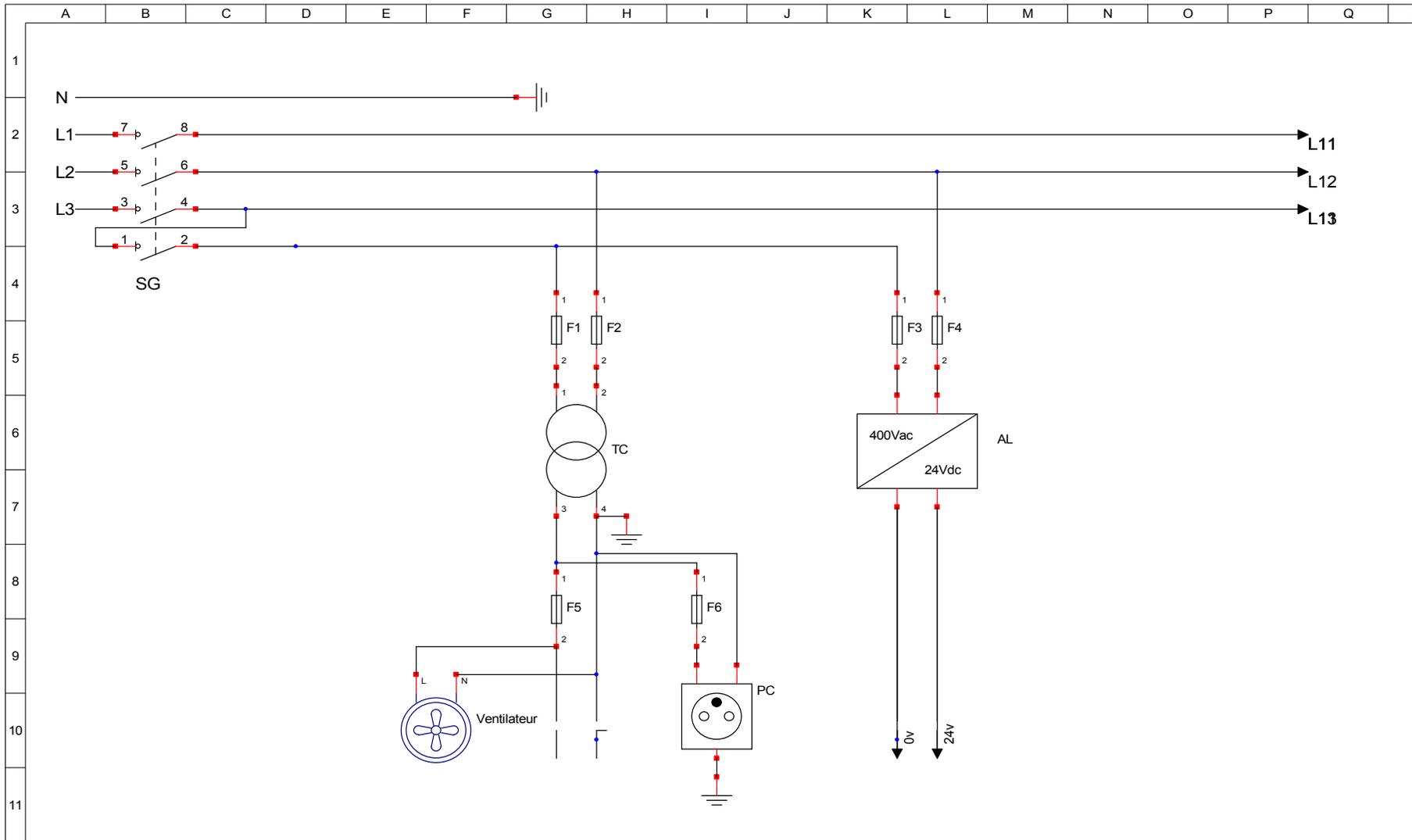
Nom	Désignation	Nom	Désignation	Nom	Désignation
AGA	Antigel (système A)	MR1	Manomètre refroidisseur 1	VRT	Vanne de remplissage
AGB	Antigel (système B)	MR2	Manomètre refroidisseur 2	VSFR1	Vanne de sortie filtre refroidisseur 1
BPA	Basse pression (système A)	MR3	Manomètre refroidisseur 3	VSFR2	Vanne de sortie filtre refroidisseur 2
BPB	Basse pression (système B)	MR4	Manomètre refroidisseur 4	VSFR3	Vanne de sortie filtre refroidisseur 3
BT	Bouteille de liquide	P1 R1	Pompe refroidisseur 1	VSR2	Vanne de sortie refroidisseur 2
LSmn	Capteur de niveau bas	P2 R2	Pompe refroidisseur 2	VM	Vanne manuel
LSmx	Capteur de niveau haut	P3 R3	Pompe refroidisseur 3	V1	ventilateur 1 (système A)
C1	Compresseur 1 (système A)	P4 R4	Pompe refroidisseur 4	V2	ventilateur 2 (système A)
C2	Compresseur 2 (système A)	PU1	Pompe vers l'utilisation 1	V3	ventilateur 3 (système B)
C3	Compresseur 3 (système B)	PU2	Pompe vers l'utilisation 2	V4	ventilateur 4 (système B)
C4	Compresseur 4 (système B)	PU3	Pompe vers l'utilisation 3	VIS	Vanne d'isolement
CSA	Condenseur (système A)	PU4	Pompe vers l'utilisation 4	FSR2	Filtre de sortie de refroidisseur 2
CSB	Condenseur (système B)	HPSA	Pressostat haute pression (système A)	FSR4	Filtre de sortie de refroidisseur 4
CDA	Contrôleur débit (système A)	HPSB	Pressostat haute pression (système B)	FER4	Filtre d'entrée de refroidisseur 4
CDB	Contrôleur débit (système B)	TS	Sonde de température	FSR1	Filtre de sortie de refroidisseur 1
DTC	Détendeur thermostatique	TF	Tuyauterie flexible	FSR3	Filtre de sortie de refroidisseur 3
EV	Evaporateur	VSFR4	Vanne de sortie filtre refroidisseur 4	FER1	Filtre d'entrée de refroidisseur 1
VER1	Vanne d'entrée refroidisseur 1	VSRI	Vanne de sortie refroidisseur 1	FER3	Filtre d'entrée de refroidisseur 3
VER2	Vanne d'entrée refroidisseur 2	VSR3	Vanne de sortie refroidisseur 3	FER2	Filtre d'entrée de refroidisseur 2
VER3	Vanne d'entrée refroidisseur 3	VSR4	Vanne de sortie refroidisseur 4	VEFR1	Vanne d'entrée filtre refroidisseur 1
FD	Filtre dés hydrateur	VEFR3	Vanne d'entrée filtre refroidisseur 3	VEFR2	Vanne d'entrée filtre refroidisseur 2
HPA	Haute pression (système A)	VEFR4	Vanne d'entrée filtre refroidisseur 4	VER4	Vanne d'entrée refroidisseur 4
HPB	Haute pression (système B)				

Annexe 2

Schéma électrique

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q																																								
1	sommaire																																																								
2	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 70%;"></th> <th style="width: 30%; text-align: center;">N° Folio</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Désignation</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Schéma de communication</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td>Schéma de puissance armoire principale</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> <tr> <td>Schéma de puissance pompes</td> <td style="text-align: center;">3</td> </tr> <tr> <td>Schéma de puissance de refroidisseur</td> <td style="text-align: center;">4</td> </tr> <tr> <td>Schéma de puissance système A de refroidisseur</td> <td style="text-align: center;">5</td> </tr> <tr> <td>Schéma de puissance système B de refroidisseur</td> <td style="text-align: center;">6</td> </tr> <tr> <td>Schéma Protection compresseur systeme A</td> <td style="text-align: center;">7</td> </tr> <tr> <td>Schéma Protection compresseur systeme A</td> <td style="text-align: center;">8</td> </tr> <tr> <td>Automate S7-300</td> <td style="text-align: center;">9</td> </tr> <tr> <td>Schéma de commande des entrées de l'automate</td> <td style="text-align: center;">10</td> </tr> <tr> <td>Schéma de commande des sorties de l'automate</td> <td style="text-align: center;">11</td> </tr> <tr> <td>Périphérique ET200</td> <td style="text-align: center;">12</td> </tr> <tr> <td>Schéma de commande des entrées TOR de ET200</td> <td style="text-align: center;">13</td> </tr> <tr> <td>Schéma de commande des entrées TOR de ET200</td> <td style="text-align: center;">14</td> </tr> <tr> <td>Schéma de commande des entrées TOR de ET200</td> <td style="text-align: center;">15</td> </tr> <tr> <td>Schéma de commande des entrées Analogique de ET200</td> <td style="text-align: center;">16</td> </tr> <tr> <td>Schéma de commande des sorties TOR de ET200</td> <td style="text-align: center;">17</td> </tr> <tr> <td>Schéma de commande des sorties TOR de ET200</td> <td style="text-align: center;">18</td> </tr> </tbody> </table>																		N° Folio	Désignation		Schéma de communication	1	Schéma de puissance armoire principale	2	Schéma de puissance pompes	3	Schéma de puissance de refroidisseur	4	Schéma de puissance système A de refroidisseur	5	Schéma de puissance système B de refroidisseur	6	Schéma Protection compresseur systeme A	7	Schéma Protection compresseur systeme A	8	Automate S7-300	9	Schéma de commande des entrées de l'automate	10	Schéma de commande des sorties de l'automate	11	Périphérique ET200	12	Schéma de commande des entrées TOR de ET200	13	Schéma de commande des entrées TOR de ET200	14	Schéma de commande des entrées TOR de ET200	15	Schéma de commande des entrées Analogique de ET200	16	Schéma de commande des sorties TOR de ET200	17	Schéma de commande des sorties TOR de ET200	18
	N° Folio																																																								
Désignation																																																									
Schéma de communication	1																																																								
Schéma de puissance armoire principale	2																																																								
Schéma de puissance pompes	3																																																								
Schéma de puissance de refroidisseur	4																																																								
Schéma de puissance système A de refroidisseur	5																																																								
Schéma de puissance système B de refroidisseur	6																																																								
Schéma Protection compresseur systeme A	7																																																								
Schéma Protection compresseur systeme A	8																																																								
Automate S7-300	9																																																								
Schéma de commande des entrées de l'automate	10																																																								
Schéma de commande des sorties de l'automate	11																																																								
Périphérique ET200	12																																																								
Schéma de commande des entrées TOR de ET200	13																																																								
Schéma de commande des entrées TOR de ET200	14																																																								
Schéma de commande des entrées TOR de ET200	15																																																								
Schéma de commande des entrées Analogique de ET200	16																																																								
Schéma de commande des sorties TOR de ET200	17																																																								
Schéma de commande des sorties TOR de ET200	18																																																								
3																																																									
4																																																									
5																																																									
6																																																									
7																																																									
8																																																									
9																																																									
10																																																									
11																																																									
	sommaire										Crée le : 19/05/2015		00																																												
	Master Automatismes industriels Université de Béjaïa / Cevital SPA										Les schéma de communication, puissance et de commande		Modifié le: 19/05/2015 DJIDJILI Fouad-AHMED Samir		18																																										





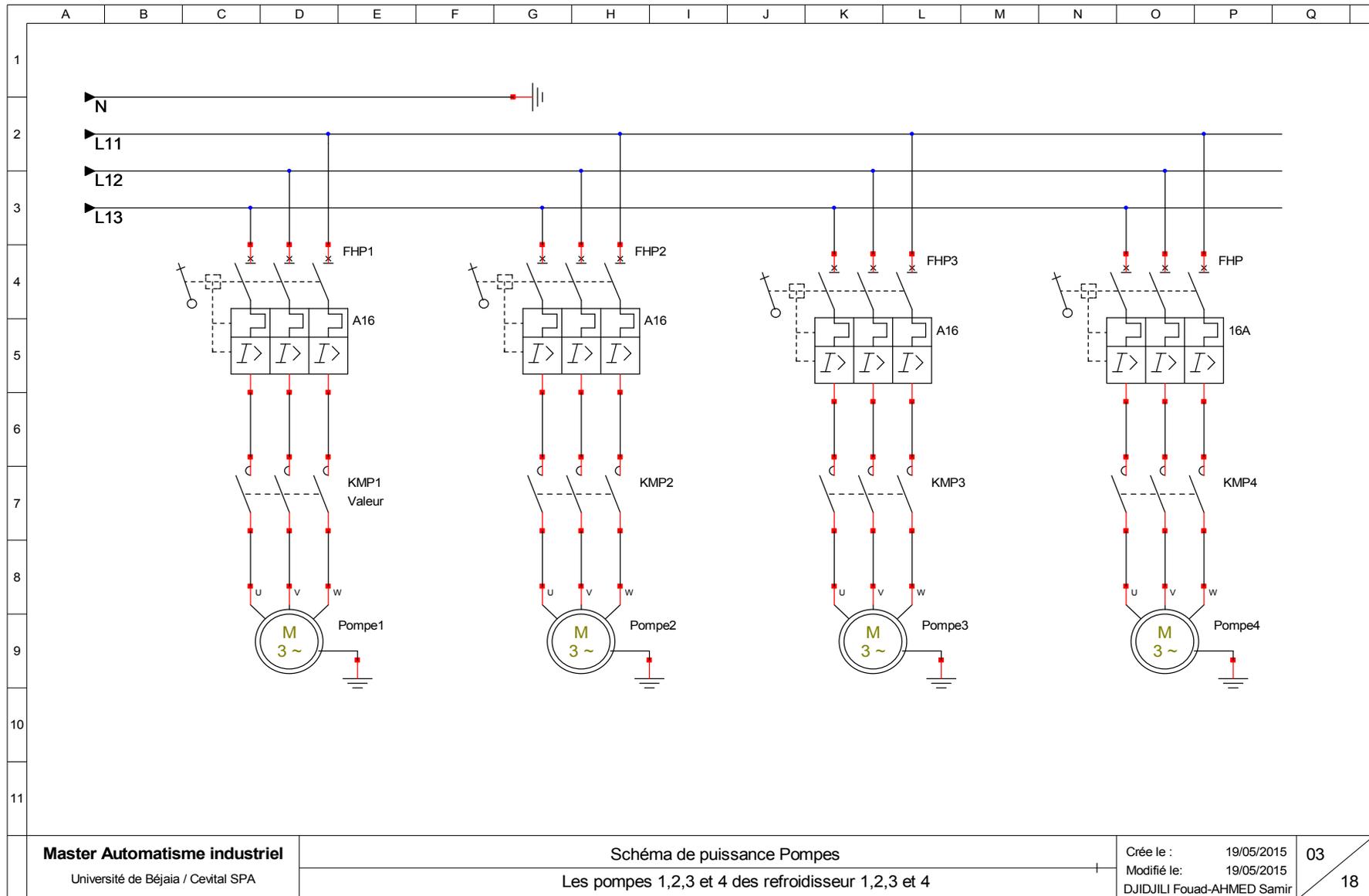
Master Automatismes industriels
 Université de Béjaïa / Cevital SPA

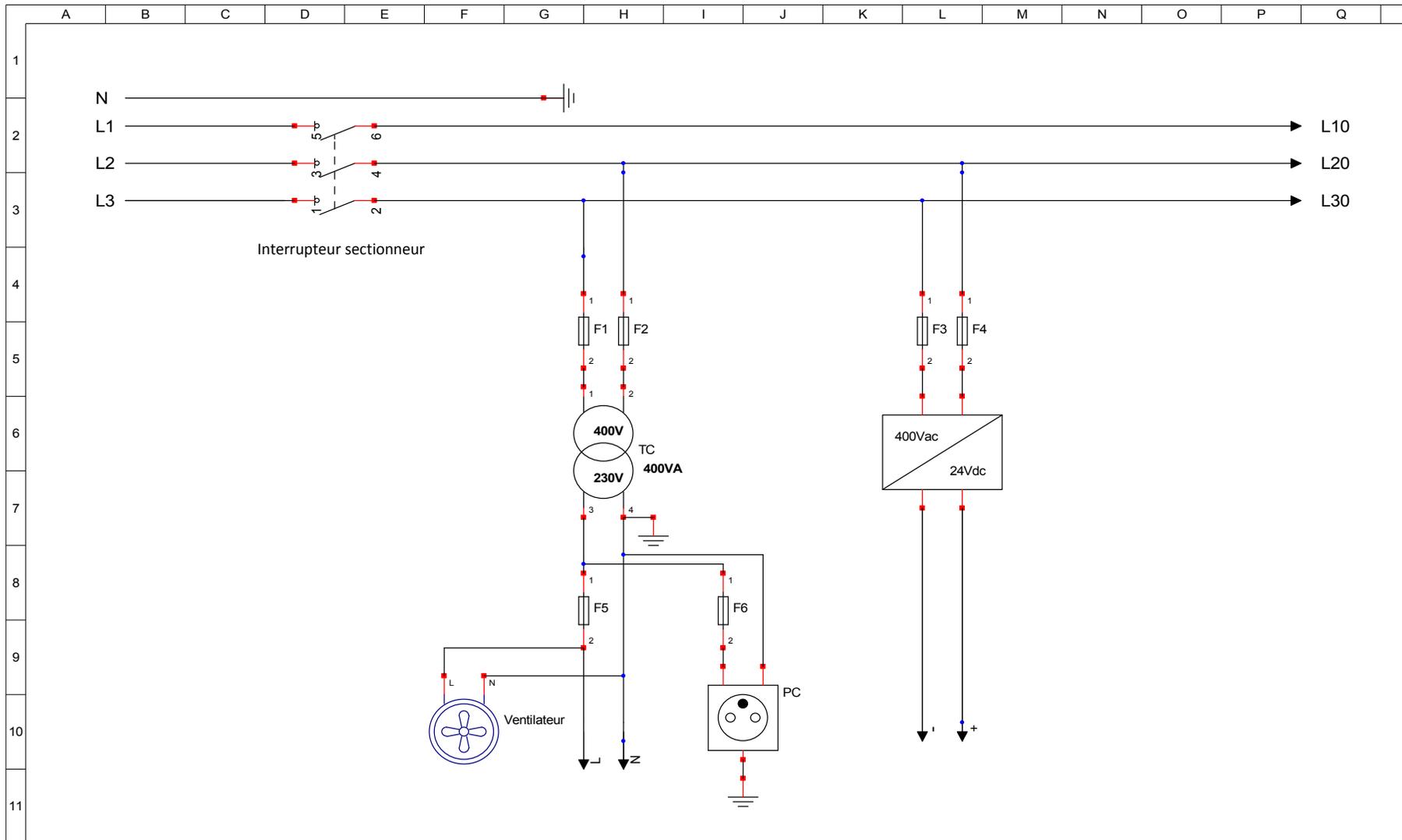
Schéma de puissance Armoire Principale
 Transformateur, ventilateur armoire

Créé le : 19/05/2015
 Modifié le : 19/05/2015
 DJIDJILI Fouad-AHMED Samir

02

18



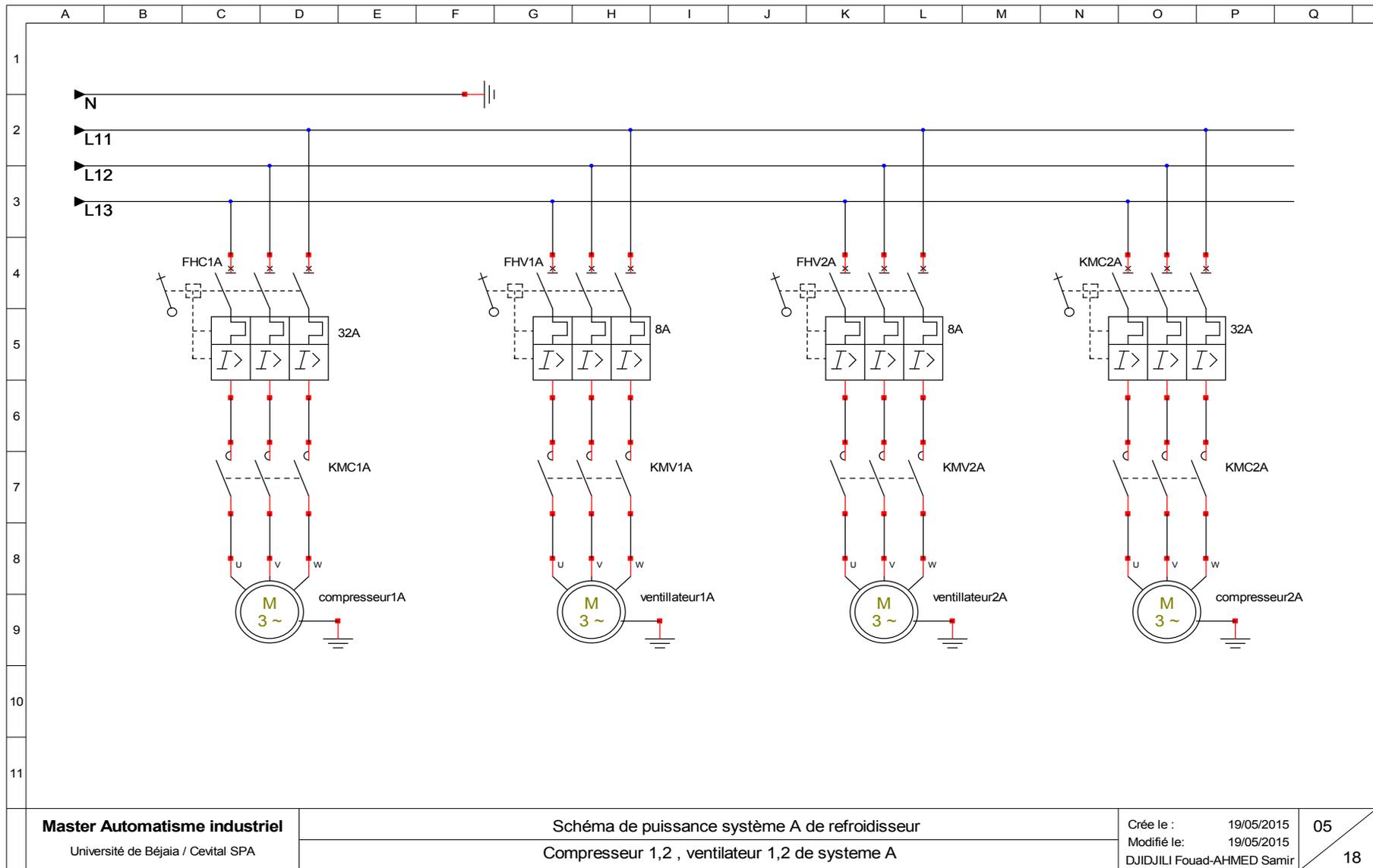


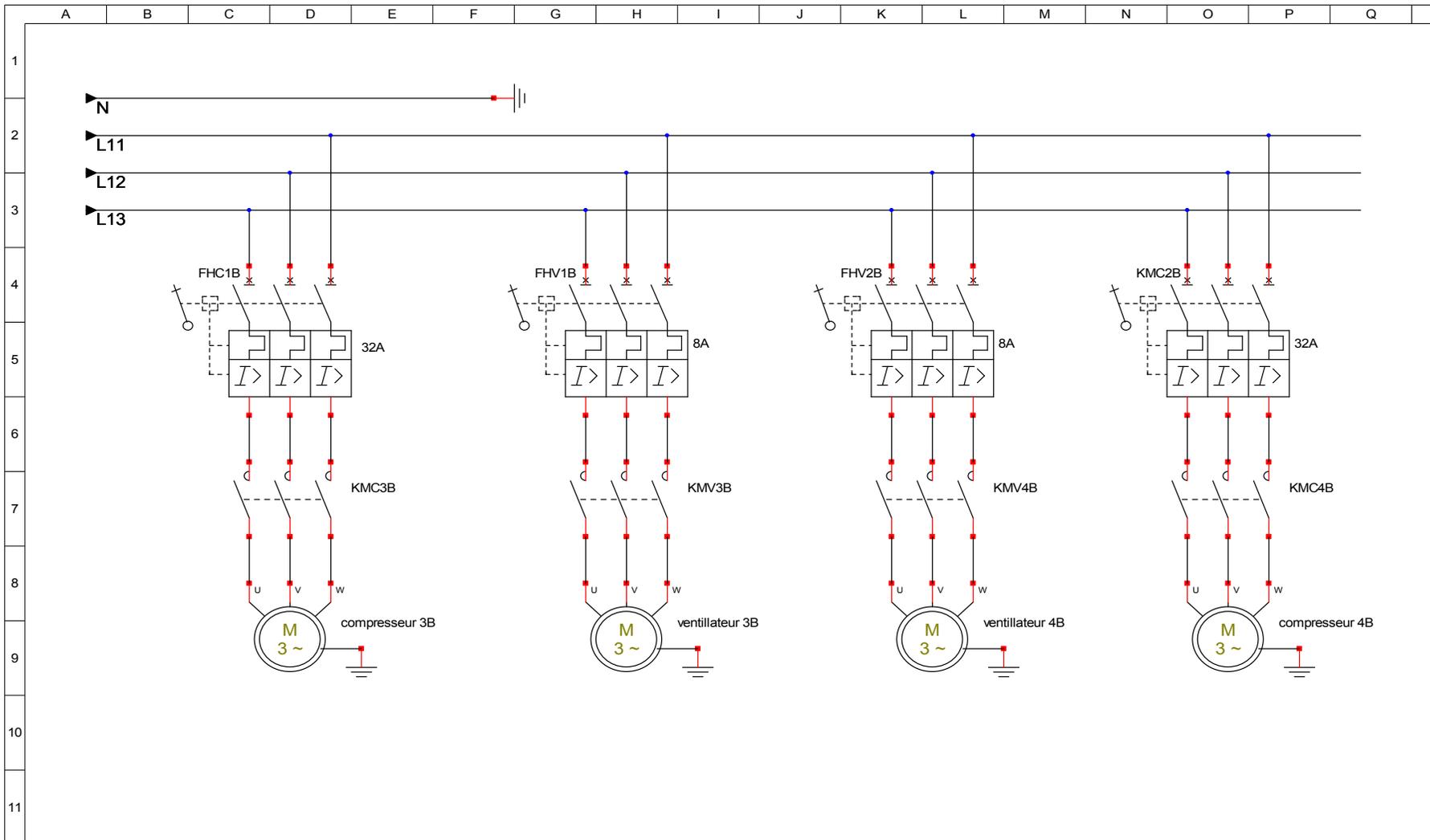
Master Automatisme industriel
 Université de Béjaïa / Cevital SPA

Schéma de puissance refroidisseur
 interrupteur sectionneur et ventilateur pour refroidir l'armoire de refroidisseur

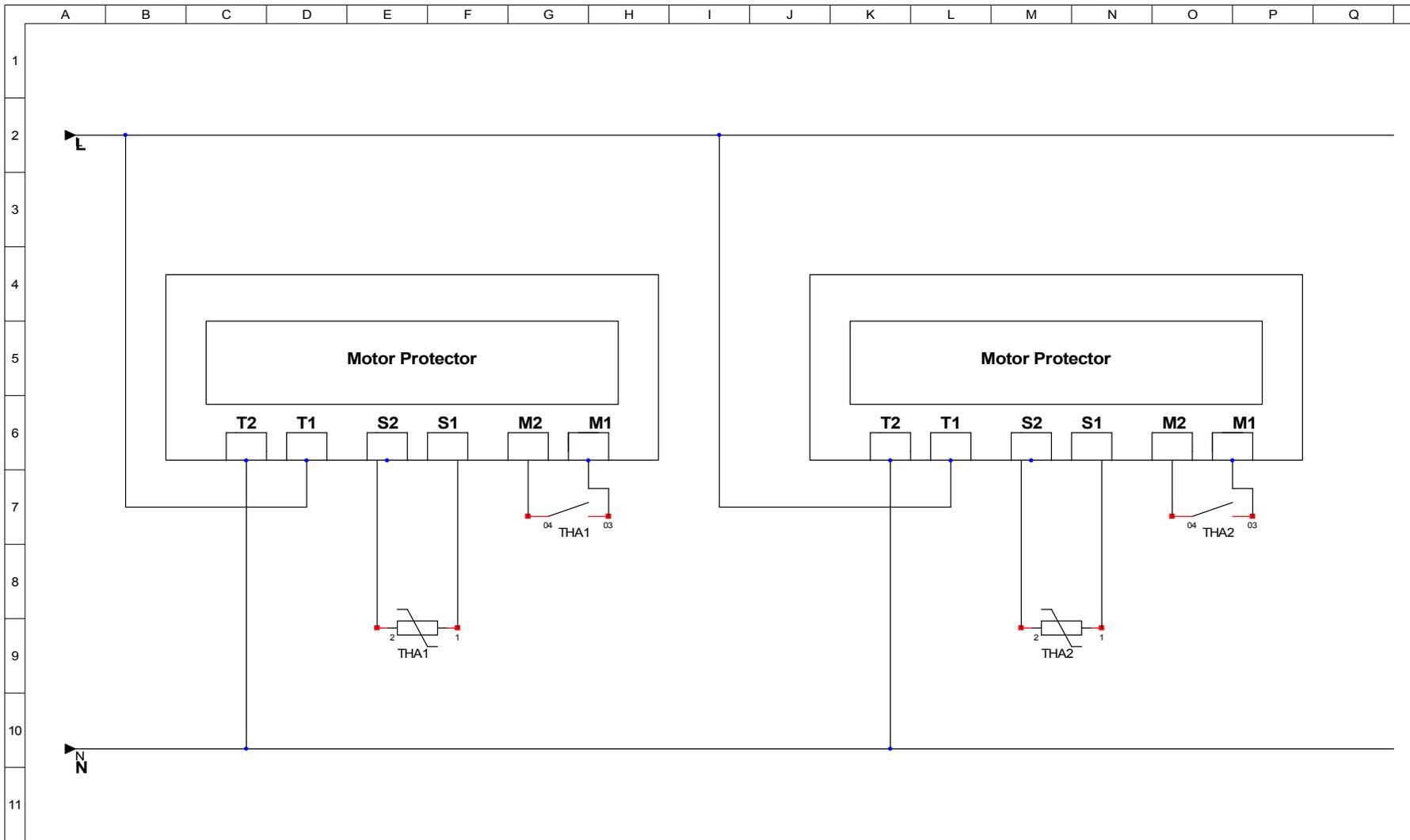
Crée le : 19/05/2015
 Modifié le : 19/05/2015
 DJIDJILI Fouad-AHMED Samir

04
 18





Master Automatismes industriels Université de Béjaïa / Cevital SPA	Schéma de puissance système B de refroidisseur Compresseur 3,4, et Ventilateur 3,4 système B	Créé le : 19/05/2015 Modifié le : 19/05/2015	06 18
		DJIDJILI Fouad-AHMED Samir	

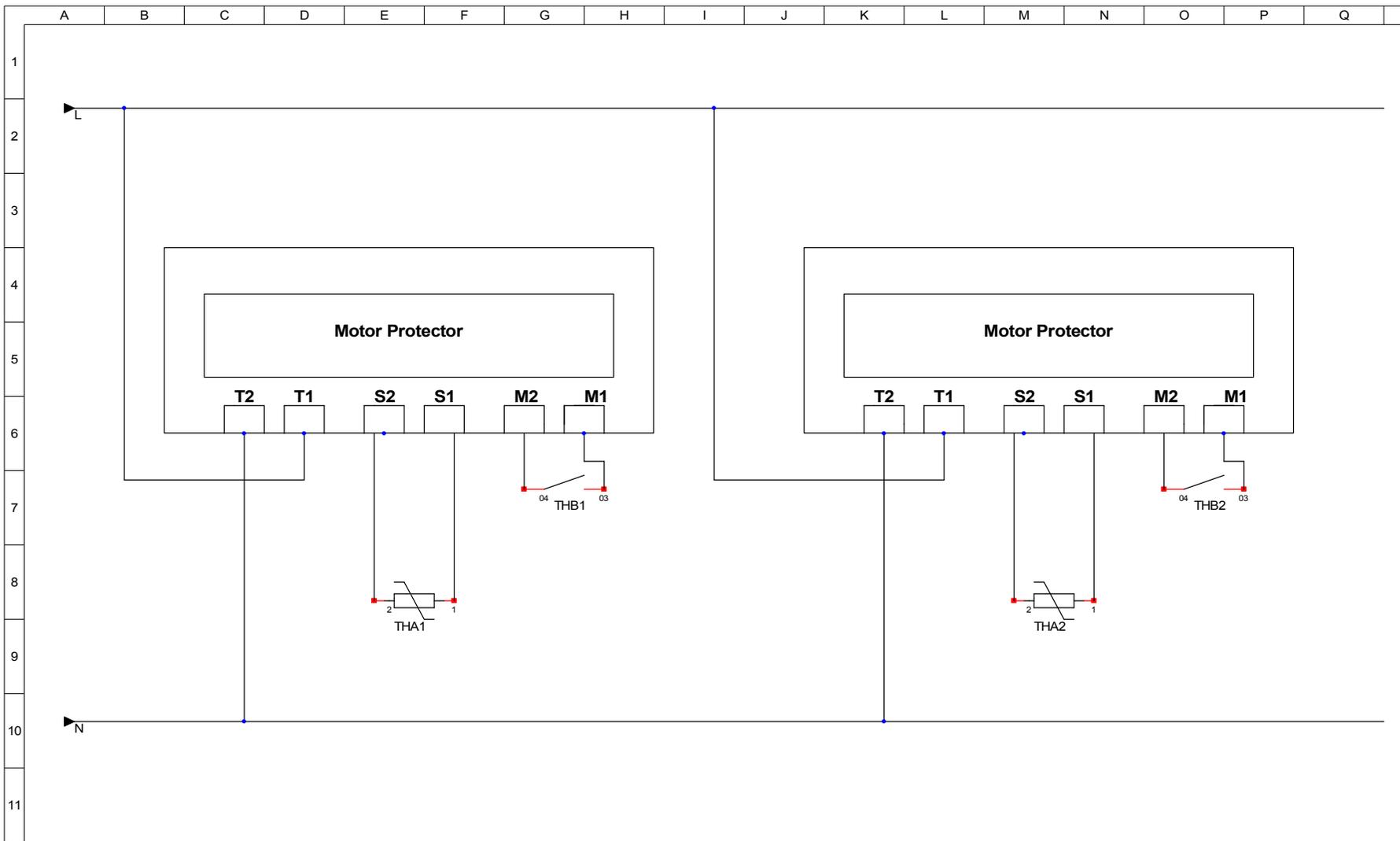


Master Automatismes industriels
 Université de Béjaïa / Cevital SPA

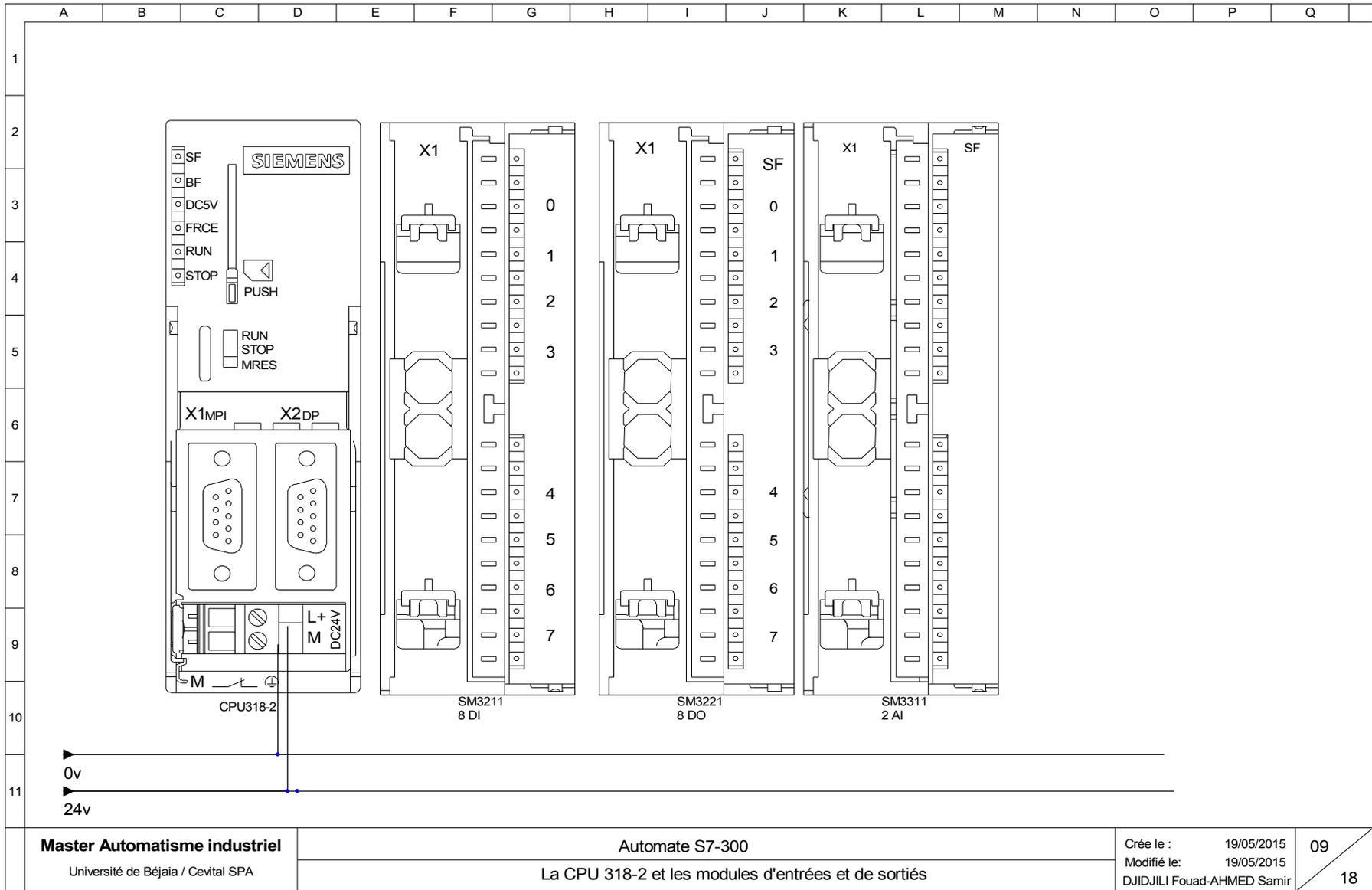
Schéma Protection compresseur système A
 Relais protection moteur avec la thermistance pour le compresseur 1,2 système A

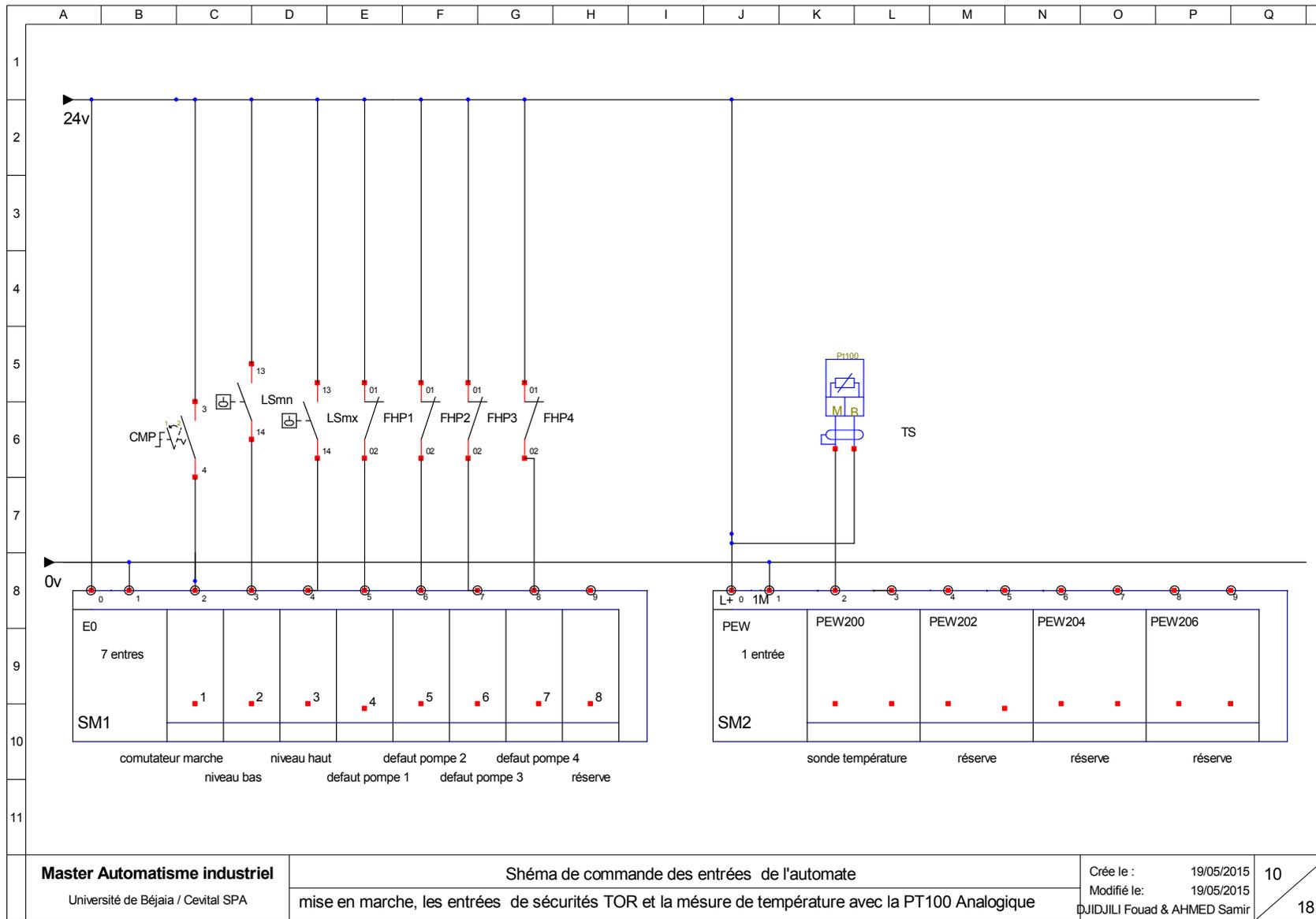
Créé le : 19/05/2015
 Modifié le : 19/05/2015
 DJIDJILI Fouad-AHMED Samir

07
 18



Master Automatism industriel Université de Béjaïa / Cevital SPA	Schéma Protection compresseur système B	Crée le : 19/05/2015	08
	Relais protection moteur avec la thermistance pour le compresseur 3,4 système B	Modifié le: 19/05/2015 DJIDJILI Fouad-AHMED Samir	18



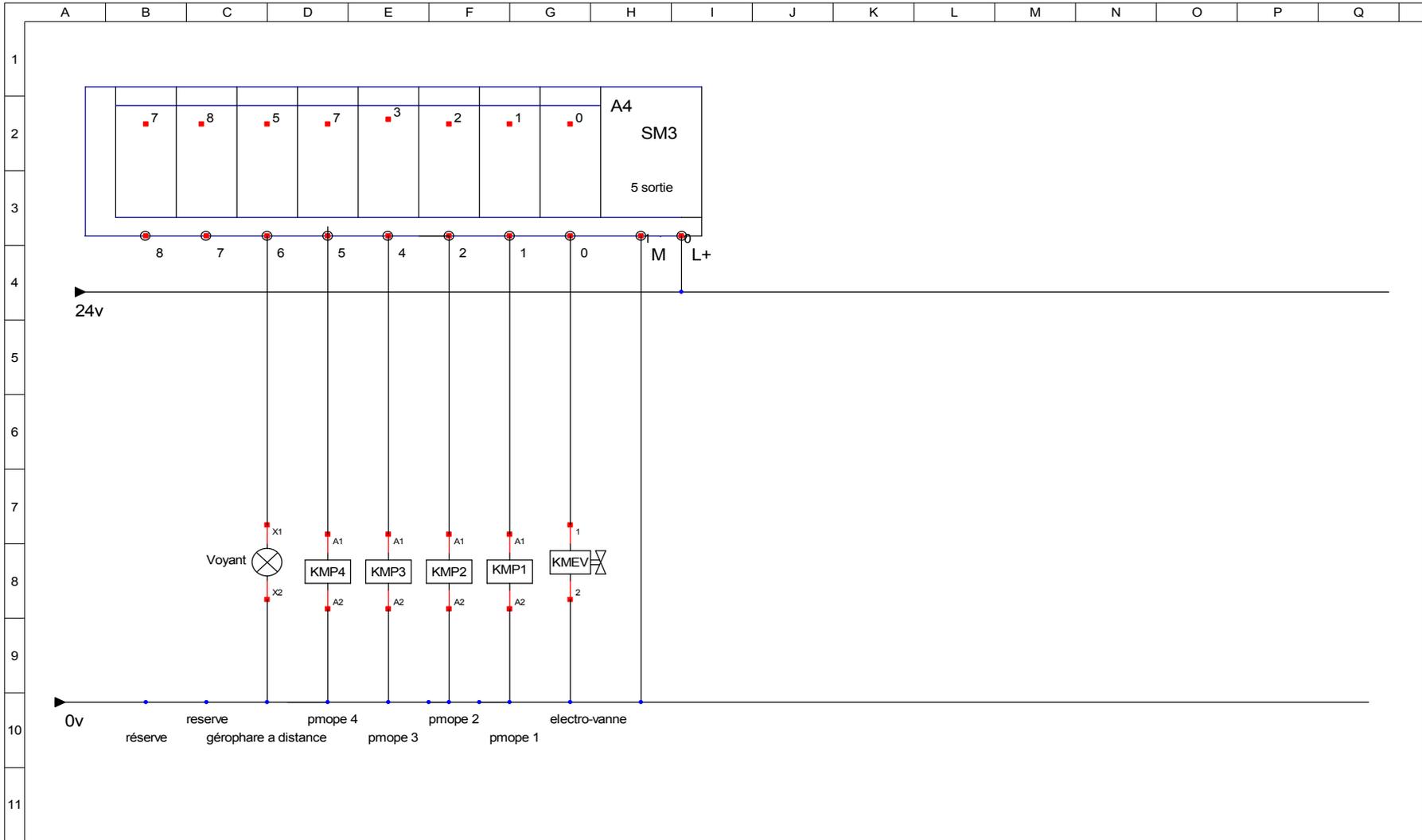


Master Automatismes industriels
Université de Béjaïa / Cevalat SPA

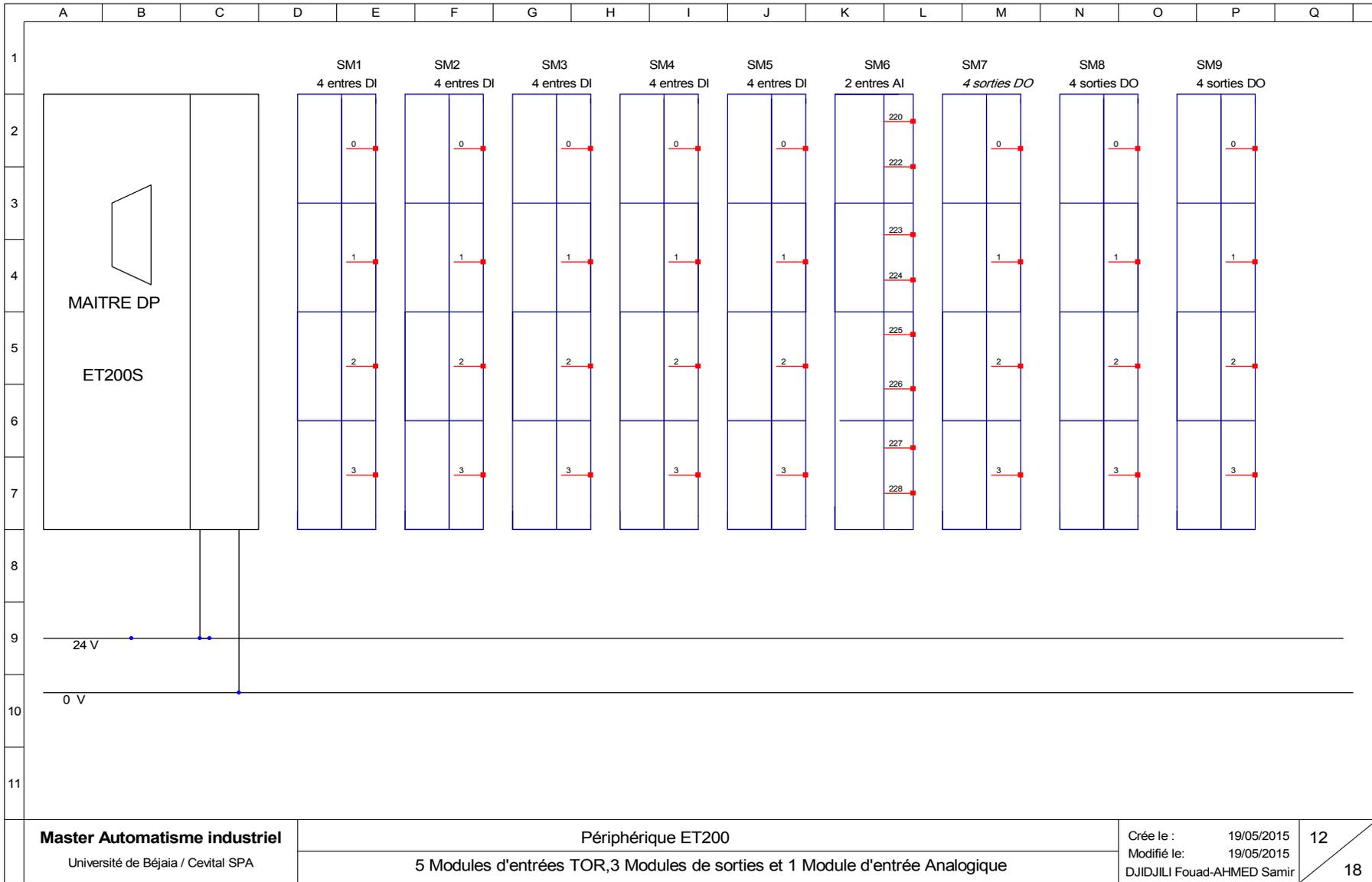
Shéma de commande des entrées de l'automate
mise en marche, les entrées de sécurités TOR et la mesure de température avec la PT100 Analogique

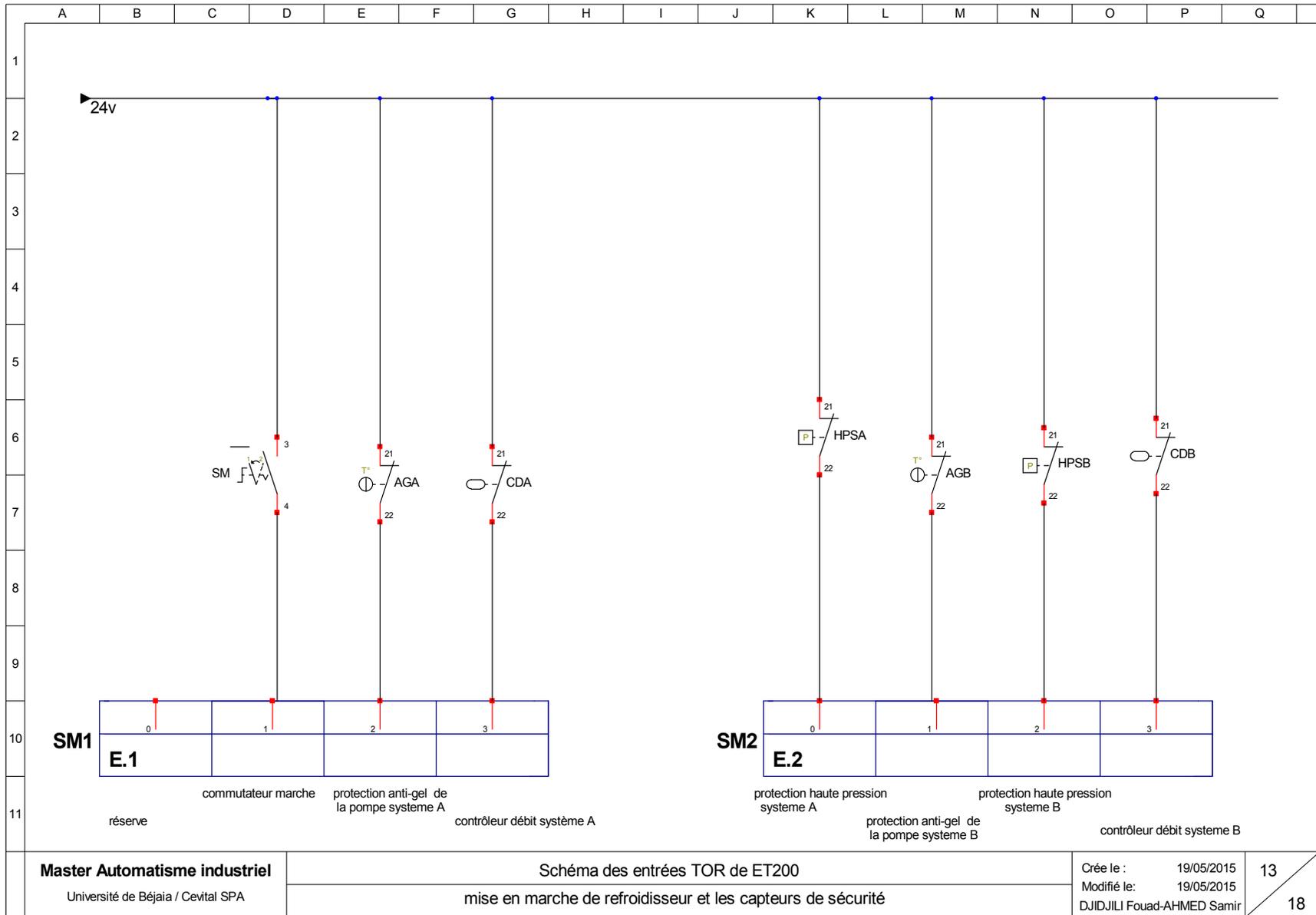
Crée le : 19/05/2015
Modifié le : 19/05/2015
DJIDJILI Fouad & AHMED Samir

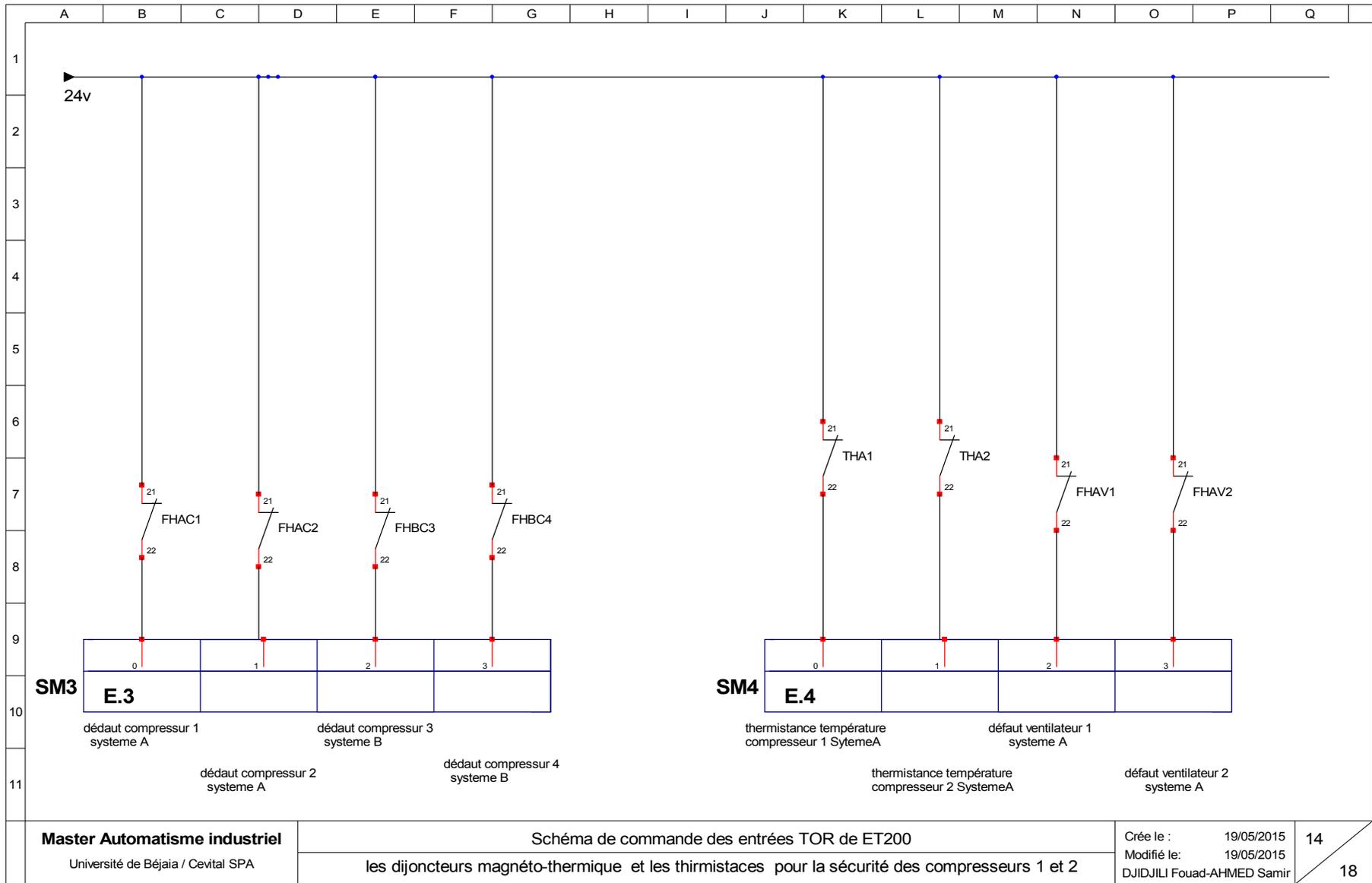
10
18

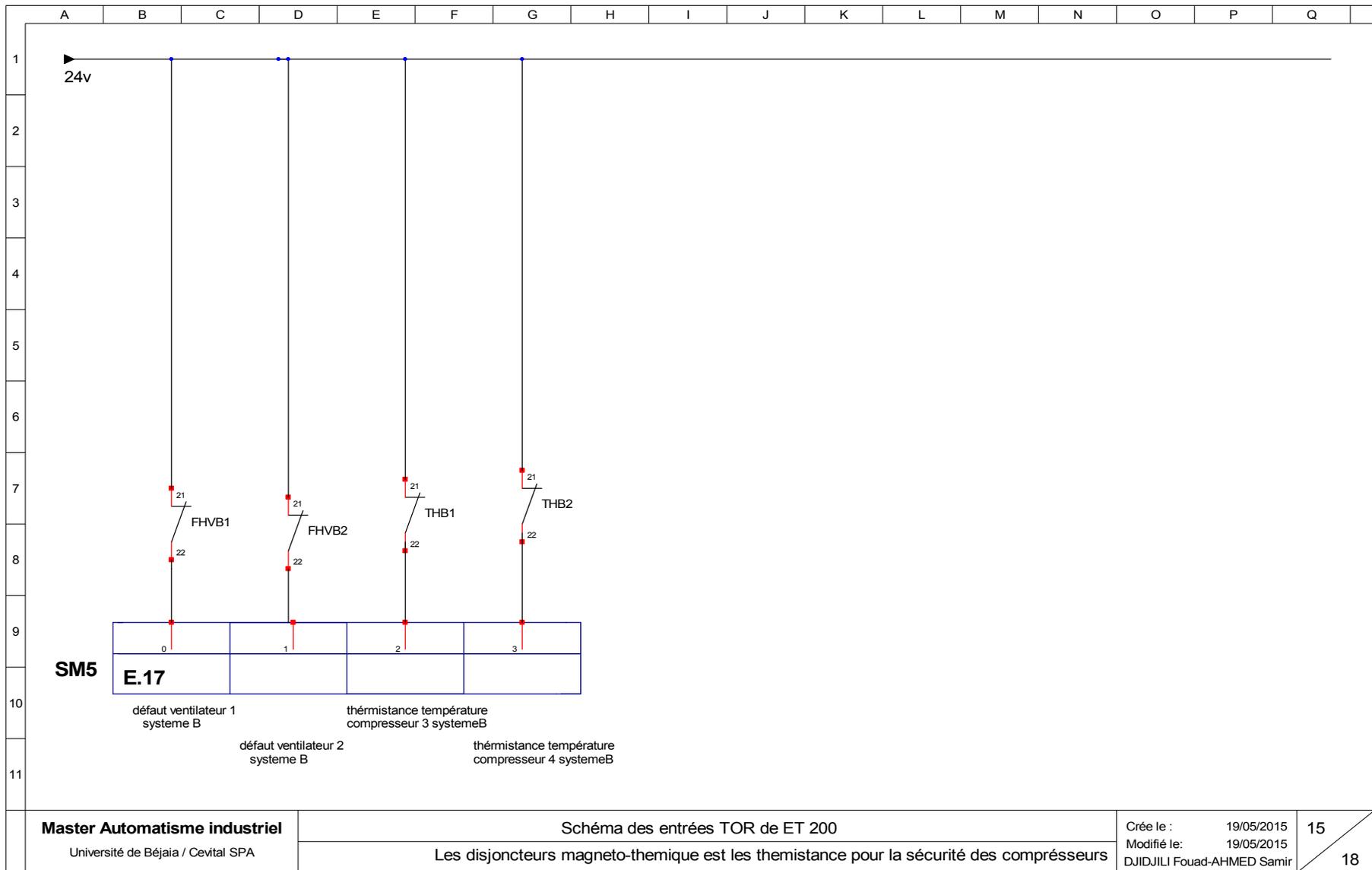


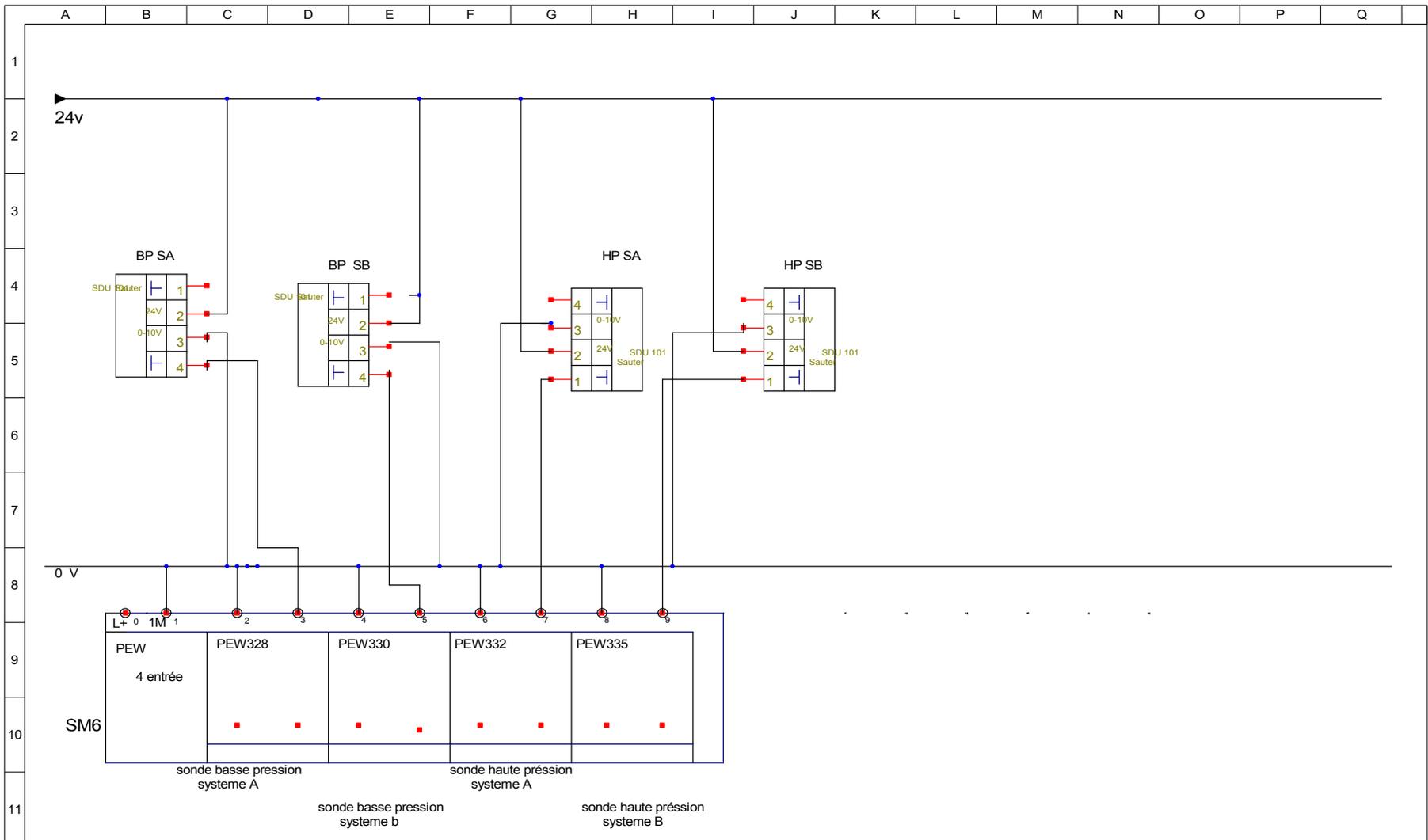
Master Automatism industriel Université de Béjaia / Cevital SPA	Schéma de commande des sortiés	Créé le : 19/05/2015 Modifié le: 19/05/2015 DJIDJILI Fouad-AHMED Samir	11
	commandé les pompe 1,2,3 ,4 et l'electro-vanne	18	



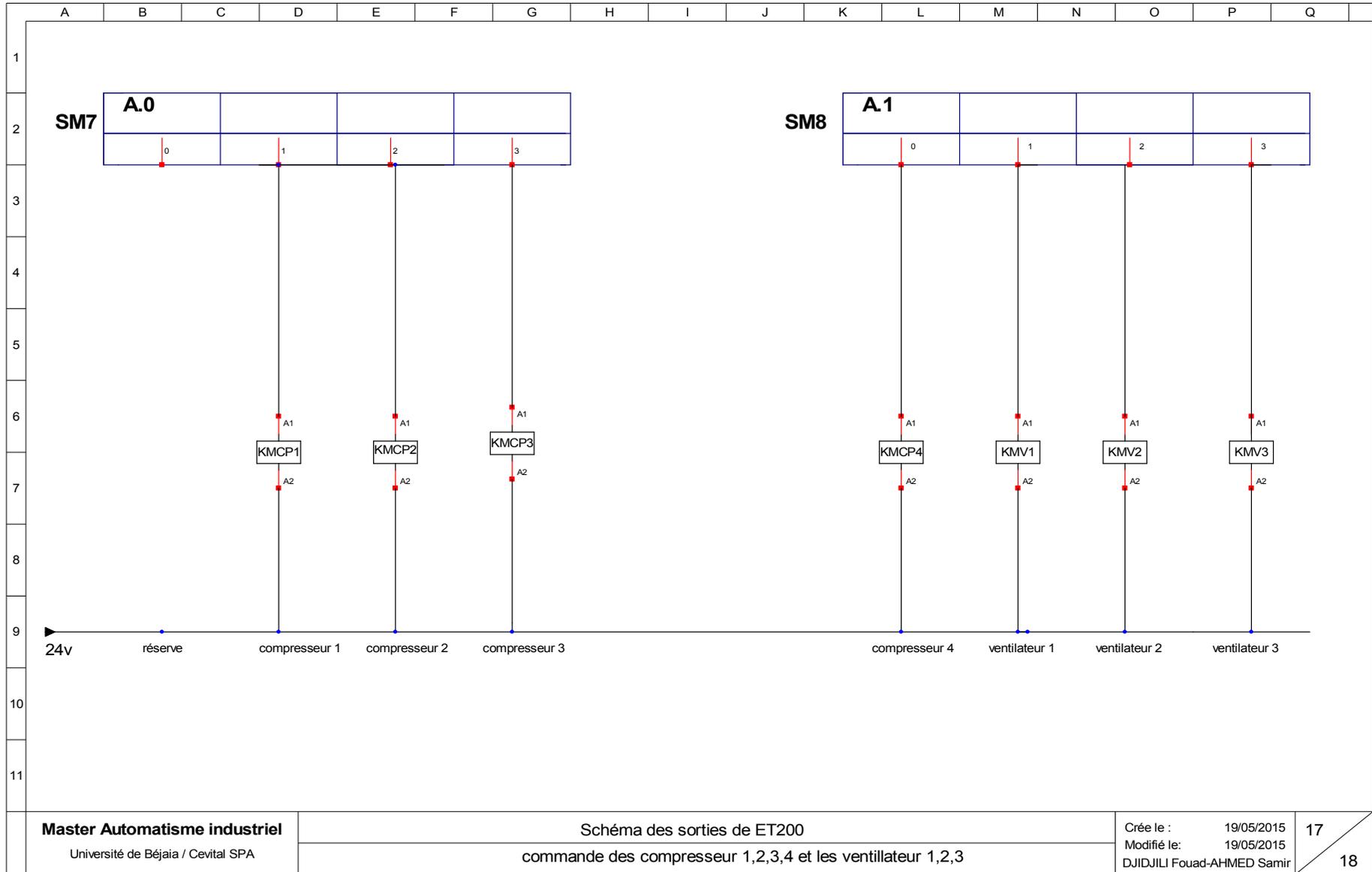


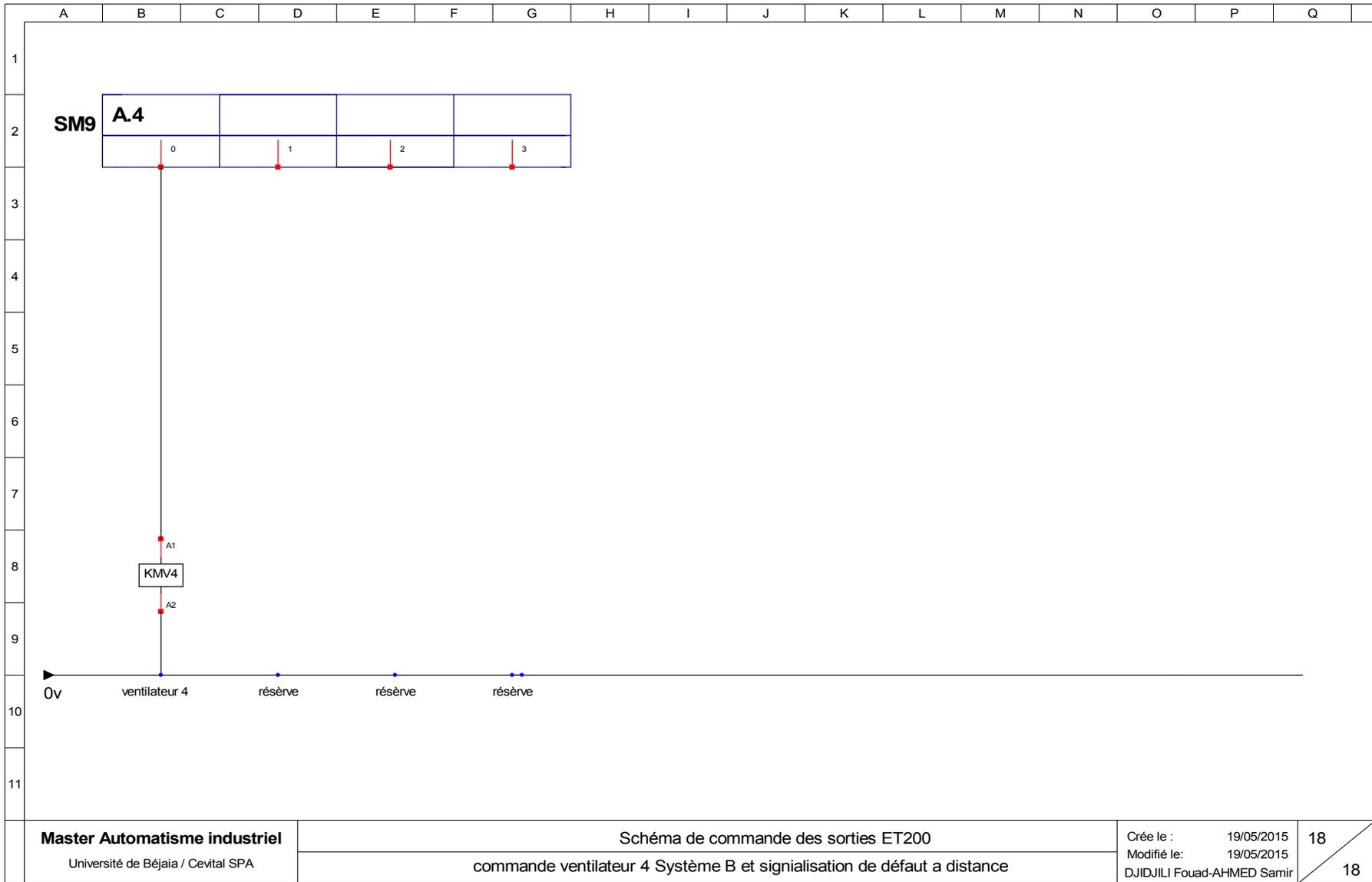






Master Automatismes industriels Université de Béjaia / Cevital SPA	Schéma de commande des entrées Analogique de ET200	Créé le : 19/05/2015 Modifié le : 19/05/2015 DJIDJILI Fouad-AHMED Samir	16
	Les capteur Analogique basse pression systemme A,B et Haute pression systeme A,B de refroidisseur		18





Annexe 3

Arbre de défaillance

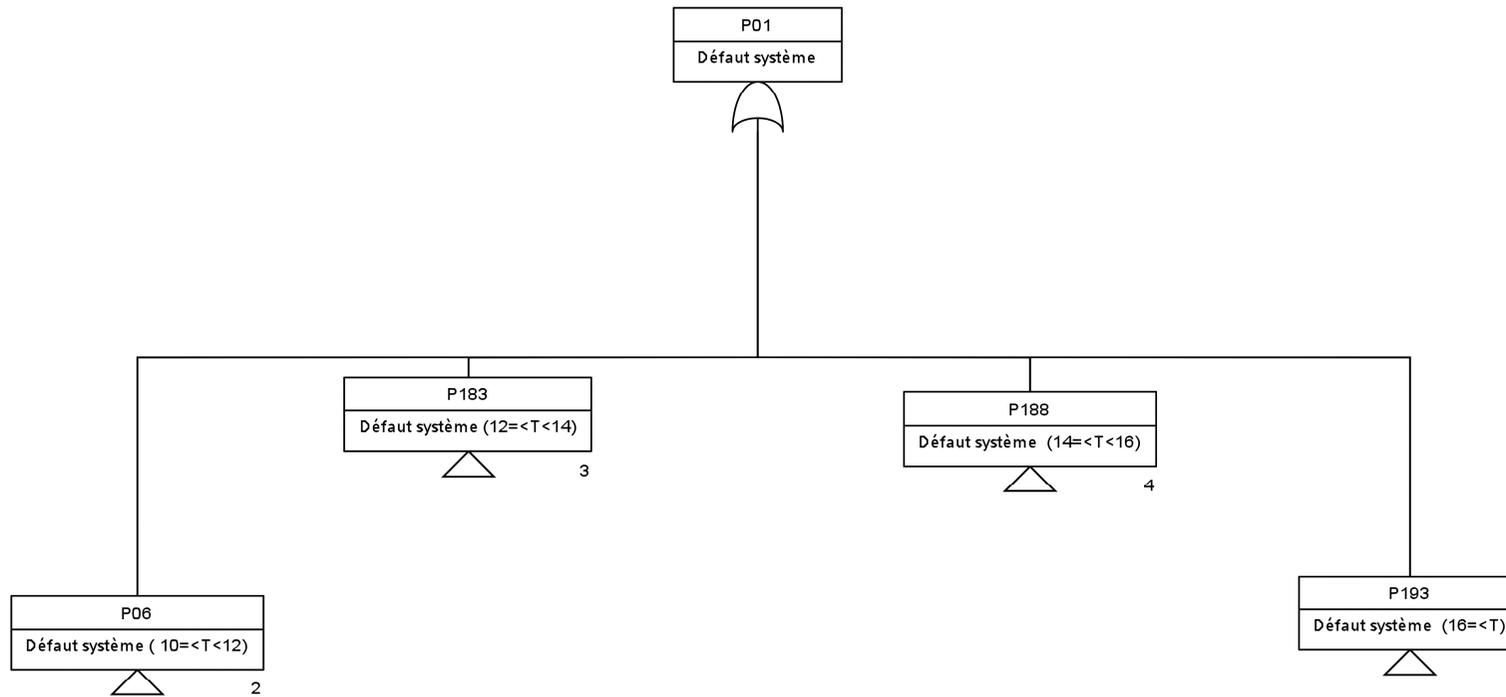


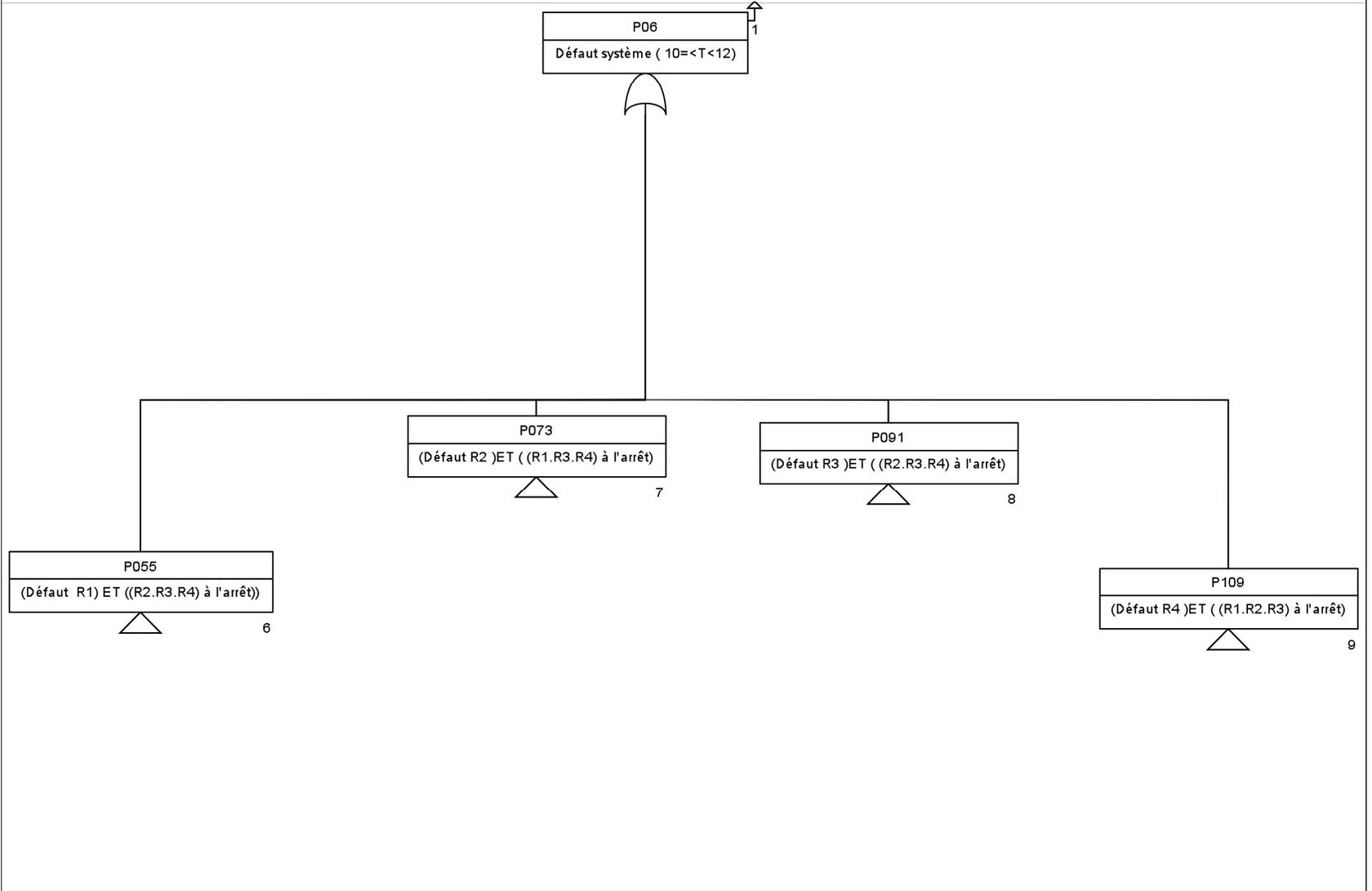
Arbre-Analyste

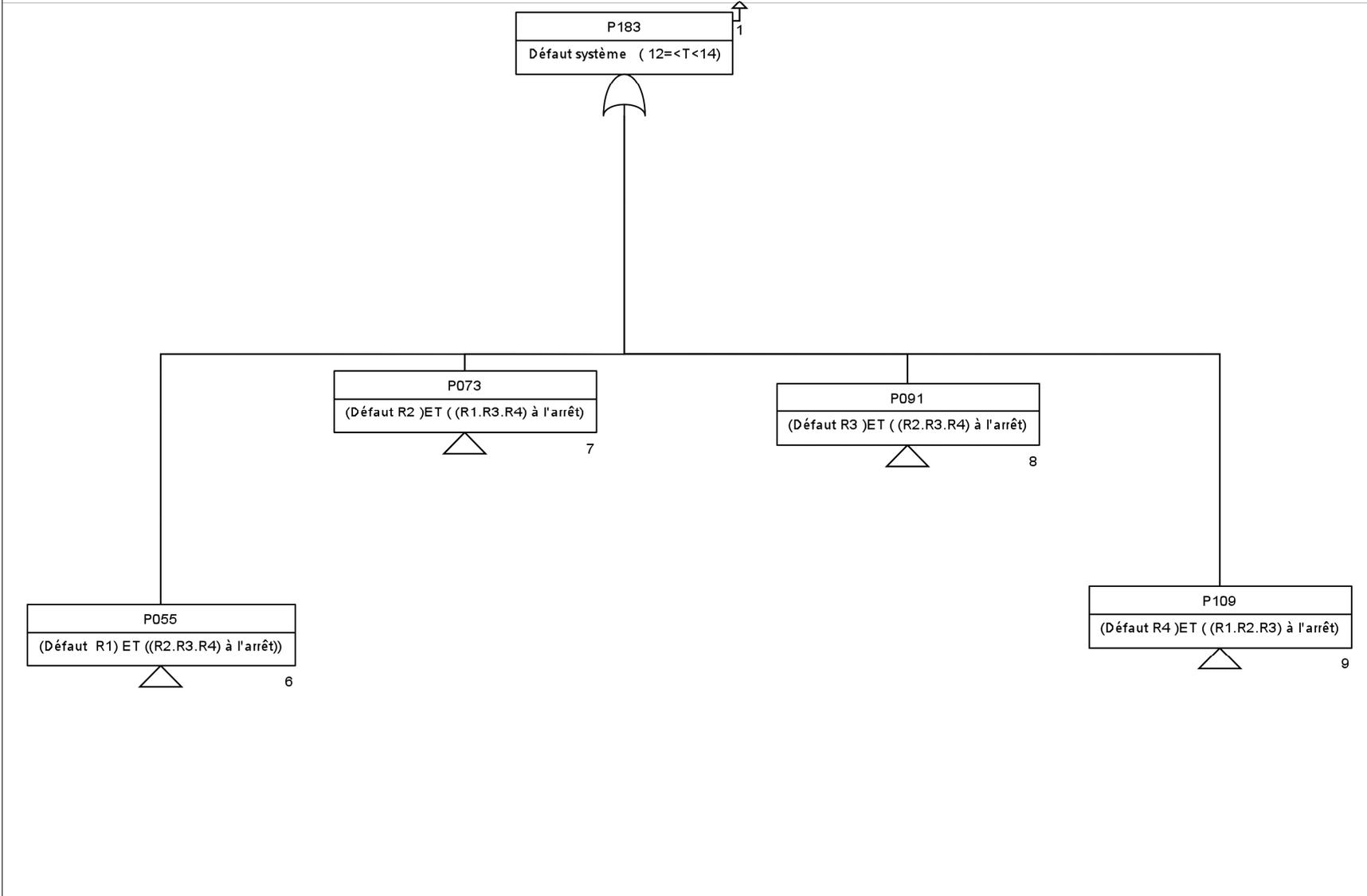
Sommaire

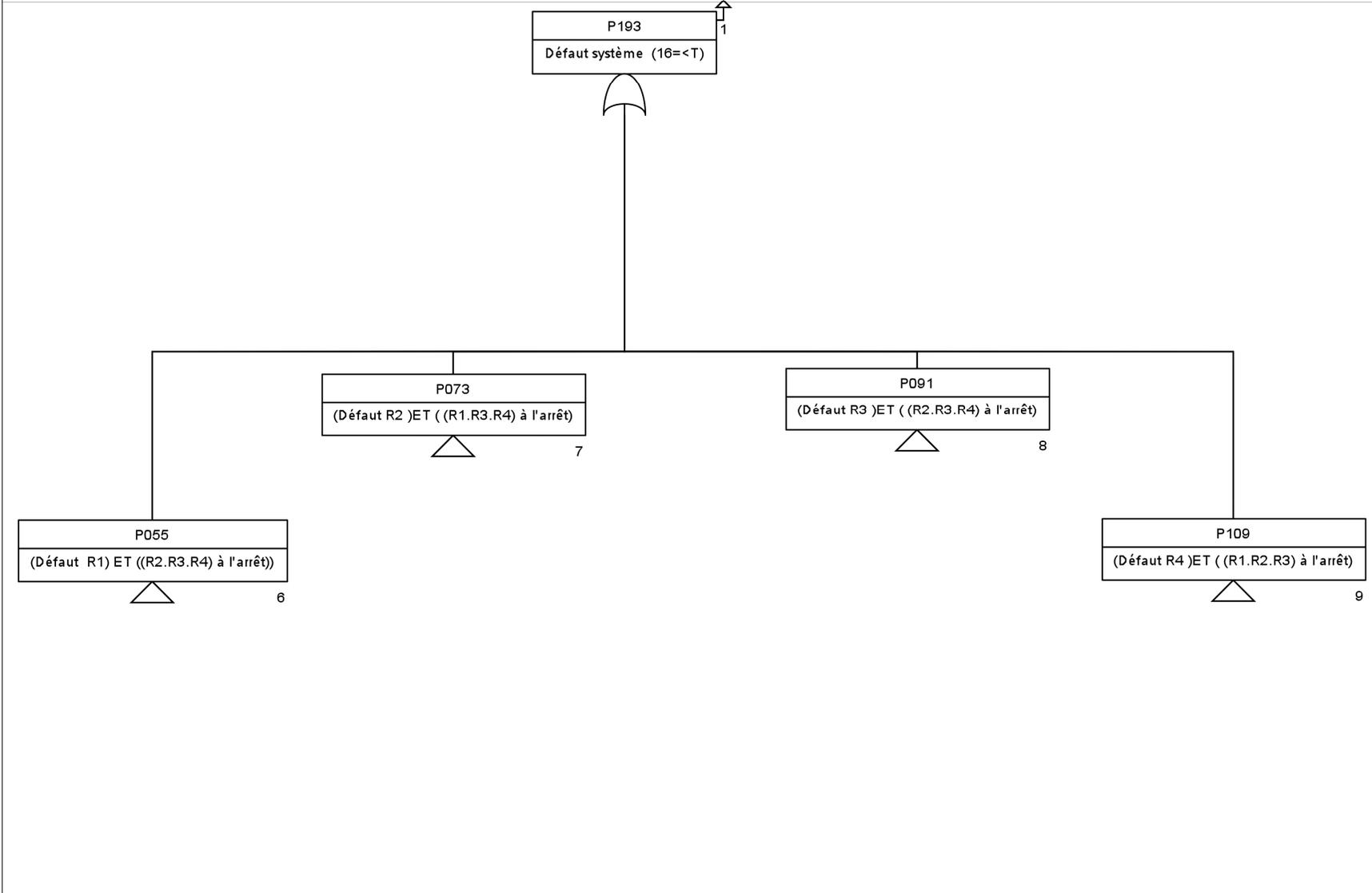
Arbre de défaillance de la centrale frigorifique

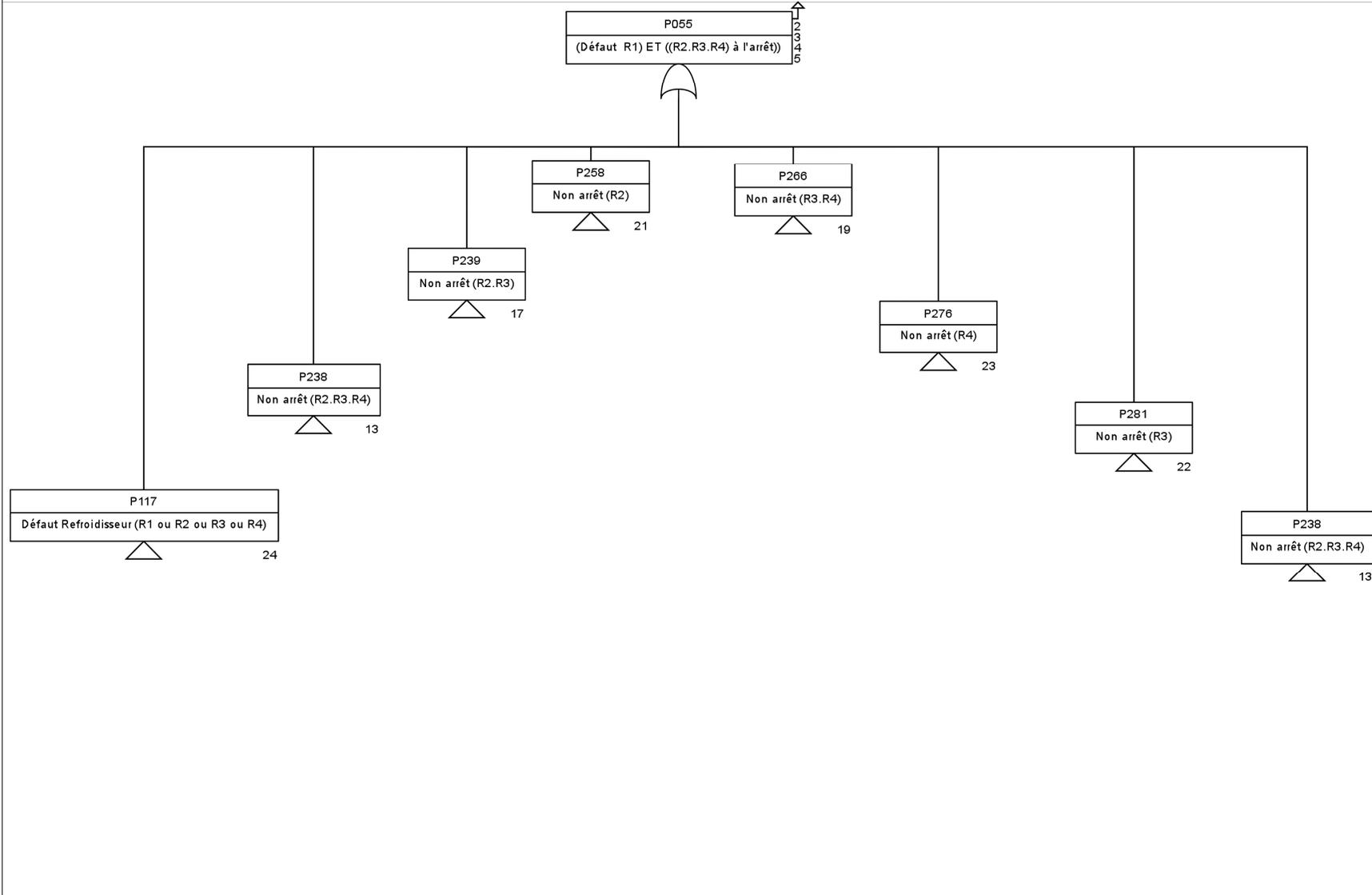
1. Défaut système.
2. Défaut système ($10 \leq T < 12$).
3. Défaut système ($12 \leq T < 14$).
4. Défaut système ($14 \leq T < 16$).
5. Défaut système ($16 \leq T$).
6. Défaut R1 ET (R2.R3.R4) à arrêt.
7. Défaut R2 ET (R1.R3.R4) à arrêt.
8. Défaut R3 ET (R2.R3.R4) à arrêt.
9. Défaut R4 ET (R1.R2.R3) à arrêt.
10. Non arrêt (R1.R2.R3).
11. Non arrêt (R1.R2.R4).
12. Non arrêt (R1.R3.R4).
13. Non arrêt (R2.R3.R4).
14. Non arrêt (R1.R3).
15. Non arrêt (R1.R4).
16. Non arrêt (R2.R1).
17. Non arrêt (R2.R3).
18. Non arrêt (R2.R4).
19. Non arrêt (R3.R4).
20. Non arrêt (R1).
21. Non arrêt (R2).
22. Non arrêt (R3).
23. Non arrêt (R4).
24. Défaut Refroidisseur (R1 ou R2 ou R3 ou R4).
25. Défaut compresseur.
26. Défaut pompe.
27. Défaut utilitaires d'automatisme.
28. Défaut partie commande.
29. Défaut partie dialogue.
30. Défaut partie opérative.

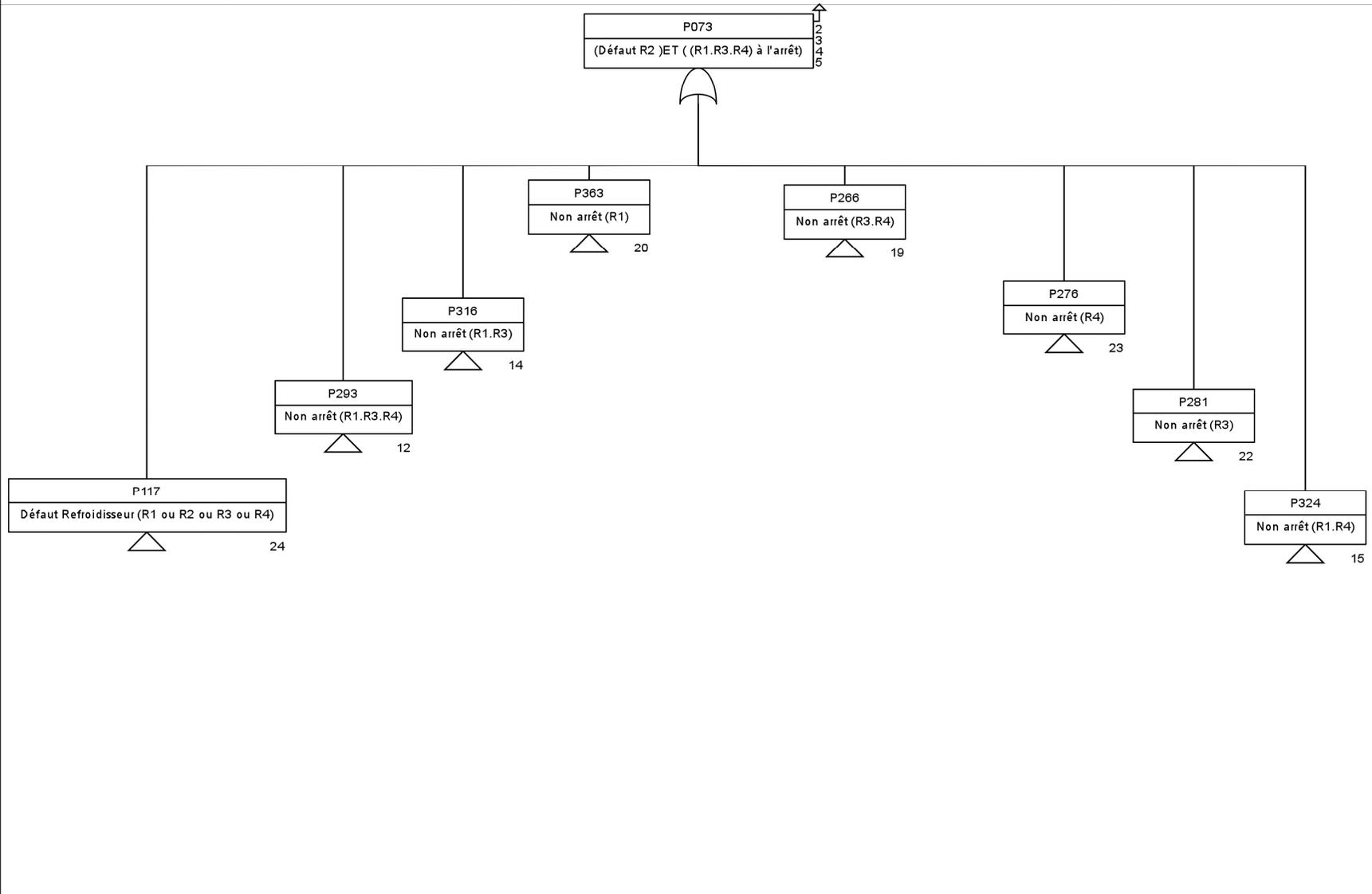


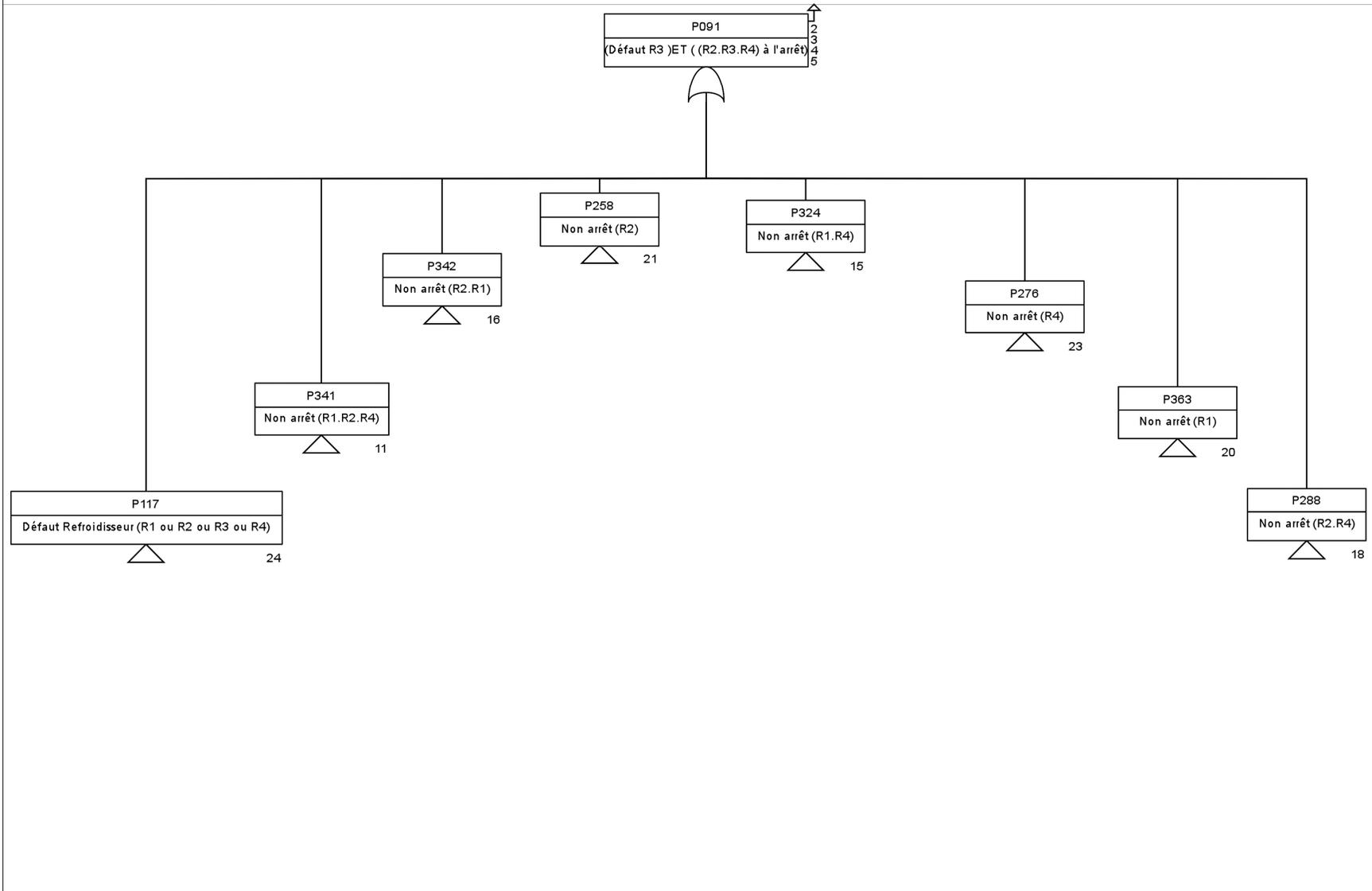


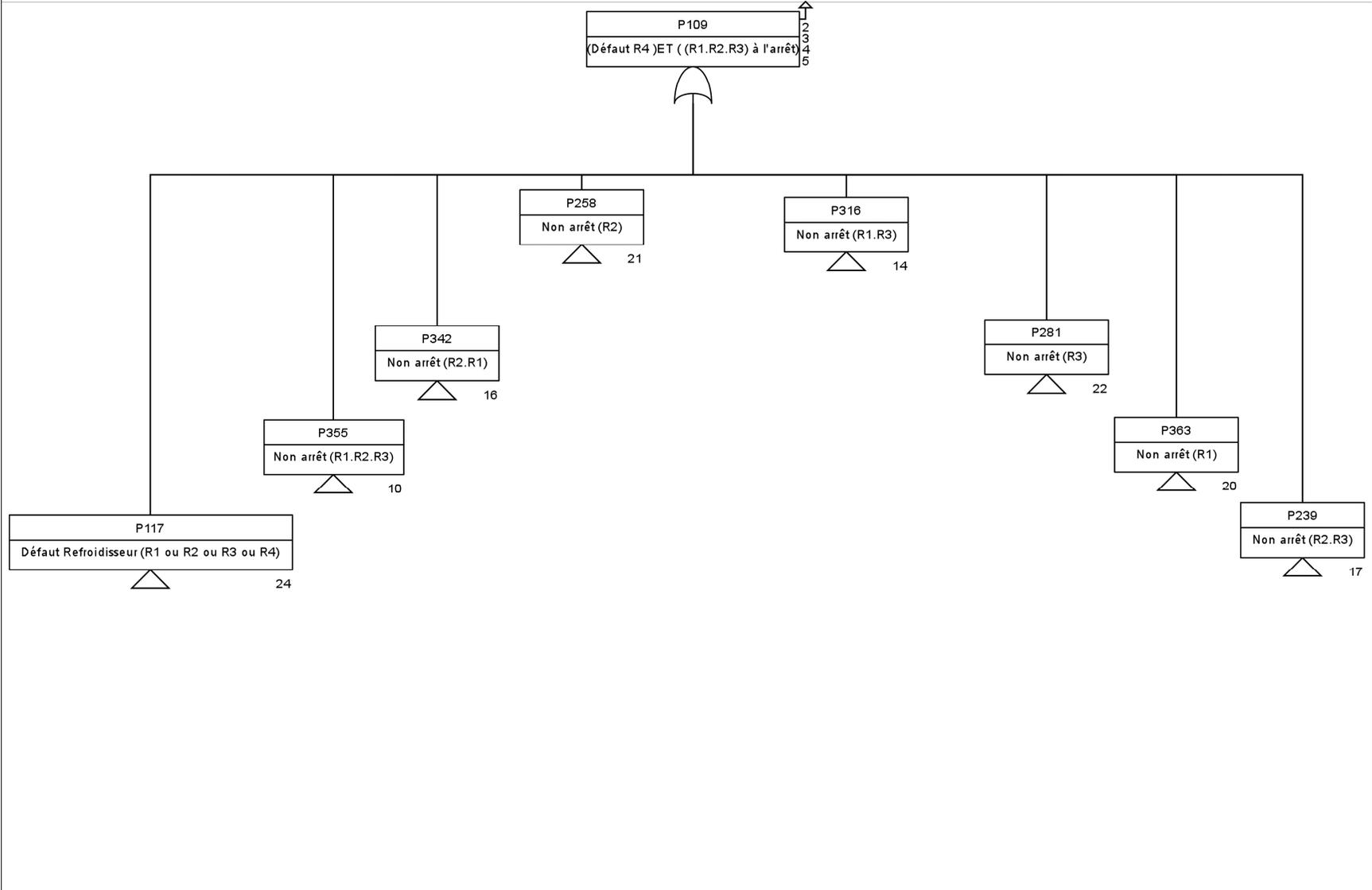


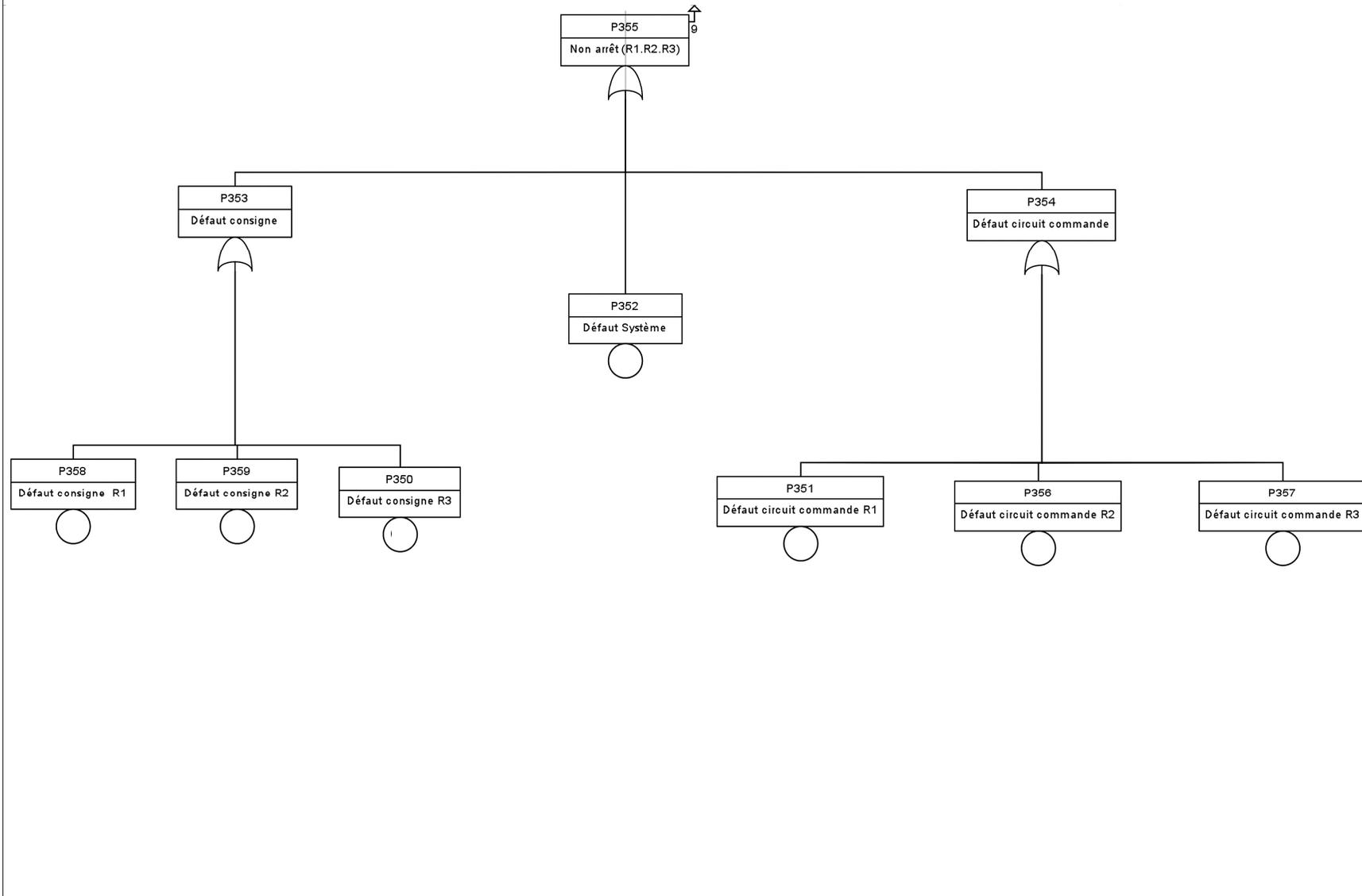


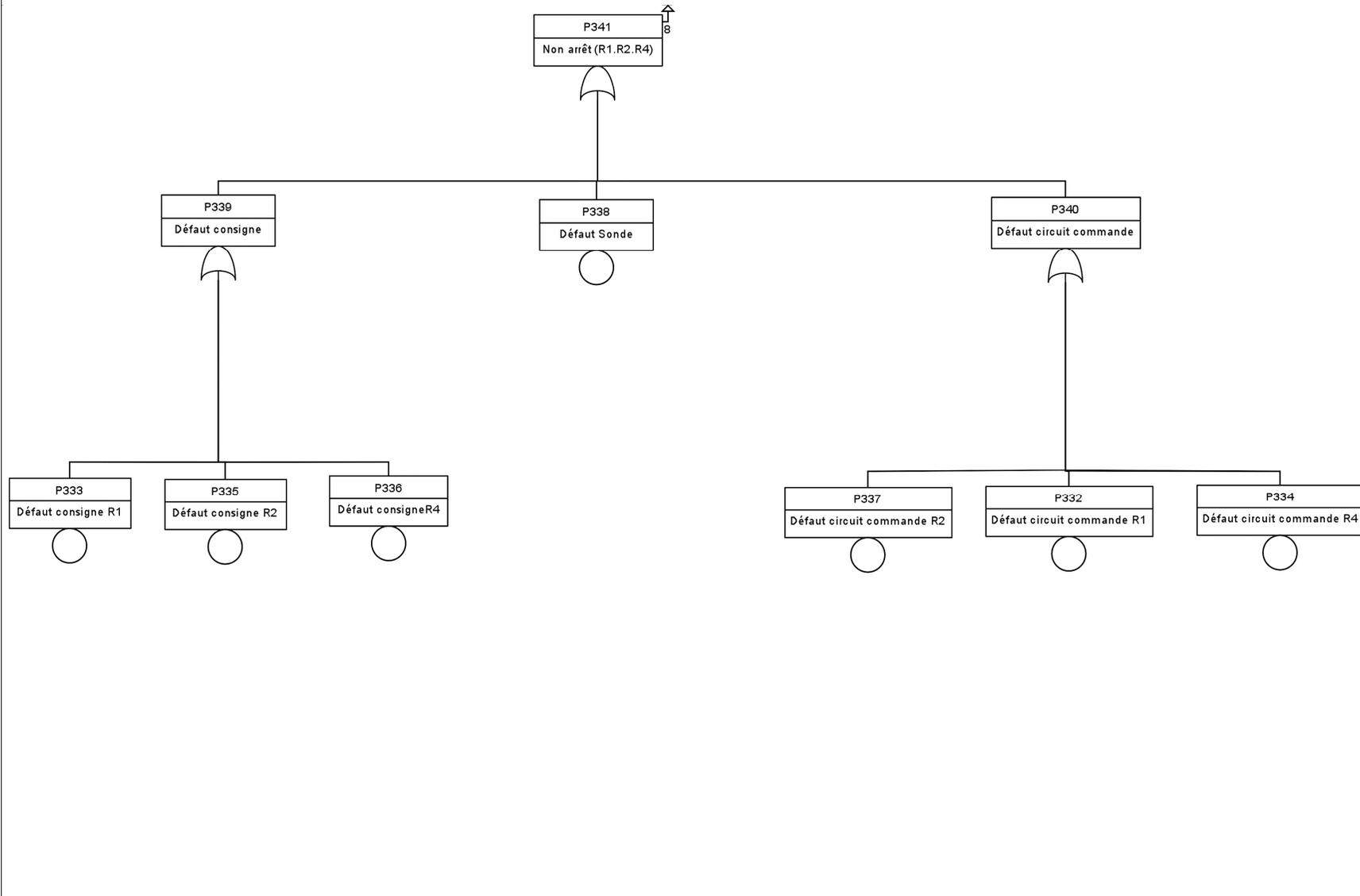


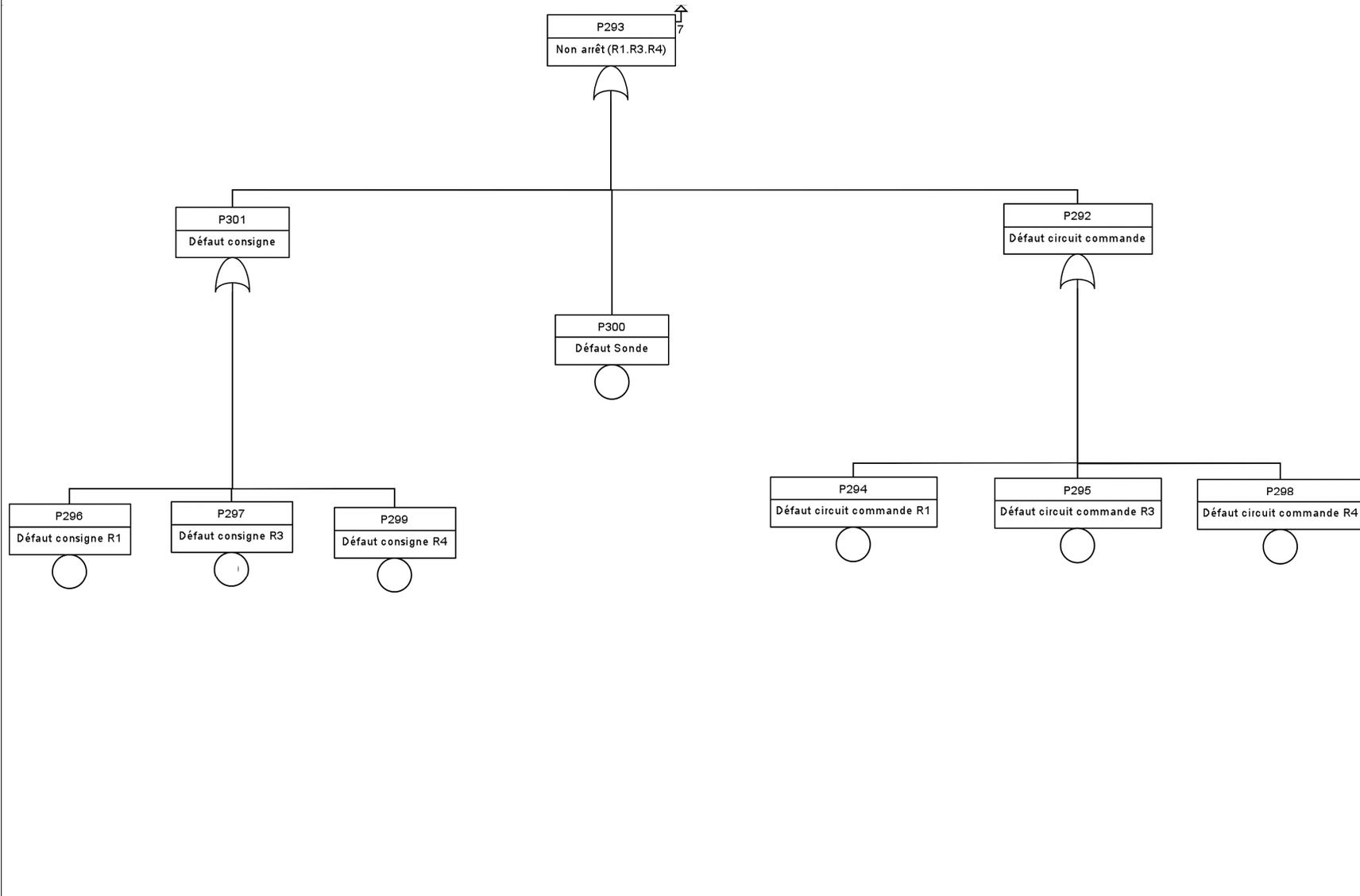


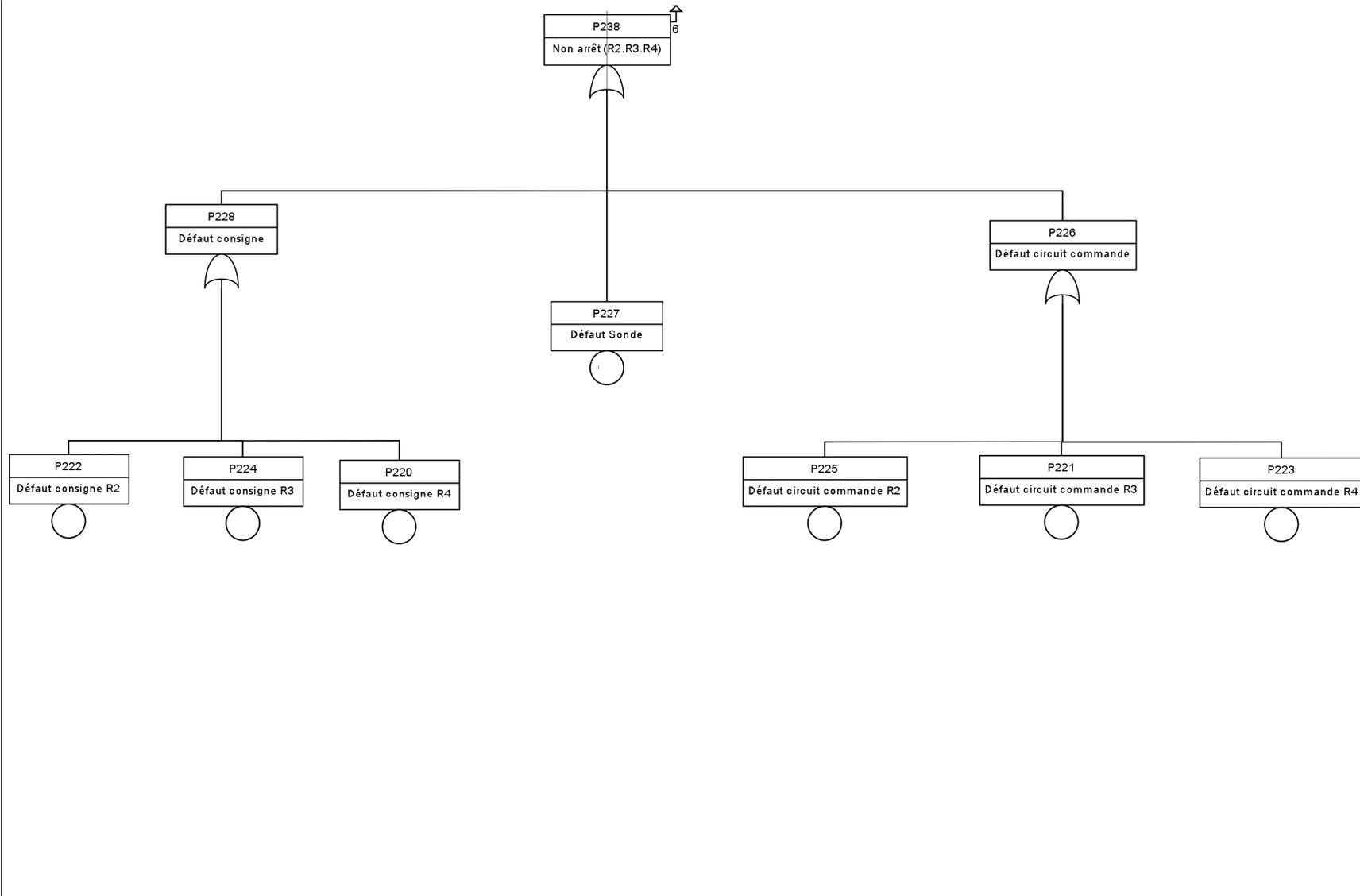


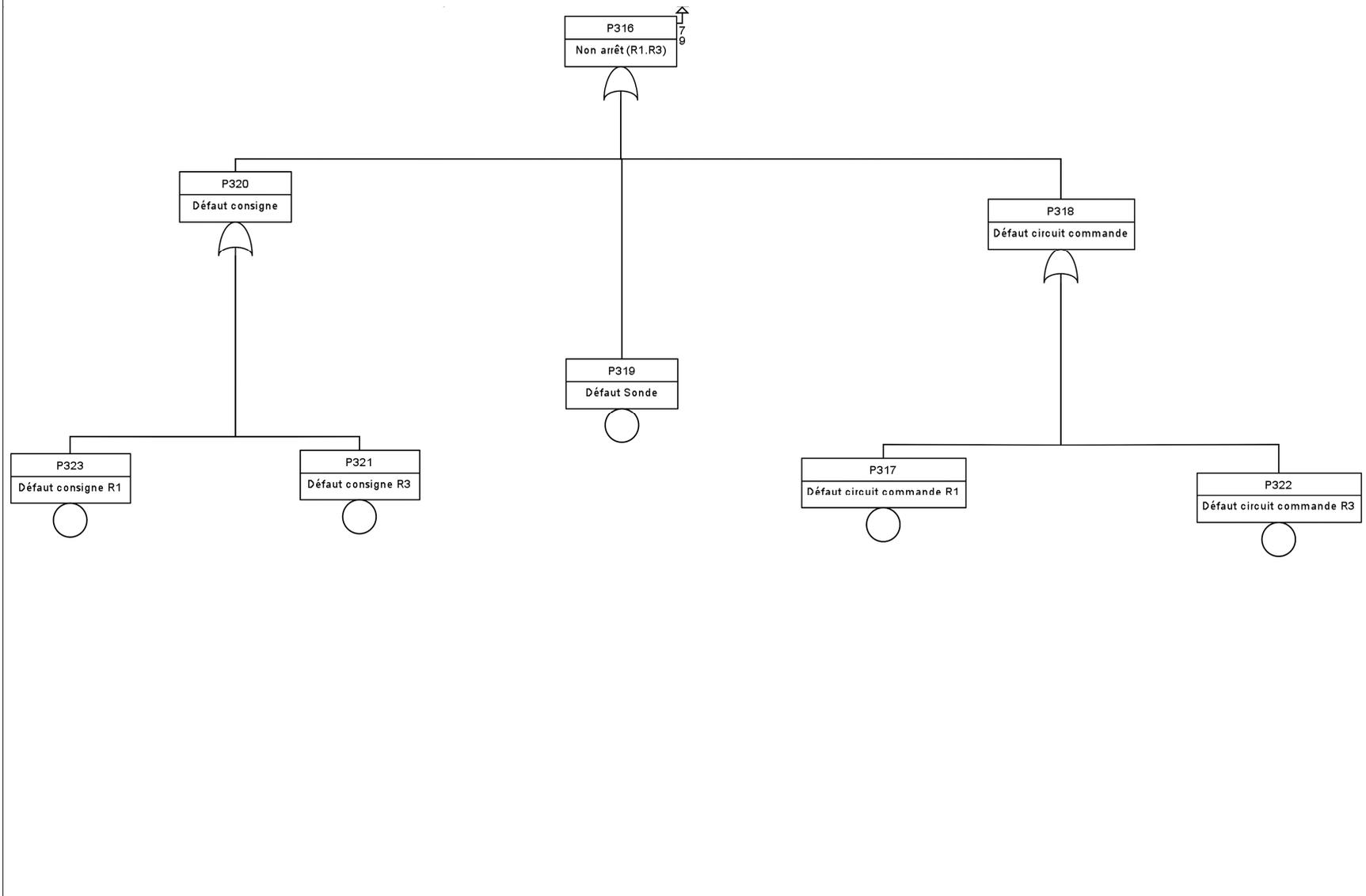


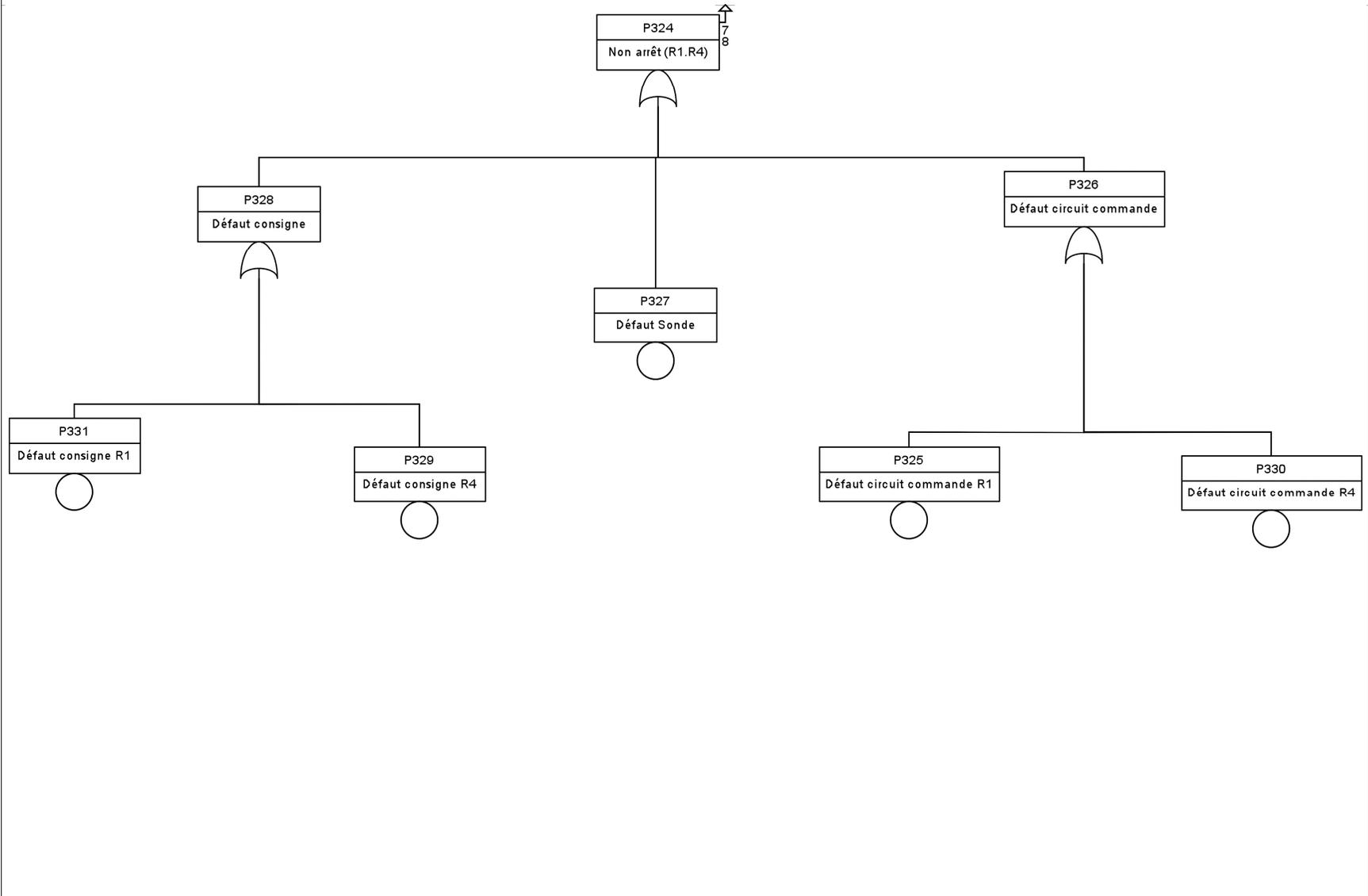


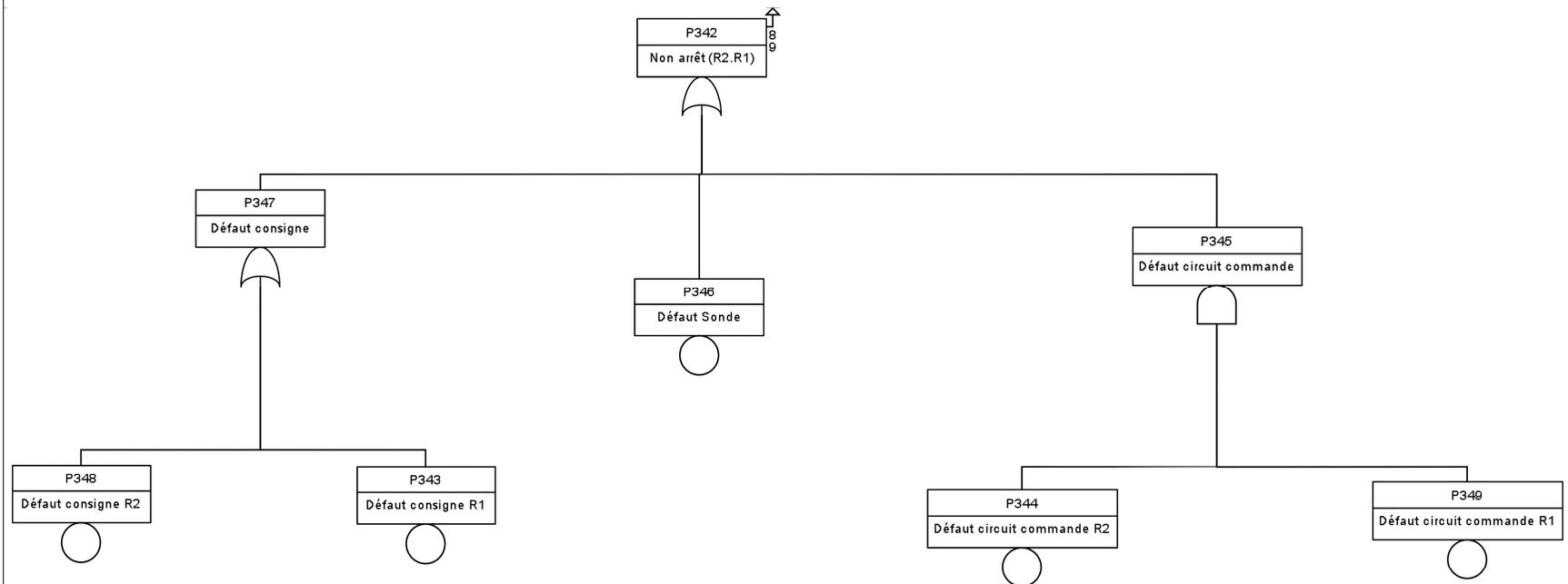


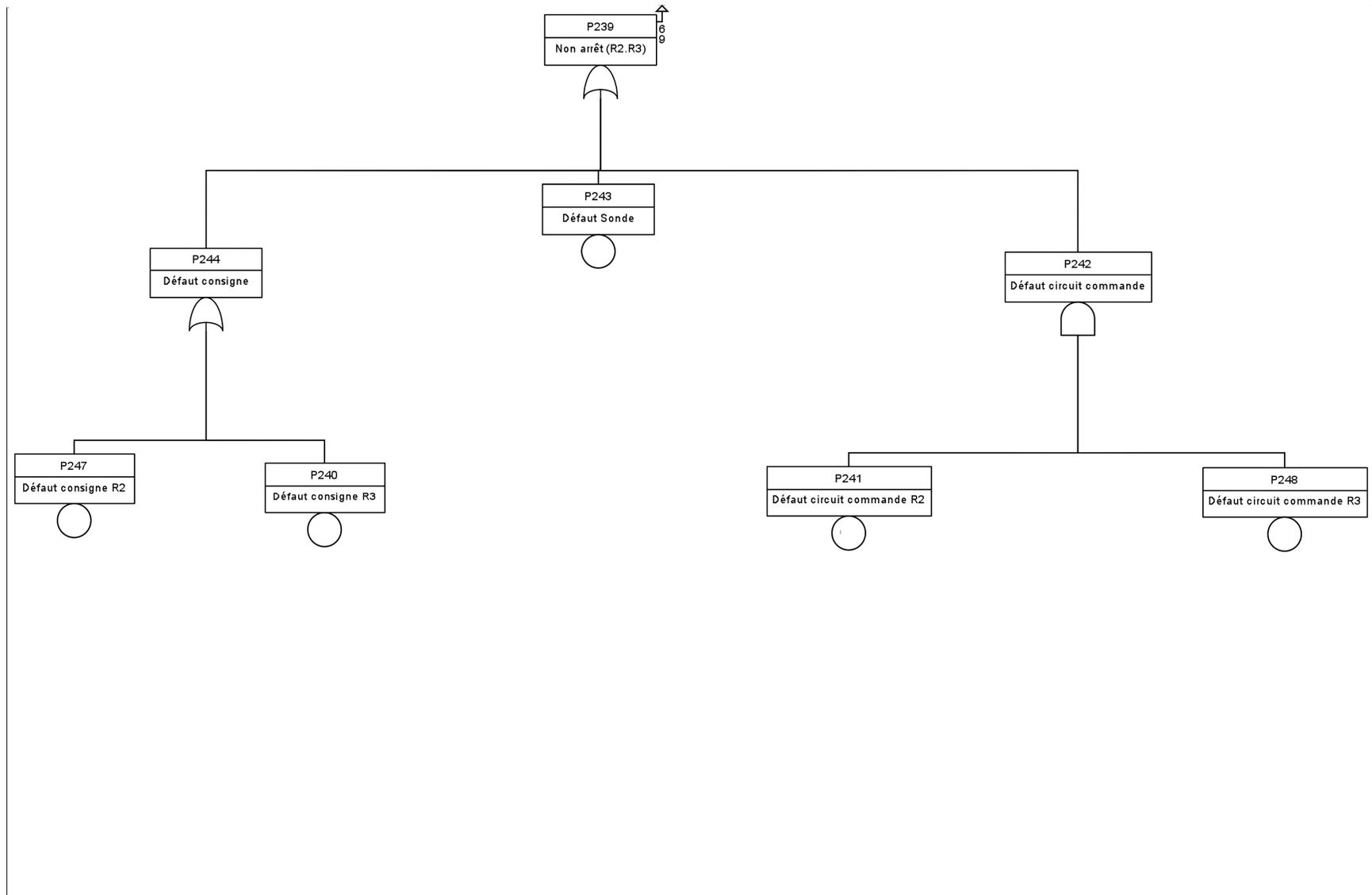


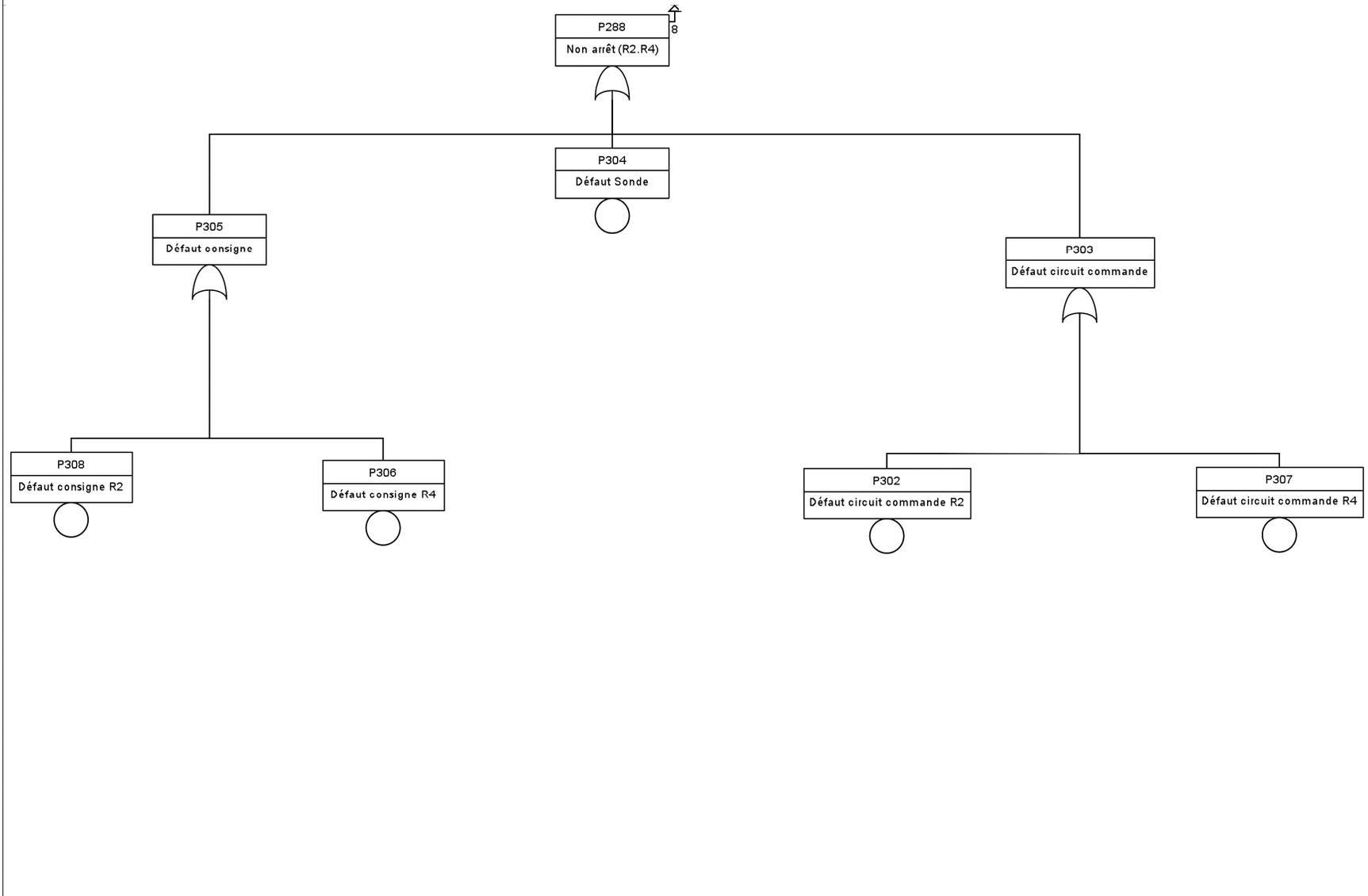


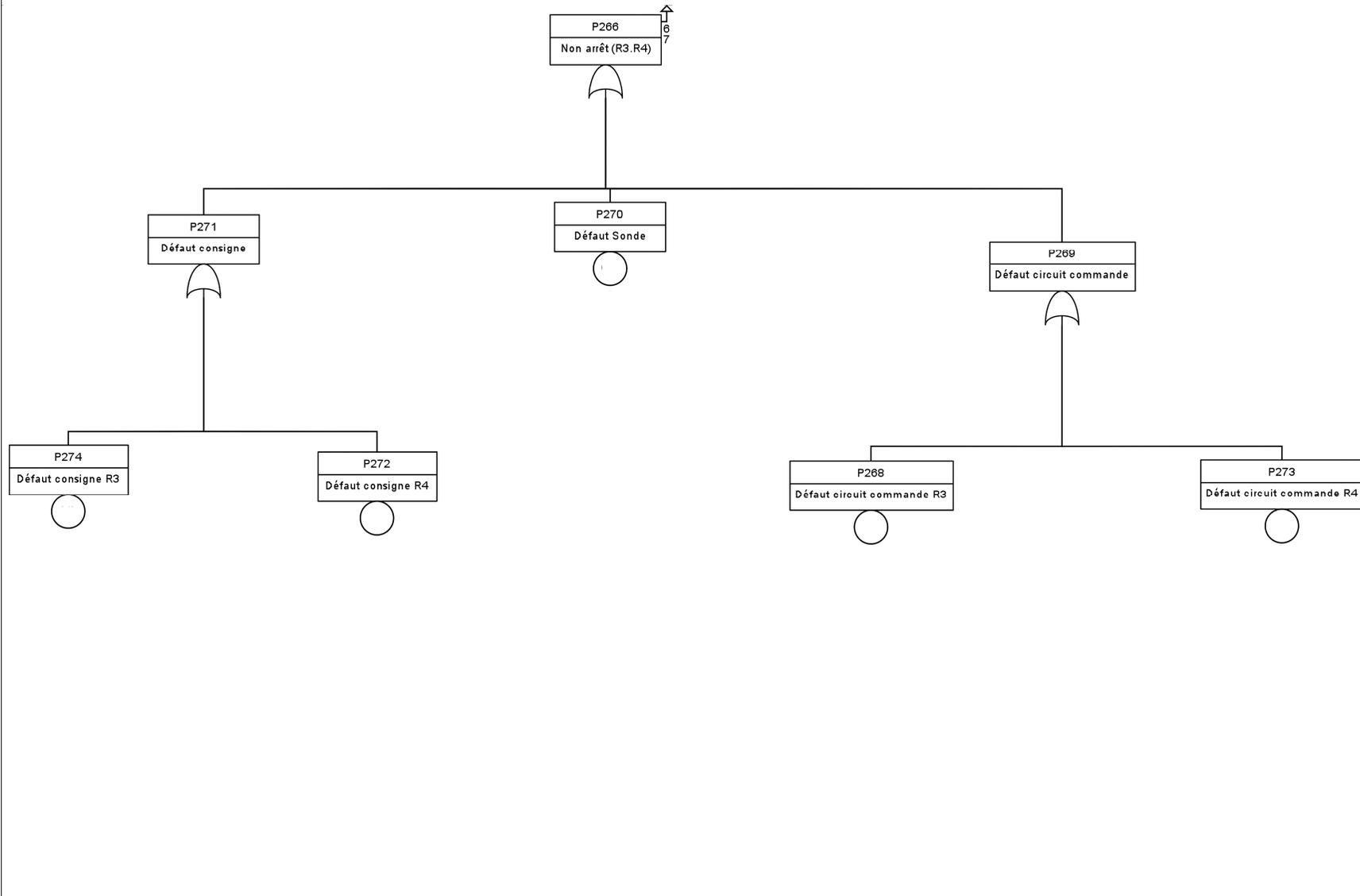


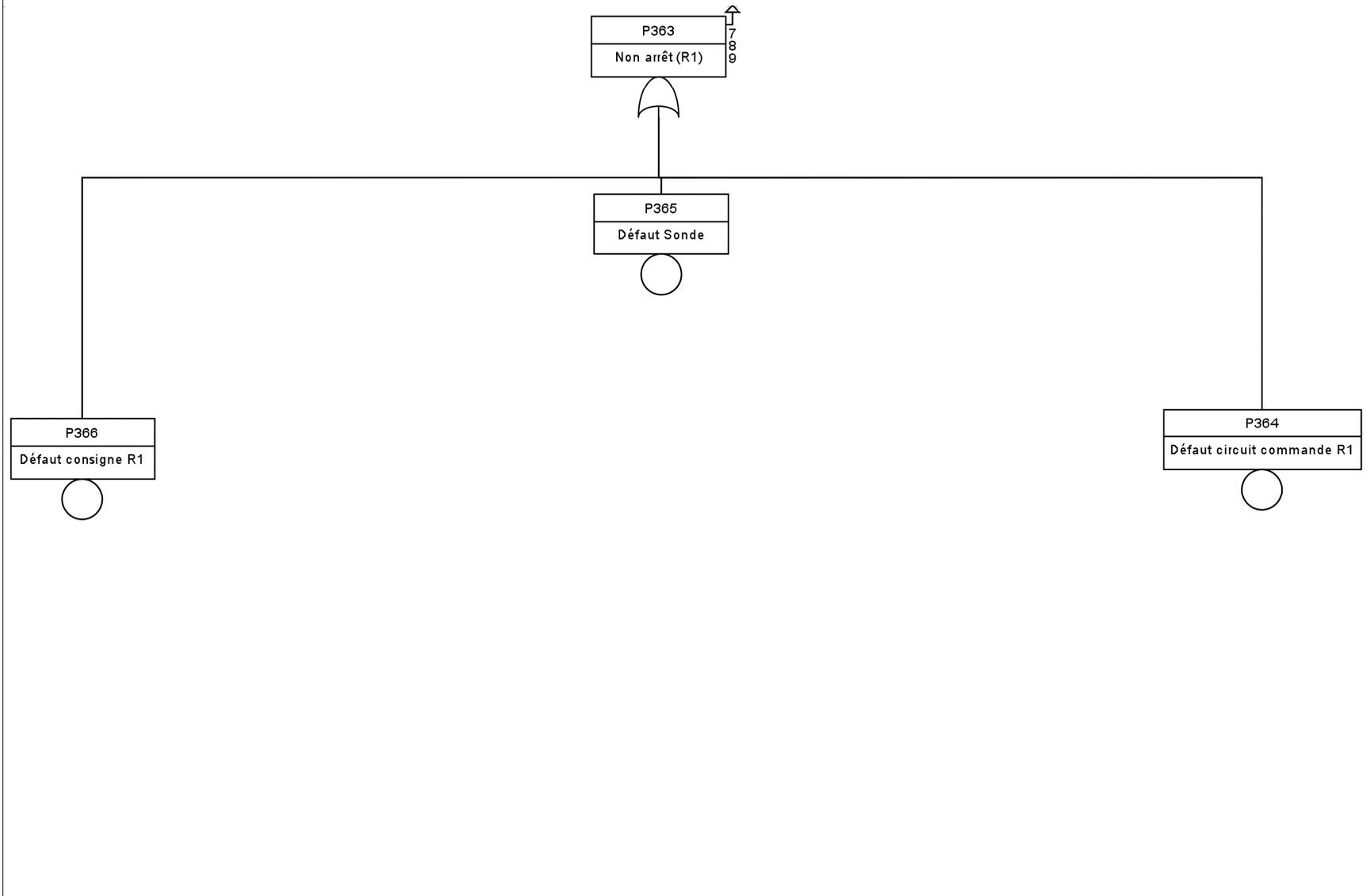


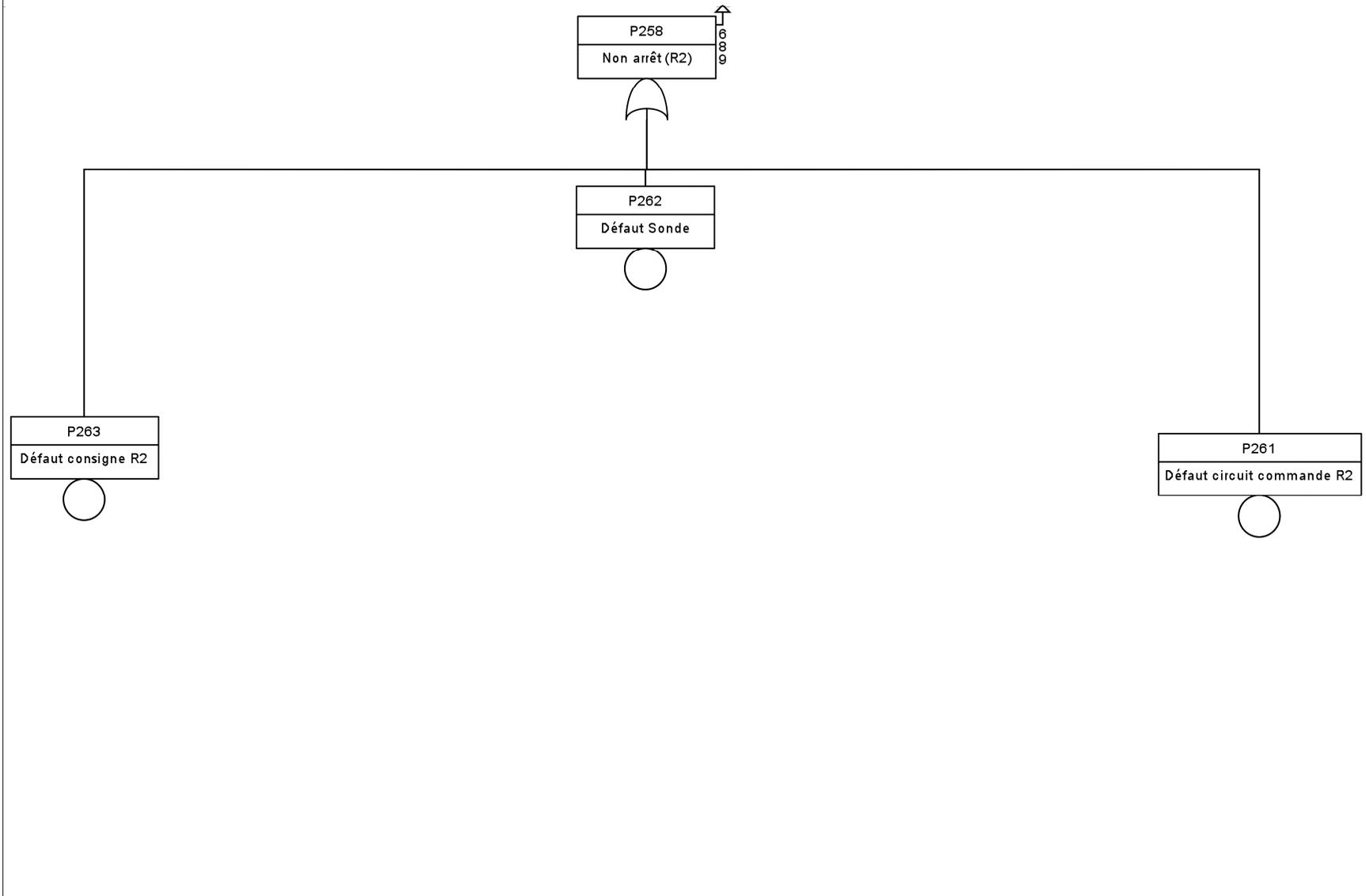


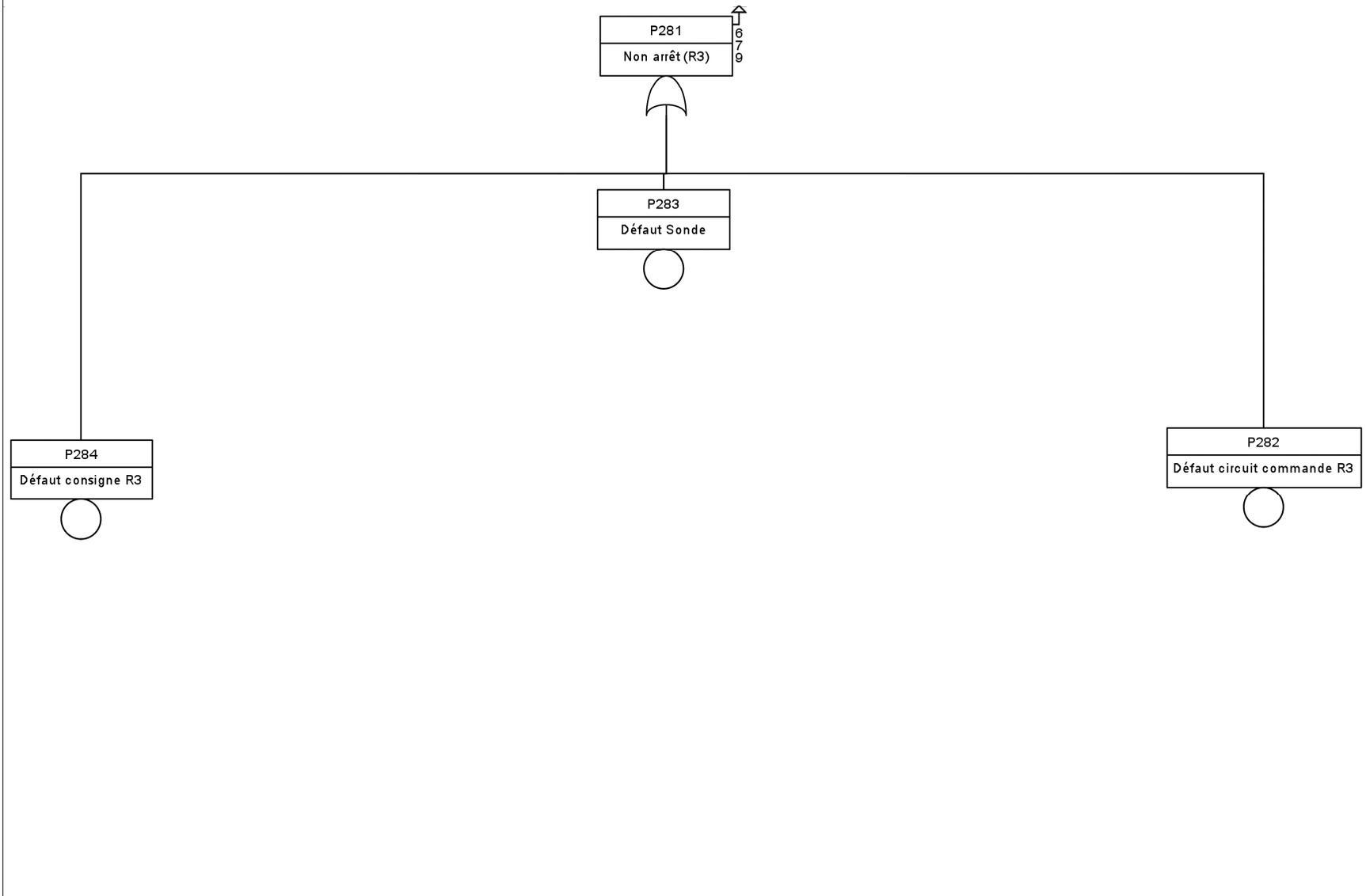


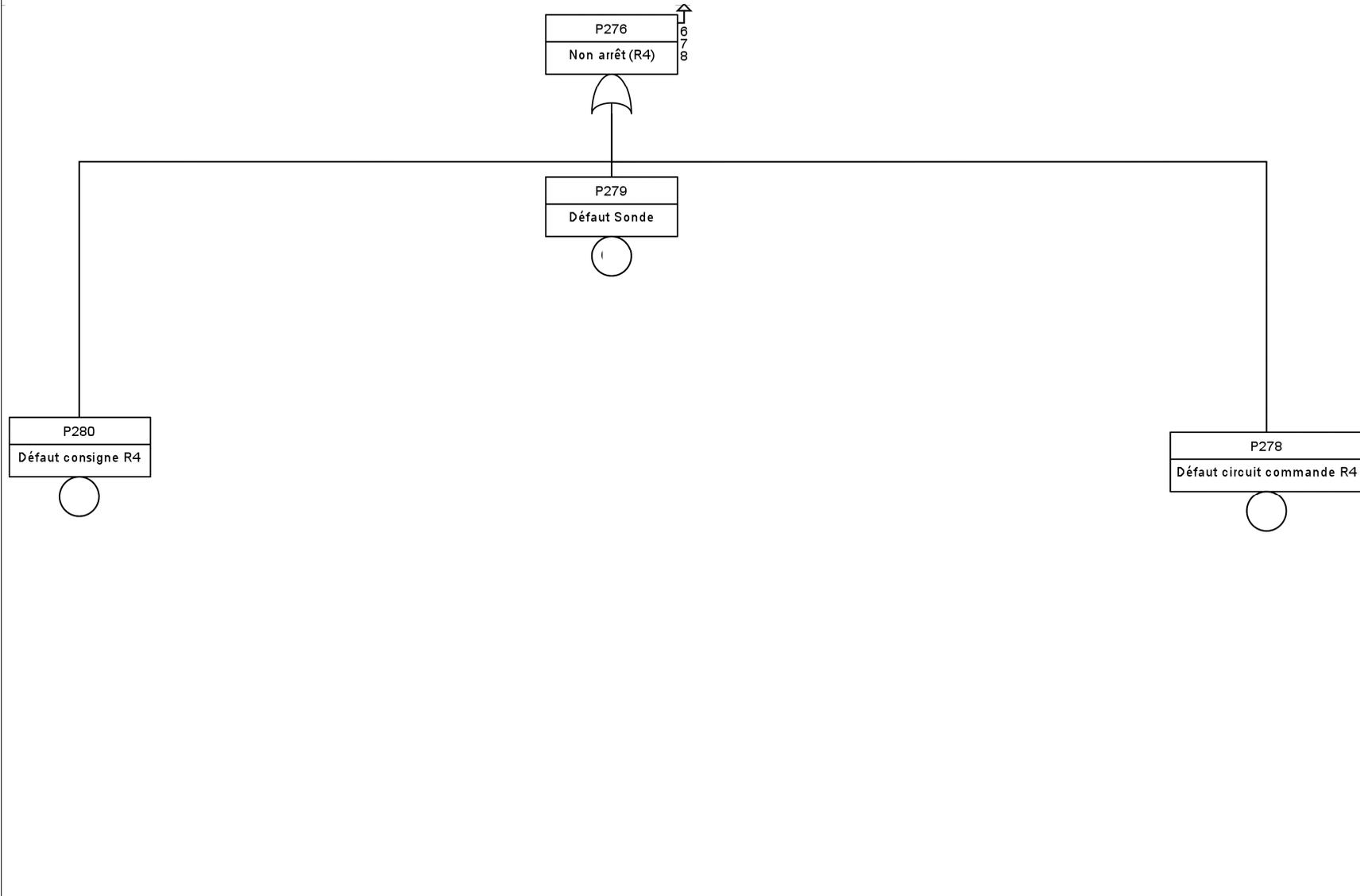


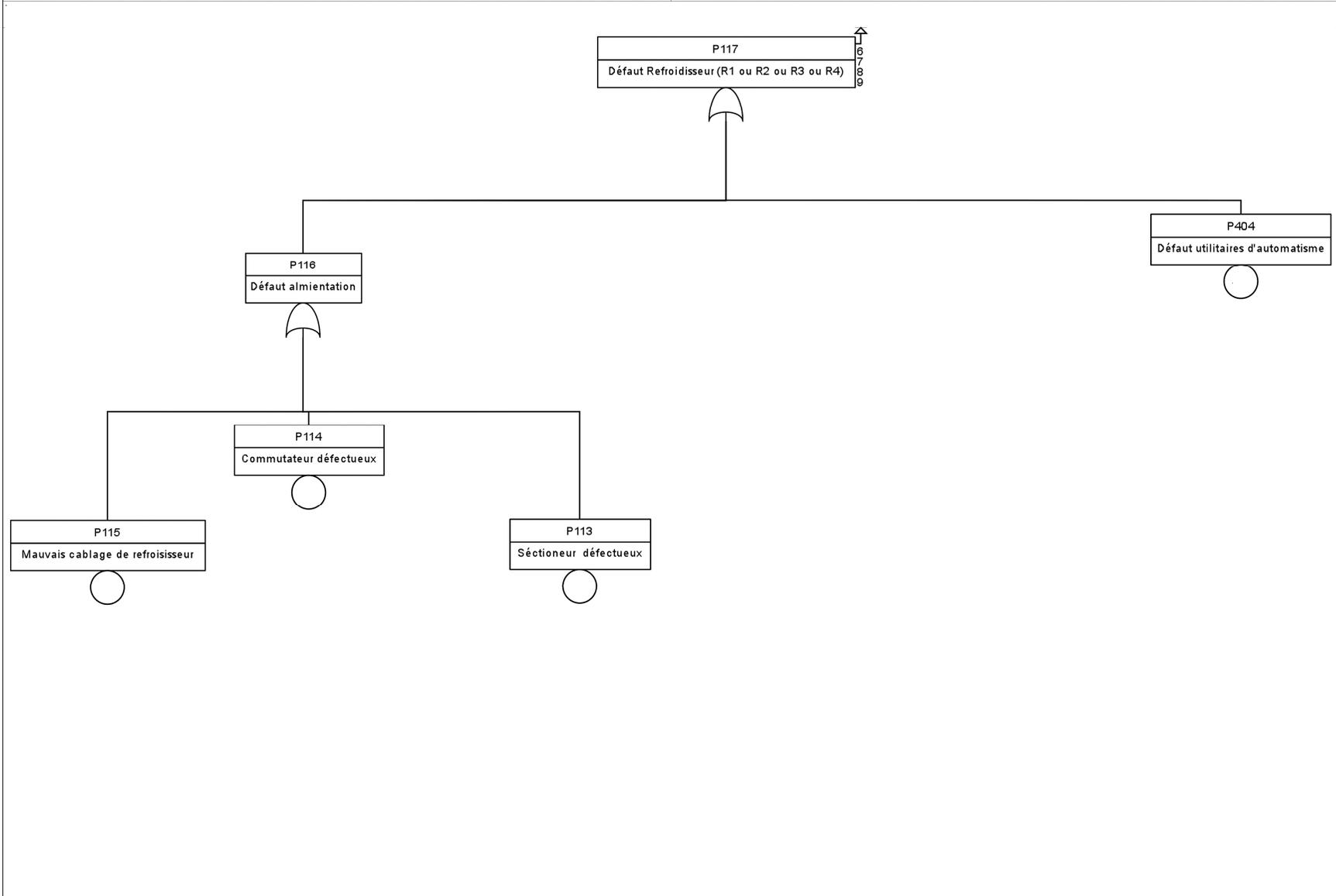


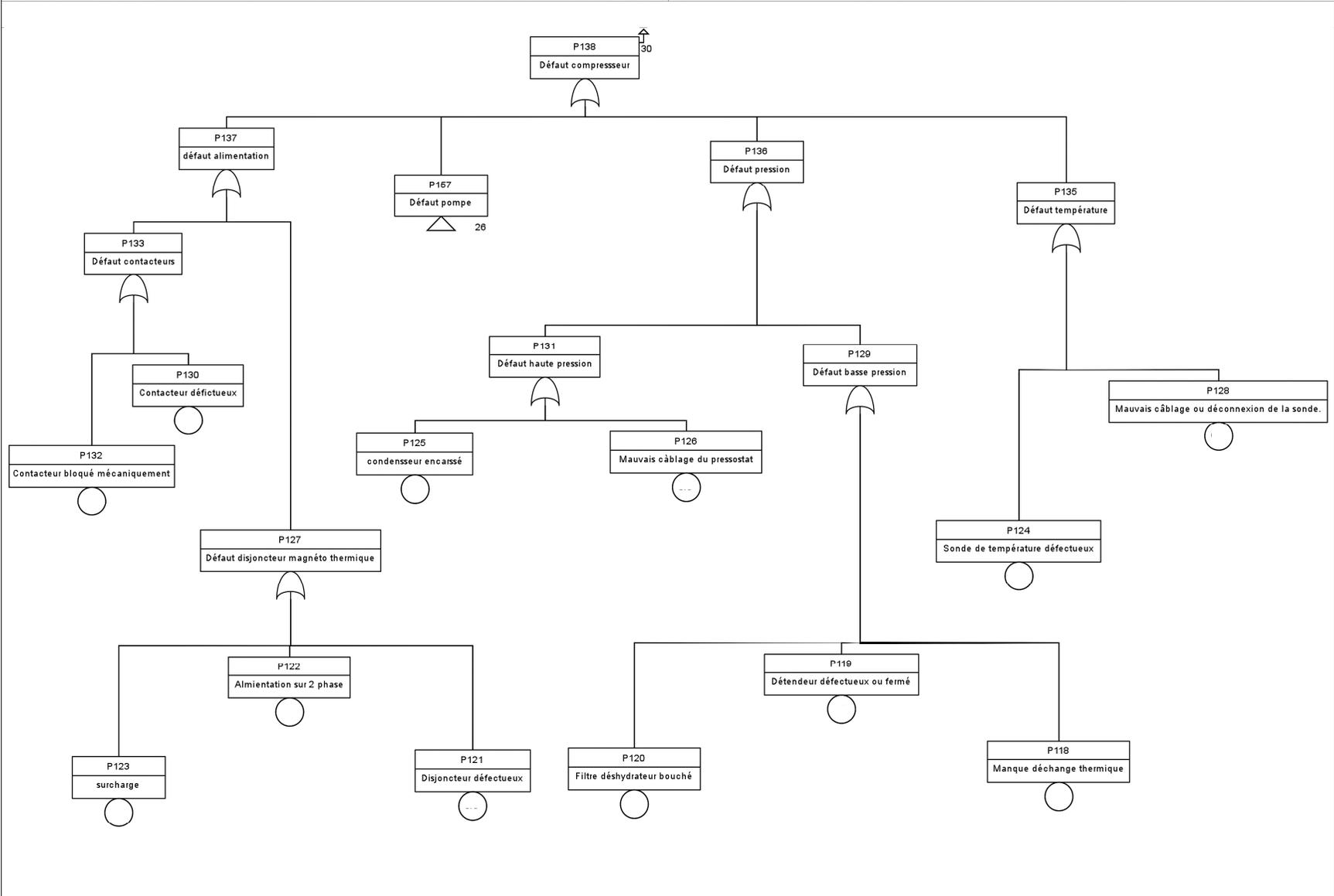


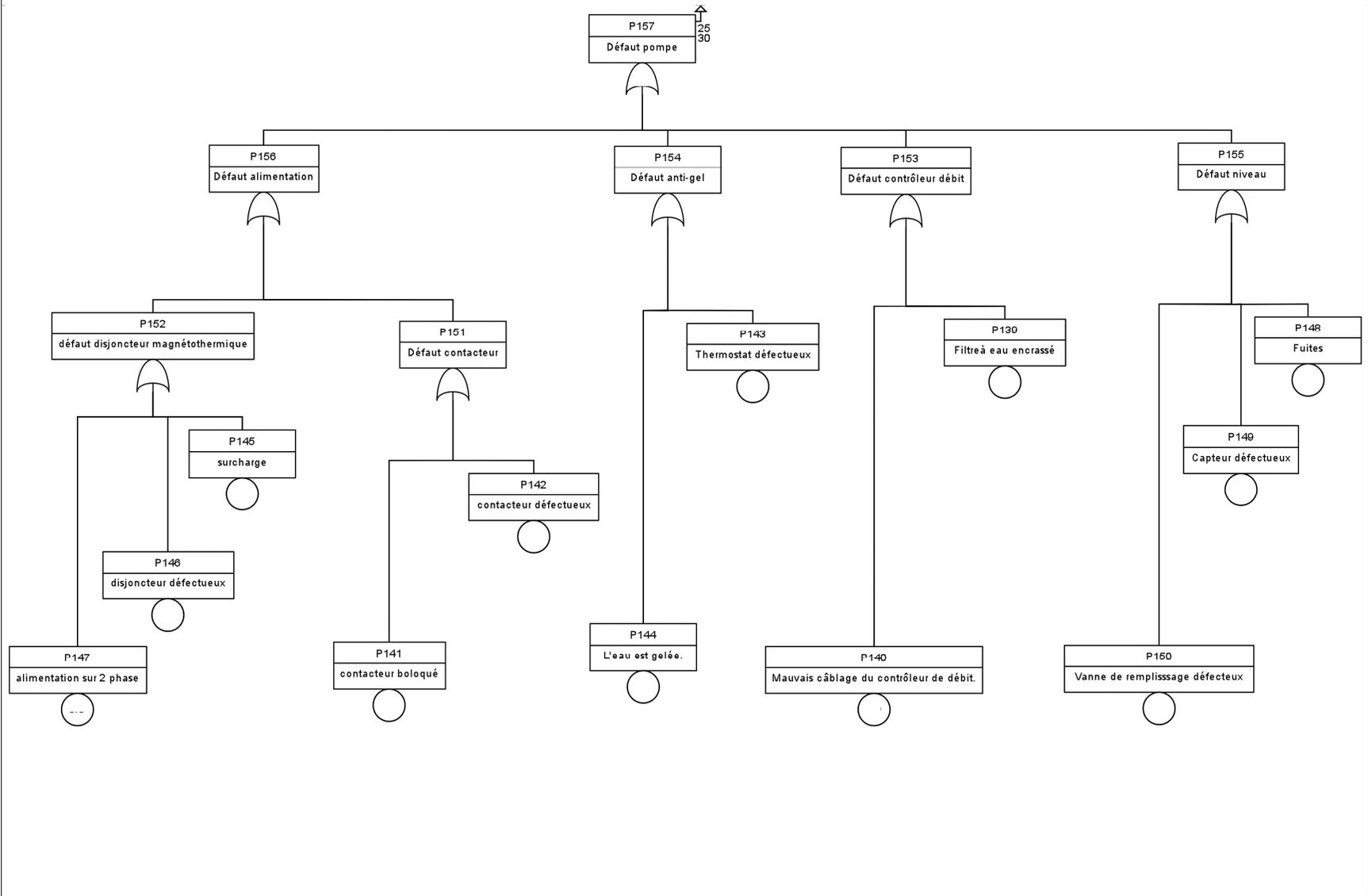


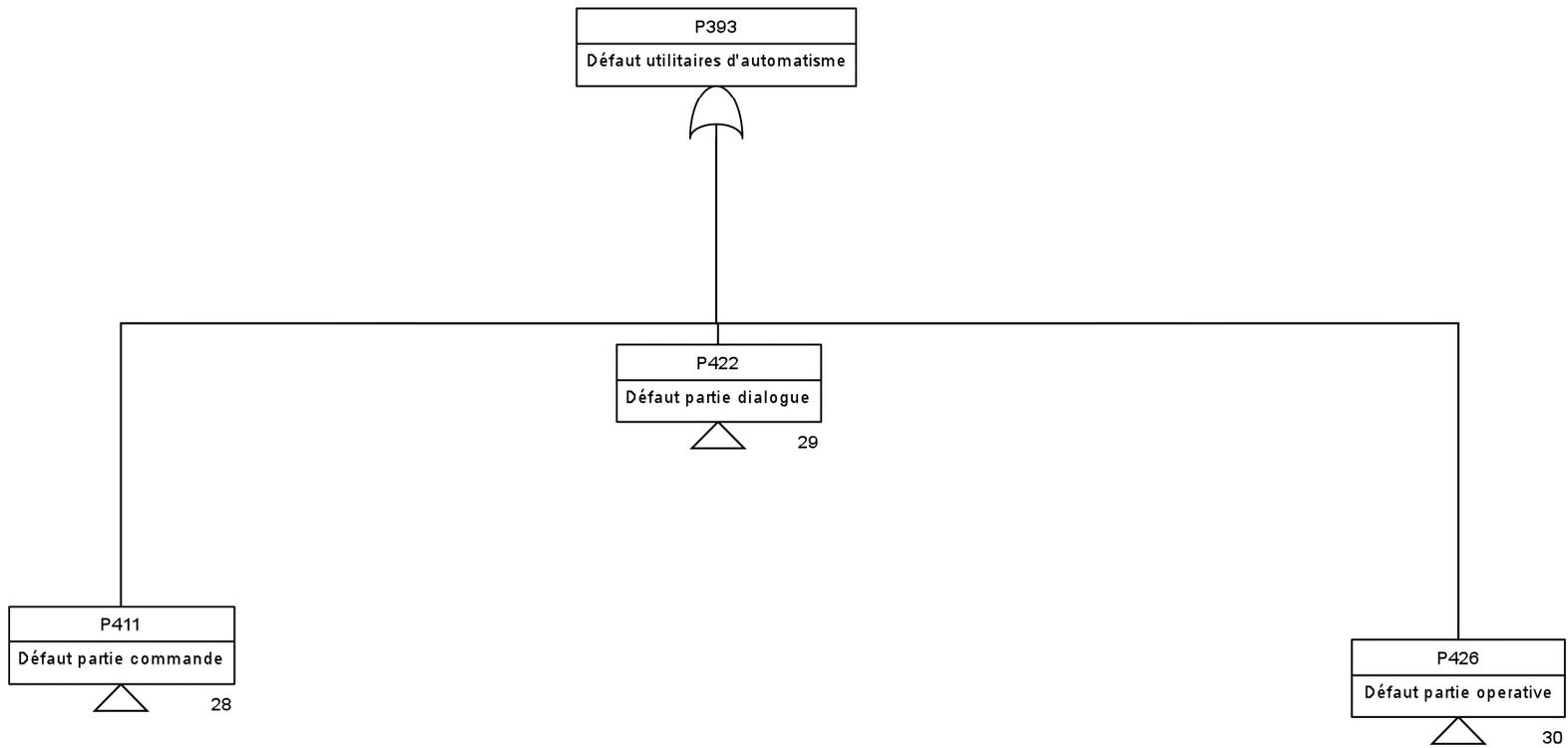


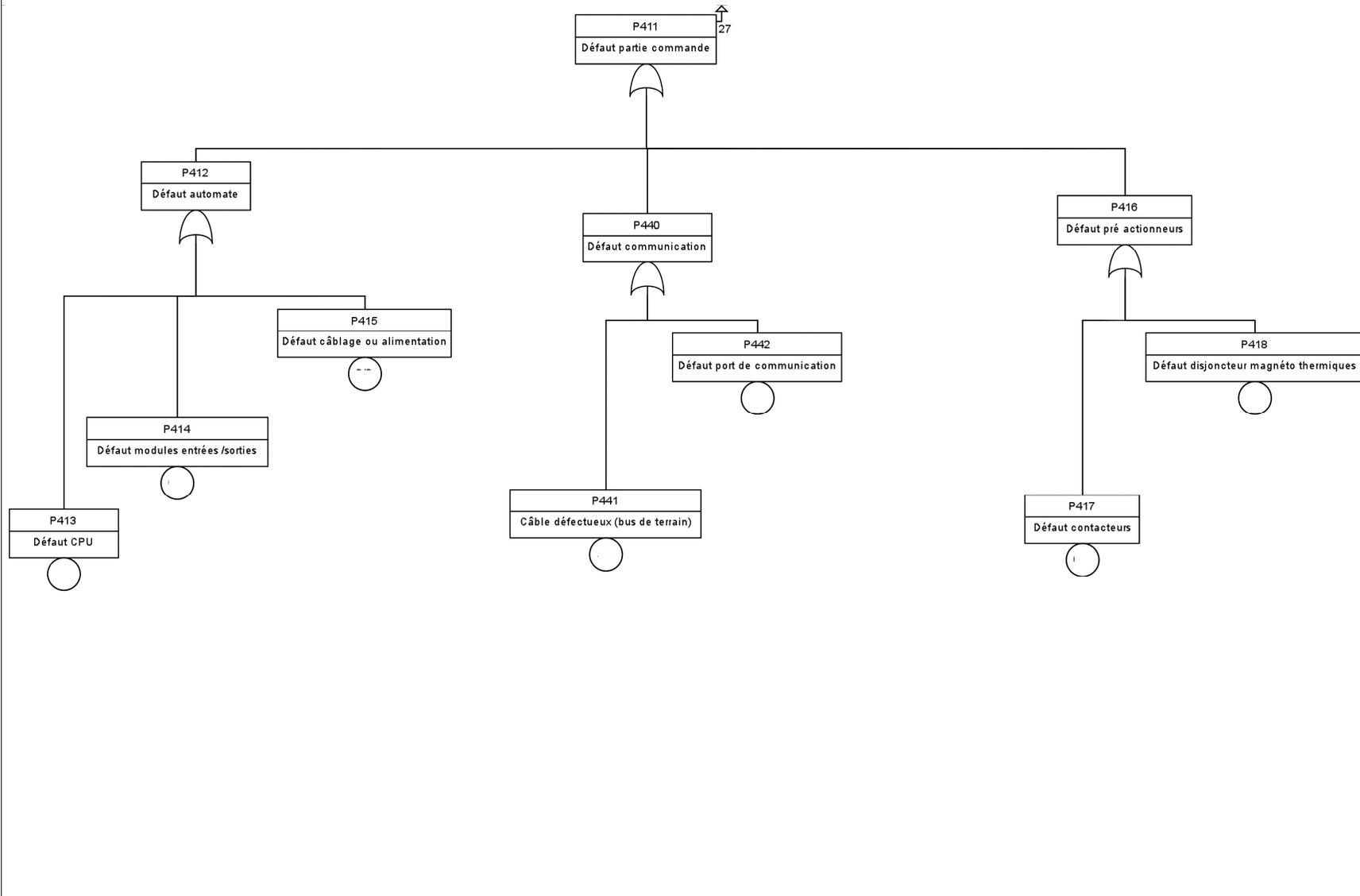


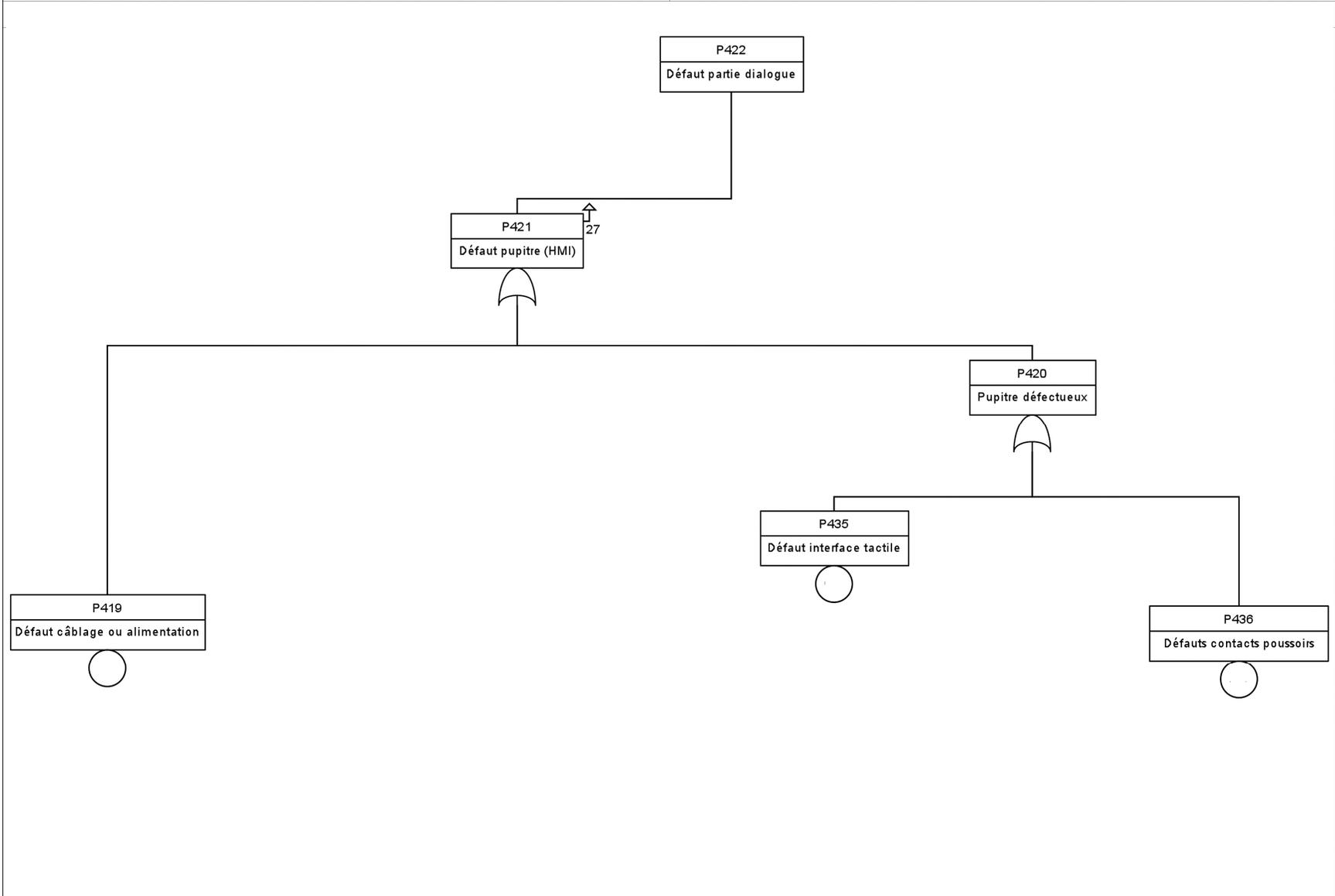


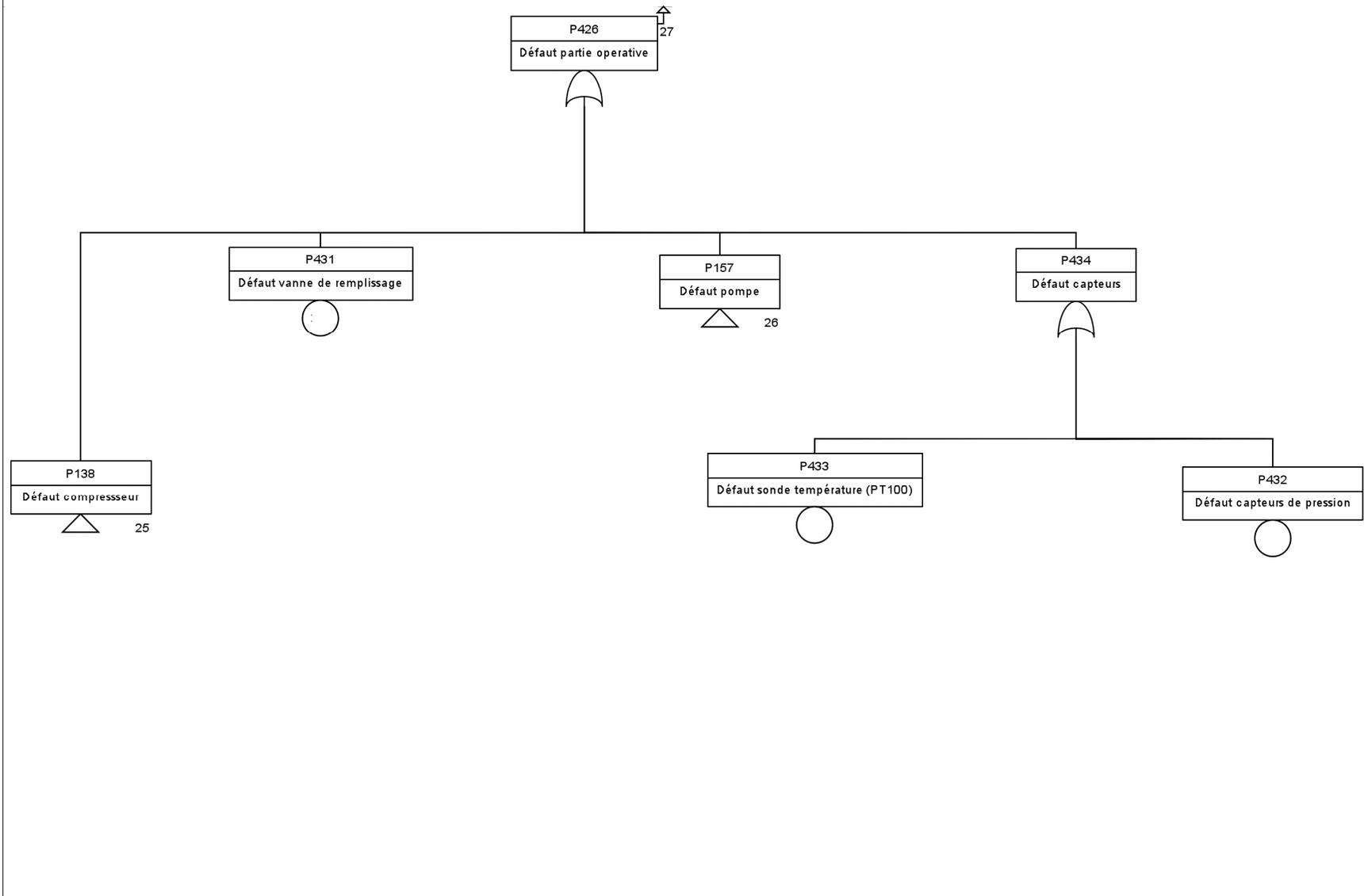












Annexe 4

Plaques signalétiques

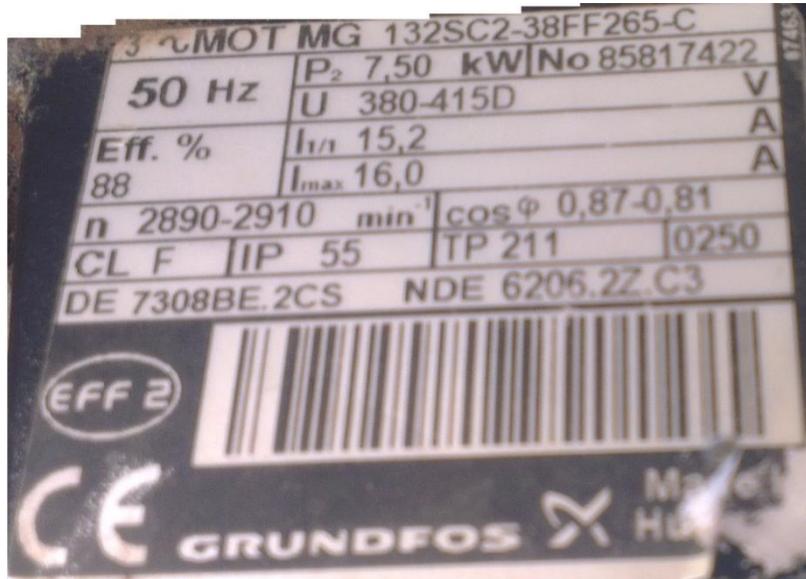
60, rue Guynemer – 89000 AUXERRE - FRANCE
 Tél: (33) 3 86 18 09 00 – Fax: (33) 3 86 18 09 09 - www.tefa.fr

CONSTRUIT PAR	TEFA			TENSION	400 V	440 V
LIEU DE FABRICATION	89 – AUXERRE			NBRE PHASES	3	3
ANNÉE DE FABRICATION	2003			FRÉQUENCE	50Hz	60Hz
TYPE	40C			INTENSITÉ MAX.	61 A	61 A
N° SÉRIE	BE00475			PROTECTION	IP 40	IP 40

CATÉGORIE CONSTRUC.	2			DESP 97/23/CE  0062 CONTRÔLÉ LE: 30/09/03
CIRCUIT	HP	BP	HYDR.	
FLUIDE	HFC	HFC	Eau/Gly.	
GROUPE DE FLUIDE	II	II	II	
TEMP. DE CALCUL	110 °C	75 °C	50°C	
TEMP. ADM. TS MIN	- 25 °C	- 25 °C	0°C	
TEMP. ADM. TS MAX	75 °C	50 °C	50°C	
PRESSION CALCUL	22,1 bar	12,2 bar	9 bar	
PRESSION MAXI ADM. P	22,1 bar	12,2 bar	9 bar	
PRESSION D'ESSAI PT	24,4 bar	22,6 bar	13 bar	
VOLUME V	2,5 litres	49 litres	5,5 litres	

FRIGORIGÈNE	13 Kg
(AVEC CONDENSEUR)	
MASSE À VIDE	220 Kg

Plaque signalétique : Evaporateur



Plaque signalétique : Pompe



Plaque signalétique : Ventilateur



MODEL **ZR19M3E-TWD-522**

SERIAL **09L926600**





OIL		MOTOR		RUN CAP		PED CAT2 / FG2		HIGH SIDE PS = 32 BAR						
0Z.	L.	B		MFD	VOLTS	U	PH	HZ	LRA	I-BLOCK	I-OPER MAX	V (M ³ /H)	N(NIN-1)	PED LOW SIDE
140	04,1	PROT.				380-420	3	50	198		032,0	042,8	2900	TS MIN = -35°C
POE		K			NO CAPACITOR	460	3	60	187		032,0	051,6	3500	TS MAX = 52°C
MADE IN BELGIUM BY EMERSON CLIMATE TECHNOLOGIES GMBH												THERMALLY PROTECTED		
FOR TECHNICAL INFORMATION AND DECLARATION OF CONFORMITY SEE WWW.EMERSONCLIMATE.EU														

⚠ WARNING

Service should be performed by trained personnel only. Failure to follow these safety warnings could result in serious injury or death.

ELECTRICAL SHOCK HAZARD

Turn off power before servicing. Discharge all capacitors. Use this equipment in a grounded system only.

Wear protective goggles. System contains oil and refrigerant under pressure.

Remove pressure from both high and low side before removing compressor. Use tubing cutter to remove compressor. Do not use torch.

Refer to applicable system wiring diagram. Do not

⚠ AVERTISSEMENT

Le service doit être confié à du personnel qualifié seulement. Le non-respect de ces mises en garde peut entraîner des accidents graves ou la mort.

RISQUE DE CHOC ELECTRIQUE

Couper l'alimentation avant d'entreprendre le dépannage. Faire décharger tous les condensateurs.

N'utiliser ce matériel qu'avec un système mis à la terre.

Porter des lunettes de protection. Le système contient de l'huile et des réfrigérants sous pression.

Relâcher la pression sur les côtés haute et basse pression avant d'enlever le compresseur. Utiliser un coupe-tuyau pour enlever le compresseur. Ne pas utiliser de chalumeau.

⚠ WARNUNG

Service ist ausschließlich von geschultem Personal durchzuführen. Nichtbeachtung dieser Sicherheitsvorschriften kann zu schweren Verletzungen oder Tod führen.

VORSICHT! SPANNUNG!

Vor Servicearbeiten die Stromversorgung abschalten und alle Kondensatoren entladen. Anlage nur geerdet betreiben. Schutzbrille tragen, da Öl und Kältemittel der Anlage unter Druck stehen. Überdruck auf Hoch- und Niederdruckseite vor Ausbau des Verdichters entfernen. Anschlüsse mit Rohrschneider, nicht mit Schweißbrenner trennen.




Plaque signalétique : Compresseur

Machine to be cooled :	NON DEFINI
Power to be dissipated :	0 Fg/h
Flow :	0 m3/h
Pump head :	60 mCE
Water temperature :	10 à 12 °C
Voltage :	400 V/ 3 /50 Hz
Indoor temperature minimum :	1°C
Indoor temperature maximum :	45°C
Elevation :	mer
Tropicalization :	Non

SOGEQUIP 

Tel: 33.(0)4.78.02.77.44 Fax: 33.(0)4.78.02.04.84
 France - sogequip@sogequip.com

Année de fabrication	2003
N° de série	19740C
Type d'appareil	P620
N° d'affaire	10733
Tension	400V/3/50Hz
Intensité max (A)	153
Intensité démarrage (A)	292
Fluide	R134a
Charge (kg) - Circuit A / B	14 / 14
Pression max (bar)	6

Plaque signalétique : Refroidisseur