



UNIVERSITE DE LUBUMBASHI
ECOLE SUPERIEURE DES INGENIEURS INDUSTRIELS
Département de Génie Electrique



***Projet de conception d'un système de contrôle dans le
procédé de raffinage du sucre***



Par : **ILUNGA KASHAMA Oné**

Promotion : Master I Télécommunication

JUIN 2018



UNIVERSITE DE LUBUMBASHI

ECOLE SUPERIEURE DES INGENIEURS INDUSTRIELS

Département de Génie Electrique



***Projet de conception d'un système de contrôle dans le
procédé de raffinage du sucre***



Par : **ILUNGA KASHAMA Oné**

Promotion : Master I Télécommunication

Dirigé par : Dr. Ir Bonaventure BANZA

ANNEE ACADEMIQUE 2017-2018

INTRODUCTION

Le domaine de la science ne cesse de s'élargir ; d'où l'acquisition des nouvelles connaissances s'avère importante. C'est dans ce même ordre d'idée que nous avons eu à faire des recherches dans le cadre du cours d'automatique industrielle.

Tout au long de ce travail, nous allons expliciter le fonctionnement d'un système de contrôle dans le procédé de raffinage du sucre, on définira les grandeurs, les capteurs nécessaires et les actionneurs intervenant dans le procédé. Ensuite nous allons présenter le flow-sheet avec schéma d'instrumentation. Enfin nous allons dessiner le GRAFCET du procédé et donné son logigramme.

Outre l'introduction et la conclusion, ce projet tournera autour de 7 points à savoir :

- **CAHIER DE CHARGE ;**
- **DEFINITION DES CAPTEURS ET ACTIONNEURS A UTILISER ;**
- **FLOW-SHEET AVEC SCHEMA D'INSTRUMENTATION ;**
- **LES EQUATIONS DES ETAPES ET ACTIONS DU GRAFCET ;**
- **LES EQUATIONS D'ENCLENCHEMENTS ET DECLENCHEMENTS ;**
- **LE GRAFCET DU PROCEDE ;**
- **LE LOGIGRAMME DU GRAFCET.**

I. CAHIER DE CHARGE

Les unités de traitement représentées sur la figure ci-dessous font partie d'un processus de raffinage du sucre. Le sucre brut est introduit dans le processus à l'aide d'un convoyeur à vis. De l'eau est pulvérisée dessus pour former un sirop de sucre. Le sirop est chauffé dans le bac de dilution. À partir du réservoir de dilution, le sirop s'écoule dans le réservoir de préparation où d'autres opérations de chauffage et de mélange sont effectuées. Du réservoir de préparation, le sirop s'écoule dans le réservoir de mélange. L'acide phosphorique est ajouté au sirop lorsqu'il s'écoule dans le réservoir de mélange. Dans le réservoir de mélange, de la chaux est ajoutée. Ce traitement à l'acide, à la chaux et à la chaleur a deux objectifs. Le premier est celui de la clarification ; c'est-à-dire que le traitement provoque une coagulation et une précipitation des matières organiques sans sucre. Le deuxième but est d'éliminer la coloration du sucre brut.

Les variables suivantes sont considérées comme importantes à contrôler.

- Température dans le bac de préparation ;
- Densité du sirop sortant du bac de préparation ;
- Niveau dans le bac de préparation ;
- Niveau dans le bac à acide rempli à 75 ;
- Débit du sirop et de l'acide ;
- pH de la solution dans le réservoir de mélange ;
- Température dans le réservoir de mélange.

II. DEFINITION DES CAPTEURS ET ACTIONNEURS A UTILISER

II.1 Vanne régulateur de débit

Dans le cas de notre projet nous utiliserons un régulateur de débit de type SEH qui permet de faire varier en continu la vitesse de travail de récepteurs hydrauliques, indépendamment de la pression. Ces régulateurs de débit (ouvert ou fermé au repos), disponibles comme régulateurs 2 voies ou 3 voies, peuvent être équipés de diaphragmes de régulation à commande électrique proportionnelle directe ou à pilotage électrohydraulique proportionnel il permettent d'obtenir des cycles de travail entièrement automatiques. Différents éléments additionnels sont disponibles, comme par exemple un limiteur de pression piloté et une valve de mise à vide à commande électrique (régulateur à 3 voies ou un clapet anti retour bypass et un pont redresseur à clapet anti retour permettant un sens d'écoulement quelconque).

La figure ci-dessous montre une vanne motorisée.



Figure 1- vanne motorisée

II.2 Capteur de température

Pour notre procédé nous avons choisi un PT100, qui est une sonde de température résistive, il mesure la force électromotrice pour déterminer la température. La sonde de température PT100 est constituée d'un filament de platine (Pt), entourant une tige de verre ou non, dont les caractéristiques sont de changer de résistance en fonction de la température. Leur résistivité est de 100 ohms pour 0°C, elle augmente en même temps que la température. Il existe plusieurs taille et forme en fonction de l'utilisation. Cas de la figure ci-dessous.



Figure 2- Capteur de température

II.3 Détecteur de rotation

Concernant le détecteur de vitesse nous avons opté pour un détecteur de rotation de type XSAV. Les détecteur inductif XSAV pour le contrôle de rotation ont la particularité de réunir, dans un même boîtier, les fonctions de prises d'information associées à celles d'un traitement par comparateur d'impulsions permettant ainsi de réaliser un contrôleur de rotation intégré.

Cas de la figure suivante.



Figure 3- Détecteur de rotation

II.4 Capteur de niveau

Pour le capteur de niveau nous avons choisi une sonde à ultrasons. Le principe est basé sur l'émission d'une onde ultrasonore réfléchi sur la surface de l'eau. On capte l'écho et on mesure le temps de parcours. Le temps de parcours est indépendant de la nature du fluide et de la pression. Il faut toutefois respecter une zone dite "morte" à proximité du capteur (30 à 60 cm selon les sondes).



Figure 4- Capteur de niveau

L'amplitude de l'écho peut être sensiblement plus faible (rapport de 10) dans le cas d'un liquide dont la surface est agitée.

II.5 Le densimètre

Pour déterminer la densité dans notre procédé nous avons choisi un densimètre de marque densicheck qui est basé sur le principe de la propagation du son. Dans un liquide, la vitesse du son est fonction de la concentration du produit mesuré.

Les impulsions ultrasoniques sont générées au travers du liquide. Le temps de transit est mesuré par des électroniques à grande vitesse et la variation est convertie par un microprocesseur en un signal. Ce dernier est le reflet de la concentration du liquide.

La sonde de température incorporée compense automatiquement tout changement et la valeur qui en résulte est transmise via un signal analogique ou numérique à un affichage approprié ou à un système de contrôle.



Figure 5- Le densimètre

III. FLOW-SHEET AVEC SCHEMA D'INSTRUMENTATION

La figure 6- ci-dessous, nous montre le flow-sheet de notre procédé

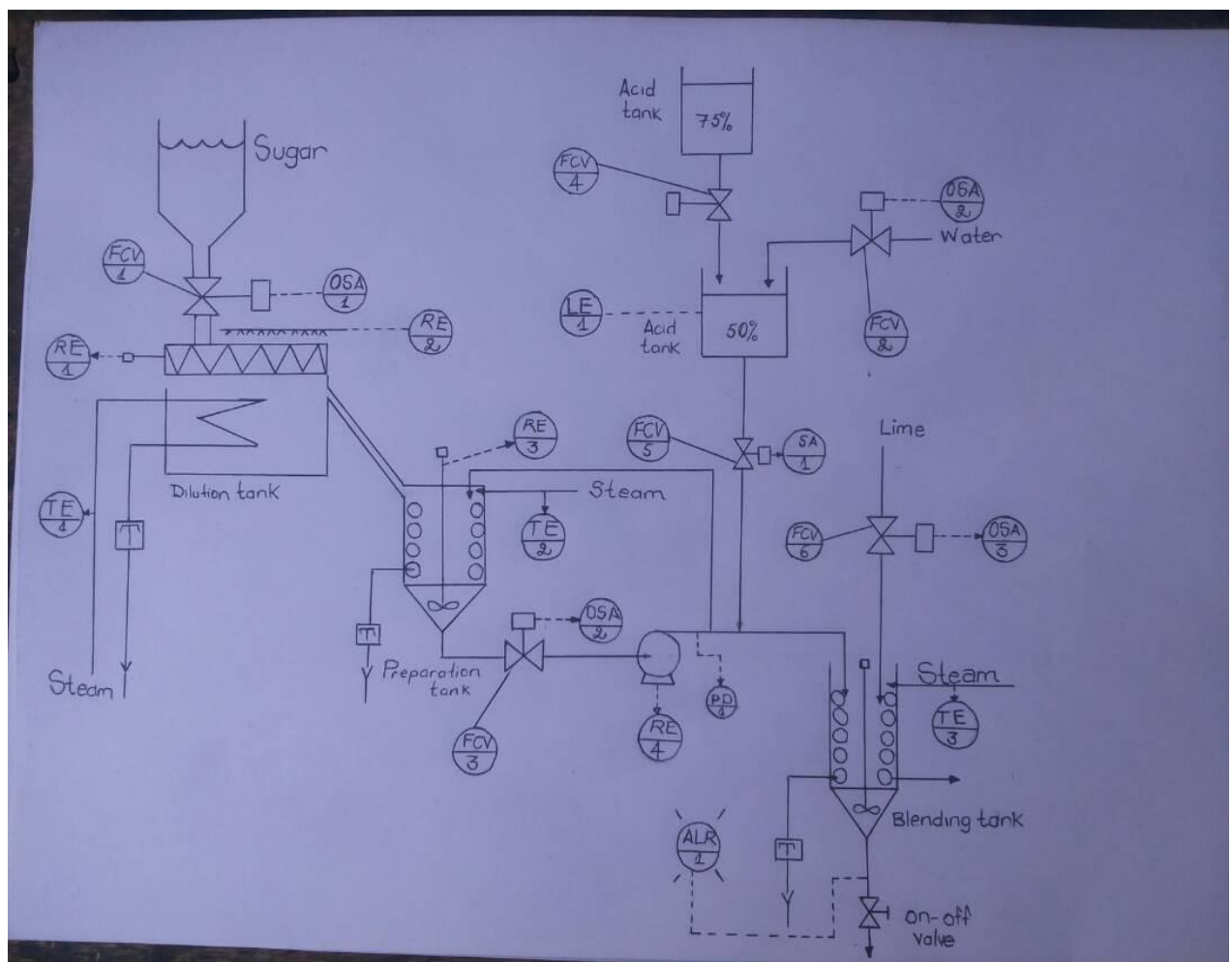
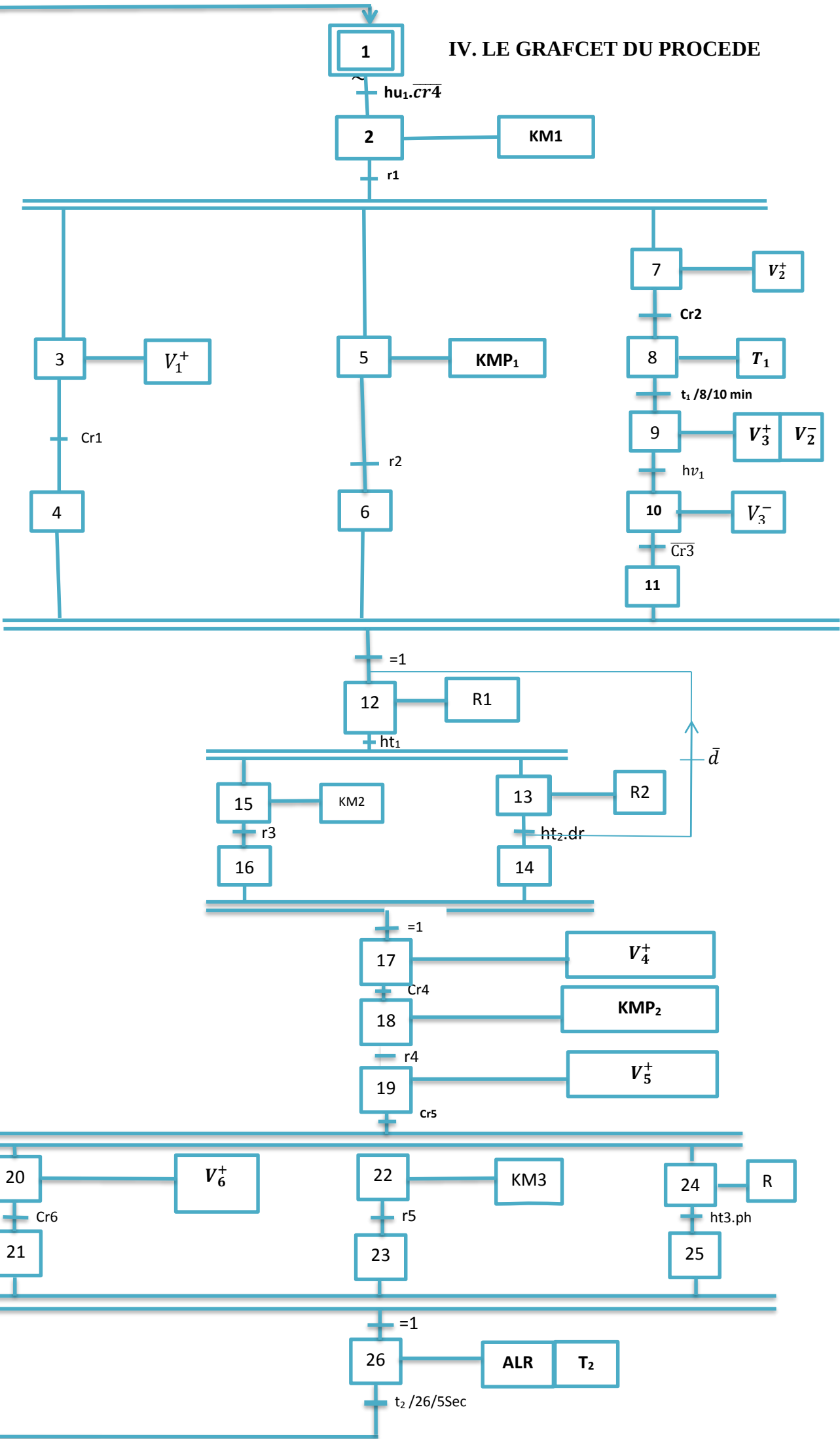


Figure 6- le flow-sheet de notre procédé

IV. LE GRAFCET DU PROCEDURE



V. LES EQUATIONS DES ETAPES ET ACTIONS DU GRAFCET

Dans le tableau ci-dessous, nous allons donner les équations des étapes et actions du grafcet.

Tableau 1 : les équations des étapes et actions du grafcet

<i>Equations des étapes</i>	<i>Equations des actions</i>
$X_1 = [(X_{26}.t_2) + m_1]\bar{X}_2$	$A_2 = [(h_{v1}.\bar{C}_{v4}) + m_2]\bar{r}_1$
$X_2 = [(X_1.h_{v1}.\bar{C}_{v4}) + m_2](\bar{X}_3.\bar{X}_4.\bar{X}_7)$	$A_3 = [r_1 + m_3]\bar{C}_{v1}$
$X_3 = [(X_2.r_1) + m_3]\bar{X}_4$	$A_5 = [r_1 + m_5]\bar{r}_2$
$X_5 = [(X_2.r_1) + m_5]\bar{X}_6$	$A_7 = [r_1 + m_7]\bar{C}_{v2}$
$X_7 = [(X_2.r_1) + m_7]\bar{X}_8$	$A_8 = [C_{v2} + m_8]\bar{t}_1$
$X_8 = [(X_7.C_{v2}) + m_8]\bar{X}_9$	$A_9 = [t_1 + m_9]\bar{h}_{v1}$
$X_9 = [(X_8.t_1) + m_9]\bar{X}_{10}$	$A_{10} = [h_{v1} + m_{10}]C_{v3}$
$X_{10} = [(X_9.h_{v1}) + m_{10}]\bar{X}_{11}$	$A_{12} = [(m_4.m_6.m_{11}) + m_{12}]\bar{h}_{t1}$
$X_{11} = [(X_{10}.\bar{C}_{v3}) + m_{11}]\bar{X}_{12}$	$A_{13} = [h_{t1} + m_{13}]\bar{h}_{t2}.\bar{d}_r$
$X_{12} = [(X_4.X_6.X_{11}) + m_{12}]\bar{X}_{13}.\bar{d}$	$A_{15} = [h_{t1} + m_{15}]\bar{r}_3$
$X_{13} = [(X_{12}.h_{t1}) + m_{13}](\bar{X}_{14}.\bar{X}_{15})$	$A_{17} = [(m_{16}.m_{14}) + m_{17}]\bar{C}_{r3}$
$X_{17} = [(X_{16}.X_{14}) + m_{17}]\bar{X}_{19}$	$A_{18} = [Cr_3 + m_{18}]\bar{r}_4$
$X_{18} = [(X_{17}.C_{r3}) + m_{18}]\bar{X}_{19}$	$A_{19} = [r_4 + m_{19}]\bar{C}_{r4}$
$X_{19} = [(X_{18}.r_4) + m_{19}](\bar{X}_{20}.\bar{X}_{22}.\bar{X}_{24})$	$A_{20} = [Cr_4 + m_{20}]\bar{C}_{r5}$
$X_{20} = [(X_{19}.C_{r4}) + m_{20}]\bar{X}_{21}$	$A_{22} = [Cr_4 + m_{22}]\bar{r}_5$
$X_{26} = [(X_{21}.X_{23}.X_{25}) + m_{26}]\bar{X}_1$	$A_{24} = [C_{r4} + m_{24}](\bar{h}_{t3}.p_h)$
	$A_{26} = [(m_{21}.m_{23}.m_{25}) + m_{26}]\bar{t}_2$

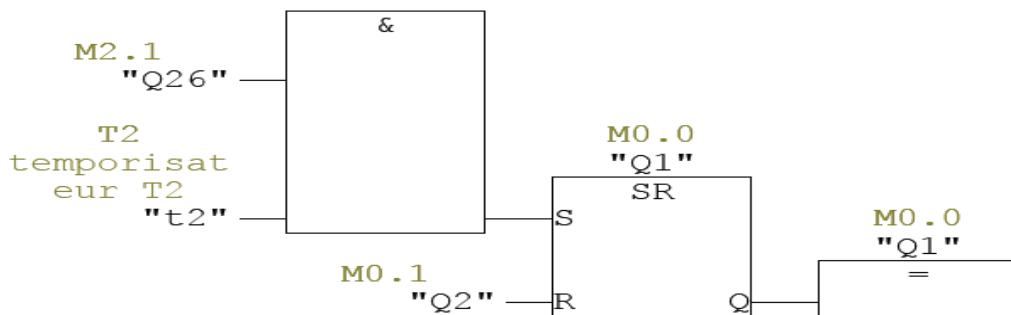
VI. LES EQUATIONS D'ENCLENCHEMENTS ET DECLENCHEMENTS

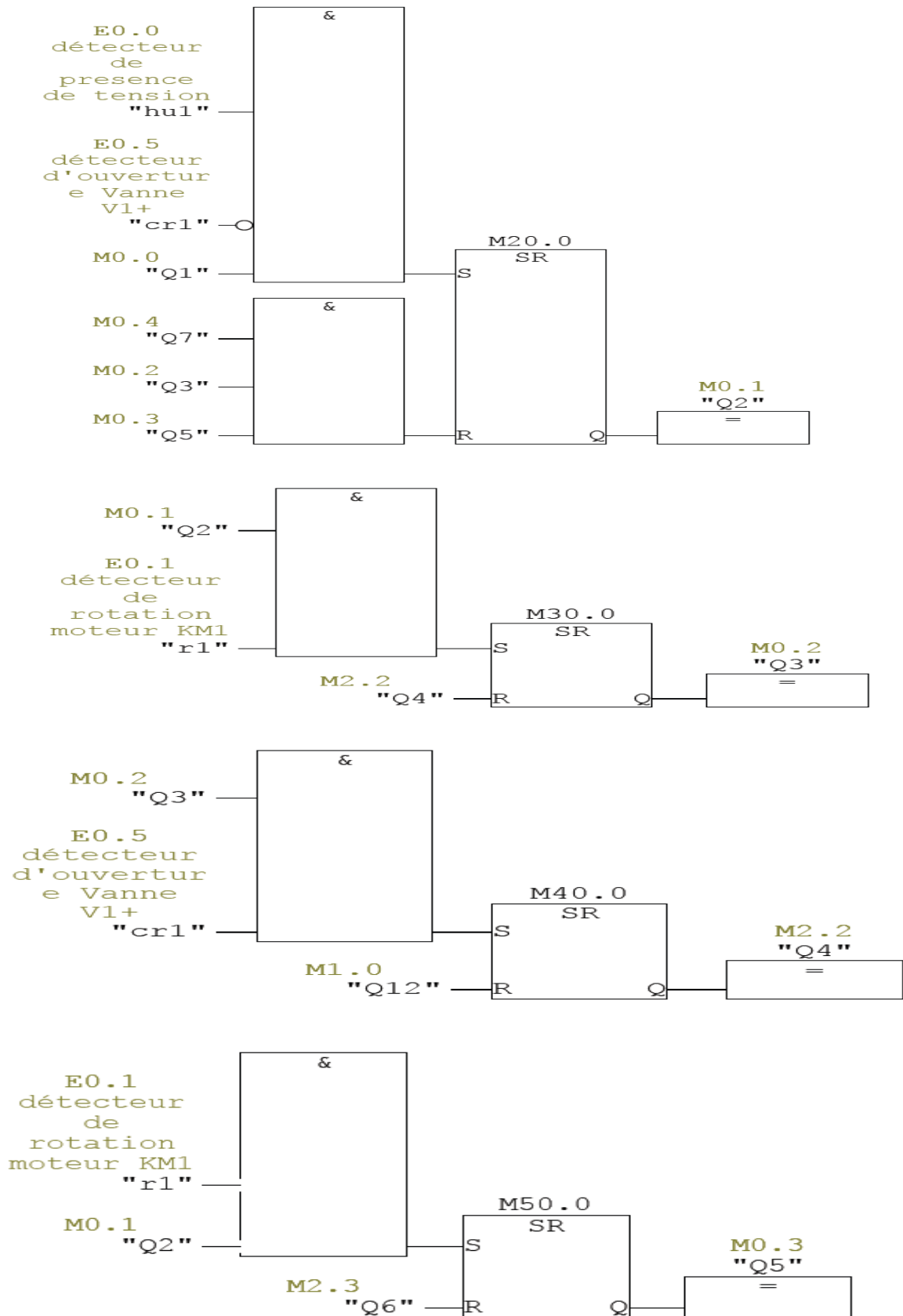
Le tableau 2 ci-dessous, nous donne les équations d'enclenchements et déclenchements du grafcet.

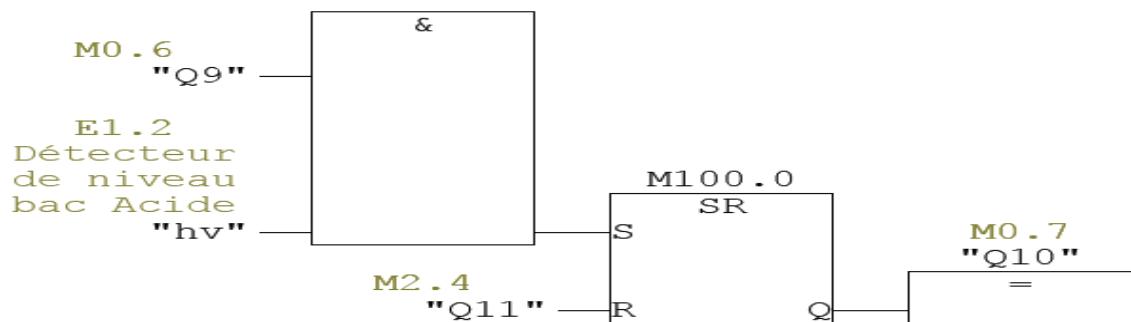
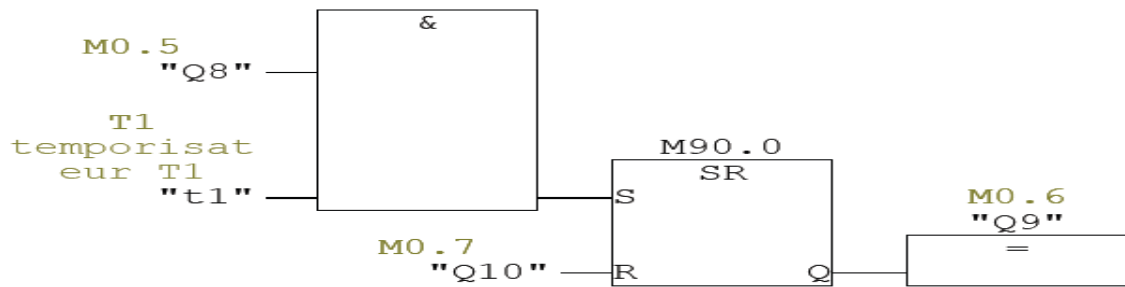
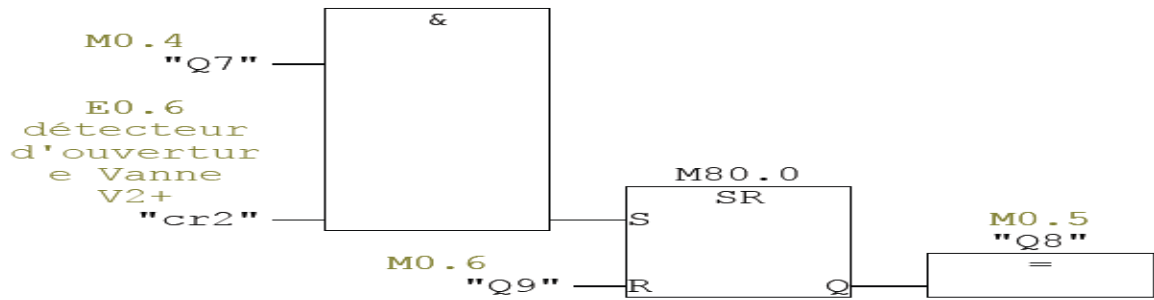
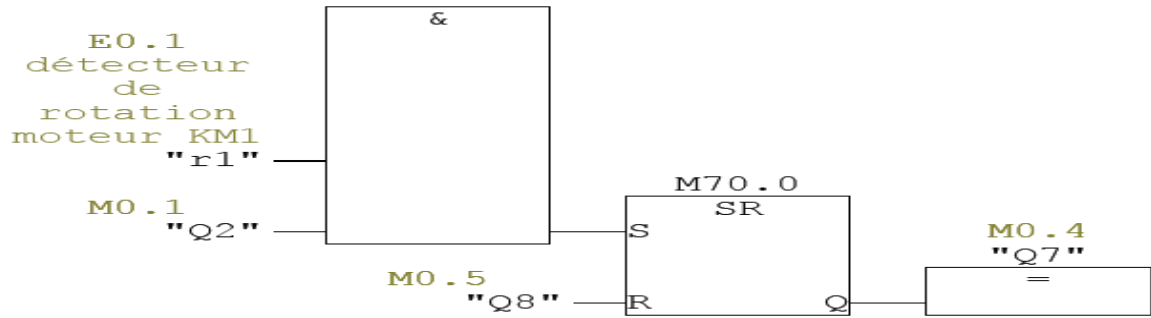
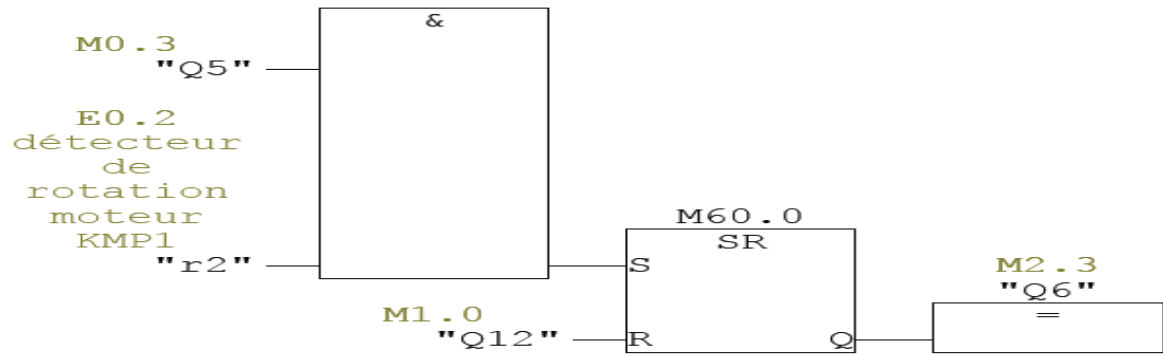
Tableau 2 : les équations d'enclenchements et déclenchements du grafcet.

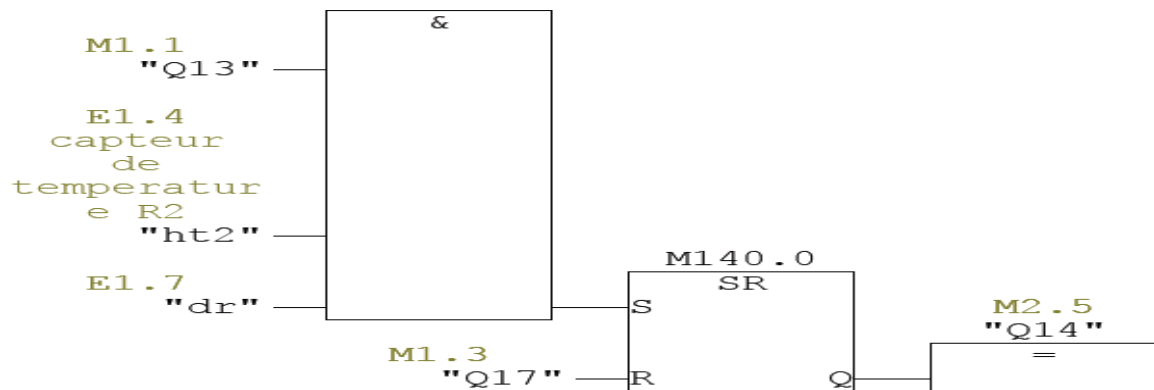
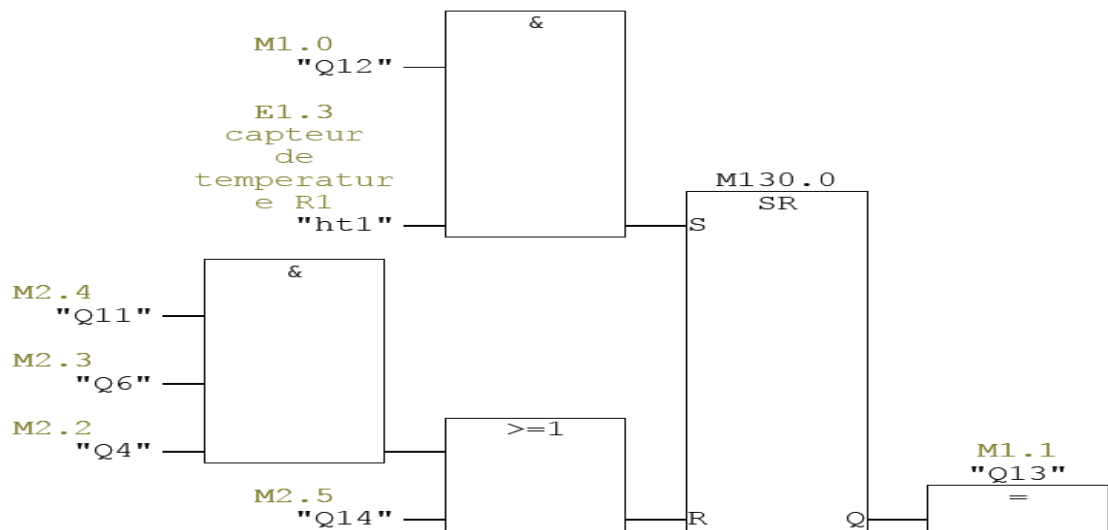
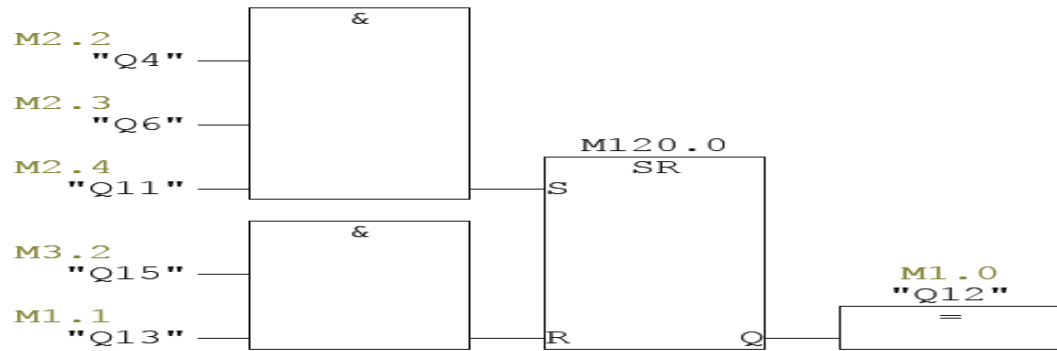
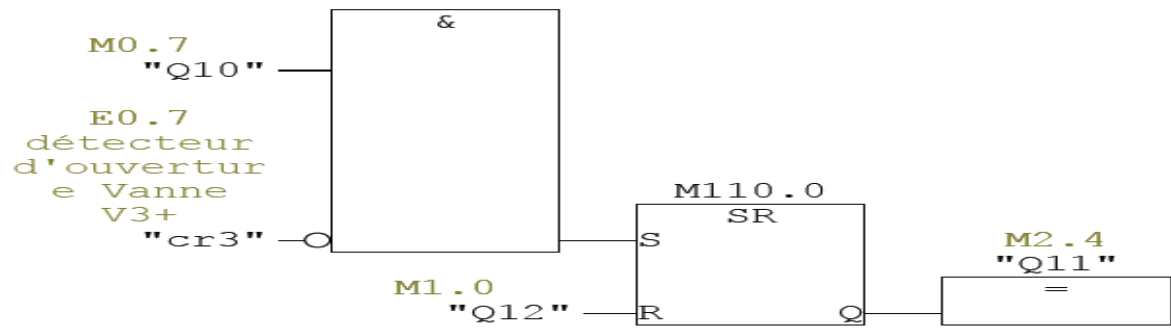
N° étape	Enclenchements	déclenchements
1	$E = Q_{26} \cdot t_2$	$D = Q_2$
2	$E = Q_1 \cdot h_{v1} \cdot \bar{C}_{v4}$	$D = Q_3 \cdot Q_5 \cdot Q_7$
3	$E = Q_2 \cdot r_1$	$D = Q_4$
4	$E = Q_3 \cdot cr1$	$D = Q_{12}$
5	$E = Q_2 \cdot r_1$	$D = Q_6$
6	$Q_5 \cdot cr2$	$D = Q_{12}$
7	$E = Q_2 \cdot r_1$	$D = Q_8$
8	$E = Q_7 \cdot cr2$	$D = Q_9$
9	$E = Q_8 \cdot t_1$	$D = Q_{10}$
10	$E = Q_9 \cdot h_{v1}$	$D = Q_{11}$
11	$E = Q_{10} \cdot \bar{cr3}$	$D = Q_{12}$
12	$E = Q_4 \cdot Q_6 \cdot Q_{11}$	$D = Q_{15} \cdot Q_{13}$
13	$E = Q_{12} \cdot h_{t1}$	$D = Q_{14} + Q_6 \cdot Q_{11} \cdot Q_4$
14	$E = Q_{13} \cdot ht2 \cdot dr$	$D = Q_{17}$
15	$E = h_{t1} \cdot Q_{12}$	$D = Q_{16}$
16	$E = Q_{15} \cdot r3$	$D = Q_{17}$
17	$E = Q_{16} \cdot Q_{14}$	$D = Q_{18}$
18	$E = Q_{17} \cdot cr3$	$D = Q_{19}$
19	$E = Q_{18} \cdot r_4$	$D = Q_{19}$
20	$E = Q_{19} \cdot C_{r4}$	$D = Q_{21}$
21	$E = Q_{20} \cdot cr6$	$D = Q_{26}$
22	$Q_{19} \cdot C_{r4}$	$D = Q_{23}$
23	$E = Q_{22} \cdot r5$	$D = Q_{26}$
24	$E = Q_{19} \cdot C_{r4}$	$D = Q_{25}$
25	$E = Q_{24} \cdot ht3 \cdot ph$	$D = Q_{26}$
26	$E = Q_{21} \cdot Q_{23} \cdot Q_{25}$	$D = Q_1$

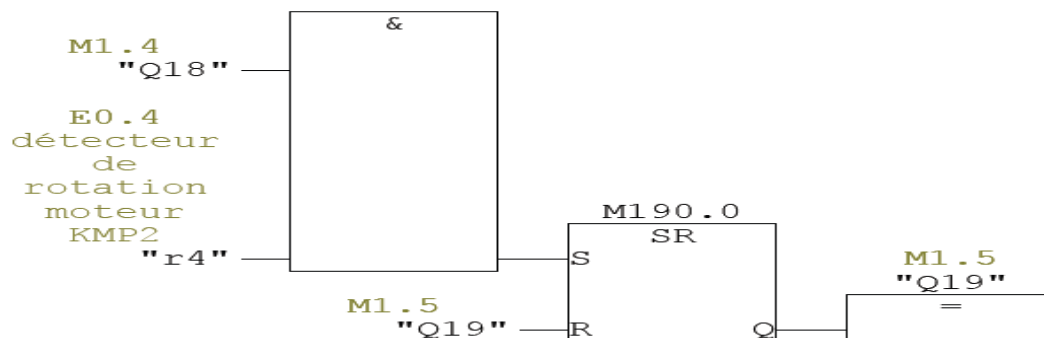
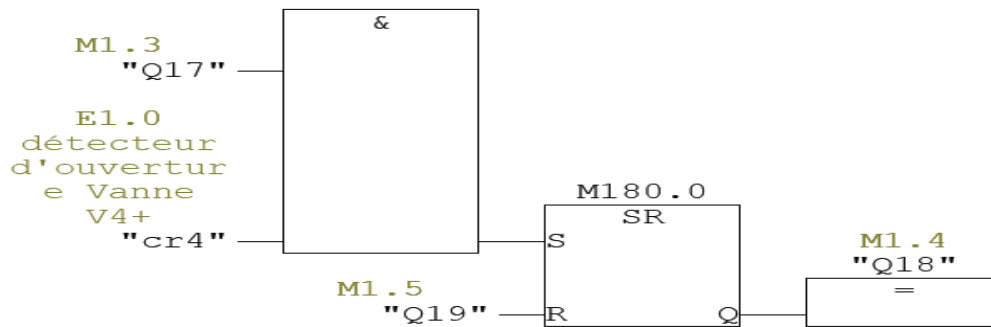
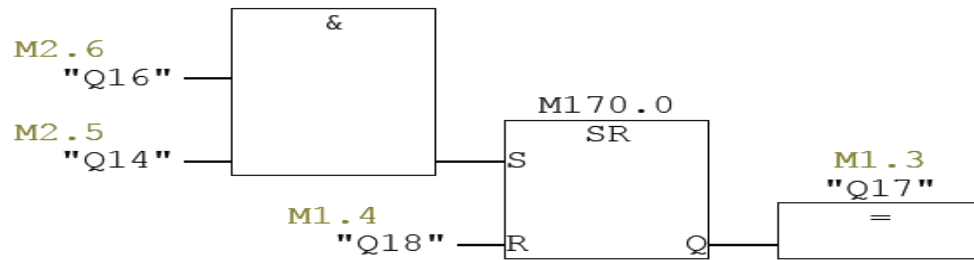
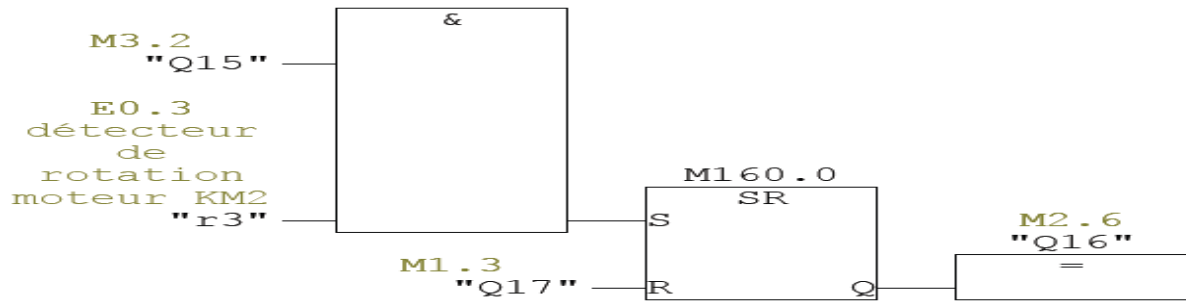
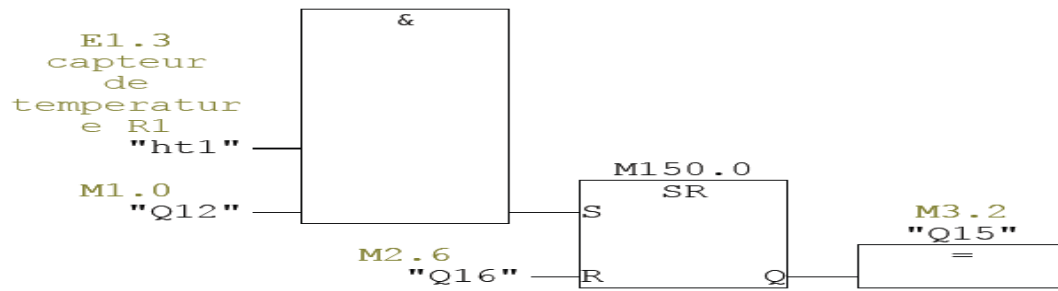
VII. LE LOGIGRAMME DU GRAFCET

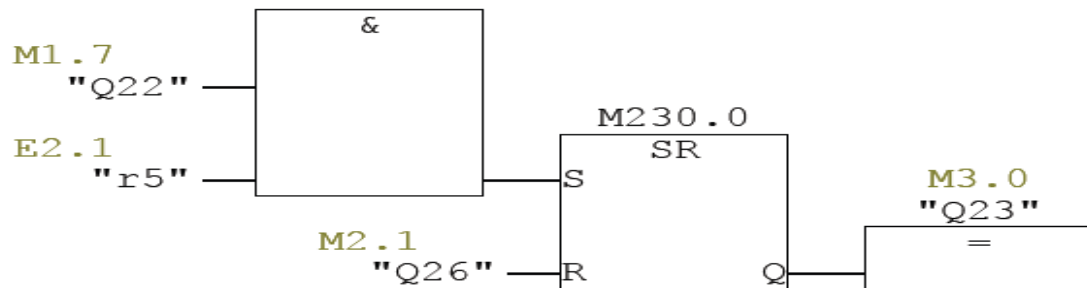
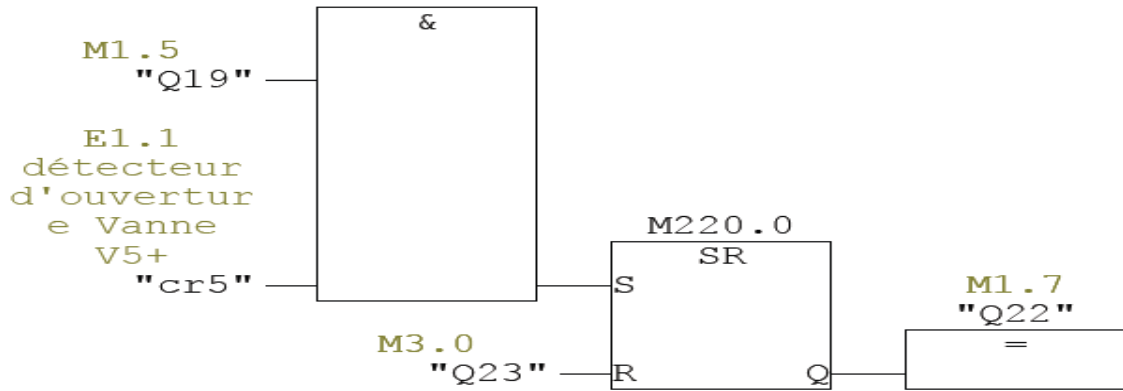
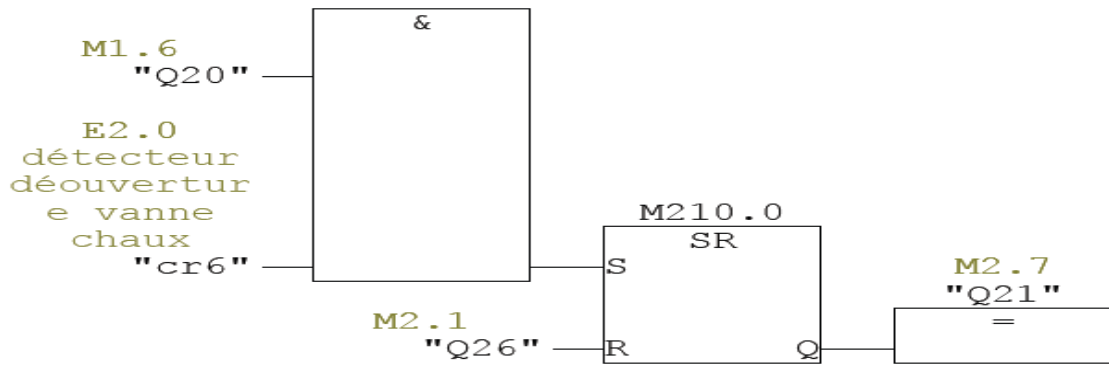
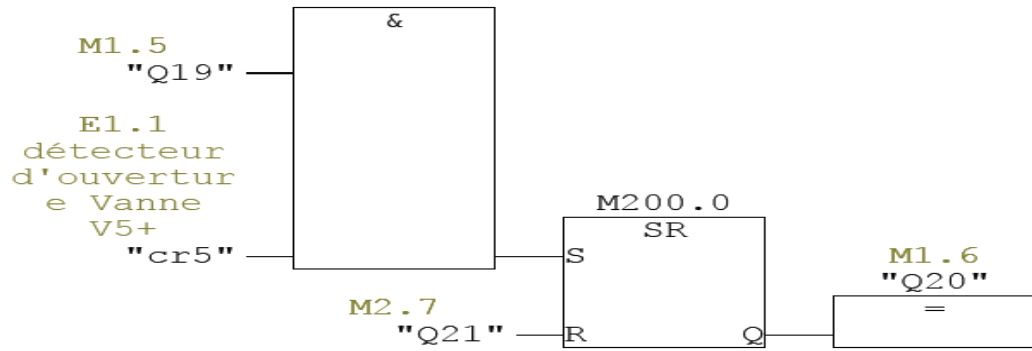


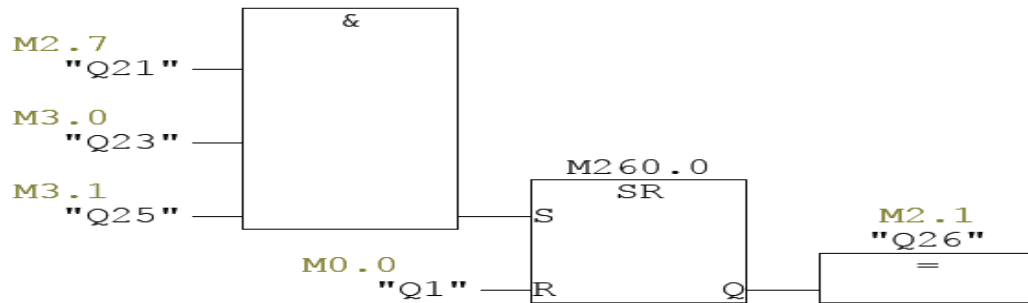
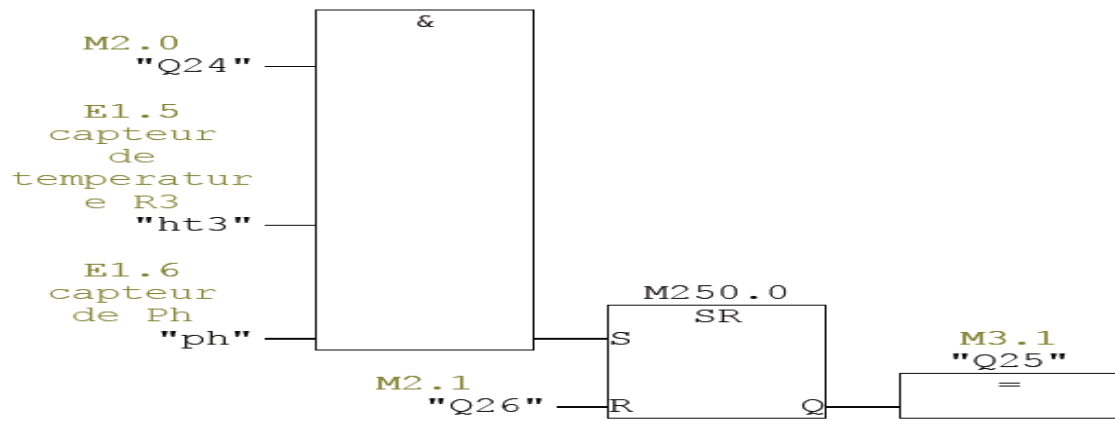
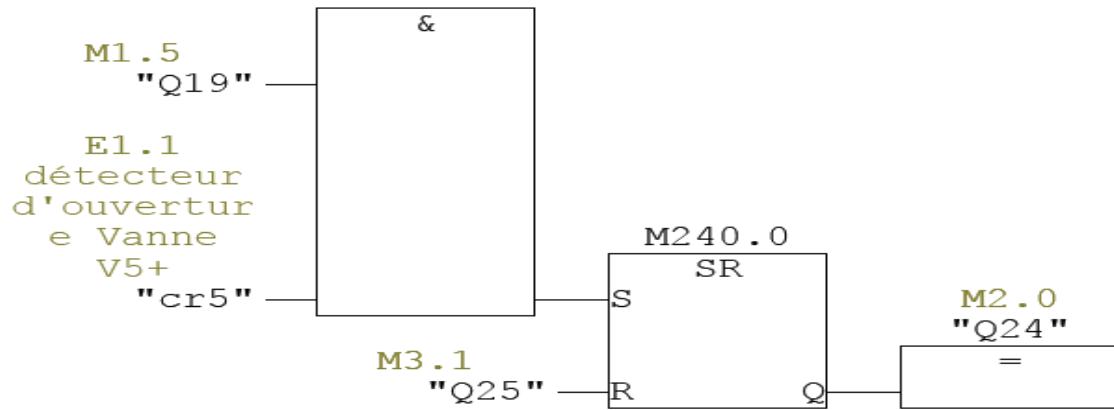












CONCLUSION GENERALE

Voilà en tout la programmation depuis la création du projet avec le logiciel step 7 jusqu'à la programmation en logigramme. Cette programmation reprend toutes les fonctionnalités de notre système de contrôle dans le procédé de raffinage du sucre décrites dans ce travail.

Tout au long de ce travail nous avons eu à comprendre le fonctionnement d'un système de contrôle dans le procédé de raffinage du sucre, on a défini les grandeurs, les capteurs nécessaires et les actionneurs intervenant dans le procédé. Ensuite nous avons dessiné le GRAFCET du procédé et donné son logigramme.

Nous nous estimons heureux d'avoir pu travailler sur ce sujet car il nous a apporté de nouvelles connaissances ; des connaissances qui nous aidera dans notre vie académique tout comme active.

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION.....	1
I. CAHIER DE CHARGE.....	2
II. DEFINITION DES CAPTEURS ET ACTIONNEURS A UTILISER.....	2
II.1 Vanne régulateur de débit.....	2
II.2 Capteur de température.....	3
II.3 Détecteur de rotation.....	3
II.4 Capteur de niveau.....	4
II.5 Le densimètre.....	4
III. FLOW-SHEET AVEC SCHEMA D'INSTRUMENTATION.....	5
IV. LE GRAFCET DU PROCEDE.....	6
V. LES EQUATIONS DES ETAPES ET ACTIONS DU GRAFCET.....	7
VI. LES EQUATIONS D'ENCLENCHEMENTS ET DECLENCHEMENTS.....	8
VII. LE LOGIGRAMME DU GRAFCET.....	8
CONCLUSION GENERALE.....	15
TABLE DES MATIERES.....	i
LISTE DE FIGURES ET TABLEAUX.....	ii

LISTE DE FIGURES ET TABLEAUX

Figure 1- vanne motorisée	3
Figure 2- Capteur de température.....	3
Figure 3- Détecteur de rotation	4
Figure 4- Capteur de niveau	4
Figure 5- Le densimètre	5
Figure 6- le flow-sheet de notre procédé.....	5
Tableau 1 : les équations des étapes et actions du grafcet	7
Tableau 2 : les équations d'enclenchements et déclenchements du grafcet.....	8