

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA BOUMERDES



Faculté de Technologie  
Département Génie Mécanique

## Mémoire de Master

Filière : ÉLECTROMÉCANIQUE  
Spécialité : ÉLECTROMÉCANIQUE

### THÈME

**CONCEPTION D'UN SYSTEME DE REMPLISSAGE  
D'UNE INSTALATION D'INCENDIE**

Présenté par : M. HALOUANE Mohamed

M.OULDBAHA Farouk

Promoteur: Dr. AGUIB Salah

Co - promoteur : Dr. ZERROUNI Nassim

**Promotion 2019- 2020**

## Résumé

Les travaux présentés dans cette thèse reposent principalement sur l'utilisation d'un automate programmable industriel Schneider Electric.

Nous avons réalisé système de remplissage d'une installation incendie dans une unité de production électrique RAS-DJINET, par Zelio PLC.

Nous avons fait des systèmes de production automatisés, puis nous avons décrit les automates industriels généralement programmables, puis les modules logiques programmables Zelio et le logiciel de programmation Zelio Soft2.

Ensuite, les spécifications ont été produites, programmées et transférées vers automatisée.

Enfin, la conclusion générale résume le travail effectué et se termine par des suggestions.

**Mots clés :** commande, pompe, vanne, niveau d'eau.

## Abstract

The work presented in this thesis is mainly based on the use of a Schneider Electric industrial programmable logic controller.

We have created a filling system for a fire installation in an RAS-DJINET electrical production unit, by Zelio PLC.

We made automated production systems, then we described generally programmable industrial controllers, then Zelio programmable logic modules and Zelio Soft2 programming software.

Then the specifications were produced, programmed and transferred to automated.

Finally, the general conclusion summarizes the work carried out and ends with suggestions.

**Keyword:** order, pump, valve, water level.

## خلاصة

يعتمد العمل المقدم في هذه المذكرة بشكل أساسي على استخدام وحدة التحكم المنطقية القابلة للبرمجة الصناعية من شركة شنايدر الكتريك.

لقد أنشأنا نظام تعبئة لتركيب الحريق في وحدة الإنتاج الكهربائي راس جنات عن طريق نظام زيليو

قدما أنظمة الإنتاج المؤتمتة، ثم وصفنا وحدات التحكم الصناعية القابلة للبرمجة بشكل عام بواسطة نظام زيليو، ثم الوحدات وبرنامج البرمجة المنطقية القابلة للبرمجة.

تم إنتاج المواصفات وبرمجتها وتحويلها إلى آلية. أخيراً، الاستنتاج العام العمل المنجز وتنتهي بالاقترحات.

## الكلمات المفتاحية

التحكم، المضخة، الصمام، منسوب المياه

# *Dédicaces*

*J'ai l'honneur de dédier ce travail*

*Aux êtres les plus cher de ma vie : père & mère qu'il m'ont encouragée, aidé  
du mieux qu'il leur est possible de faire, et qui avec patience ont attendu ce  
joyeux événement.*

*Que Dieu leur prête une très longue vie de paix et de prospérité*

*À mes chers frères*

*Abdel Karim, Houssam et Yousef*

*À tout membre de la famille*

*À Mes amis*

*Qui n'ont jamais cessé de m'encourager et me soutenir dans les pires moments*

*À mes enseignants*

*À toute personne que j'aime et qui m'aime*

*A tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce*

*Modeste travail*

*Je dédie ce travail*

**HALOUANE Mohamed**

# *Dédicaces*

*À ma chère mère*

*Ma raison d'être, ma raison de vivre, la lanterne  
Qui éclaire mon chemin.*

*A mon cher père*

*En signe d'amour, de reconnaissance et de gratitude.*

*Pour tous les soutiens*

*Et les sacrifices dont il a fait preuve à mon égard.*

*A mes chers frères et ma chère sœur*

*Aucun mot, ni aucun signe ne pourront d'écrire votre  
Implication dans mon épanouissement.*

*À Mes amis*

*À mes enseignants*

*À toute personne que j'aime et qui m'aime*

*Je dédie ce travail*

**OULDBAHA Farouk**

# REMERCIEMENT

*Ce mémoire a été réalisé à Université M'Hamed Bougera Faculté des  
Technologie département de Génie Mécanique.*

*Tout d'abord, nous remercions Dieu tout puissant de nous avoir donné le Courage  
et la patience durant toutes ces années d'études, et que grâce à lui ce travail a pu  
être réalisé.*

*Merci à nos parents d'avoir su nous écouter et nous motiver, nos amis(e), qui ont  
été là pendant les périodes de doute et de stress.*

*Nous remercierons particulièrement notre promoteur **Dr. AGUIB Salah** pour  
son aide précieuse, ses conseils et pour le temps qu'il nous a consacré tout au long  
de ce travail.*

*Nous remercions particulièrement notre encadreur de stage  
**Mr. ZERRONI Nassim** pour sa disponibilité, ses conseils et pour l'aide qu'il nous a  
apporté non seulement sur le plan travail mais aussi sur le plan moral, nous  
remercierions aussi toute personne ayant contribué de près ou de loin à  
l'accomplissement de ce modeste travail.*

*Nous tenons aussi à exprimer nos vifs remerciement aux membres de jury pour avoir  
Accepté d'examiner ce travail et d'évaluer le contenu de ce mémoire de thèse de master.*

# Table des matières

Dédicaces.....	I
Dédicaces.....	II
Remerciements.....	III
Table des matières.....	IV
Liste des figures.....	VII
Liste des tableaux.....	VIII
Liste d'abréviation.....	IX

Introduction générale.....	1
----------------------------	---

## **Chapitre I : Présentation de la centrale thermique de RAS-DJINET.**

I.1. Introduction.....	3
I.2. Présentation et fonctionnement de la centrale.....	3
I.2.1. Le Site de la centrale.....	3
I.2.2. Historique de la centrale.....	3
I.2.3. Mise en service de la centrale.....	4
I.2.4. Puissance installée de la centrale.....	4
I.3. Rôle de la centrale thermique.....	4
I.4. Principaux équipements dans la centrale.....	5
I.4.1. Combustible.....	5
I.4.2 Chaudière (génératrice de vapeur SGP Autriche).....	5
I.4.2.1. Rôle.....	5
I.4.2.2. Constitution.....	5
I.4.2.3. Caractéristiques.....	5
I.4.3. Turbine.....	6
I.4.3.1. Rôle.....	6
I.4.3.2. Description.....	6
I.4.3.3. Caractéristiques.....	6
I.4.4. Pompes.....	6

I.4.5.	Ventilateurs.....	7
I.4.6.	Alternateurs (SIEMENS AUTRICHE).....	7
I.4.6.1.	Caractéristiques.....	7
I.4.7.	Condenseur.....	7
I.5.	Commande et contrôle.....	7
I.5.1.	Système de surveillance d’alarme et d’analyse.....	8
I.5.2.	Salle de commande centralisée.....	8
I.6.	Principe de fonctionnement de la centrale thermique.....	8
I.6.1.	Fonctionnement d'une tranche de production.....	8
I.7.	Conclusion.....	9

## **Chapitre II : Généralité sur les composantes du système incendie.**

II.1.	Introduction.....	11
II.2.	Base de conception de système d’eau incendie.....	11
II.3.	Les équipements du système d’eau d’incendie.....	11
II.4.	Schéma explicatif de système incendie.....	12
II.5.	Equipements rotatifs (pompes).....	12
II.5.1.	Catégories des pompes.....	13
II.5.1.1.	Les pompes volumétriques.....	13
II.5.1.2.	Les pompes centrifuges.....	13
II.5.2.	Définition.....	13
II.5.3.	Différents types de pompes centrifuges.....	13
II.5.4.	Le principe de fonctionnement.....	14
II.5.5.	Avantages et inconvénients.....	14
II.5.5.1.	Avantages.....	14
II.5.5.2.	Inconvénients.....	15
II.6.	Pompe immergée.....	15
II.6.1.	Fonctionnement d’une pompe immergée.....	15
II.7.	Vanne.....	16
II.7.1.	Structure.....	16
II.7.2.	Différents types de vannes.....	17
II.7.2.1.	La vanne de régulation.....	17

II.7.2.2. Vanne tout ou rien (TOR) .....	18
II.8. Les réservoirs d'eau .....	19
II.8.1. Définition.....	19
II.8.2. Caractéristiques du réservoir .....	19
II.8.3. Choix du type du réservoir .....	19
II.9. Les capteurs .....	20
II.9.1. Définition .....	20
II.9.2. Structure et fonctions principales d'un capteur .....	21
II.9.3. Classification des capteurs .....	22
II.9.4. Capteur mécanique fin de course .....	23
II.10. Conclusion.....	23

## **Chapitre III : Automate programmable et module de programmation zélio logique.**

III.1.Introduction.....	25
III.2.Généralité sur les systèmes automatisés .....	25
III.2.1. La Partie opérative (PO) .....	25
III.2.2. La Partie commande (PC) .....	25
III.2.3. La Partie relation (PR).....	26
III.3.Automatisation .....	26
III.4.Objectif de l'automatisation.....	26
III.5.Architecture d'un automate programmable .....	26
III.6.Les types d'API .....	28
III.6.1. Type compact.....	28
III.6.2. Type modulaire.....	29
III.6.3. Langage de programmation utilisé pour les API .....	30
III.7.Critère de choix d'un automate.....	31
III.8.Modules programmables Zélio Logique .....	32
III.8.1. Présentation de l'automate Zélio Logique .....	32
III.8.2. Programmation .....	32
III.8.2.1. Modules logiques compacts .....	33
III.8.2.2. Modules logiques modulaires.....	33

III.8.3. Communication.....	34
III.8.4. Programmation sur écran.....	34
III.9. Le logiciel de programmation zélio soft 2 .....	36
III.9.1. Langages utilisés.....	36
III.9.1.1. Langage à contacts (LADDER) .....	37
III.9.1.2. Description d'un réseau de contacts .....	37
III.9.1.3. Langage FBD (Fonction Bloc Diagram).....	38
III.9.2. Transfert d'une application .....	40
III.9.2.1. Écrire d'un PC vers le Zélio Logique.....	40
III.10. Description des étapes de programmation réalisé avec le logiciel Zélio Soft 2.....	41
III.11. Conclusion.....	46

## **Chapitre IV : Présentation de simulation de programme sous logiciel zélio soft 2.**

IV.1. Introduction .....	48
IV.2. Objectif de travail.....	48
IV.1. Contrôle le niveau d'eau.....	48
IV.3. Cahier des charges de programme.....	48
IV.3.1. Condition pour le 1er système (pompe immergée + bache 500 m <sup>3</sup> ).....	48
IV.3.1.1. Partie commande .....	48
IV.3.1.2. Partie signalisation .....	49
IV.3.2. Condition pour le 2eme système (pompes 1et 2 + 04 bache +04 vannes).....	49
IV.3.2.1. Partie commande .....	49
IV.3.2.2. Partie signalisation .....	50
IV.4. Type et référence de module de programmation zélio soft 2 .....	51
IV.5. Les entrées et les sorties de programme .....	52
IV.5.1. Les entrées .....	52
IV.5.1.1. Les capteurs.....	52
IV.5.1.2. Les bouton poussoir.....	52
IV.5.2. Les sorties .....	53
IV.5.2.1. Les vannes .....	54
IV.5.2.2. Les pompes.....	54

IV.5.2.3. Voyant vert .....	54
IV.5.2.4. Voyant rouge .....	54
IV.5.2.5. Voyant orange .....	54
IV.5.2.6. Voyant .....	54
IV.5.2.7. Signale sonore .....	54
IV.5.2.8. Les écran LCD.....	54
IV.6. Les fonctions .....	55
IV.6.1.1. Les fonctions logiques .....	55
IV.6.1.2. La fonction SET et RESET .....	55
IV.6.1.3. La fonction télérupteur.....	56
IV.6.1.4. Le programme horaire.....	56
IV.7. Les étapes de fonctionnement de notre système en langage FBD .....	56
IV.7.1. La commande des vannes .....	56
IV.7.1.1. Niveau bas “NB“ .....	56
IV.7.1.2. Niveau haut “NH“ .....	57
IV.7.2. La commande des pompes centrifuges 1et 2 .....	57
IV.7.2.1. La marche automatique des pompes .....	57
IV.7.2.2. La marche manuelle de la pompe.....	59
IV.7.3. La commande de la pompe immergée .....	65
IV.7.3.1. La marche automatique de la pompe immergée.....	65
IV.7.3.2. La marche manuelle da la pompe immergée.....	66
IV.8. Les étapes de fonctionnement de notre système en langage LADDER .....	72
IV.8.1. Partie fonctionnement .....	72
IV.8.2. Partie signalisation.....	73
IV.9. Conclusion.....	74

### **Conclusion générale.**

Conclusion générale.....	76
--------------------------	----

### **Références bibliographiques.**

Référence bibliographie.....	I
------------------------------	---

# Listes des figures

## **Chapitre I : Présentation de la centrale thermique de RAS-DJINET.**

Figure I.1 : Principales transformations d'énergie. ....9

## **Chapitre II : Généralité sur les composantes de notre système incendie.**

Figure II.1 : Système incendie. .... 13

Figure II.2 : Les types des roues. .... 15

Figure II.3 : Pompe immergée. .... 17

Figure II.4 : Structure d'une vanne. .... 18

Figure II.5 : Vanne de régulation. .... 18

Figure II.6 : Vanne tout ou rien (TOR). .... 19

Figure II.7 : Les capteurs dans la chaîne d'information. .... 21

Figure II.8 : Structure d'un capteur. .... 22

Figure II.9 : Exemples des capteurs de fin de cours. .... 24

## **Chapitre III : Automate programmable et module de programmation zélio logique.**

Figure III.1 : Modules d'entrées/sorties. .... 28

Figure III.2 : Architecture d'un API. .... 29

Figure III.3: Module compact Allen Bradley. .... 30

Figure III.4 : Module Siemens modulaire. .... 30

Figure III.5 : Langage de programmation. .... 31

Figure III.6 : Module zélio logique compact. .... 34

Figure III.7 : Association entre module logique modulaire et extension. .... 35

Figure III.8 : Afficheur de l'automate zélio. .... 36

Figure III.9 : Zélio soft 2. .... 37

Figure III.10 : Aspect visuel du schéma zélio soft en langage LADDER. .... 38

Figure III.11 : Structure d'un réseau de contacts. .... 39

Figure III.12 : Aspect visuel du zélio soft en langage FBD. .... 41

Figure III.13 : Fenêtre de dialogue. .... 42

Figure III.14 : Organigramme des étapes de programmation. .... 43

## **Chapitre IV : Présentation de simulation de programme sous logiciel zélio soft 2.**

Figure IV.1 : Choix de module. ....	53
Figure IV.2 : L'ouverture de la vanne. ....	59
Figure IV.3 : Fermeture de la vanne. ....	59
Figure IV.4 : Le démarrage de la pompe. ....	59
Figure IV.5 : Marche pompe 1.....	61
Figure IV.6 : Démarrage de la pompe2.....	62
Figure IV.7 : La marche manuelle des pompes. ....	63
Figure IV.8 : Marche manuelle de la pompe 1. ....	64
Figure IV.9 : Arrêt manuelle de la pompe 1. ....	65
Figure IV.10 : Marche manuelle de la pompe 2. ....	66
Figure IV.11 : Arrêt manuelle de la pompe 2. ....	67
Figure IV.12 : Marche automatique de la pompe immergée. ....	68
Figure IV.13 : Arrêt automatique de la pompe immergée. ....	69
Figure IV.14 : La marche manuelle de la pompe immergée.....	70
Figure IV.15 : Marche manuelle de la pompe immergée. ....	70
Figure IV.16 : Arrêt manuelle de la pompe immergée. ....	71
Figure IV.17 : Niveau très bas dans le puits. ....	71
Figure IV.18 : Alarme niveau très bas. ....	72
Figure IV.19 : Arrêt des alarmes.....	73
Figure IV.20 : Partie fonctionnement en langage LADDER. ....	74
Figure IV.21 : Partie signalisation en langage LADDER. ....	76

# Listes des tableaux

## Chapitre IV : Présentation de simulation de programme sous logiciel zéliosoft 2.

Tableau IV.1 : Les entrée du programme. ....	54
Tableau IV.2 : Sorties du programme.....	55
Tableau IV.3 : Les fonctions logiques.....	57

# Liste d'abréviation

**PC:** Partie Commande.

**PO:** Parties Operatives.

**CPU:** Central Processing Unit.

**RAM:** Random Access Memory.

**ROM:** Read Only Memory.

**TOR :** Tout Ou Rien.

**API :** Automate Programmable Industriel.

**GRAFCET :** Graphe Fonctionnel de Commande des Etapes et Transitions.

**SFC:** Sequential Function Chart.

**FBD:** Function Bloc Diagram.

**V:** Volt.

**h:** L'heure.

**IN:** Input (entrée).

**OUT :** Output (sortie).

**LCD :** Liquide Cristal Display.

**BP :** Bouton Poussoir.

**Dis :** Disjoncteur Tripolaire.

**P :** Pompe.

**Pi :** Pompe immergée.

**V :** Vanne.

**BPA :** Bouton Poussoir Arrêt.

**BPM :** Bouton Poussoir Marche.

**BA :** Borne alternateur.

**BU :** Borne usine.

**BP :** Basse Pression.

**HP :** Haute Pression.

**MP :** Moyenne Pression.

**Kg :** Kilogramme.

**E/S** : Entrée / Sortie.

**NB** : Niveau bas.

**NH** : Niveau haut.

**NTB** : Niveau très bas.

**NTH** : Niveau très haut.

**TB** : Très bas.

**TH** : Très haut.

**NIV** : Niveau.

# Introduction générale

### Introduction générale

Le secteur de l'énergie est l'un des secteurs les plus stratégiques pour assurer le développement économique, et même pour garantir la sécurité d'un pays. L'intérêt de l'énergie électrique est d'exaucer les besoins des consommateurs en quantité (puissance demandé), et en qualité (continuité). Ce qui pousse notre pays à donner une grande importance à ce domaine. Parmi les sources importantes de l'énergie, les centrales électriques thermiques qui nécessitent une disponibilité permanente des machines.

Le sujet qui nous a été proposé par la centrale thermique de **RAS-DJINET** concerne la conception d'un système de remplissage d'une installation incendie.

Dans une centrale électrique l'incendie est le plus probable risque à cause de présence de l'énergie électrique, un incendie peut avoir des conséquences catastrophiques. Parfois un redémarrage des activités de l'entreprise n'est financièrement pas possible en raison de la perte de sa position sur le marché provoquée par un arrêt forcé de ses activités. Les dommages matériels de l'ordre des plusieurs millions sont aussi une catastrophe pour beaucoup d'entreprises frappées d'un incendie.

La sécurité des systèmes est devenue un point essentiel lors de leur conception et de leur exploitation tant pour des questions de sûreté de fonctionnement, que de question de rentabilité. Un plan de sécurité mal adapté à un système incendie peut également conduire à une situation critique, dangereuse aussi bien pour les personnes que pour les matériels et l'environnement.

Donc l'automatisation de ce système est essentielle car elle contribue à accroître la productivité, la flexibilité, la qualité et les conditions de travail. Les systèmes automatisés sont rapides et précis, car ils exécutent des tâches difficiles, voire presque impossibles pour l'homme. Automatisation signifie qualité de production, sécurité et précision.

Notre mémoire est composée de quatre chapitres :

- **Chapitre I** : présentation de la centrale thermique de **RAS-DJINET** ;
- **Chapitre II** : généralité sur les équipements du système incendie ;
- **Chapitre III** : automate programmable et logiciel de programmation zélio soft 2 ;
- **Chapitre IV** : présentation de la simulation de programme sous logiciel zélio soft 2.

Donc l'objectif de notre travail est le contrôle de niveau d'eau dans les réservoirs et la commande des pompes et des vannes de système d'eau incendie.

# Chapitre I

Présentation de la centrale thermique de  
RAS-DJINET

## I.1. Introduction

Dans ce chapitre nous allons présenter l'organisme d'accueil, et lieu de déroulement de notre projet de fin d'études : la centrale thermique de **RAS-DJINET**, est l'une des plus importantes du pays créé en 1986.

## I.2. Présentation et fonctionnement de la centrale

### I.2.1. Le Site de la centrale

La centrale est située au bord de mer, à l'est d'Alger, près de la ville de **RAS-DJINET**, dans la wilaya de Boumerdes, sa surface est de 35 hectares.

#### Choix du site

- A proximité des consommateurs importants, situés notamment dans la zone Industrielle ROUIBA-REGHAIA ;
- Possibilité d'extension ;
- Conditions du sous-sol favorables, ne nécessitant pas de fondations profondes.

### I.2.2. Historique de la centrale [1]

La centrale a été construite par un consortium Austro-allemand :

SIEMENS-KWU-SGPKWU

KRAFTWERK-AG (RFA)

SGP : SIMMERING GRAZ PAUKER (Autriche)

SIEMENS (Autriche)

Qui avaient la responsabilité des études, de la supervision du montage et du contrôle de l'ouvrage, ainsi que d'une entreprise Espagnole (DRAGADOS) à laquelle a été confiée la réalisation de la prise d'eau de mer.

Les principales entreprises algériennes qui ont participé à la réalisation de la centrale sont les suivantes :

**GENISIDER** : (réalisation des terrassements généraux, de tout le génie civil, réalisation de la station de pompage et mise en place des tuyauteries de refroidissement) ;

**INERGA** : (réalisation du génie civil de la base inter-entreprise) ;

---

**S.N.L.B** : (fourniture et montage de la base inter-entreprises de chantier) ;

**PROSIDER** : (fourniture et montage de tous les hangars du chantier) ;

**ENATUB** : (fourniture des tuyauteries constituant le circuit de refroidissement) ;

**SNIC** : (sablage et peinture) ;

**SONATRAM** : (travaux de dragage en mer) ;

**SOGEP** : (travaux de peinture).

### **I.2.3.                      Mise en service de la centrale**

La mise en service des groupes s'est effectuée comme suit

- Groupe 10, couplage sur réseau le 17/06/86 ;
- Groupe 20, couplage sur réseau le 17/09/86 ;
- Groupe 30, couplage sur réseau le 29/11/86 ;
- Groupe 40, couplage sur réseau le 21/02/87.

### **I.2.4. Puissance installée de la centrale**

La centrale de **RAS-DJINET** se compose de 4 tranches de type thermique vapeur d'une puissance unitaire de **176 MW** borne alternateur (**BA**).

La puissance totale installée est de **704 MW** borne alternateur (**BA**), la puissance fournie au réseau est de **672 MW** borne usine (**BU**).

La consommation totale des auxiliaires des 4 tranches et des auxiliaires communs est d'environ **32 MW**.

## **I.3. Rôle de la centrale thermique**

Le rôle d'une centrale thermique est de transformer d'énergie chimique contenue dans un combustible, en énergie électrique en passant par l'intermédiaire de l'énergie thermique et mécanique.

Cette transformation s'opère dans divers appareils en utilisant les propriétés physiques de l'eau sous ses diverses formes liquides et vapeur.

## I.4. Principaux équipements dans la centrale [1]

La centrale se décompose de quatre (4) tranches identiques et chaque tranche contient comme équipements principaux (stratégique).

### I.4.1. Combustible

Le combustible principal utilisé dans les chaudières est le gaz naturel de Hassi-r 'mel, acheminé par gazoduc.

Un débit de **16000 m<sup>3</sup>/h** de gaz est nécessaire pour assurer la pleine charge des quatre groupes.

En cas d'indisponibilité, le secteur est assuré par du fuel « oil domestique » à l'aide d'un dispositif d'alimentation composé de deux réservoirs de **10000 m<sup>3</sup>** pour chacun.

### I.4.2 Chaudière (génératrice de vapeur SGP Autriche)

#### I.4.2.1. Rôle

La chaudière utilisée est de type à circulation naturelle qui a pour rôle de faire passer l'eau d'alimentation de l'état liquide à l'état vapeur « surchauffé » pour tourner le corps **HP** de la turbine et vapeur « resurchauffée » pour le corps **MP**. C'est l'un des éléments essentiels de circuit thermique.

#### I.4.2.2. Constitution

Chambre de combustion formée par les tubes écrans (faisceaux vaporisateurs).

- Ballon (réservoir) ;
- Economiseur ;
- Surchauffeurs ;
- Resurchauffeurs ;
- Désurchauffeurs par injection d'eau pour la régulation température vapeur ;
- Colonnes de descentes ;
- (08) Brûleurs de combustion mixte gaz/fuel.

#### I.4.2.3. Caractéristiques

- Capacité de vaporisation maximale : 523 tr/h ;

- Pression de service : 160 bars ;
- Température de la vapeur : 540°C.

### I.4.3. Turbine

#### I.4.3.1. Rôle

C'est l'élément le plus essentiel dans la centrale, elle transforme l'énergie thermique contenue dans la vapeur provenant de la chaudière en un mouvement de rotation de l'arbre, le travail mécanique obtenu sert à entraîner l'alternateur.

#### I.4.3.2. Description

Cette turbine est une machine à une ligne d'arbres, composée de corps « **HP** » (Haute Pression), « **MP** » (Moyenne Pression), et « **BP** » (Basse Pression) séparés. Elle comporte (06) soutirages qui alimentent (03) réchauffeurs (**BP**) et (02) réchauffeurs (**HP**) et la bêche alimentaire.

Les rotors de la turbine et de l'alternateur sont accouplés rigidement.

#### I.4.3.3. Caractéristiques

- Longueur : 16,125 m ;
- Largeur : 13 m ;
- Poids : 500 103 Kg ;
- Puissance : 176 MW ;
- Pression : 138,2 bars ;
- Température vapeur : 535°C ;
- Vitesse de rotation : 3000 tr/mn.

### I.4.4. Pompes

**Deux pompes d'extraction** : assurent le transfert de l'eau du puit du condenseur jusqu'à la bêche alimentaire en passant par les trois (03) réchauffeurs **BP** (le débit nominal d'une pompe d'extraction est 414 m<sup>3</sup>/h).

**Trois Pompes alimentaires** : servent à alimenter la chaudière à partir de la bêche alimentaire (le débit nominal des pompes est 3 x 261,6 m<sup>3</sup>/h).

**Deux pompes de circulation :** de 12000 m<sup>3</sup>/h chacune, qui refoulent l'eau de mer jusqu'au condenseur.

#### **I.4.5. Ventilateurs**

**Deux Ventilateurs de recyclage :** ont pour rôle de recycler, en fonction de la charge, une partie des fumées issues de la combustion afin de régler la T° à la sortie du resurchauffeur.

**Deux Ventilateurs de soufflage :** ont pour rôle de fournir l'air de combustion nécessaire au générateur vapeur.

#### **I.4.6. Alternateurs (SIEMENS AUTRICHE)**

Les alternateurs sont à refroidissement à l'hydrogène sous pression de 03 bars en circuit fermé, l'hydrogène étant lui-même refroidi à l'eau d'extraction.

##### **I.4.6.1. Caractéristiques**

- Tension nominale : 15,5 K ;
- Puissance nominale : 220 MV ;
- Puissance active : 176 MW ;
- Cos Q = 0,8 ;
- Excitation : à diodes tournantes b ;
- Poids du stator complet : 198 tonnes ;
- Poids du rotor seul : 36,7 tonnes.

#### **I.4.7. Condenseur**

Son rôle est d'assurer la condensation de la vapeur évacuée du corps BP de la turbine par la circulation de l'eau de mer de refroidissement (débit de 2 x 12000 m<sup>3</sup>/h), dans les 14850 tubes en titane contenu dans le condensateur.

### **I.5. Commande et contrôle [2]**

La centrale se caractérise par un degré élevé d'automation et de centralisation des commandes.

On dénombre une quarantaine de chaînes de régulation par groupe de production qui permet un pilotage automatique du groupe.

### I.5.1. Système de surveillance d'alarme et d'analyse

Pour permettre une bonne conduite du groupe de production, des paramètres d'exploitation (température, pression, niveau d'eau, vibrations, etc.) des différents équipements du groupe, sont indiqués, enregistrés en permanence en salle de commande et signalés en cas de dépassement de seuil. Pour une meilleure analyse en cas d'incendie un consignateur d'état est installé. Il permet d'enregistrer les alarmes dans un ordre chronologique.

### I.5.2. Salle de commande centralisée

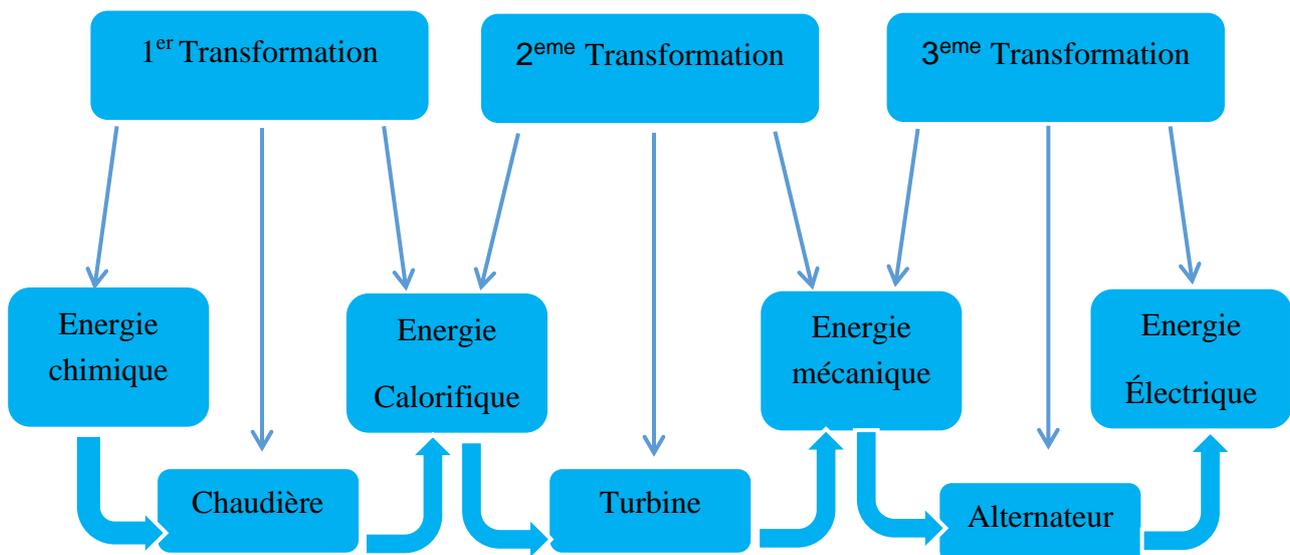
Chaque paire de tranches est contrôlée et réglée depuis une salle de commande, cette dernière comprend pour chaque paire de tranche :

- Deux pupitres de conduites ;
- Deux tableaux verticaux où sont rassemblés les organes de commande et les appareils ;
- D'enregistrement de la plus grande partie des paramètres ;
- Un tableau synoptique schématisant les auxiliaires électriques.

## I.6. Principe de fonctionnement de la centrale thermique

### I.6.1. Fonctionnement d'une tranche de production [1]

Avant d'écrire le fonctionnement de la centrale, il est bon de rappeler les différentes transformations énergétiques qui ont servi à la production de l'énergie électrique (**Figure I.1**). En gros on a trois transformations.



**Figure I.1:** Principales transformations d'énergie.

Les pompes de circulation aspirent l'eau de mer. Puis la font passer par les unités de dessalement pour arriver par la suite à la mettre dans des réservoirs de stockage et de la, sera envoyée vers les unités de déminéralisation pour donner l'eau déminéralisée. Cette eau sera envoyée à travers une vanne régulatrice qui règle le niveau d'eau vers la bêche tampon.

L'eau qui sort du condenseur en passant par le réchauffeur **BP** pour arriver à la bêche alimentaire 110°C, cette dernière alimente la chaudière à travers les pompes d'alimentations en tout envoyant l'eau à 160 bars de pression vers le ballon de la chaudière en passant par le réchauffeur **HP** avec une température de 240 °C puis par une vanne régulatrice qui règle le niveau d'eau dans le ballon, et en fin, elle passe par un économiseur qui chauffe l'eau jusqu'à 350 °C.

L'eau sort du ballon rentrera par la suite dans les tubes vaporisateurs qui se trouvent, dans le foyer de la chaudière, elle passera dans les quatre parois de la chaudière où il y a les brûleurs, et de là l'eau sera vaporisée sous l'effet de la combustion à l'intérieur des tubes ce qui donnera une vapeur saturé qui sera acheminée vers la partie supérieur du ballon chaudière et de ce dernier vers le surchauffeur N° 01 puis vers le surchauffeur N° 02, et enfin vers le surchauffeur N° 03. La vapeur qui sort de surchauffeur appelée vapeur sèche à une température 540 °C et de pression de 160 bars, puis atteindra le corps **HP** qui contient 4 entrées de vapeur.

A la sortie du corps **HP**, la vapeur se détend à une température de 350°C et une pression de 38 bars. Pour augmenter de nouveau sa température à fin d'éviter la condensation prématurée, elle passe dans les resurchauffeurs let 2, puis traverse successivement les corps **MP** et **BP** de la turbine pour arriver dans le condenseur à 0,1 bars, puis récupérée grâce à la circulation d'eau froide venant de la mer.

## **I.7. Conclusion**

Ce chapitre fût une présentation générale de l'organisme d'accueil, et du processus de production de l'électricité au sein de la centrale thermique de **RAS-DJINET**. Cette électricité est évacuée par l'intermédiaire d'une ligne de 225Kv sur le poste Alger est Boudouaou.

# Chapitre II

Généralité sur les composantes de système  
incendie

## II.1. Introduction

Les risque d'incendie se sont les risques les plus fréquent dans les centrales électriques qui peuvent entrainer des dommages très important sur les équipements et sur les personnes, donc Les centrales électriques sont efforcées de prendre toutes les mesures possibles pour éviter un arrêt complet de la production d'énergie, c'est pour ça Il est essentiel d'installer le meilleur système possible de lutter contre les incendies dans une centrale électrique.

Dans ce chapitre on va présenter les déférent équipements de notre système anti incendie de centrale électrique de **RAS-DJINET**.

## II.2. Base de conception de système d'eau incendie

Le système d'eau d'incendie est conçu conformément aux critères et paramètres principaux Suivants :

- La maîtrise et la lutte contre un seul incendie à la fois survenant dans la zone de l'usine, en limitant son aggravation et en réduisant autant que possible ses conséquences sur les installations exposées aux radiations ;
- La propagation du feu n'est pas supposée aller au-delà des limites de la zone d'incendie.

Afin de répondre à ces exigences, le système de protection anti-incendie active procède à la sélection et à l'application de l'agent d'extinction le plus adapté en fonction de la source du risque d'incendie.

## II.3. Les équipements du système d'eau d'incendie

Le système d'eau d'incendie doit être obligatoirement composé des éléments suivants :

- Des pompes ;
  - ✓ Deux pompe centrifuge ;
  - ✓ Une Pompe immergée ;
- Des vannes tout ou rien ;
  - ✓ Vanne 1, Vanne2, Vanne 3, Vanne 4 ;
- Des bâches d'eau ;
  - ✓ Deux bâches d'eau incendient ;
  - ✓ Deux bâches d'eau potable ;

- ✓ Une bache 500m<sup>3</sup> ;
- Les capteurs ;
  - ✓ Capteurs de niveau (commande) ;
  - ✓ Capteur de niveau (signalisation).

#### II.4. Schéma explicatif de système incendie

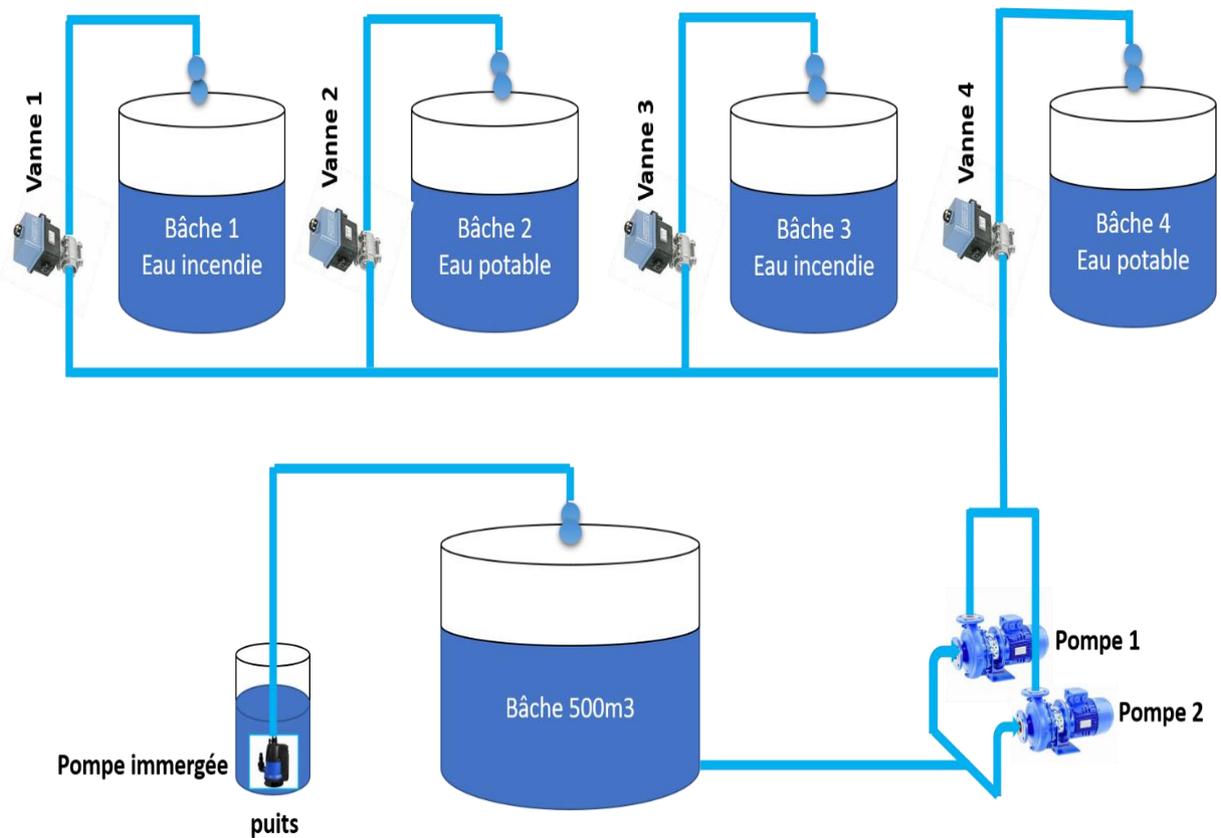


Figure II.1 : système incendie.

#### II.5. Equipements rotatifs (pompes)

La pompe est un appareil qui communique de l'énergie hydraulique à un fluide en vue de son déplacement d'un point à un autre.

Les pompes pour les eaux usées sont des pompes roto-dynamique qui utilisent un mouvement de rotation pour communiquer l'énergie au fluide pompé.

Ces pompes utilisent donc des roues tournant à une grande vitesse (1.500 à 3.000 tours/min) dans une volute.

### **II.5.1. Catégories des pompes [ 1 3 ]**

Généralement les pompes véhiculant des liquides se divisent en deux catégories principales :

#### **II.5.1.1. Les pompes volumétriques**

L'écoulement résulte de la variation d'une capacité occupée par le fluide.

#### **II.5.1.2. Les pompes centrifuges**

Le mouvement du liquide résulte de l'accroissement d'énergie qui lui est communiqué par la force centrifuge.

#### **Remarque :**

Dans notre travail on va s'intéresser uniquement aux pompes centrifuges dont les pompes en sujet, font parties.

### **II.5.2. Définition [14]**

Une pompe centrifuge est une machine rotative qui pompe un liquide en le forçant au travers d'une roue à aube ou d'une hélice appelée impulseur (souvent nommée improprement turbine).

C'est le type de pompe industriel le plus commun par l'effet de la rotation de l'impulseur, le fluide pompé est aspiré axialement dans la pompe puis accéléré radialement et enfin refoulé tangentiellement.

### **II.5.3. Différents types de pompes centrifuges [15]**

Il existe différentes formes de roues et d'aubes qui induisent une classification de ces machines

- Des rotors fermés ou rotors ouverts ;
- On peut monter plusieurs roues sur le même arbre ce qui permet d'augmenter la pression de refoulement.

Alors que les pompes centrifuges ce sont les plus employées on distingue :

- Les pompes centrifuges (à basse et haute pression) ;
- Les pompes hélices ;
- Les pompes hélico-centrifuges.

Cette classification est basée sur la forme de la trajectoire à l'intérieur du rotor de la pompe (roues radiales, semi-radiales, axiales).

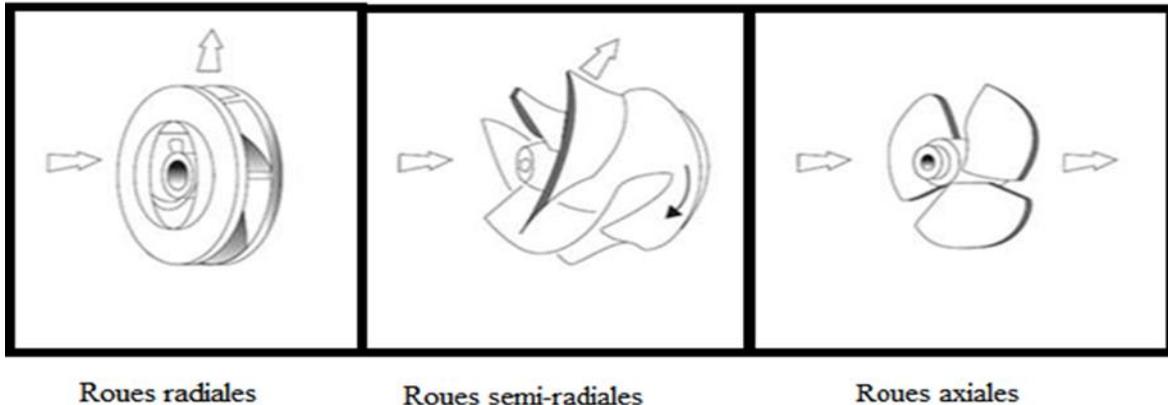


Figure II.2 : Les types des roues.

#### II.5.4. Le principe de fonctionnement [14]

On peut décomposer le fonctionnement en deux étapes :

- **L'aspiration** : le liquide est aspiré au centre du rotor par une ouverture appelée distributeur dont le rôle est de conduire le fluide depuis la conduite d'aspiration jusqu'à la section d'entrée du rotor ;

La pompe étant amorcée, c'est à dire pleine de liquide, la vitesse du fluide qui entre dans la roue augmente et par conséquent la pression dans l'ouïe diminue et engendre ainsi une aspiration et maintient l'amorçage.

- **L'accélération** : le rotor transforme l'énergie mécanique appliquée à l'arbre de la machine en énergie cinétique ; à la sortie du rotor, le fluide se trouve projeté dans la volute dont le but est de collecter le fluide et de le ramener dans la section de sortie.

La section offerte au liquide étant de plus en plus grande, son énergie cinétique se transforme en énergie de pression.

#### II.5.5. Avantages et inconvénients [14]

##### II.5.5.1. Avantages

- Ces machines sont de construction simple et demande peu d'entretien ;
- Prix modérés et coût de maintenance faible ;

- Matériaux de construction très variés (fluide corrosif possible) ;
- Pompes compactes et peu encombrantes ;
- Bon rendement ;
- Le débit est continué ;
- En cas de dysfonctionnement du circuit de refoulement (colmatage), la pompe ne subit aucun dommage.

### **II.5.5.2. Inconvénients**

- Elle n'est pas auto-amorçant ;
- Elle ne fonctionne pas avec des fluides trop visqueux ;
- Elle nécessite des dispositifs d'équilibrage.

Lorsque la roue tourne, l'équilibre mécanique doit être parfait. Or, au cours du fonctionnement, la roue subit de la part du fluide une dépression qui tend à faire déplacer l'axe du rotor vers l'aspiration (forte poussée).

Dans certains cas, une butée ne suffit pas et on peut détériorer l'axe du rotor (les paliers).

Pour éviter ce problème on équipe la pompe d'un disque d'équilibrage, ou on monte sur le même arbre des roues dos à dos ou encore on perce des petits trous au voisinage du moyeu de manière à équilibrer les pressions de part et d'autre sur la paroi.

## **II.6. Pompe immergée**

La pompe immergée est placée au fond d'une source d'eau comme par exemple un puits d'où elle aspire l'eau pour la refouler ensuite sous haute pression par l'orifice de refoulement.

L'avantage de la pompe immergée par rapport à la pompe auto-amorçant (une pompe de surface /surpresseur) est qu'elle est capable de relever les eaux depuis une profondeur dépassant les 8 m. La pompe immergée se caractérise par sa forme de tube allongée et étroite qui convient aux puits/ forages à partir d'un diamètre de 4m (10 cm).

### **II.6.1. Fonctionnement d'une pompe immergée**

La pompe immergée se compose de trois parties :

- Le corps moteur ;
-

- Le corps de pompe ;
- La grille d'aspiration.

Le corps moteur commande le corps de pompe et fournit la puissance nécessaire au pompage. L'eau est aspirée dans le corps de pompe à travers la grille d'aspiration. Le corps de pompe abrite plusieurs roues.

Le débit et la pression augmentent avec le nombre de roues. Après avoir traversé les roues, l'eau quitte la pompe par l'orifice de refoulement, sur laquelle on peut raccorder un tuyau de refoulement afin d'évacuer l'eau sous pression.

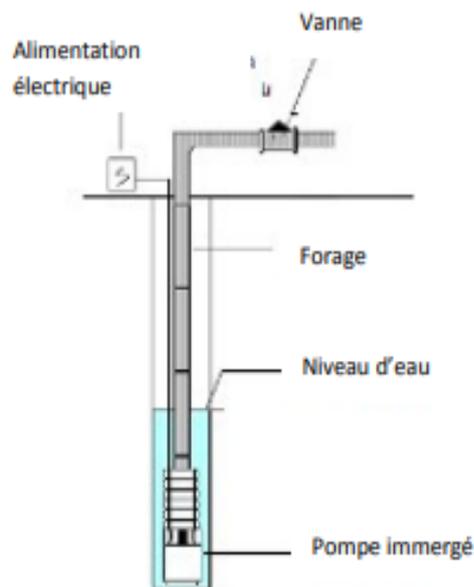


Figure II.3 : Pompe immergée.

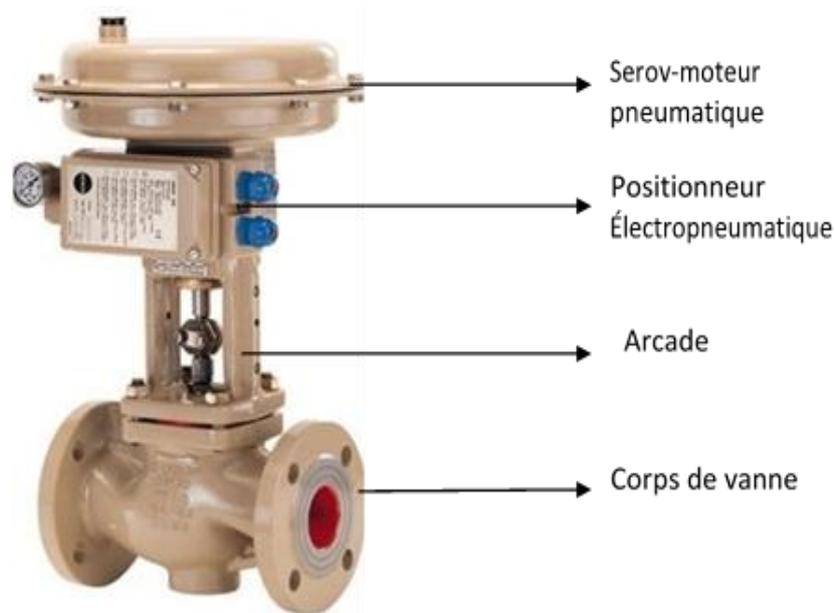
## II.7. Vanne [17]

Comme n'importe quel actionneur, elle agit sur la grandeur réglant quel sera toujours une vanne de deux voies, les grandeurs réglées sont : une pression, un débit un niveau, une température ou un rapport de concentration.

### II.7.1. Structure [17]

Quelque-soit le fabricant, le type de vanne ou sa génération, une vanne est décomposée en deux parties :

- La vanne (corps de vanne, siège, clapet) ;
- L'actionneur (arcade, servomoteur).



**Figure II.4 :** Structure générale d'une vanne.

### II.7.2. Différents types de vannes [17]

La station de création de vide est équipée de deux types de vannes selon leurs fonctions

#### II.7.2.1. La vanne de régulation

Est utilisée comme organe de réglage dans différentes boucles de régulations et sont conçues pour réguler le débit, la pression de vapeur, gaz ou liquides. Elle permet d'adapter son ouverture d'une façon progressive ou bien du type ON/OFF fonction du signal reçu et en plus, elle agit en mode direct ou inversé.



**Figure II.5 :** Vanne de régulation.

### II.7.2.2. Vanne tout ou rien (TOR) [17]

Les vannes automatiques tout ou rien (TOR) sont des équipements automatisés dont le rôle est d'interrompre ou de permettre le passage d'un fluide (gaz ou liquide). Elle exécute une action discontinue qui prend deux positions ou deux états **0** et **1** ou (**0%** et **100%**) c'est-à-dire ouvert ou fermée.

Les vannes tout ou rien est utilisés pour commander les systèmes ayant une grande inertie ou la précision de la régulation n'est pas importante.



**Figure II .6 :** Vanne tout ou rien (TOR).

#### **Remarque :**

Dans notre travail on va s'intéresser uniquement aux vannes tout ou rien (TOR).

## II.8. Les réservoirs d'eau [3]

### II.8.1. Définition

Le réservoir est un ouvrage très important dans un réseau d'alimentation en eau potable. C'est un ouvrage hydraulique de stockage d'eau ; soit destinée à la consommation publique, soit de l'eau à l'usage industriel. Les fonctions générales assurées par les réservoirs d'eau potable sont multiples et de nature à la fois technique et économique :

- Accumuler l'eau et faire face à la fluctuation de la demande en eau ;
- Assurer la consommation pendant la panne (panne électrique, défaillance de la pompe) ;
- Garantir des pressions de service dans les réseaux de distribution ;
- Régulariser le fonctionnement de pompage en permettant une marche uniforme des pompes ;
- Le stockage de la réserve d'incendie ;
- Le maintien d'eau à l'abri de la pollution et des variations des températures.

### II.8.2. Caractéristiques du réservoir

Durant la construction d'un réservoir, les matériaux utilisés doivent être choisis pour assurer :

- **Résistance** : Le réservoir doit équilibrer en toutes ses parties les efforts auxquels il est soumis ;
- **Étanchéité** : Les parois doivent être étanches pour éviter les fuites ;
- **Durabilité** : Le réservoir doit avoir une durabilité pour longtemps, ce qui veut dire, le matériau dont il est constitué doit conserver ses propriétés initiales en contact avec l'eau.

### II.8.3. Choix du type du réservoir

Vue la topographie des lieux, le relief de la région étant accidenté et l'emplacement disponible et les avantages qu'offrent les réservoirs circulaires, semi enterrés à savoir :

- Économie sur les frais de construction ;
  - Étude architecturale très simplifiée ;
  - Éthnocentrie plus facile à réaliser ;
-

- Conservation de l'eau se fait à une faible variable de température ;
- L'étanchéité est assurée.

L'utilisation de ce type de réservoir répond bien aux différents problèmes technico-économiques.

Il est exigé d'un réservoir d'être :

- Couverts ;
- À l'abri des contaminations ;
- À l'abri des infiltrations des eaux souterraines ;
- À l'abri des pluies et des poussières.

### II.9. Les capteurs [18]

Dans de nombreux domaines (industrie, recherche scientifique, services, loisirs ...), on a besoin de contrôler de nombreux paramètres physiques (température, force, position, vitesse, luminosité...). Le capteur est l'élément indispensable à la mesure de ces grandeurs physiques.

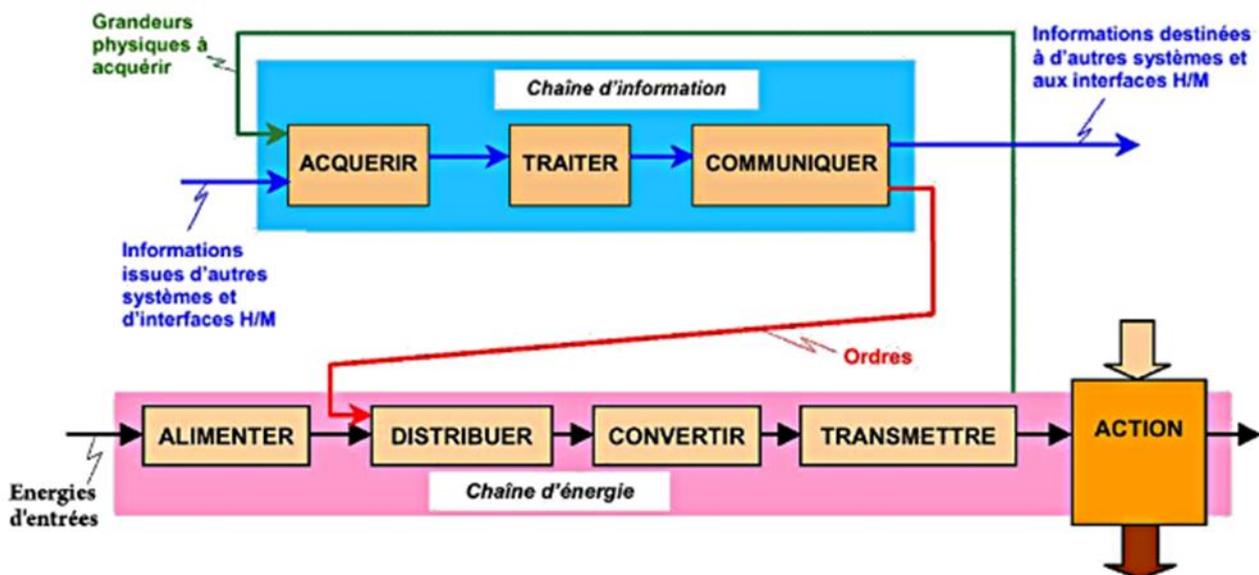
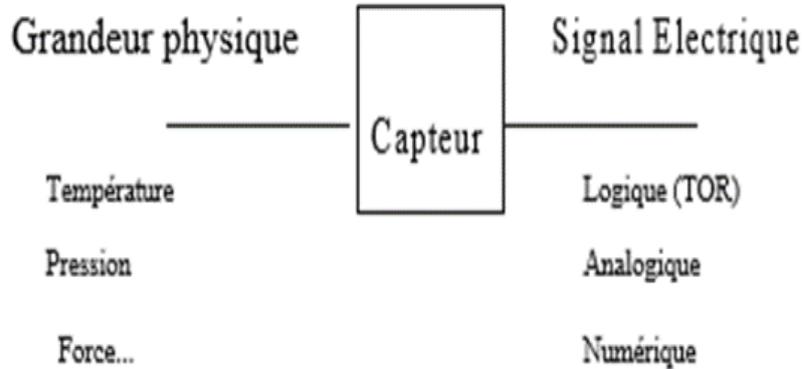


Figure II .7 : Les capteurs dans la chaîne d'information.

#### II.9.1. Définition [18]

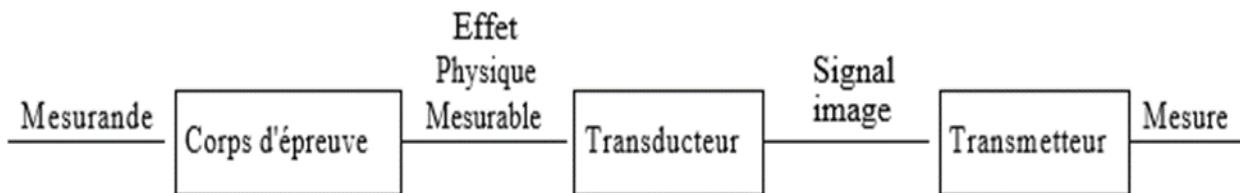
Un capteur est un organe de prélèvement d'information qui élabore à partir d'une grandeur physique, une autre grandeur physique de nature différente (très souvent électrique).

Cette grandeur représentative de la grandeur prélevée est utilisable à des fins de mesure ou de commande.



**II.9.2. Structure et fonctions principales d'un capteur [18]**

De façon simple, un capteur peut être défini comme un transducteur convertissant une grandeur physique (mesurande) en un signal électrique (mesure). Cette transformation peut être directe dans quelques cas simples, mais en réalité, la technologie des capteurs fait souvent appel à plusieurs conversions de phénomène physique avant d'arriver au signal de sortie. Ainsi la structure d'un capteur répond de manière générale au schéma ci-dessous :



**Figure II.8 :** Structure d'un capteur.

➤ Corps d'épreuve

C'est un élément mécanique qui réagit sélectivement à la grandeur à mesurer. Il transforme la grandeur à mesurer en une autre grandeur physique dite mesurable.

➤ Définition Transducteur

Il traduit les réactions du corps d'épreuve en une grandeur électrique constituant le signal de sortie.

➤ Transmetteur

Il réalise la mise en forme, l'amplification, le filtrage, la mise à niveau du signal de sortie pour sa transmission à distance.

Il peut être incorporé ou non au capteur proprement dit.

### II.9.3. Classification des capteurs [18]

- **Par la nature du signal d'entrée**

Les principales grandeurs physiques à mesurer sont (liste non exhaustive) :

- La présence d'un objet, sa position, son déplacement linéaire/angulaire, sa vitesse linéaire/angulaire, son accélération ;
- La force, le couple, la pression ;
- La température, l'humidité, la luminosité, la vitesse du vent ;
- Le débit, le niveau, le bruit.

- **Par la nature du signal de sortie**

La sortie d'un capteur peut varier de 3 façons différentes, et délivre donc une information de type analogique, logique tout ou rien (TOR) ou numérique.

- **Capteur analogique** : la grandeur électrique délivrée en sortie par ce type de capteur est en relation directe (le plus souvent proportionnelle) à la grandeur physique à capter. Le signal varie de façon continue au cours du temps et possède une infinité de valeurs possibles dans un intervalle donné ;
- **Capteur Tout ou Rien (TOR)** : ces capteurs génèrent une information électrique de type binaire (vrai ou faux, 0 ou 1) qui caractérise le phénomène à détecter. On parle alors plutôt de détecteurs ;

- **Capteur numérique** : ce type de capteur délivre en sortie une information électrique à caractère numérique, c'est-à-dire ne pouvant prendre qu'un nombre limité de valeurs Distinctes ;

Le signal varie de façon discontinue au cours du temps. L'information délivrée par ces capteurs est un code numérique sur plusieurs bits.

### Remarque :

Dans notre travail on va s'intéresser uniquement aux capteur mécanique fin de course.

#### II.9.4. Capteur mécanique fin de course [18]

Sortie par commutation d'un contact. L'information est récupérée sur un contact sec qui est câblé soit directement dans un schéma de commande, soit relié à une entrée d'automate.



**Figure II.9** : Exemples de capteurs mécaniques de fin de course.

### II.10. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons procédé à la description des équipements du notre réseau d'eau d'incendie, afin de bien mener notre projet et de résoudre la problématique qui nous a été posée.

# Chapitre III

Automate programmable et module de programmation  
zélío logique

### III.1. Introduction

Les automatismes sont aujourd'hui couramment utilisés dans l'industrie même qu'ils sont devenus indispensables, ils permettent d'effectuer quotidiennement les tâches les plus pénibles, répétitives et dangereuses et offrent de nombreuses possibilités grâce à la programmation de fonctions très élaborées.

Comme on peut obtenir des fonctionnements très différents dans un même programme en tenant compte des impératifs de processus industriel.

Parfois ces automatismes sont d'une telle rapidité et d'une telle précision, qu'ils réalisent des actions impossibles pour un être humain.

### III.2. Généralité sur les systèmes automatisés [3]

Un système est dit automatisé lorsqu'il peut gérer de manière autonome un cycle de travail préétabli. Les systèmes automatisés dans le secteur industriel ont une structure de base identique, ils ont de trois parties entre elles

#### III.2.1. La Partie opérative (PO) [4]

- **Les actionneurs** : transforment l'énergie reçue en énergie utile (moteur, vérin, pompe) ;
- **Les capteurs** : transforment les variations des grandeurs physiques liées au fonctionnement de l'automatisme en signaux électriques (capteur de position, de température, bouton Poussoir).

#### III.2.2. La Partie commande (PC) [5]

C'est la partie qui gère le fonctionnement du système automatisé. Elle est, en général, composée d'un ordinateur qui contient dans sa mémoire un programme.

Elle transmet les ordres aux actionneurs de la partie opérative à partir :

- Du programme qu'elle contient ;
- Des informations reçues par les capteurs ;
- Des consignes données par l'utilisateur ou par l'opérateur.

### III.2.3. La Partie relation (PR)

C'est l'ensemble des moyens de dialogue qui permettent à l'utilisateur d'échanger des informations avec la partie commande. 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.

### III.3. Automatisation [6]

L'automatisation d'une production consiste à transformer l'ensemble des tâches de commande et de surveillance, réalisées par des opérateurs humains, dans un ensemble d'objets techniques appelés partie commande. Cette dernière mémorise le savoir-faire des opérateurs, pour obtenir l'ensemble des actions à effectuer sur la matière d'œuvre, afin d'élaborer le produit final.

### III.4. Objectif de l'automatisation

Or les objectifs à caractères financiers on trouve :

- Eliminer les tâches répétitives ;
- Simplifier le travail de l'humain ;
- Augmenter la sécurité ;
- Accroître la productivité ;
- Economiser les matières premières et l'énergie ;
- S'adapter à des contextes particuliers ;
- Maintenir la qualité.

### III.5. Architecture d'un automate programmable [7]

Les API comportent quatre parties principales : une mémoire, un processeur, des interfaces d'entrées/sorties et d'une alimentation ( $240V_{ac}$ ,  $24V_{DC}$ ).

Ces quatre parties sont reliées entre elles par des bus (ensemble de câbles autorisant le passage de l'information entre ces 4 secteurs de l'API).

- **Une alimentation**

La plupart des automates utilisent un bloc d'alimentation délivrant 24V DC.

---

- **Une CPU**

Elle est à base de micro-processeur, elle réalise toutes les fonctions logiques arithmétiques et de traitement numérique (transfert, comptage, temporisation ...) à partir d'un programme contenu dans sa mémoire.

- **Une mémoire**

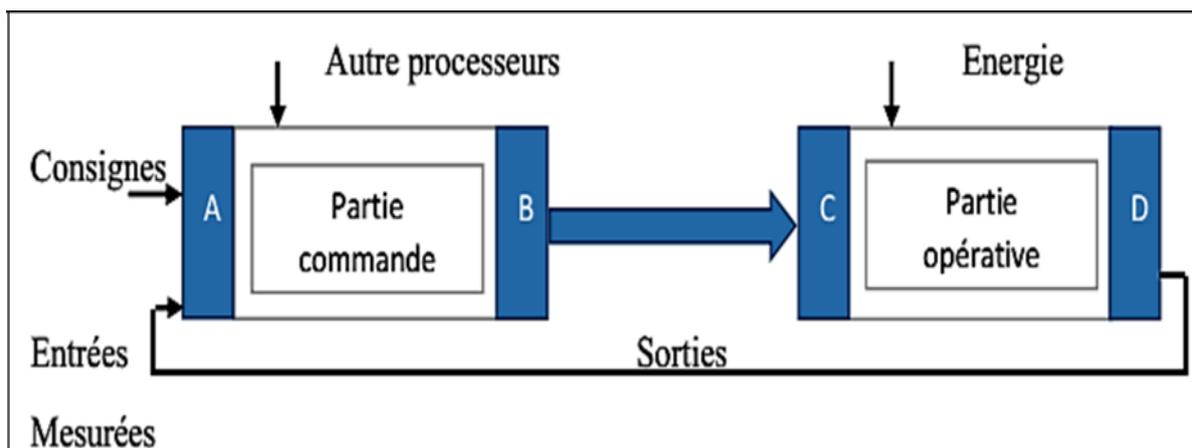
Elle est l'élément fonctionnel qui peut recevoir, conserver et restituer des données, elle permet de stocker :

- Le système d'exploitation dans le ROM ou PROM ;
- Le programme dans des EPROM ;
- Les données systèmes lors du fonctionnement dans des RAM.

- **Des modules entrée/sortie**

L'interface d'entrée comporte des adresses d'entrée. Chaque capteur est relié à une de ces adresses. L'interface de sortie comporte de la même façon des adresses de sortie.

Chaque pré-actionneur est relié à une de ces adresses. Le nombre de ces entrées et sorties varie suivant le type d'automate.



**Figure III.1 :** Modules d'entrées/sorties.

- **Modules TOR (Tout Ou Rien) :** l'information traitée ne peut prendre que deux états (Vrai / faux, 0 ou 1 ...) c'est le type d'information délivrée par une cellule photoélectrique un bouton poussoir ...etc ;

- **Modules analogiques** : elles permettent l'acquisition de mesures (entrées analogiques) et générer des signaux de commande (sorties analogiques) ;

Ces modules comportent un ou plusieurs convertisseurs analogique/numériques (A/N) pour les entrées et numériques/analogiques (N/A) pour les sorties dont la résolution est de 8 à 16 bits ;

- **Modules spécialisés** : l'information traitée est contenue dans des mots codes sous forme binaire ou bien hexadécimale. C'est le type d'information délivrée par un ordinateur ou un module intelligent.

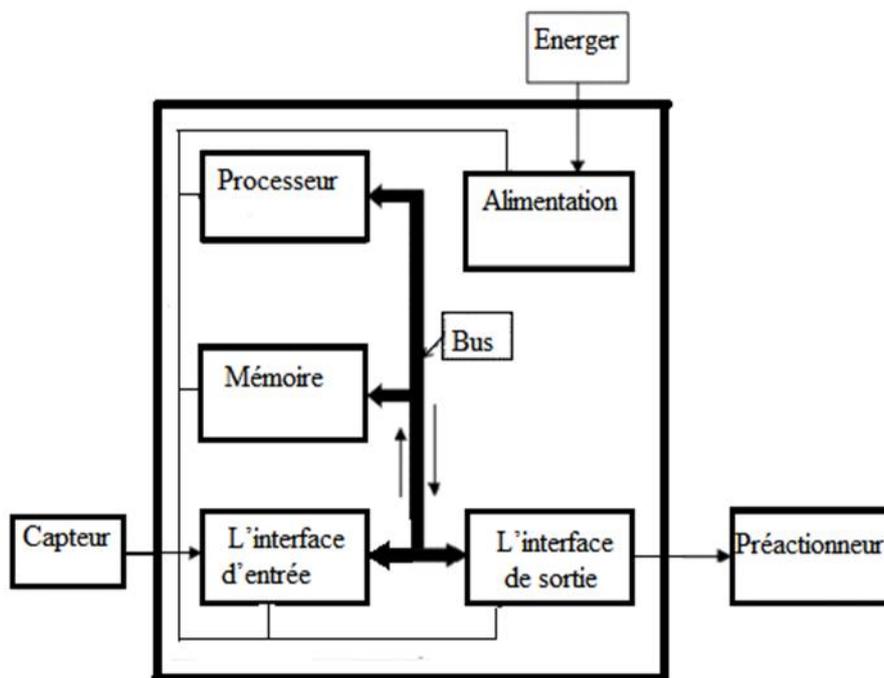


Figure III.2 : Architecture d'un API.

## III.6. Les types d'API [9]

### III.6.1. Type compact

On distinguera les modules de programmation (LOGO de Siemens, ZELIO de Schneider) des micros automates. Il intègre le processeur, l'alimentation, les entrées et les sorties selon les modèles et les fabricants, il pourra réaliser certaines fonctions supplémentaires (comptage rapide, ajout d'entrées/sorties analogiques) et recevoir des extensions en nombre limité.

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



Figure III.3: Module compact Allen Bradley.

### III.6.2. Type modulaire

Pour ce type d'automate, le processeur, l'alimentation et les interfaces d'entrées/sorties résident dans des unités séparées et sont fixées sur un ou plusieurs racks. Ces automates sont intégrés dans des automatismes complexes ou une grande capacité de traitement et une haute flexibilité sont nécessaires.

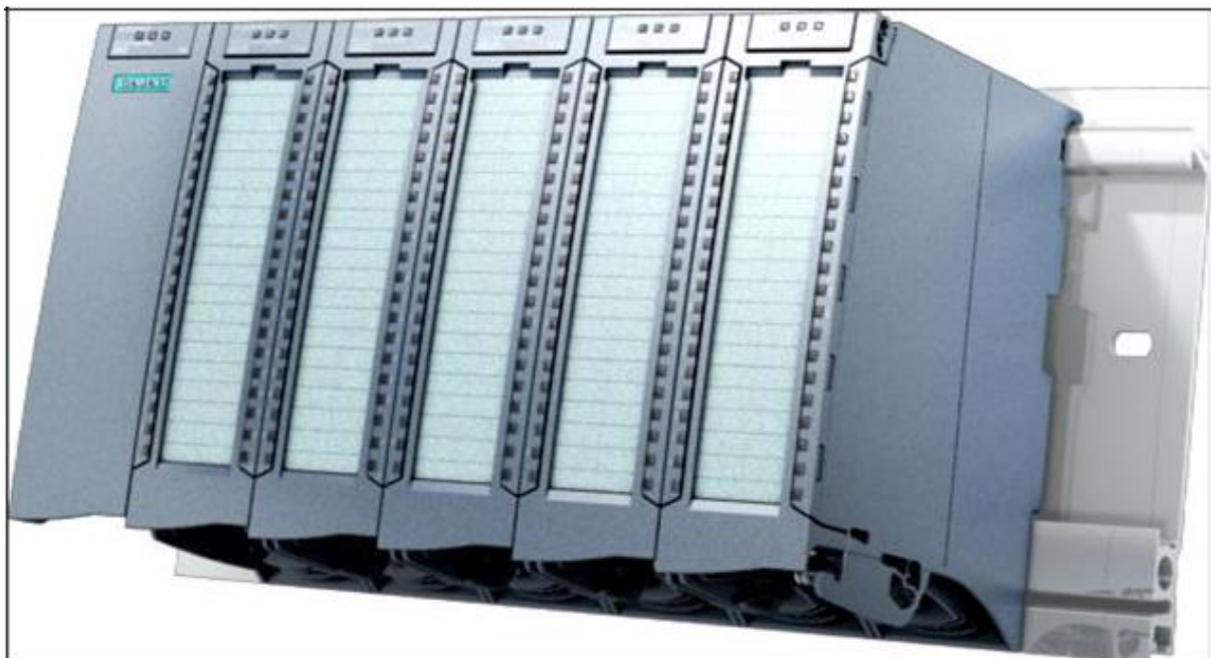
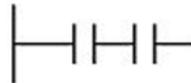
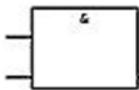
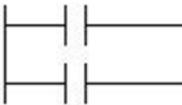
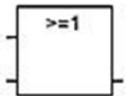
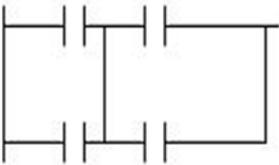
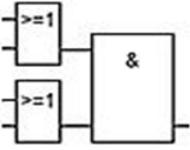


Figure III.4 : Module Siemens modulaire.

**III.6.3. Langage de programmation utilisé pour les API [10]**

Chaque automate possède son propre langage. Les constructeurs proposent tous une interface logicielle répondant à la norme CEI 11313. Cette norme définit cinq langages de programmation utilisables.

Désignation	Langage LD	Langage IL	Langage FBD
ET Logique		U	
ET NON		UN	
OU Logique		O	
OU NON		ON	
Affectation résultat		=	
ET d'une expression		U(	

**Figure III.5 :** Langages de programmation des API.

- **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 LE**

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**

Ce langage textuel de bas niveau est un langage à une instruction par ligne. Il peut être comparé au langage assembleur.

### **III.7. Critère de choix d'un automate**

Le choix d'un API est en fonction de la partie commande à programmer. Il est impératif de tenir compte, en premier lieu, de plusieurs critères :

- Le choix d'une société ou d'un groupe (Schneider, Siemens, Allen Bradley, Rockwell Mitsubishi, Delta, Omron ...) ;
- L'utilisation des langages de programmation de type Grafcet est préférable pour assurer les mises au point et dépannages dans les meilleures conditions ;
- La possession d'un logiciel de programmation est une source d'économies (achat du logiciel et formation du personnel) ;
- La possession des outils de simulation des programmes.

Il faut ensuite quantifier les besoins :

- Le nombre d'entrées / sorties, selon les besoins, en prenant en considération les possibilités d'extension ;
- Type de processeur : la taille du programme (mémoire), la vitesse de traitement et les fonctions spéciales offertes par le processeur ;
- Les fonctions complémentaires : temporisateurs et compteurs ;
- Le nombre de voies analogiques ;
- La capacité de traitement arithmétique ;
- La bibliothèque fonctionnelle ;
- Fonctions ou modules spéciaux ;
- Fonctions de communication : l'automate doit pouvoir communiquer avec les autres Systèmes de commande (API, supervision ...) et offrir des possibilités de communication avec des standards normalisés (Profibus ...) ;

### III.8. Modules programmables Zélio Logique [11]

Les modules logiques Zélio logique sont destinés à la réalisation de petits équipements d'automatismes. Ils sont utilisés dans les secteurs d'activité de l'industrie.

La simplicité de leur programmation, garantie par l'universalité des langages **LADDER** et blocs fonctions **FBD**, satisfait aux exigences de l'automaticien et répond aux attentes de l'électricien. Les modules logiques compacts répondent aux besoins d'automatismes simples, jusqu'à 20 entrées/sorties. Les modules logiques modulaires autorisent, si besoin, des extensions d'entrées/ sorties et une extension de communication sur réseau Ethernet, pour plus de performance et de flexibilité, de 10 à 40 entrées/sorties.

#### III.8.1. Présentation de l'automate Zélio Logique [12]

Les modules Zélio Logique sont dédiés à la surveillance ou à la télécommande de machines ou d'installations fonctionnant sans personnel ; ils peuvent être choisis dans les différents modèles de la gamme, avec ou sans afficheur, avec différentes entrées/sorties, avec différentes tensions. Ils sont utilisés dans les secteurs d'activité de l'industrie et du tertiaire.

- **Pour l'industrie**
  - Automatisation de petites machines de finition, de confection, d'assemblage ou d'emballage ;
  - Surveillance de pompage de relevage, de groupes froids ;
  - Automatismes décentralisés sur annexes de grosses et moyennes machines ;
  - Automatismes pour machines agricoles (pompage, serre, ...).
- **Pour le tertiaire/bâtiment**
  - Automatismes de barrières, de volets roulants ;
  - Automatismes d'éclairage ;
  - Automatismes de compresseurs et de climatisation ;

La simplicité de leur programmation, garantie par l'universalité de langages, satisfait aux exigences de l'automaticien et répond aux attentes de l'électricien.

#### III.8.2. Programmation [11]

- De façon autonome en utilisant le clavier du module Zélio Logique (langage à contacts) ;
- Sur PC avec le logiciel « ZELIO SOFT » : peut être réalisée soit en langage à contact **LADDER**, soit en langage blocs fonctions **FBD**.

### III.8.2.1. Modules logiques compacts [11]

Les modules logiques compacts répondent aux besoins d'automatismes simples.

Les entrées/sorties sont au nombre de :

- 12 ou 20 E/S, alimentées en à 24 V ou c 12 V ;
- 20 E/S, alimentées en à 48 V ;
- 10, 12 ou 20 E/S, alimentées en a 100...240 V ou c 24 V.



**Figure III .6 :** Module Zélio Logic compact.

### III.8.2.2. Modules logiques modulaires

Les entrées/sorties pour les modules logiques modulaires sont au nombre de

- 26 E/S, alimentées en c 12 V ;
- 10 ou 26 E/S, alimentées en à 24 V, a 100...240 V ou c 24 V ;

Pour plus de performance et de flexibilité, les modules Zélio Logic modulaires peuvent recevoir des extensions afin d'obtenir un maximum de 40 E/S :

- Extensions de communication réseau Modbus ou Ethernet, alimentées en c 24 V par le Module Zélio Logic de même tension ;
- Extension d'entrées/sorties analogiques avec 4 E/S, alimentée en c 24 V par le module Zélio Logic de même tension ;

- Extensions d’entrées/sorties TOR avec 6, 10, ou 14 E/S, alimentées par le module Zélio Logic de même tension.



1 : Module Zélio Logic modulaire (10 ou 26 E/S) ;  
 2 : Extension entrées/sorties TOR (6,10 ou 14 E/S) ou analogiques (4 E/S).

1 : Module Zélio Logic modulaire (10 ou 26 E/S) ;  
 2 : Extensions de communication réseau Modbus ou Ethernet ;  
 3 : Extension d’entrées/sorties TOR.

**Figure III .7 :** Association entre modules logiques modulaires et extensions.

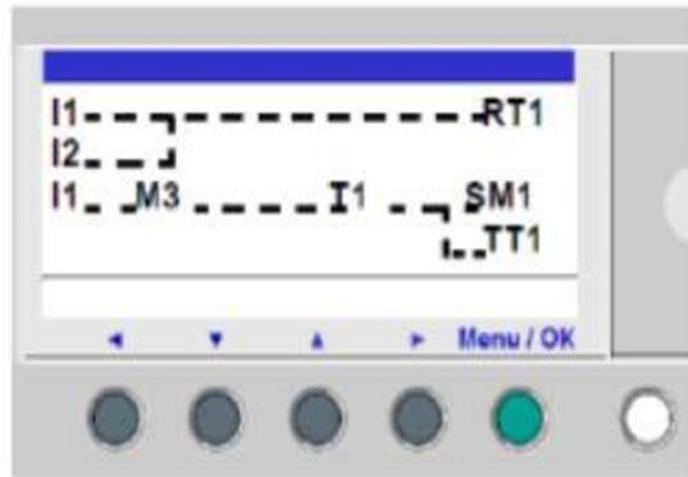
**III.8.3. Communication**

Les outils de programmation permettent de connecter le module Zélio logique au PC équipé du logiciel “Zélio Soft 2” :

- **Liaison par câbles :** câble RS 232(SR2 CBL01) sur port série 9 contacts ou câble USB (SR2 USB01) sur port USB ;
- **Liaison sans fil :** Interface Bluetooth SR2 BTC01.

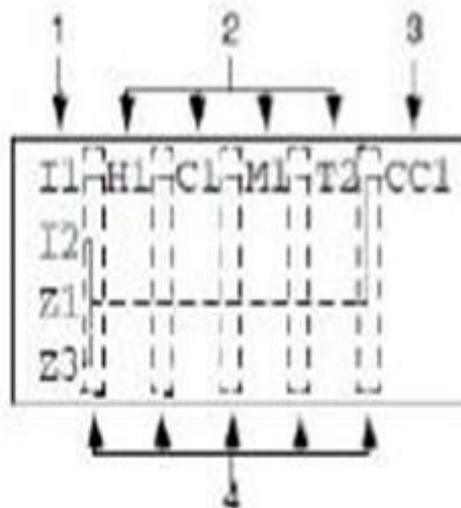
**III.8.4. Programmation sur écran**

Il est possible de programmer directement sur écran sans passer par le logiciel Zélio Soft 2, puisque le module Zélio procède un afficheur LCD sur la face avant ainsi que des boutons pour la manipulation, mais cela s’effectue uniquement en langage LADDER.



**Figure III. 8 :** Afficheur de l’automate Zélio.

Le module logique permet la saisie de 120 lignes de schémas de commande, tout comme sur le logiciel Zélio Soft 2. L’écran du module logique permet de visualiser ces lignes 4 par 4 et se présente de la façon Suivante :



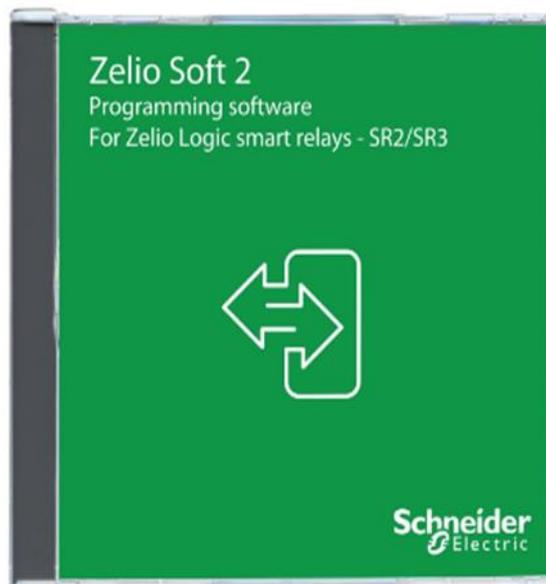
Repère	Élément
1	Colonne réservée aux contacts (conditions).
2	Colonne réservée aux contacts (conditions ou aux liaisons)
3	Colonne réservée aux bobines (actions)
4	Colonne réservée aux liaisons

### III.9. Le logiciel de programmation zélio soft 2 [12]

Le logiciel de programmation Zélio Soft 2 est conçu pour programmer les modules logiques de la gamme zélio Logic. Zélio Soft 2 nous permet de choisir entre les langages de programmation d'afficher les données du programme et des paramètres, de charger et télécharger des applications, ainsi que d'imprimer la documentation de l'application.

Il nous permet aussi :

- La programmation en langage à contacts (LADDER) ou en langage à blocs fonctions (FBD) ;
- La simulation, le monitoring et la supervision ;
- Le chargement et le déchargement de programmes ;
- La compilation automatique de programmes l'aide en ligne.



**Figure III. 9 : Zélio soft 2.**

#### III.9.1. Langages utilisés

Le module logique propose 2 modes de programmation :

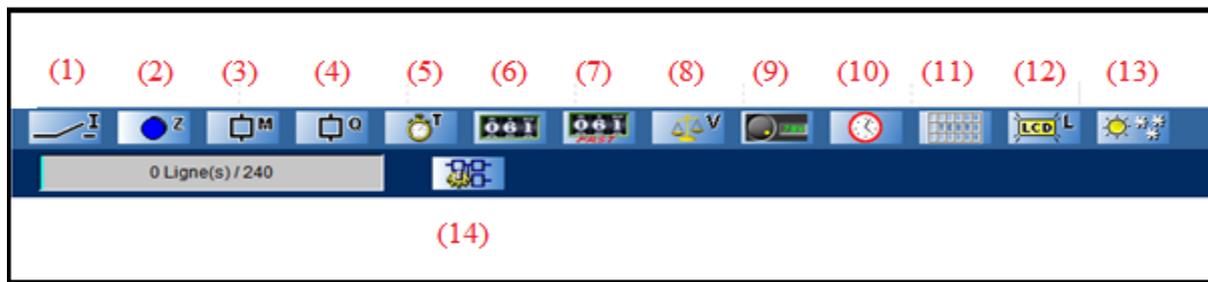
- Mode LD : langage à contacts ;
- Mode FBD : langage en blocs fonction.

### III.9.1.1. Langage à contacts (LADDER)

Le langage à contact permet d'écrire un programme LADDER avec des fonctions élémentaires, des blocs fonctionnels élémentaires et des blocs fonctionnels dérivés ainsi qu'avec des contacts, des bobines et des variables. Les contacts et les bobines peuvent être commentés.

On décrit les éléments les plus importants de cette dernière figure.

- |                            |                                      |
|----------------------------|--------------------------------------|
| 1) Entrée I tout ou rien ; | 8) Comparateur de compteur ;         |
| 2) Bouton de façade ;      | 9) Comparateur analogique ;          |
| 3) Relais auxiliaire ;     | 10) Horloge ;                        |
| 4) Sorties Q ;             | 11) Afficheur ;                      |
| 5) Temporisateur ;         | 12) Retro éclairage ;                |
| 6) Compteur ;              | 13) Changement d'horaire été hiver ; |
| 7) Compteur rapide ;       | 14) Propriété du programme.          |



**Figure III .10** : Aspect visuel du schéma zélio Soft en langage LADDER.

### III.9.1.2. Description d'un réseau de contacts [12]

Un réseau de contacts est composé d'un ensemble d'éléments graphiques disposés sur une grille de :

- 120 lignes maximum de programme,
- Chaque ligne est composée de 5 contacts maximum et d'une bobine.

Il est réparti en deux zones :

- La zone test, dans laquelle figurent les conditions nécessaires au déclenchement d'une action (contacts),

- La zone action, qui applique le résultat consécutif à une combinaison logique de test (bobines) [1, 12].

La figure ci-après décrit la structure d'un réseau de contacts.

NO	Contacte 1	Contacte 2	Contacte 3	Contacte 4	Contacte 5	Bobine	Commentaire
001							
002	Réseau de contacte						
003	Zone de teste				Zone de d'action		

**Figure III.11 :** Structure d'un réseau de contacts.

### III.9.1.3. Langage FBD (Fonction Bloc Diagram)

Le langage FBD permet une programmation graphique basée sur l'utilisation de blocs fonctionnels prédéfinis, il propose trois modes :

- **Le mode édition :** est le mode permettant d'éditer le programme et la fenêtre de supervision ce mode est sélectionné par défaut ;
- **Le mode simulation :** permet de simuler le programme avant de le transférer au module ;
- **Le mode monitoring :** permet de visualiser l'état des entrées et des sorties du module à temps réel.

Une fenêtre de supervision est disponible pour le mode simulation et le mode supervision, elle propose de visualiser l'état des entrées sorties que l'on aura préalablement choisi et placé. Cela permet d'avoir l'essentiel de l'application pour assurer un suivi efficace.

On décrit les éléments les plus importants de cette dernière figure III.12.

- 1) Zone des entrées de bloc fonction ;
- 2) Connexion entre deux blocs fonction ;
- 3) Barre de fonctions ;
- 4) Bloc fonction ;
- 5) Feuille de câblage ;
- 6) Numéro du bloc fonction ;

- 7) Zone des sorties de bloc fonction ;
- 8) Barre des entrées ;
- 9) Barre des fonctions standard ;
- 10) Barre des fonctions logiques ;
- 11) Barre des sorties ;
- 12) Barre AFB ;
- 13) Barre des fonctions SFC.

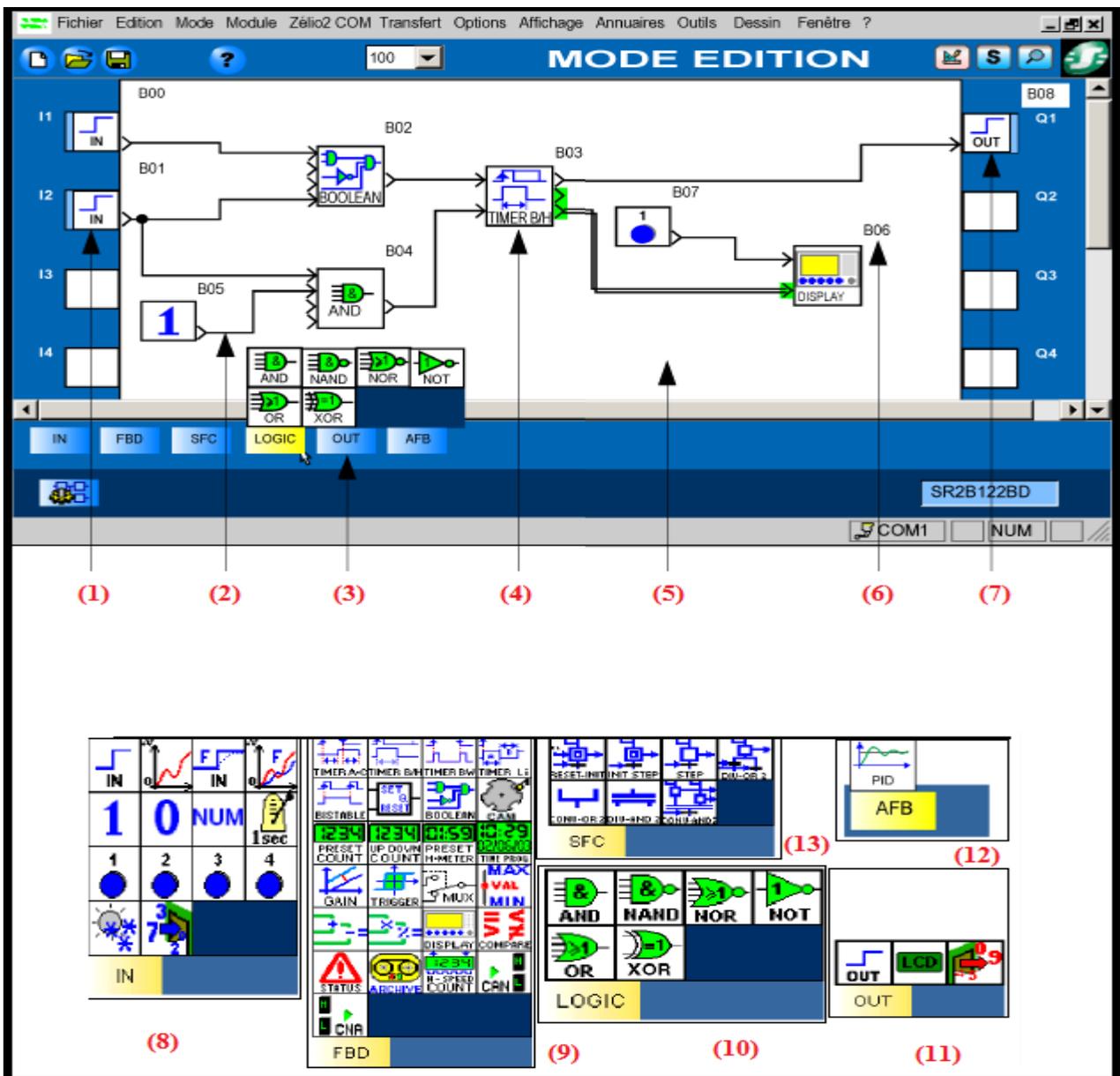


Figure III.12 : Aspect visuel du schéma Zélio Soft en langage FBD.

### III.9.2. Transfert d'une application

#### III.9.2.1. Écrire d'un PC vers le Zélio Logique

Lorsque notre application est au point, on peut la transférer dans le Zélio Logique. Pour envoyer un programme vers le Zélio Logique, on doit aller dans le menu **Transfert**, **Transférer Programme** puis cliquez sur **PC->Module**.

Si le type de module sélectionné n'est pas compatible avec le type de module connecté, on peut changer le type de module dans **Module** puis **Choix du Module/Programmation**. Il est également possible d'effectuer un diagnostic du module connecté dans **Module** puis **Diagnostic du Module**.

Si le module connecté est en mode **RUN**, il est impossible de transférer le programme. On peut le mettre en mode **STOP** à partir du logiciel en sélectionnant **Transfert** puis **STOP Module** [1, 12].

Si le type de module sélectionné est le même que le type de module connecté, la fenêtre de dialogue suivante s'affiche :

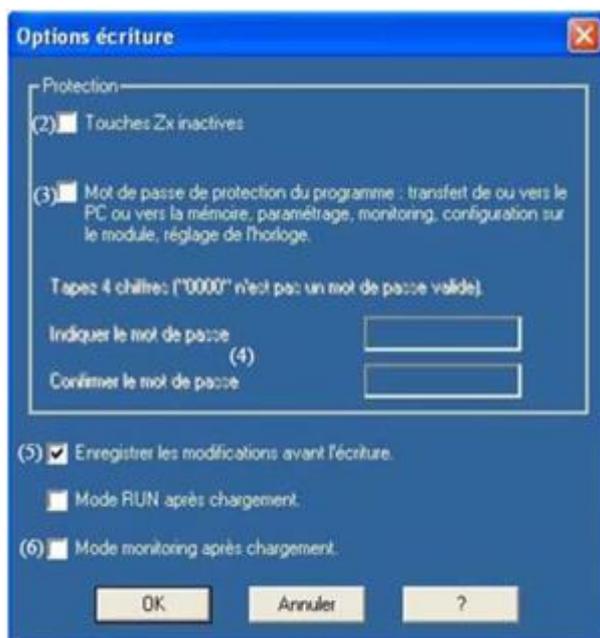


Figure III .13 : Fenêtre de dialogue.

En (2) on choisit de rendre ou non les touches **Zx** (qui sont utilisées en entrée dans le programme) accessibles. Il est possible de protéger le programme présent dans le module par un mot de passe (3) qu'on saisit en (4). Pour enregistrer notre application sur notre ordinateur, on coche (5). Enfin pour lancer le mode monitoring, on coche (6). En cliquant ensuite sur **OK** le programme est transféré.

Le programme qui était présent dans le module avant le transfert est écrasé par le module. Pour mettre en marche le module à partir du logiciel, on clique sur **Transfert** puis **RUN Module**.

Toutefois, lorsqu'on transfère un programme sur le module, celui-ci se met en mode **RUN** automatiquement.

### Transfert du programme Zélio Logique vers le PC

Cette fonction de transfert permet de récupérer une application d'un module à l'aide du logiciel. À partir du logiciel, On va dans le menu **Transfert, Transférer Programme** puis on clique sur **Module PC**. Après une demande de confirmation, le transfert s'effectue. Le logiciel charge alors le programme présent dans le module.

Si le programme du module est verrouillé, le code vous sera demandé par le module avant le transfert

### III.10. Description des étapes de programmation réalisé avec le logiciel Zélio Soft 2

L'automate zélio de Schneider est l'automate utilisé pour la réalisation du travail présenté dans ce mémoire, il est choisi pour sa solution intelligente pour faciliter et une simplicité et la flexibilité de mise en œuvre de la solution.

L'écriture d'un programme sur logiciel Zélio Soft 2 consiste à suivre les étapes suivantes :

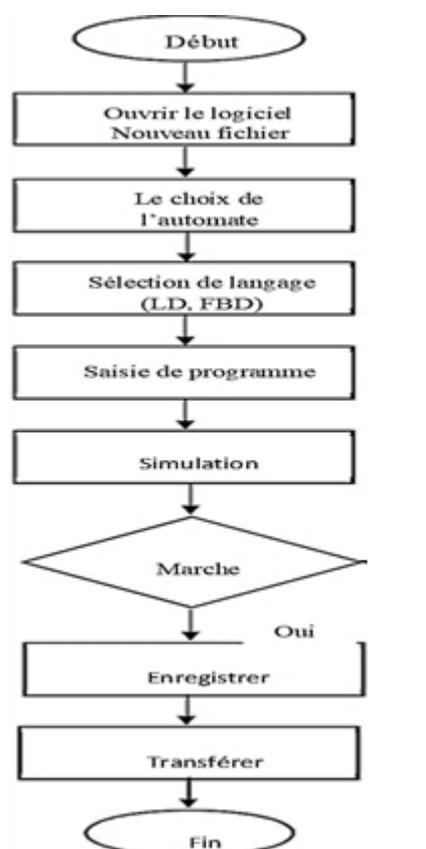
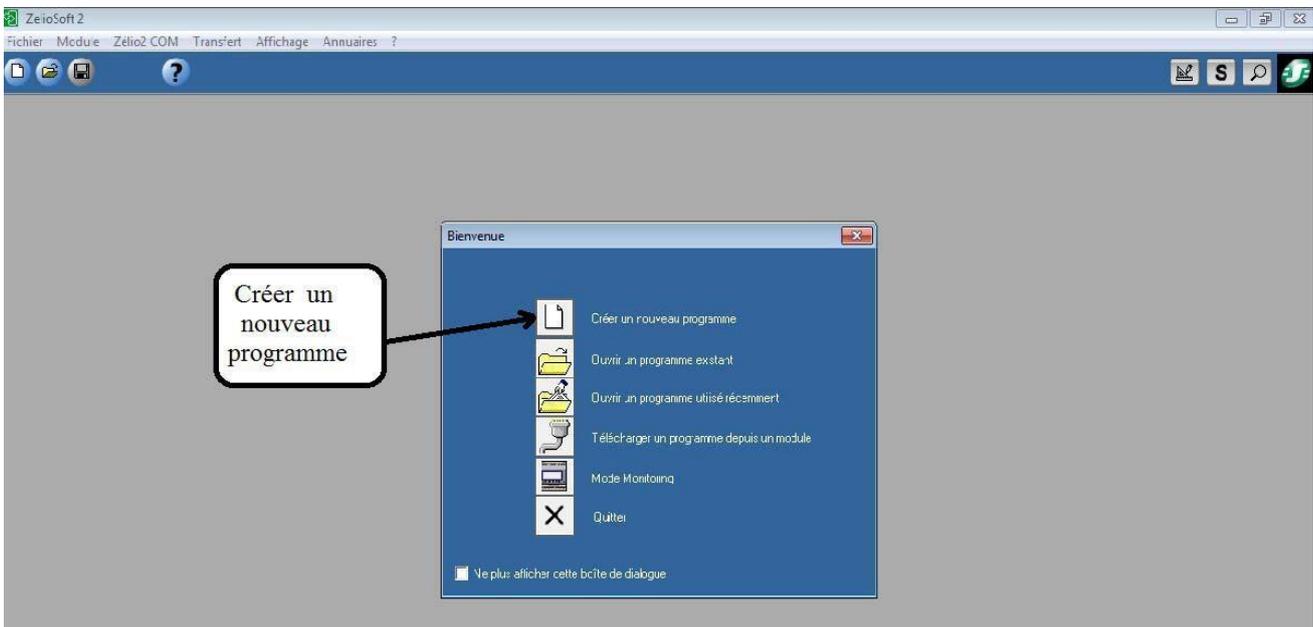


Figure III .14 : Organigramme des étapes de programmation.

Étape 01 :

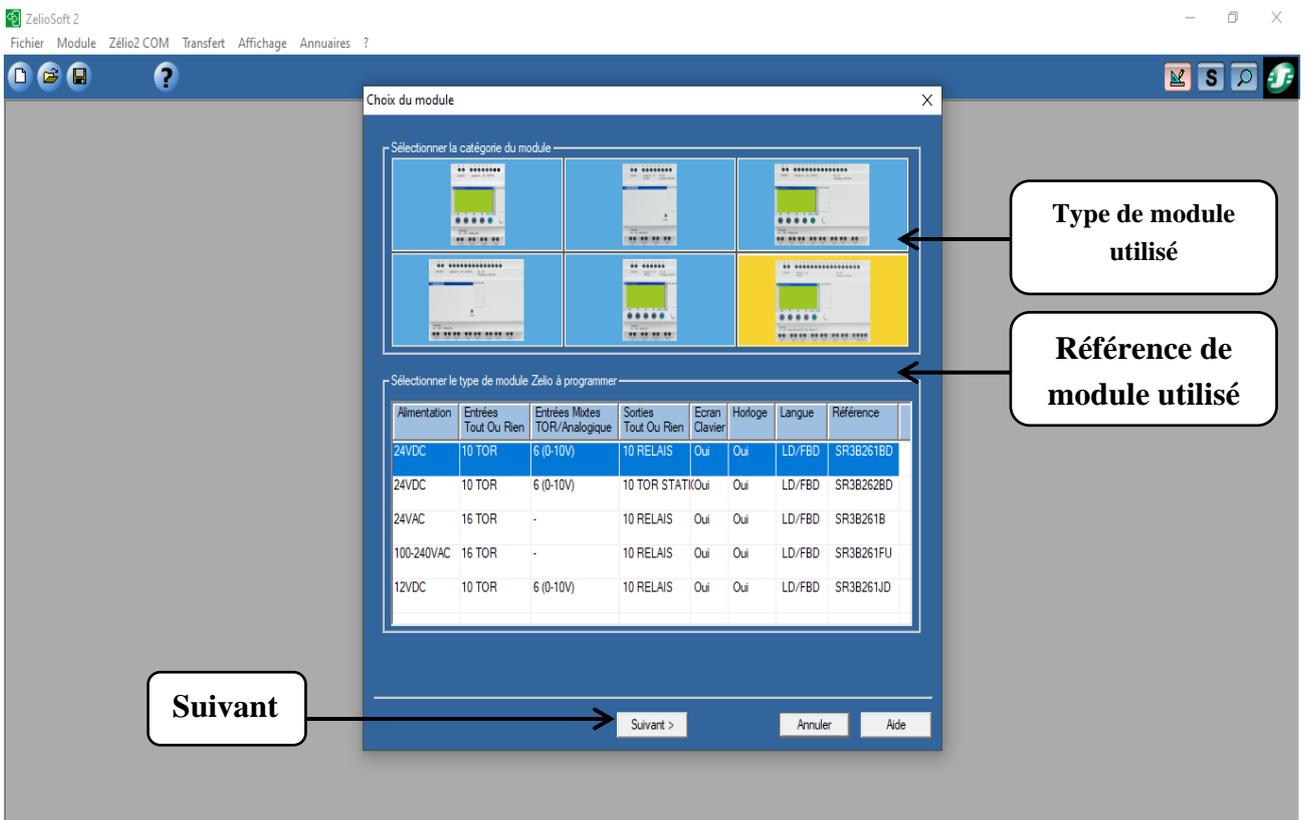
Ouvrir le logiciel de programmation Zélio Soft 2 et créer un nouveau fichier de programmation.



Étape 02 :

Sélectionner le type et la référence de module à programmer, puis appuyer sur la touche Next

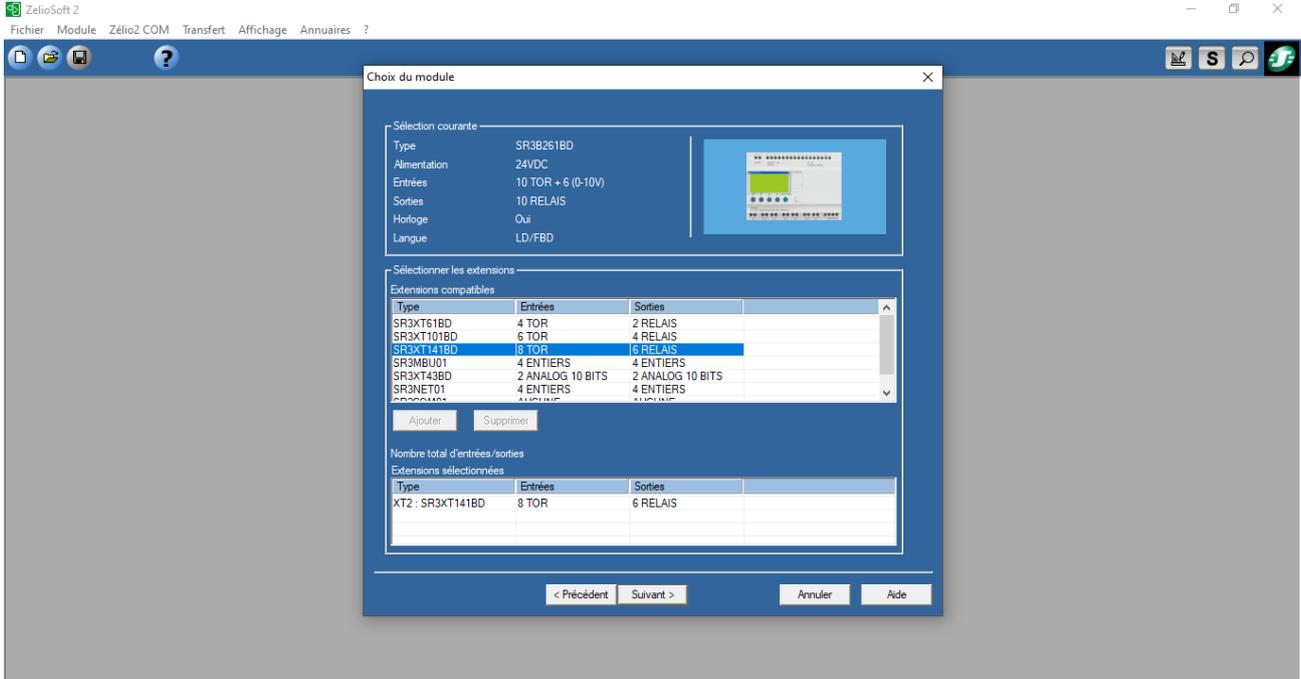
✓ **Référence :SR3B261BD**



Étape 03 :

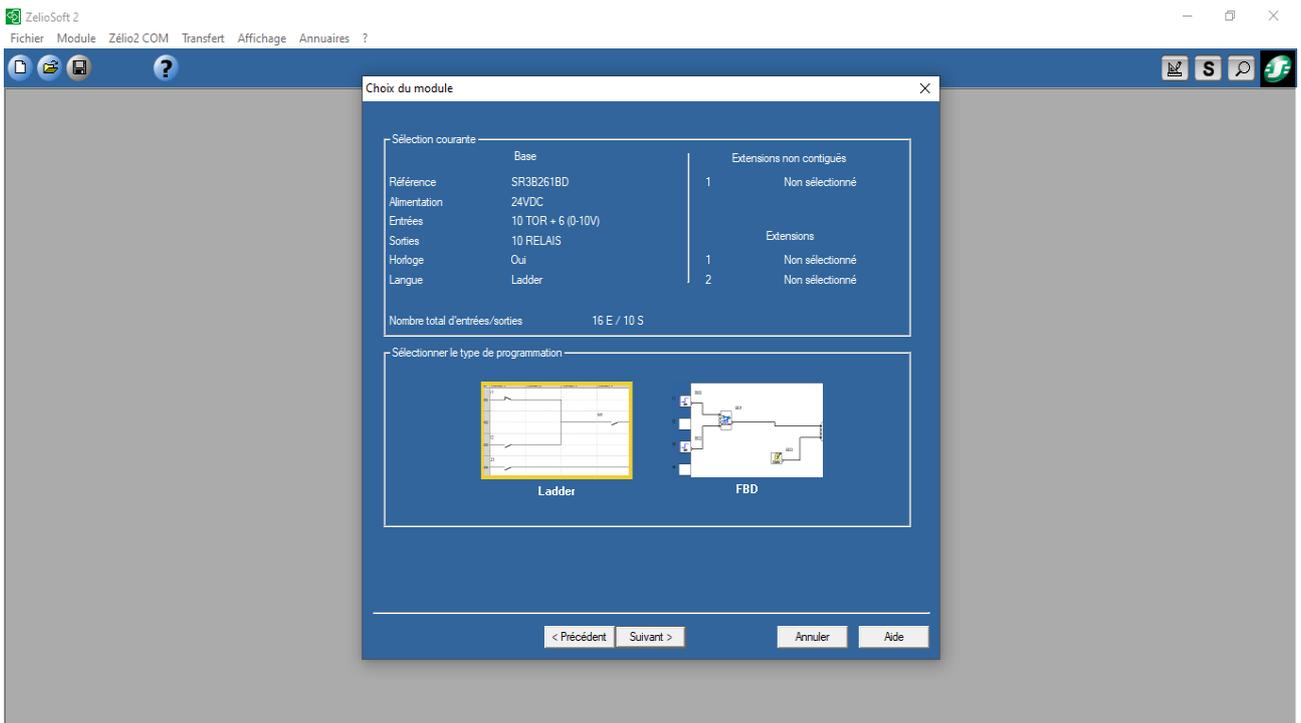
Le choix de module et nombre des entrée et sortie

✓ **Type : SR3XT141BD**



Étape 04 :

Le choix de programme de simulation **LADDER** ou **FBD**



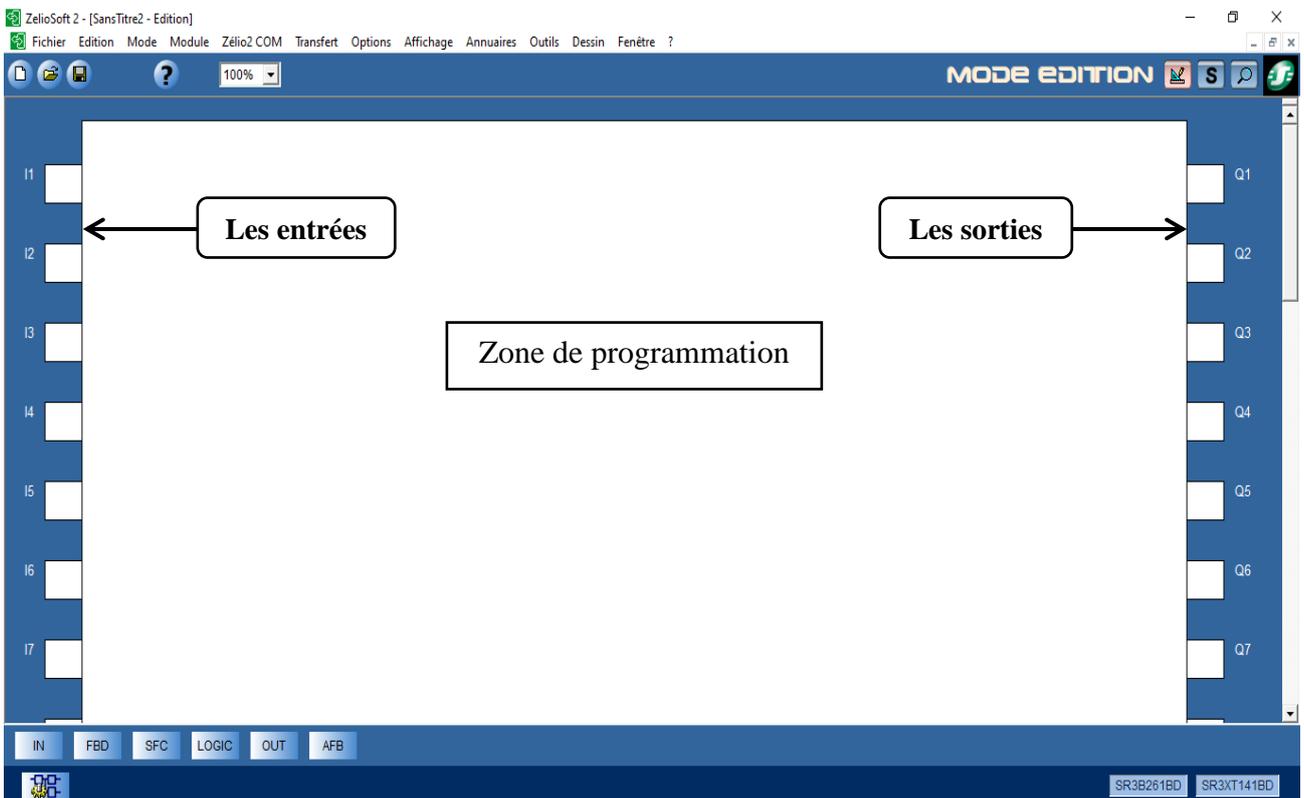
Étape 05 :

La page de programmation en langage LADDER



Étape 06 :

La page de programmation en langage FBD



Pour passer en mode simulation, appuyer sur le bouton S.



Pour passer en mode run, appuyer sur le bouton Run.



La simulation permet d'exécuter le programme directement dans Zélio-Soft 2. Les procédures possibles sont la commande des entrées et l'affichage des sorties, la commande des touches Z, le pilotage des entrées analogiques, la visualisation/modification des paramètres des blocs fonctions et la simulation du bloc horloge.

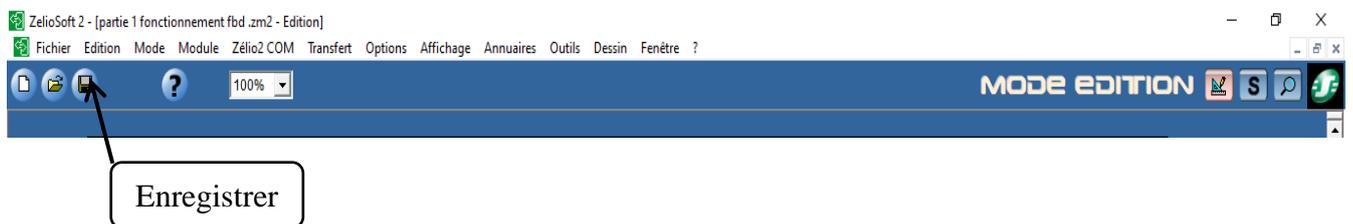
En cas de présence d'erreurs dans le programme on revient en mode édition pour apporter des modifications

Pour revenir mode édition, appuyer sur le bouton édition



Étape 07 :

Enregistrement du programme.



Étape 08 :

Transfert du programme dans le module.



On ne peut transférer le programme que si l'on est dans le mode édition. Appuyer sur le bouton transfert. Choisir l'option transférer programme. Puis choisir l'alternative PC/ Module.

### **III.11. Conclusion**

Dans ce chapitre nous avons décrit l'architecture interne d'un automate programmable de la firme Schneider Electric essentiellement ZELIO LOGIC, puis on a présenté le logiciel de programmation de l'automate SR2B201FU et SR3XT141BD intitulé ZELIO SOFT 2 V5.2 pour une meilleure exploitation pendant la programmation qui sera l'objet du dernier chapitre.

# Chapitre IV

Présentation de la simulation de programme sous le logiciel  
zélio soft 2

## IV.1. Introduction

Le risque d'incendie est l'un des plus grands risques posés dans les centrales électriques qui peuvent avoir des conséquences coûteuses et fatales sur les équipements et sur les personnes et cela pouvait entraîner des arrêts de production. Dans le but de minimiser le risque d'incendie et limiter les dégâts on a fait une automatisation de système incendie de centrale électrique de **RAS-DJINET**.

Dans ce chapitre nous allons présenter la simulation de programme réalisée sous le logiciel d'automatisation zélio soft 2 avec les deux langages **LADDER** et **FBD**.

## IV.2. Objectif de travail

La réalisation d'un programme contrôle commande qui :

### IV.1. Contrôle le niveau d'eau

- Dans les bâches d'incendie et d'eau potable ;
  - ✓ Deux bâches d'eau incendie 150m<sup>3</sup> (**00UJ10B001** et **00UJ10B002**) ;
  - ✓ Deux bâches de l'eau potables 40m<sup>3</sup> (**00UK30B001** et **00UK30B002**) ;
- Dans le réservoir 500m<sup>3</sup> ;
- Dans le puits.

### IV.2. Commande

- L'ouverture et la fermeture des 04 vannes (**vanne 1, vanne 2, vanne 3, vanne 4**) ;
- Le démarrage et l'arrêt des deux pompes centrifuges qui alimentent les 04 bâches (**pompe 1 et pompe 2**) ;
- Le démarrage et l'arrêt de la pompe immergée dans le puits qui alimente le réservoir 500m<sup>3</sup> (**pompe immergée**) ;

## IV.3. Cahier des charges de programme

### IV.3.1. Condition pour le 1er système (pompe immergée + bache 500 m<sup>3</sup>)

#### IV.3.1.1. Partie commande

- La pompe immergée marche en auto et manuelle ;
-

- La pompe immergée ne démarre que si le niveau de puits est supérieur au niveau très bas ;
- En marche auto le niveau bas de la bache 500m3 “**NB bache 500**” démarre la pompe immergée ;
- En marche auto le niveau haut de la bache 500m3 “**NH bache 500**” arrête la pompe immergée ;
- En marche auto et manuelle le niveau très bas de puits “**NTB puits**” arrête la pompe immergée ;
- La marche auto arrête le marché manuel ;
- L’arrêt d’urgence arrête la pompe immergée.

#### **IV.3.1.2. Partie signalisation**

- Le niveau très bas“ **NTB puits** “ de puits donne une alarme visuelle “ **NIV puits TB**“ ;
- Le niveau très bas de la bache 500m3 “**NTB bache500**” donne une alarme visuelle “**NIV bache500 TB**” ;
- Le niveau très haut de la bache 500m3 “**NTH bache 500**” donne une alarme visuelle “**NIV bache500 TH**” ;
- La marche manuelle donne une alarme visuelle “**pompe immergée marche manuelle**”
- La marche auto donne une alarme visuelle de niveau bas des bache “ **NIV bas bache 1 ou 2 ou 3 ou 4**” ;

#### **IV.3.2. Condition pour le 2eme système (pompes 1et 2 + 04 bache +04 vannes)**

##### **IV.3.2.1. Partie commande**

- Les pompes 1 et 2 Marches en auto et manuelle ;
  - La pompe 1 marche en auto de **12 :00h à 00 :00h** ;
  - La pompe 2 marche en auto de **00 :00h à 12 :00h** ;
  - En marche auto le niveau bas “**NB**” ouvre la vanne ;
  - En marche auto l’ouverture d’une vanne ou de plusieurs vannes des 04 bache démarre la pompe sélectionner ;
  - En marche automatique ;
    - ✓ Le niveau haut “ **NH**” de la bache **00UJ10B001** ferme la vanne ;
-

- ✓ Le niveau haut “ **NH** “ de la bache **00UK30B001** ferme la vanne ;
- ✓ Le niveau haut “ **NH** “ de la bache **00UJ10B002** ferme la vanne ;
- ✓ Le niveau haut “ **NH** “ de la bache **00UK30B002** ferme la vanne ;
- En marche auto le niveau haut “**NH**“ des baches ou la fermeture des 04 vannes ferme la pompe sélectionner ;
- La marche manuelle “ **marche manuelle** “ arrête la marche auto de la pompe sélectionner ;
- En marche auto et manuelle le niveau très bas de la bache 500m3 “ **NTB bache 500** “ arrête la pompe sélectionner.

#### IV.3.2.2. Partie signalisation

- Le niveau très bas “**NTB**“ de la bache **00UJ10B001** donne une alarme visuelle “**NIV bache1 TB** “ ;
  - Le niveau très haut “**NTH**“ de la bache **00UJ10B001** donne une alarme visuelle “**NIV bache1 TH** “ ;
  - Le niveau très bas “**NTB**“ de la bache **00UJ10B002** donne une alarme visuelle “**NIV bache1 TB** “ ;
  - Le niveau très haut “**NTH**“ de la bache **00UJ10B002** donne une alarme visuelle “**NIV bache1 TH** “ ;
  - Le niveau très bas “**NTB**“ de la bache **00UK30B001** donne une alarme visuelle “**NIV bache 1 TB** “ ;
  - Le niveau très haut “**NTH**“ de la bache **00UK30B001** donne une alarme visuelle “**NIV bache1 TH** “ ;
  - Le niveau très bas “**NTB**“ de la bache **00UK30B002** donne une alarme visuelle “**NIV bache1 TB**“ ;
  - Le niveau très haut “**NTH**“ de la bache **00UK30B002** donne une alarme visuelle “**NIV bache1 TH** “ ;
  - Le bouton arrêt alarme “**arrêt alarme** “ arrête l’alarme visuelle ;
  - Le niveau très bas de la bache 500m3 “**NTB bache 500**“ donne une alarme visuelle ;
-

“NIV bache 500 TB “.

#### IV.4. Type et référence de module de programmation zélio soft 2

- ✓ **Type** : SR3XT141BD ;
- ✓ **Référence** :SR3B261BD ;
- ✓ **Alimentation** :24V DC ;
- ✓ **Entrée** :10 TOR ;
- ✓ **RELAIS** :10 RELAIS ;
- ✓ **HORLOGE** : OUI ;
- ✓ **LANGAGE** : LD/FBD.

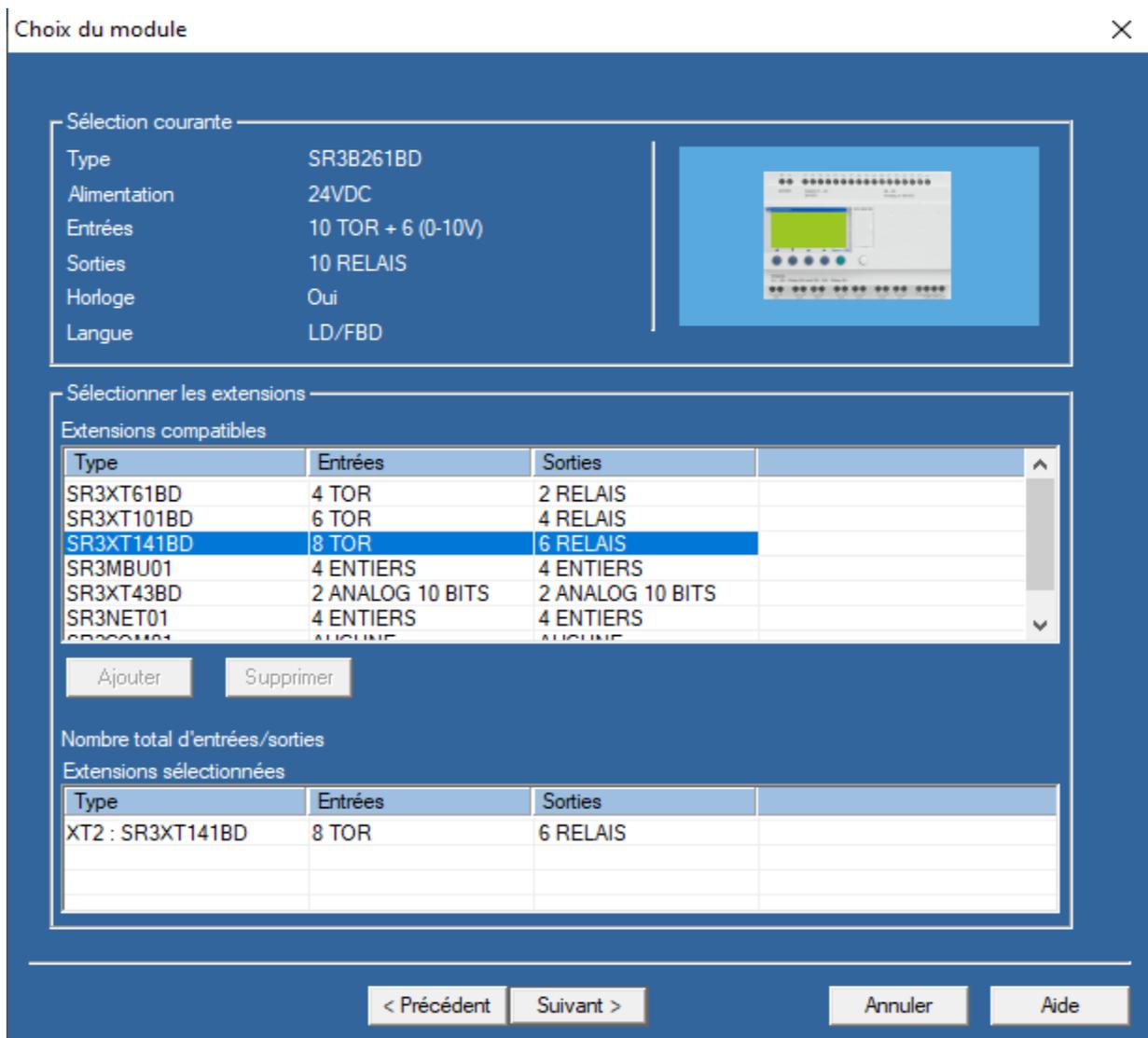


Figure IV. 1 : Choix de module.

## IV.5. Les entrées et les sorties de programme

### IV.5.1. Les entrées

Les entrées de programme		
Type	Affichage à l'état inactif	Affichage à l'état actif
Capteur niveau		
Bouton-poussoir		

Tableau IV. 1 : Les entrées de programme.

#### IV.5.1.1. Les capteurs

##### Partie commande

- ✓ Capteur niveau bas des baches “NB1 ; NB2 ; NB3 ; NB4“ ;
- ✓ Capteur niveau haut des baches “NH1 ; NH2 ; NH3 ; NH4“ ;
- ✓ Capteur niveau bas bache 500m<sup>3</sup> “NB 500“ ;
- ✓ Capteur niveau haut bache 500m<sup>3</sup> “NH 500“.

##### Partie signalisation

- ✓ Capteur niveau très bas “NTB puis“ ;
- ✓ Capteur niveau très bas des baches “NTB1 ; NTB2 ; NTB3 ; NTB4“ ;
- ✓ Capteur niveau très haut des baches “NTH1 ; NTH2 ; NTH3 ; NTH4“ ;
- ✓ Capteur niveau très haut de la bache 500m<sup>3</sup> “NTH bache 500“ ;
- ✓ Capteur niveau très bas bache 500m<sup>3</sup> “NTB bache 500“.

#### IV.5.1.2. Les bouton poussoir

##### Partie commande

- ✓ Arrêt d’urgence ;
- ✓ Marche manuelle pompe 1 et 2 ;
- ✓ Marche pompe 1 ;
- ✓ Arrêt pompe 1 ;
- ✓ Marche pompe 2 ;

- ✓ Arrêt pompe 2 ;
- ✓ Marche manuelle pompe immergée ;
- ✓ Marche pompe immergée ;
- ✓ Arrêt pompe immergée.

### Partie signalisation

- ✓ Arrêt alarme ;

#### IV.5.2. Les sorties

Les sorties de programme		
Type	Affichage à l'état actif	Affichage à l'état inactif
Vanne		
Pompe		
Voyant vert		
Voyant rouge		
Voyant orange		
Voyant		
Signale sonore		
L'écran LCD		

Tableau IV. 2 : Sorties de programmes.

**Partie commande****IV.5.2.1. Les vannes**

- ✓ Les vannes **V1 ; V2 ; V3 ; V4.**

**IV.5.2.2. Les pompes**

- ✓ Les pompes **P1 ; P2 ; Pi.**

**IV.5.2.3. Voyant vert**

- ✓ Marche manuelle des pompe 1et 2 ;
- ✓ Marche manuelle de la pompe immergée.

**Partie signalisation****IV.5.2.4. Voyant rouge**

- ✓ Niveau très bas des bâches 1 ;2 ;3 ;4 ;
- ✓ Niveau très bas de la bâche 500m<sup>3</sup>.

**IV.5.2.5. Voyant orange**

- ✓ Niveau très haut des baches 1,2,3 et 4 ;
- ✓ Niveau très haut de la bâche 500m<sup>3</sup>.

**IV.5.2.6. Voyant**

- ✓ Niveau bas dans les 04 baches en marche manuelle des pompe 1 et 2 ;
- ✓ Niveau bas dans la bâche 500m<sup>3</sup> en marche manuelle de la pompe immergée.

**IV.5.2.7. Signale sonore**

- ✓ Niveau très bas dans le puits.

**IV.5.2.8. Les écran LCD****Partie commande**

- ✓ Niveau bas en marche manuelle dans les 04 baches **“niveau bas dans les baches “.**
- ✓ Niveau bas en marche manuelle de la bâche 500m<sup>3</sup> **“niveau bas dans la bâche 500“.**

**Partie signalisation**

- ✓ Niveau puits très bas **“NIV puits TB“ ;**
-

- ✓ Niveau très bas dans les 04 baches “NIV bache TB “ ;
- ✓ Niveau très haut dans les 04 baches “NIV bache TH“ ;
- ✓ Niveau très bas bache 500m<sup>3</sup> “ NIV bache 500 TB“.

## IV.6. Les fonctions

### IV.6.1.1. Les fonctions logiques

Fonction	Symbole	Description	Nombre d'entrées	Type d'entrée
NON		Si l'entrée est inactive ou pas connectée, la sortie est active. Si l'entrée est active, la sortie est inactive.	1	Numérique
ET		Si les entrées sont actives ou pas connectées, la sortie est active. Si au moins une entrée est inactive, la sortie est inactive.	4	Numérique
OU		Si au moins une entrée est active, la sortie est active. Si les entrées sont inactives ou pas connectées, la sortie est inactive.	4	Numérique

Tableau IV. 3 : Les fonctions logiques.

### IV.6.1.2. La fonction SET et RESET

La fonction **SET** et **RESET** opère de la manière suivante :

- L'activation de l'entrée **SET** active la sortie, laquelle restera activée même si l'entrée **SET** est ensuite désactivée ;
- L'activation de l'entrée **RESET** désactive la sortie ;
- Si les deux entrées sont actives, l'état de la sortie dépend de la configuration de la fonction :
  - ✓ La sortie est active si l'option **SET** Prioritaire est configurée ;
  - ✓ La sortie est inactive si l'option **RESET** Prioritaire est configurée ;
  - ✓ Les entrées non connectées sont à l'état Inactif.

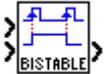
## ❖ Accès

La fonction est accessible à partir de la barre de fonctions **FBD**.

### IV.6.1.3. La fonction télérupteur

La fonction  télérupteur fait basculer l'état de la Sortie sur chaque front montant (passage d'inactif à actif) de l'entrée Commande.

## ❖ Accès

La fonction télérupteur  est accessible à partir de la barre de fonctions **FBD**.

### IV.6.1.4. Le programme horaire

Le programmeur horaire, hebdomadaire et annuel valide les plages de temps pendant lesquelles il est possible d'exécuter des actions.

Cette fonction permet de définir un maximum de 51 événements qui sont utilisés pour commander sa sortie.

## ❖ Accès

La fonction TIME PROG  est accessible à partir de la barre de fonctions **FBD**.

## IV.7. Les étapes de fonctionnement de notre système en langage FBD

### IV.7.1. La commande des vannes

L'ouverture des vannes est commandée par les capteurs de niveau

#### IV.7.1.1. Niveau bas "NB"

Une impulsion sur **SET** ==> mise à 1 (état logique 1) l'ouverture de la vanne

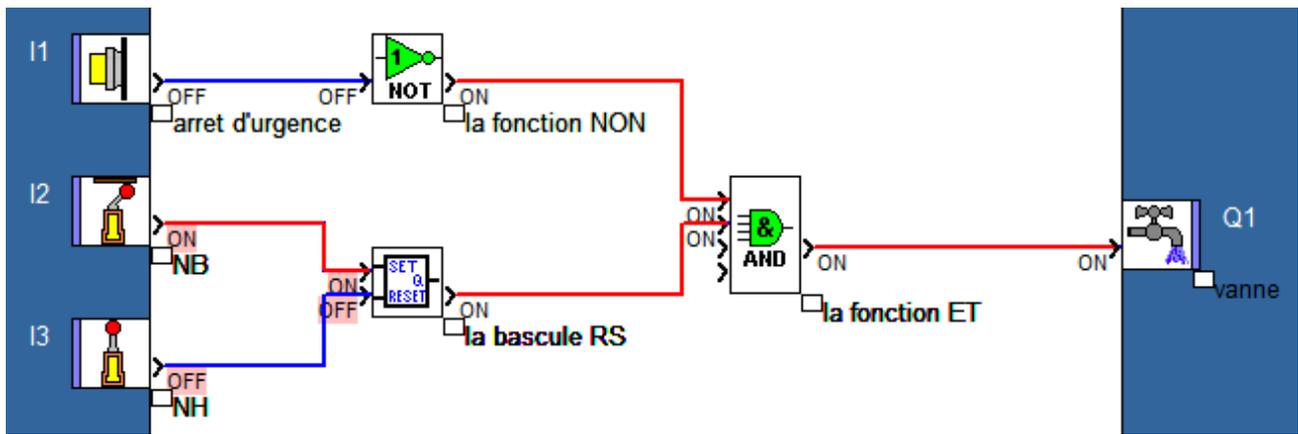


Figure IV. 2 : Ouverture de la vanne.

IV.7.2.2. Niveau haut “NH“

Une impulsion sur **RESET** ==> mise à 0 (état logique 0) la fermeture de la vanne

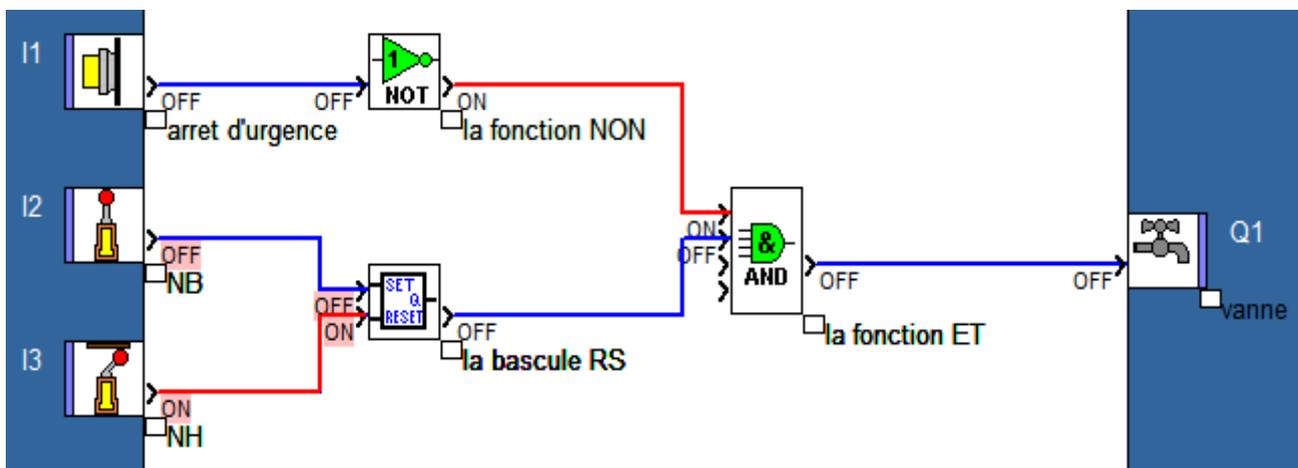


Figure IV. 3 : Fermeture de la vanne.

IV.7.2. La commande des pompes centrifuges 1et 2

IV.7.2.1. La marche automatique des pompes

- Les deux pompes sont commandées par l’ouverture et la fermeture des vannes
- Le démarrage de la pompe sélectionner à travailler nécessite ou moins l’ouverture d’une vanne



Figure IV. 4 : Le démarrage de la pompe.

- Chaque vanne contient un arrêt d’urgence arrête la vanne on cas d’urgence

- L'arrêt de la pompe sélectionner à travailler nécessite la fermeture des 04 vannes ;
- Les deux pompes sont commandées à marcher périodiquement ;
- ✓ La pompe 1 : travail de 12 :00 h à 00 h.

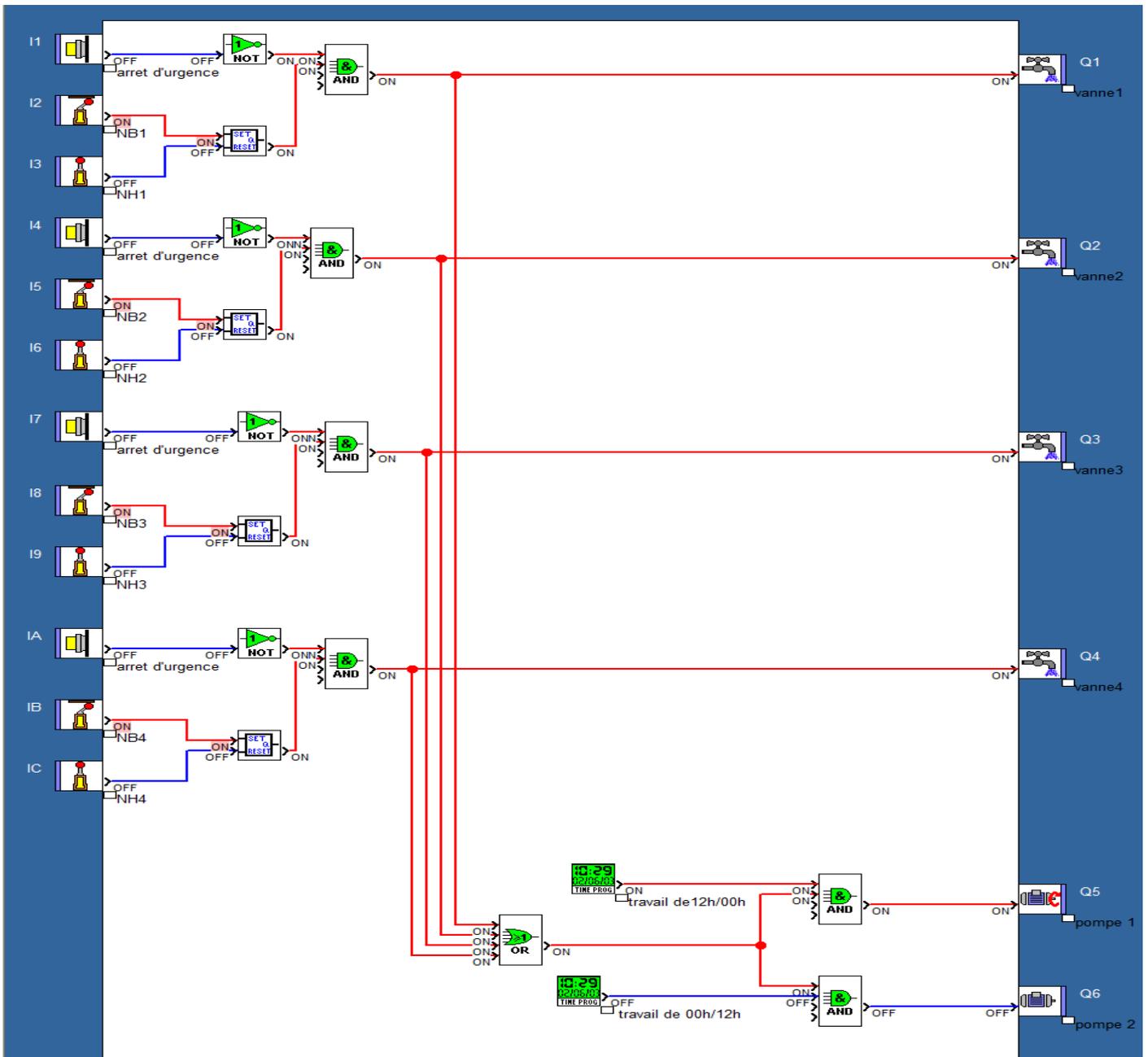


Figure VI. 5 : Marche pompe 1.

- ✓ La pompe 2 : travail de 00 :00 h à 12 :00 h.

**La fonction logique**

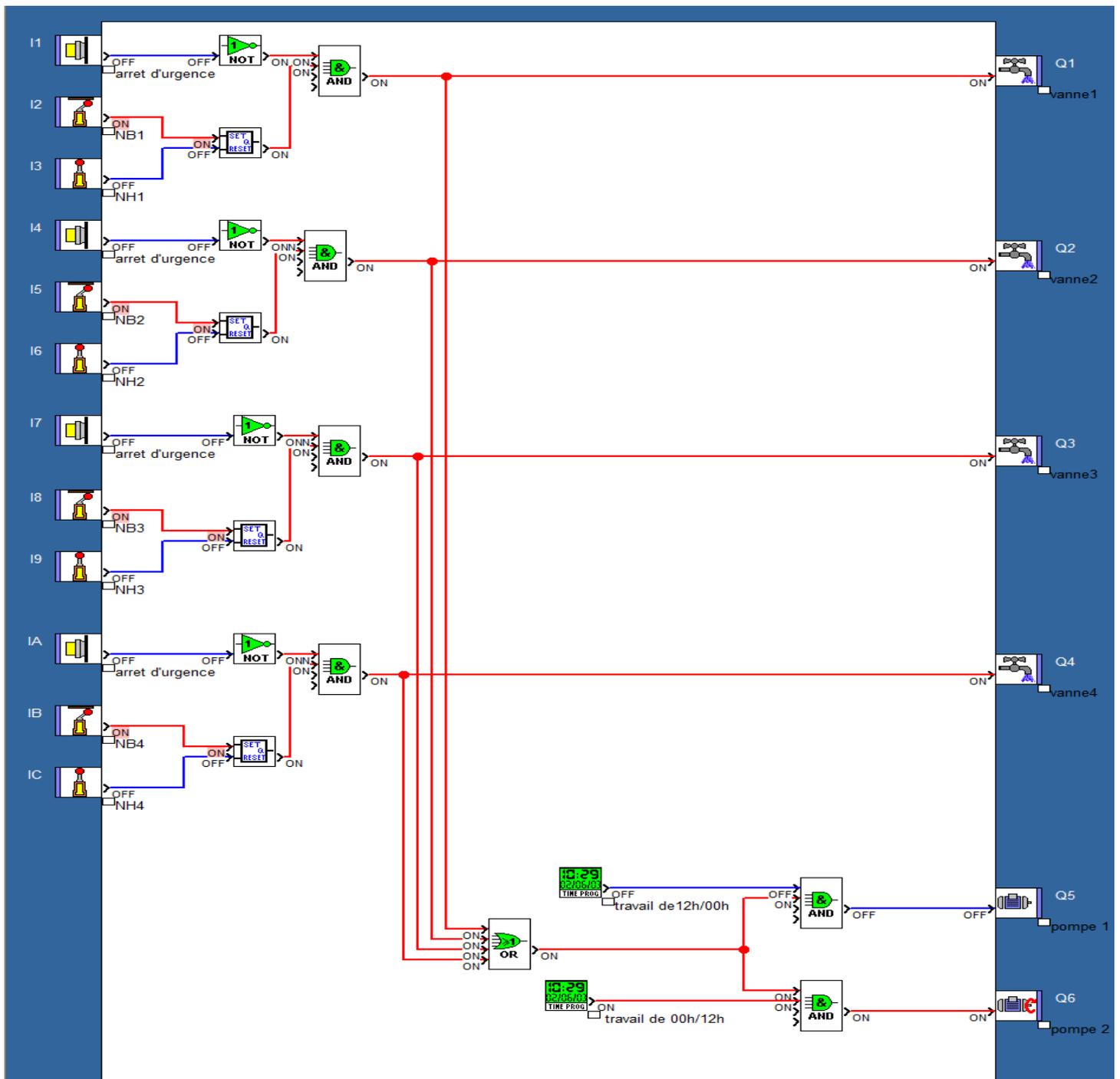


Figure VI. 6 : Démarrage de la pompe 2.

#### IV.7.2.2. La marche manuelle de la pompe

- La marche manuelle est activée par le bouton “marche manuelle“ ;
- La marche manuelle arrête la marche automatique ;
- Un voyant vert indique la marche manuelle et une alarme visuelle “marche manuelle“ ;

- Un voyant rouge activé en marche manuelle indique le niveau bas dans les baches ;  
**“niveau bas dans les baches“.**

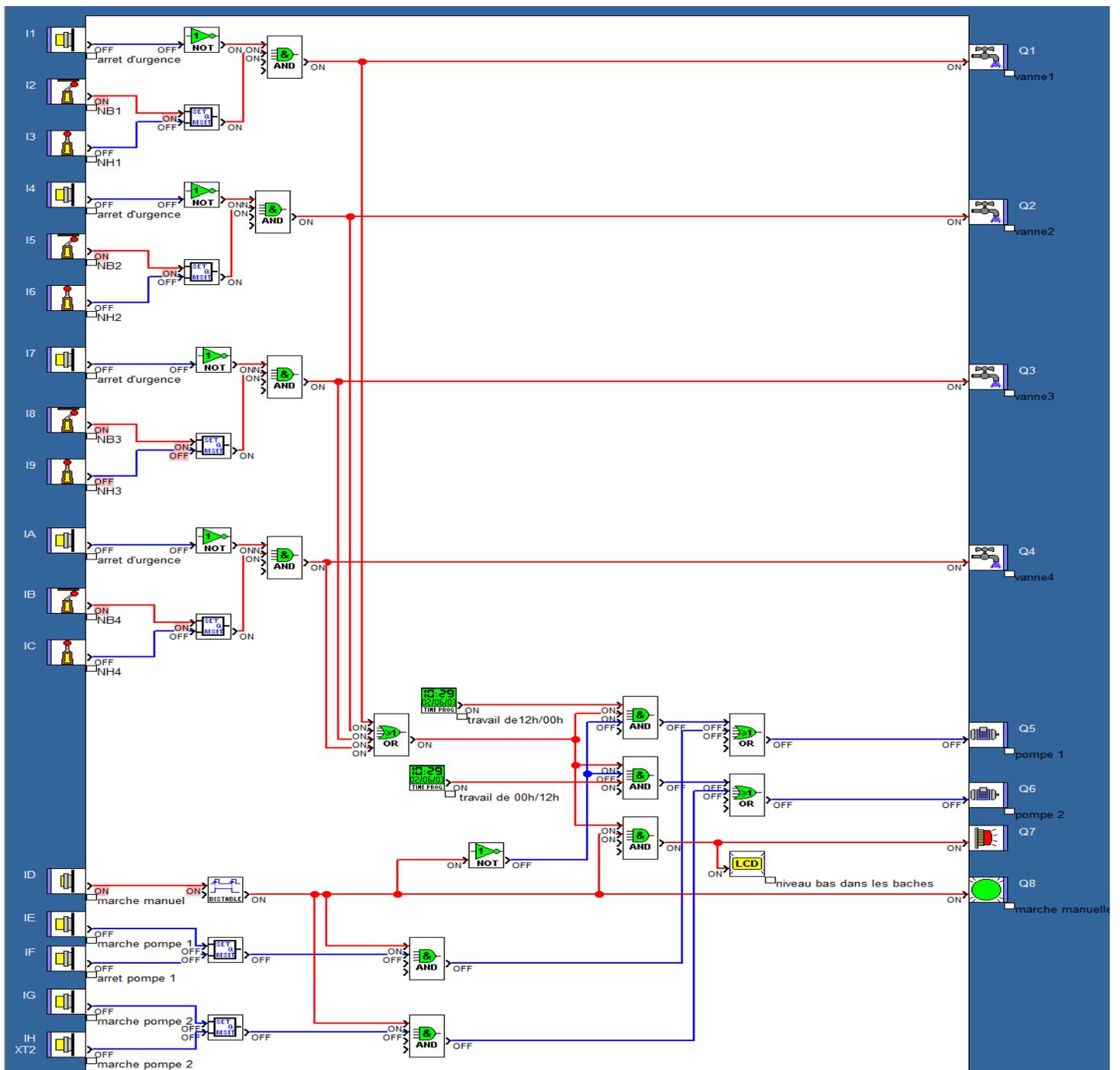


Figure IV. 7 : La marche manuelle des pompes.

- Chaque pompe est commandée par deux bouton
  - ✓ Bouton marche pompe 1.

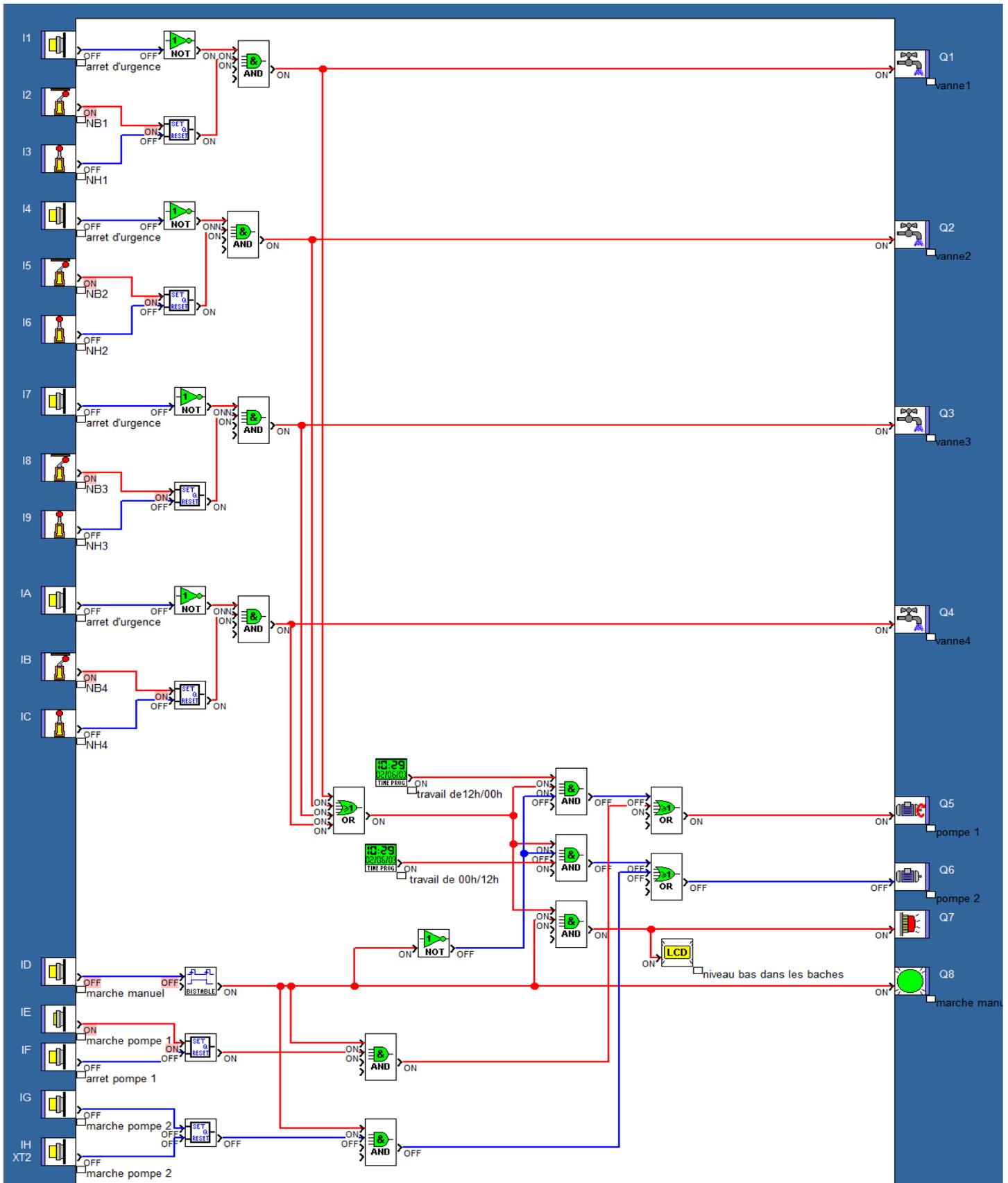


Figure IV. 8 : Marche manuelle de la pompe 1.

✓ Bouton arrêt pompe 1.

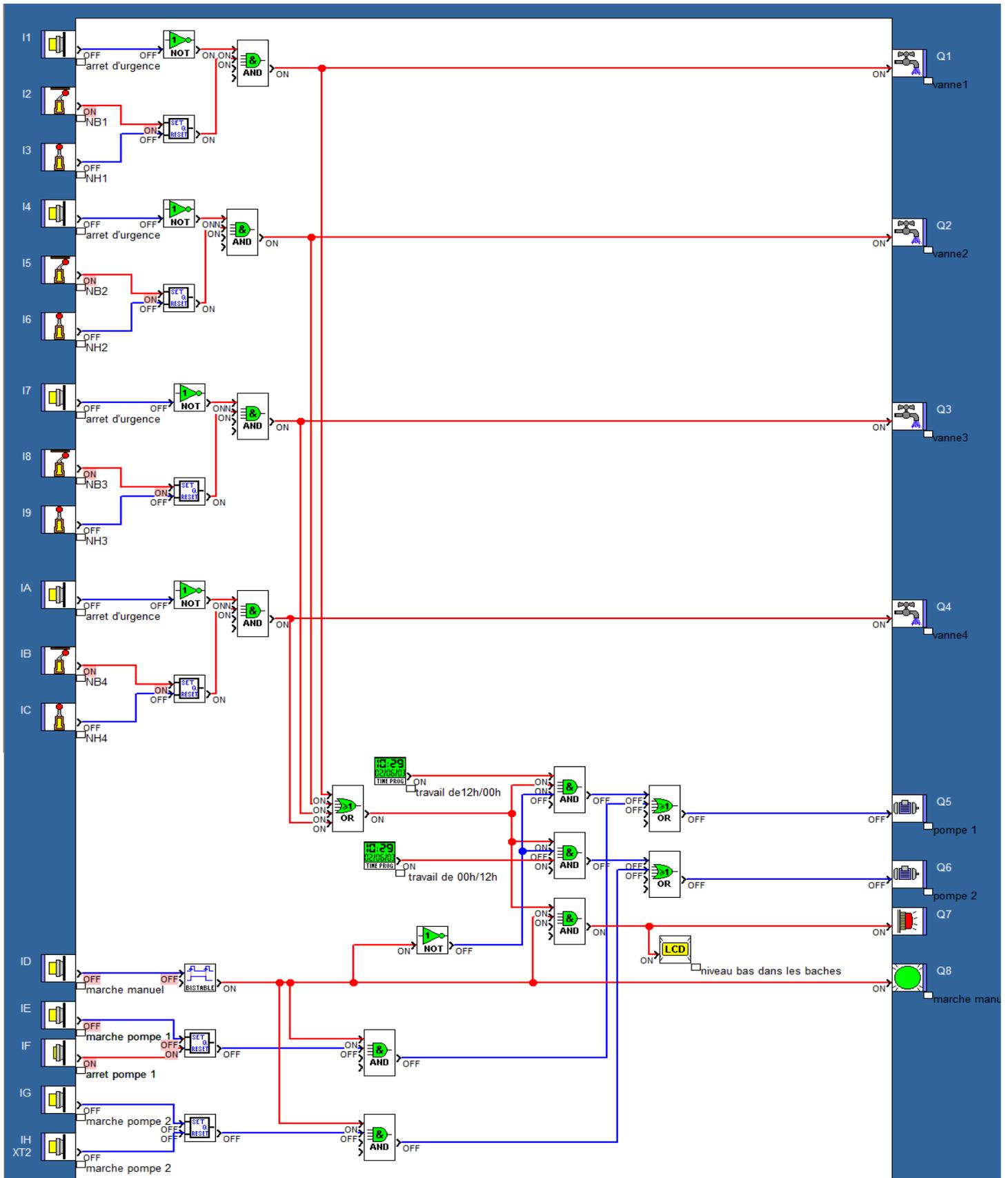


Figure IV. 9 : Arrêt manuelle de la pompe 1.

✓ Bouton marche pompe 2.

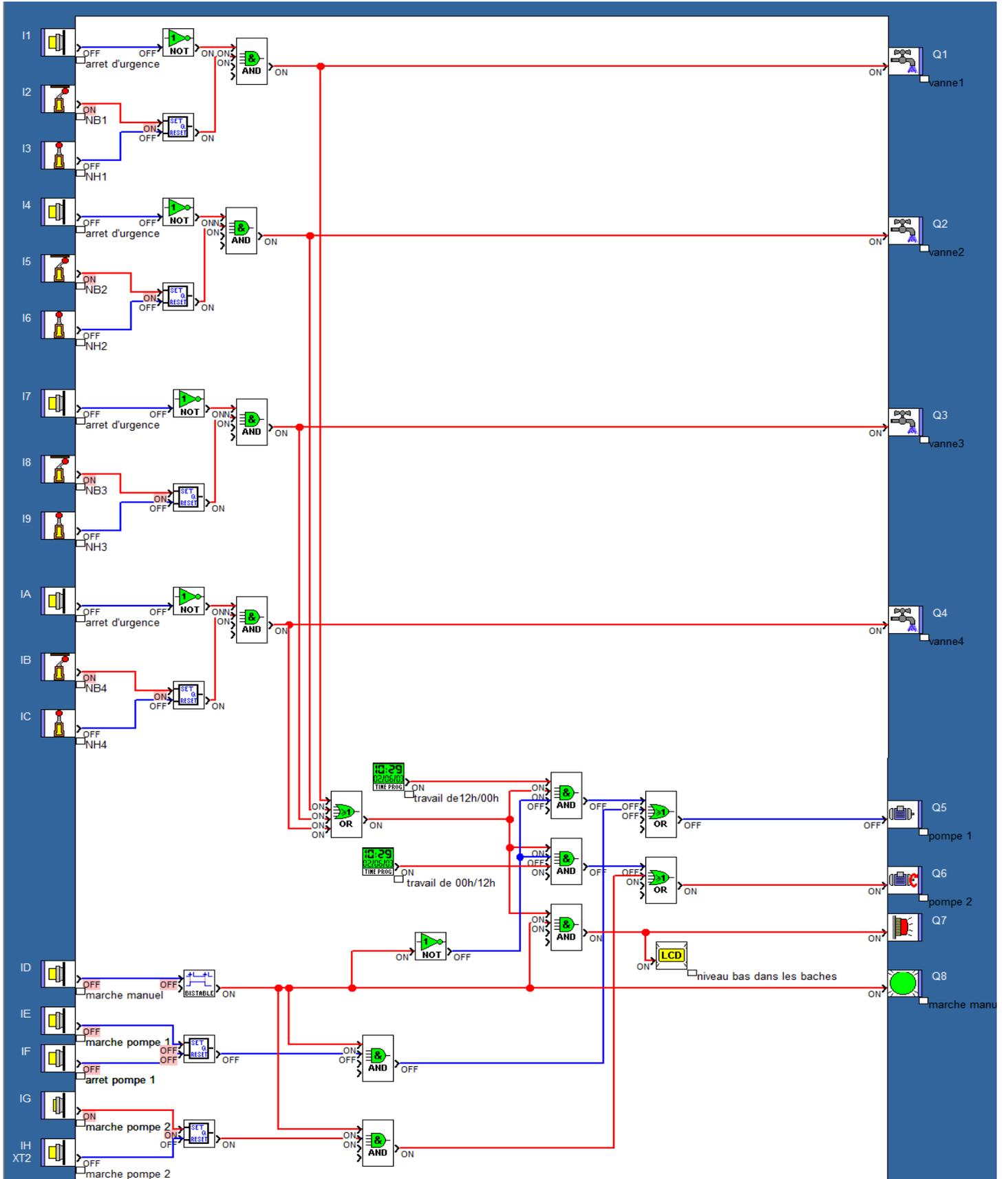


Figure IV. 10 : Marche manuelle de la pompe 2.

✓ Bouton arrêt pompe 2.

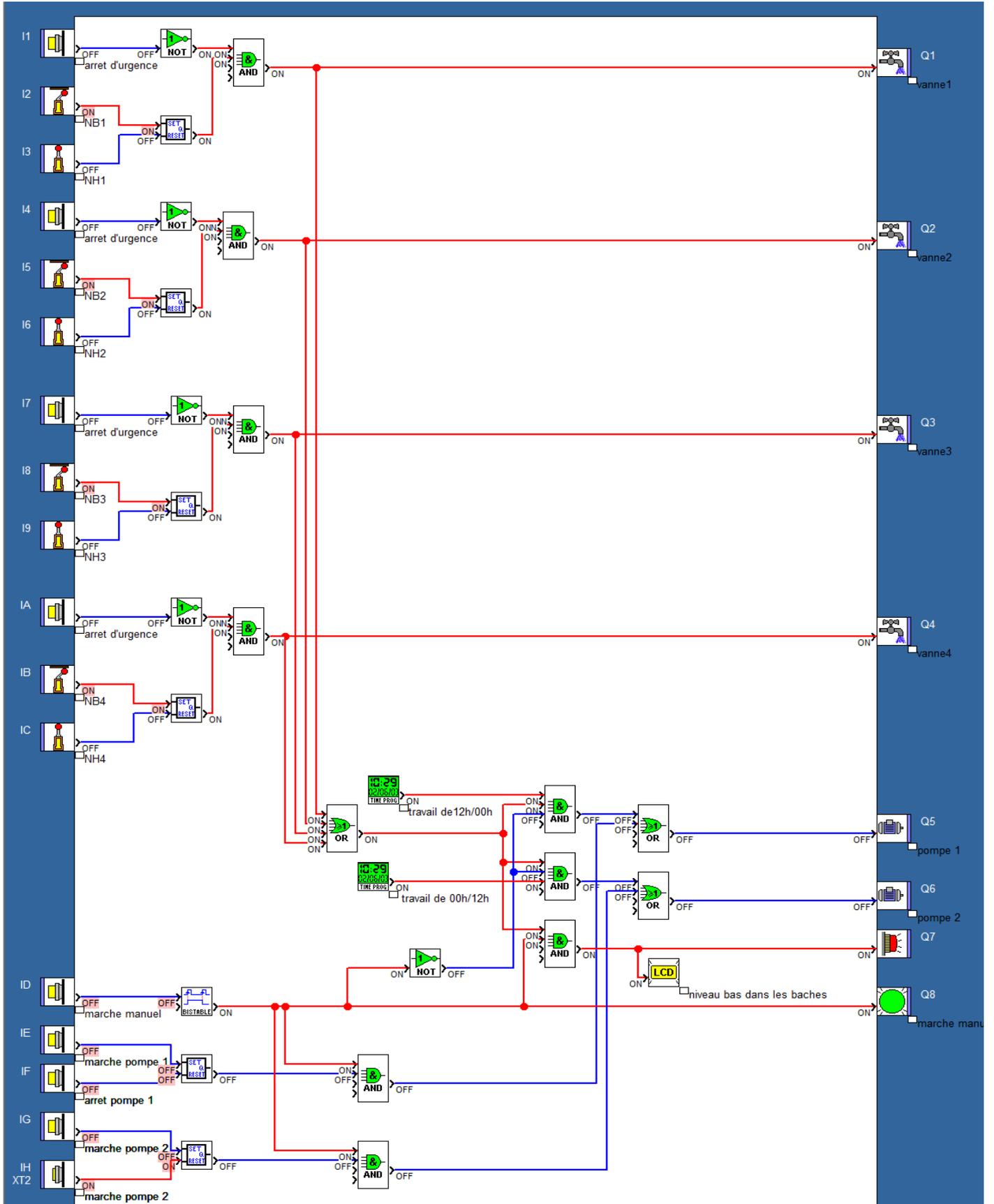


Figure IV. 11 : Arrêt manuelle de la pompe 2.

IV.7.2.3. La commande de la pompe immergée

IV.7.2.3.1. La marche automatique de la pompe immergée

- La marche automatique de la pompe est commandée par les capteurs de niveau d'eau de réservoir 500m<sup>3</sup> ;
  - ✓ Le niveau bas "NB 500" démarre de la pompe immergée ;
  - ✓ Le niveau haut "NH 500" arrête la pompe immergée.
- Le bouton arrêt d'urgence arrête la pompe immergée.

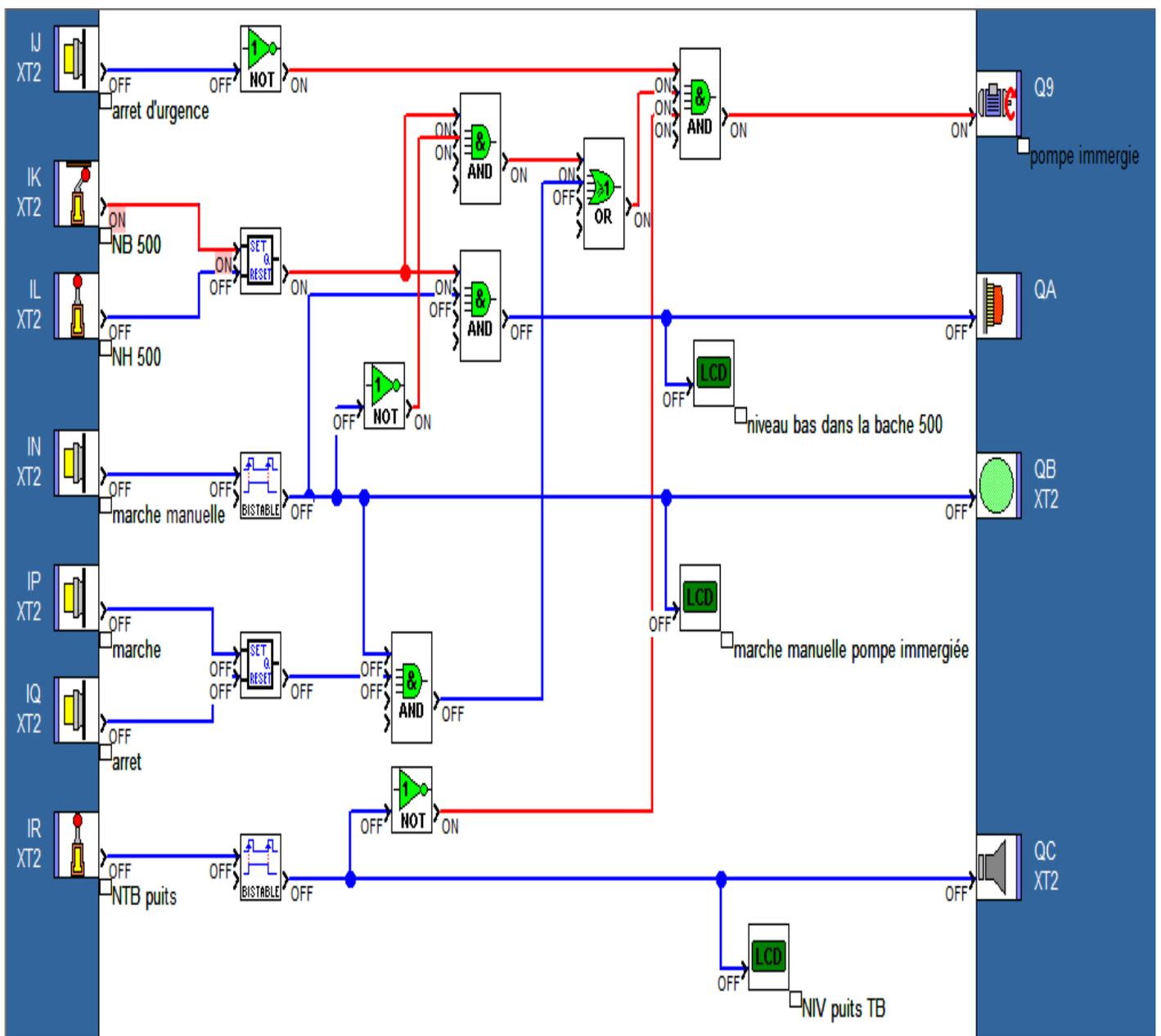


Figure IV.12 : Marche automatique de la pompe immergée.

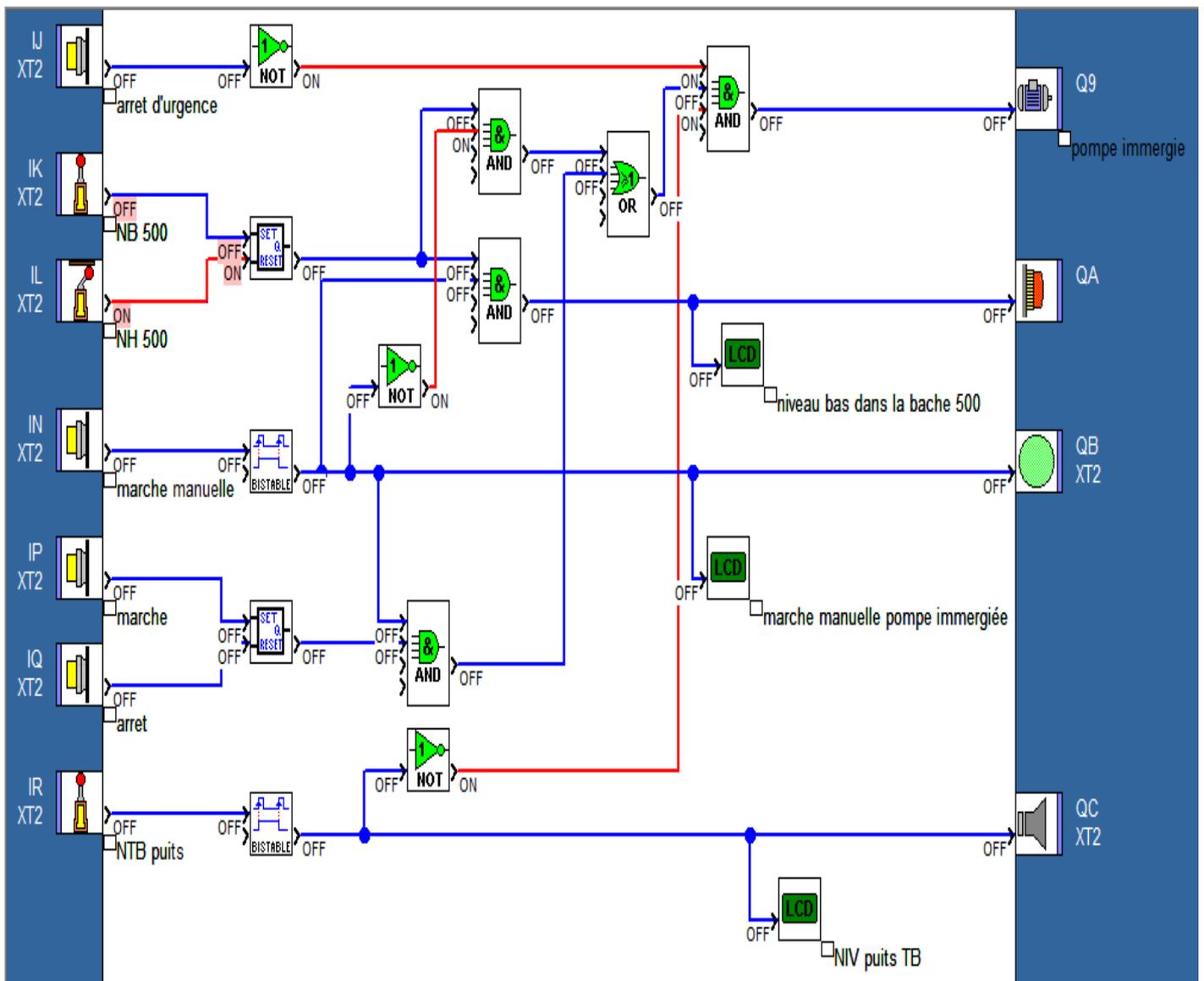


Figure IV.13 : Arrêt automatique de la pompe immergée.

#### IV.7.2.2. La marche manuelle da la pompe immergée

- La marche manuelle est activée par le bouton “**marche manuelle**“ ;
- La marche manuelle arrête la marche automatique de la pompe immergée ;
- Le bouton arrêt d’urgence arrête la pompe ;
- Une alarme visuelle “**marche manuelle pompe immergée**“ ;
- Une alarme visuelle indique le niveau bas dans la bache 500m³ “**niveau bas bache 500**“.

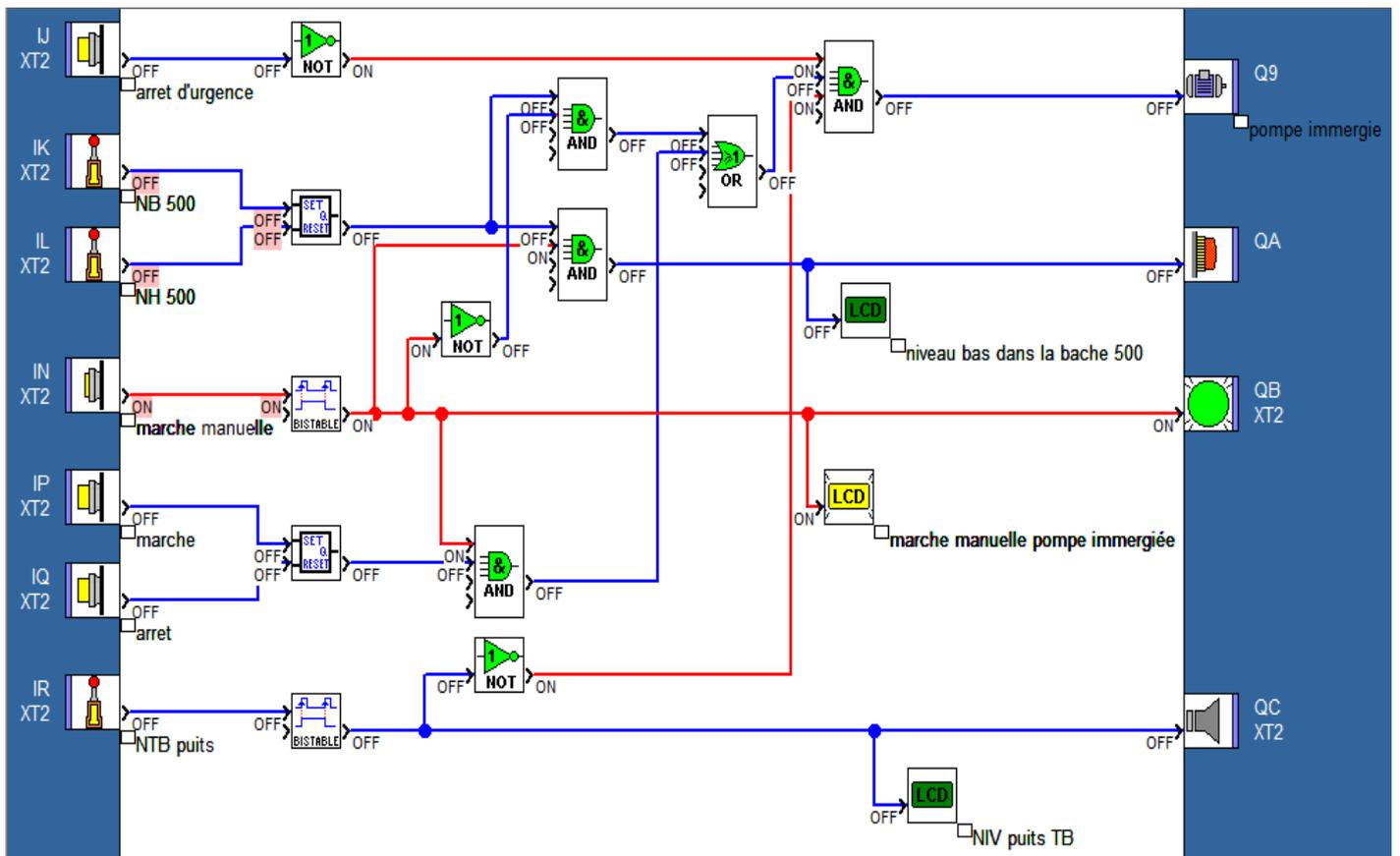


Figure IV. 14 : la marche manuelle de la pompe immergée.

- La marche manuelle est commandée par deux bouton
- ✓ Bouton marche.

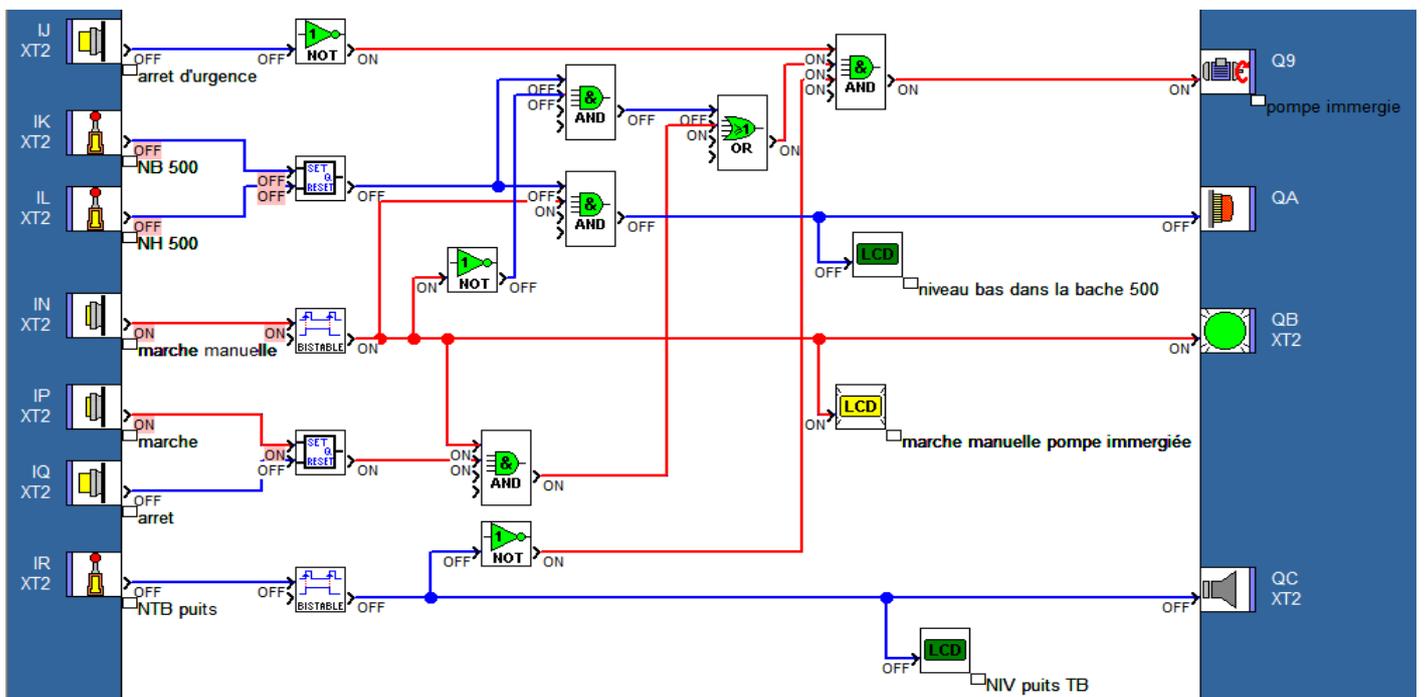


Figure IV.15 : Marche manuelle de pompe immergée.

✓ Bouton arrêt.

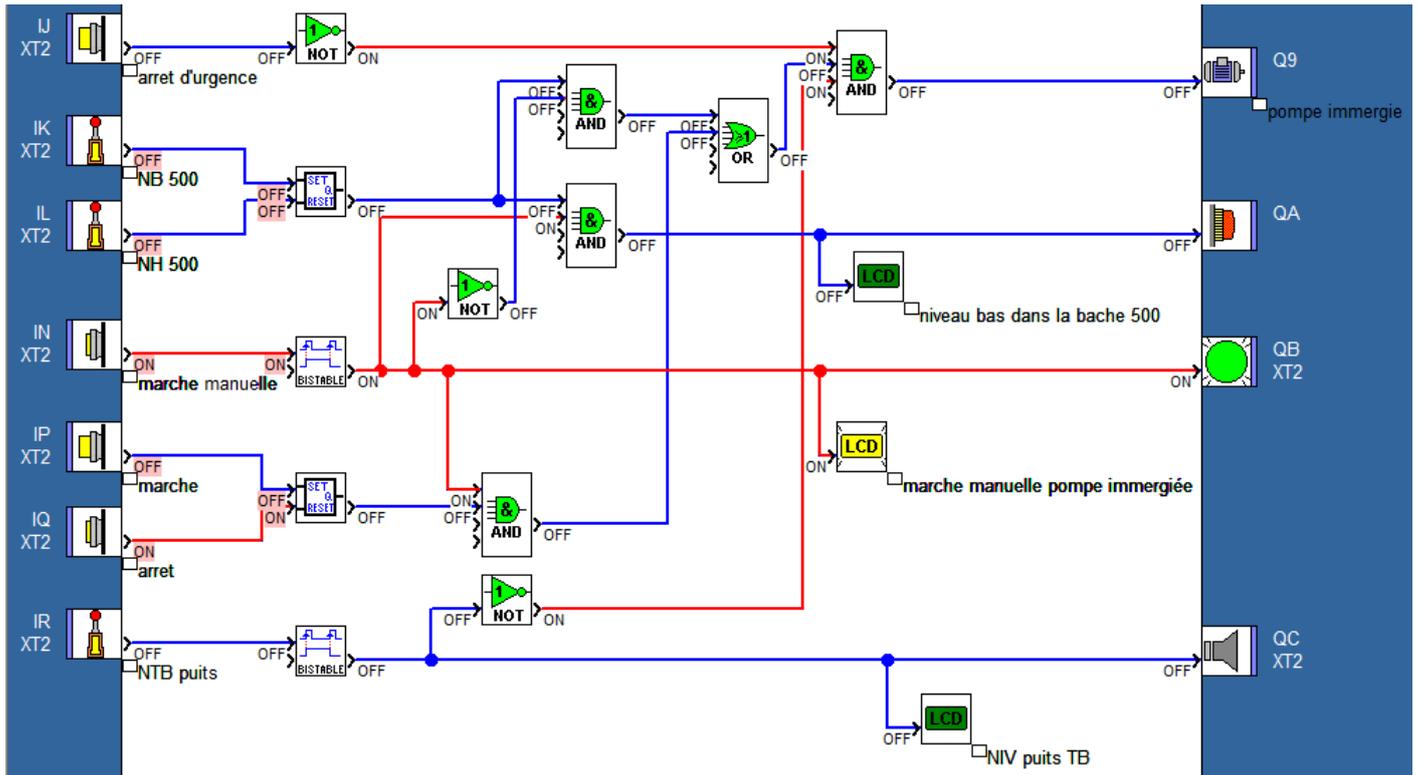


Figure IV.16 : Arrêt manuelle de pompe immergée.

- Le niveau très bas de puits arrête la pompe en marche automatique et en manuelle ;
- Une alarme visuelle indique le niveau très bas dans le puits “NIV puits TB “.

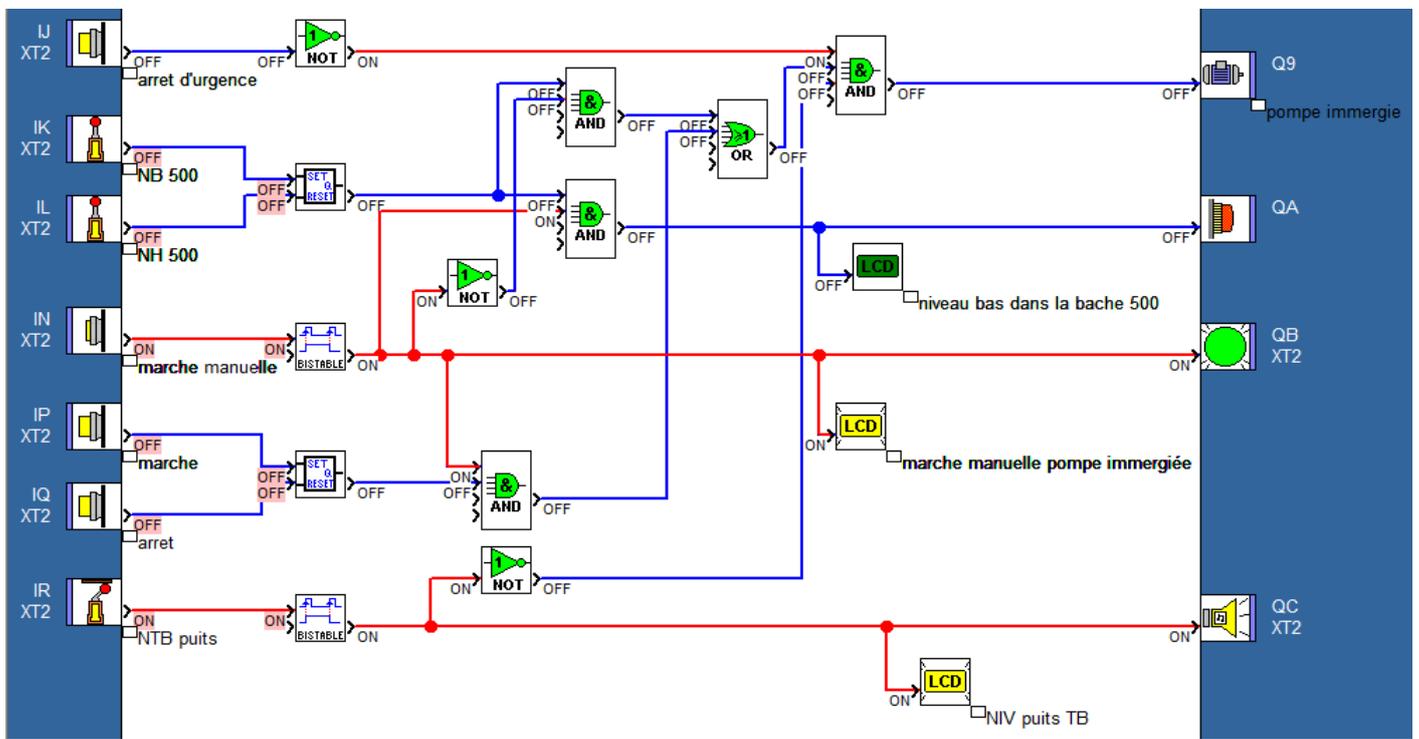


Figure IV.17 : Niveau très bas dans le puits.

Partie signalisation

C'est la partie de sécurité de notre système si on a :

- Un capteur de niveau très bas dans l'une des 04 baches ;
  - ✓ Une alarme visuelle "NIV bache TB ".
- Un Capteur niveau très bas bache 500m<sup>3</sup> ;
  - ✓ Une alarme visuelle "NIV bache 500 TB ".

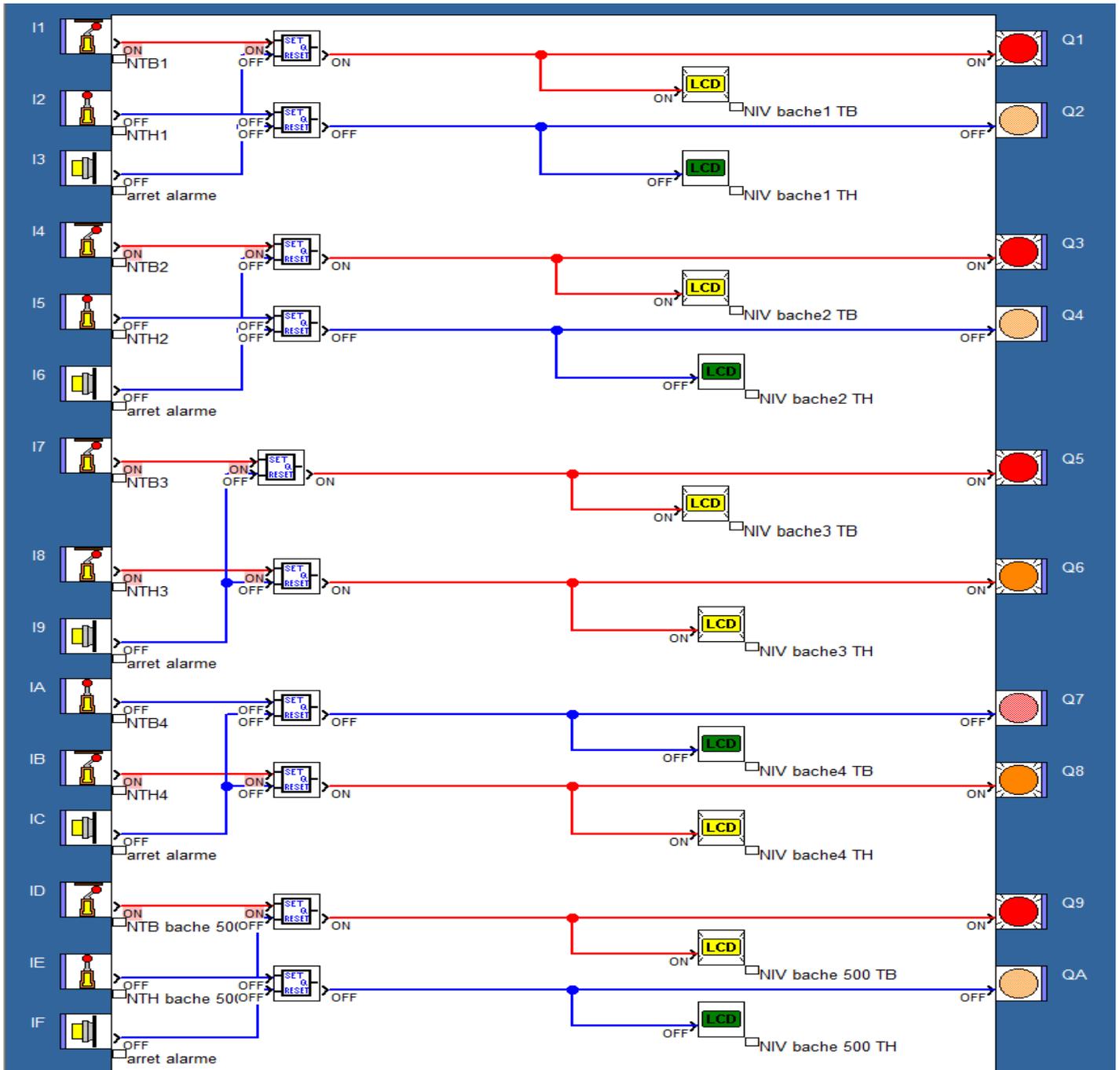


Figure IV.18 : Alarme niveau très bas.

- Un capteur de niveau très haut dans l'une des 04 bâches ;
  - ✓ Une alarme visuelle "NIV bache TH ".
- Un Capteur niveau très haut bache 500m<sup>3</sup> ;
  - ✓ Une alarme visuelle "NIV bache 500 TH ".

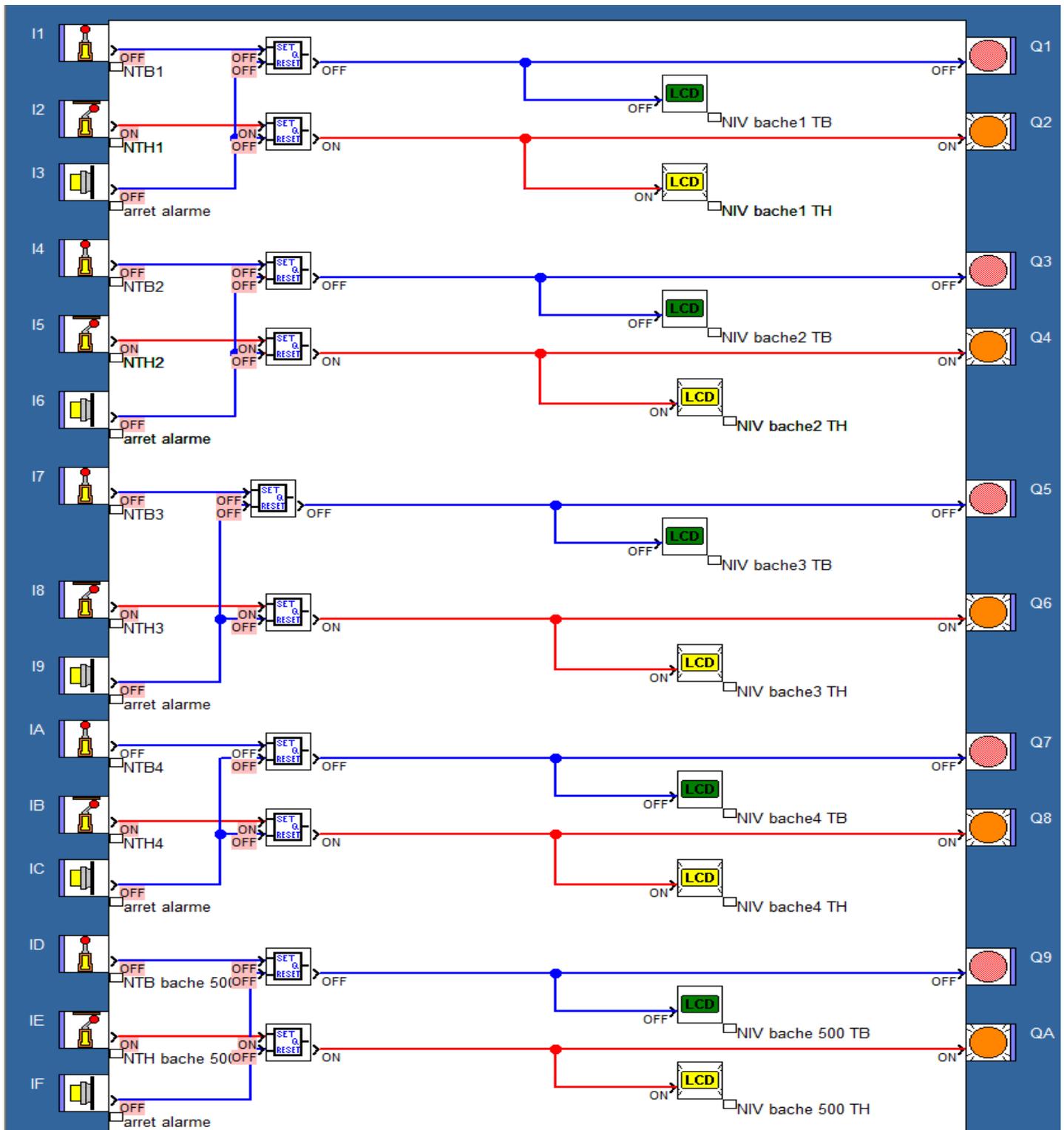


Figure IV.19 : Alarme niveau très haut.

- ✓ Bouton poussoir “arrêt alarmes” arrête les alarmes visuelles.

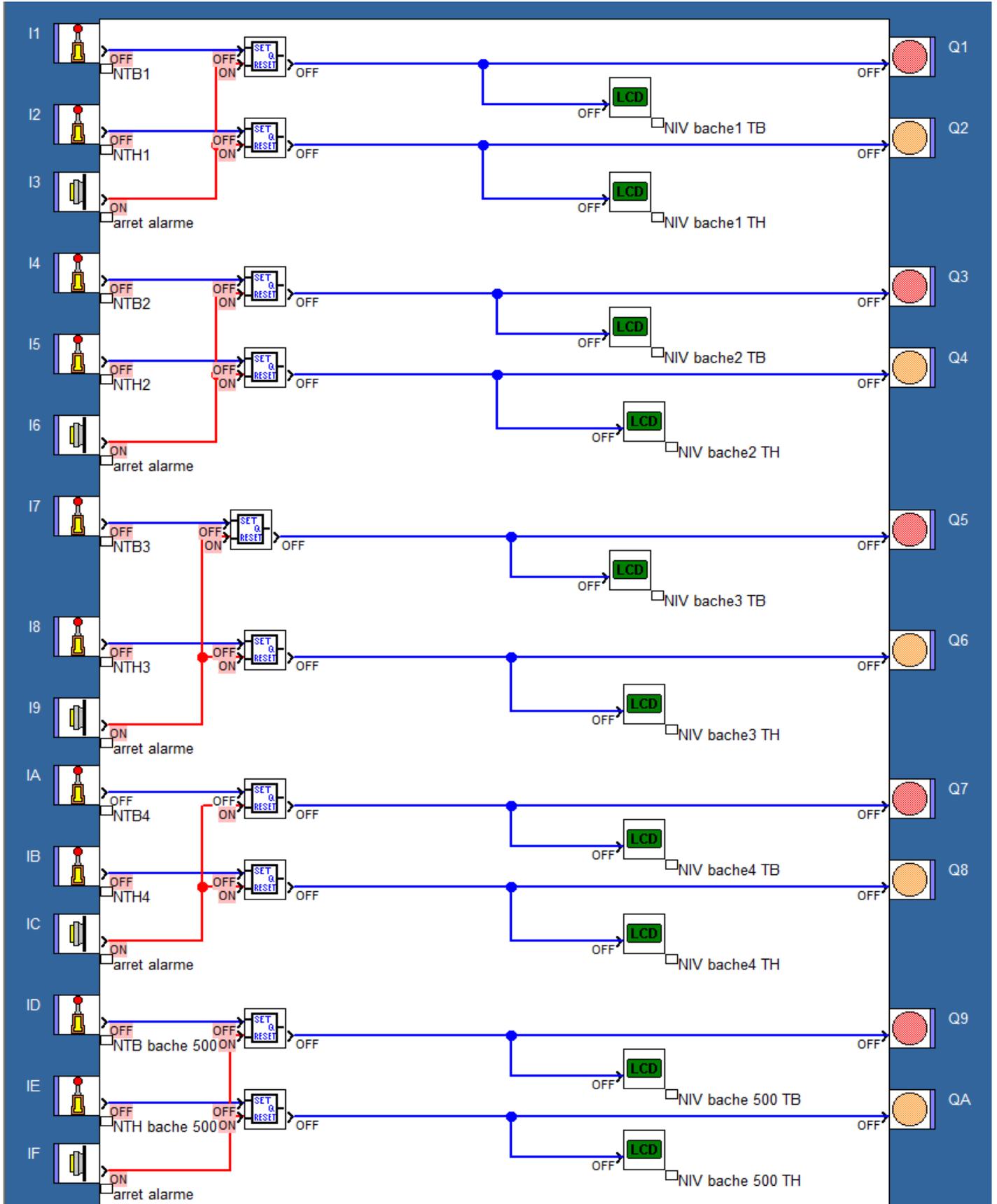


Figure IV.20 : Arrêt des alarmes.

## IV.8. Les étapes de fonctionnement de notre système en langage LADDER

### IV.8.1. Partie fonctionnement

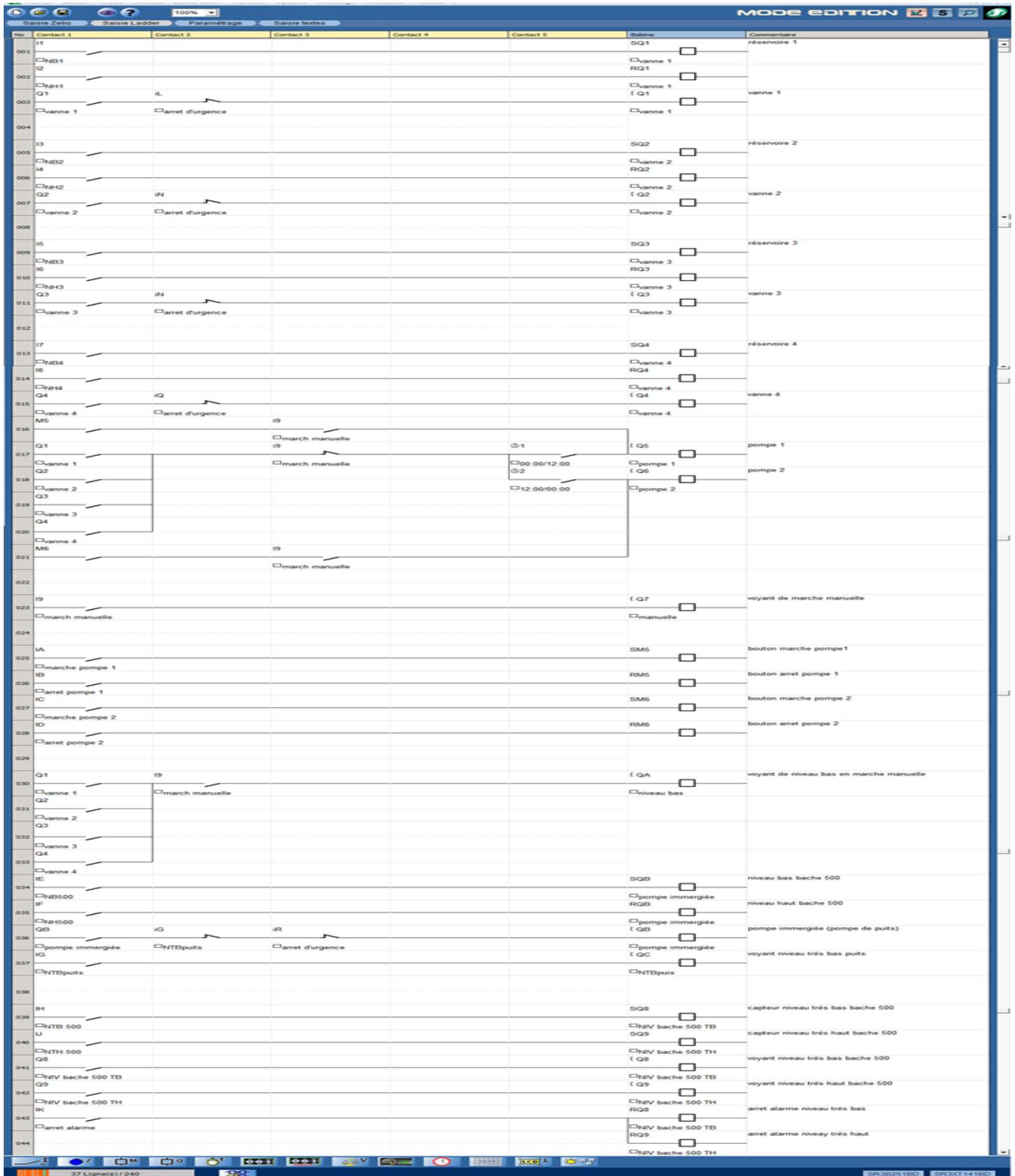


Figure IV.20 : Partie fonctionnement en langage LADDER.

IV.8.2. Partie signalisation



Figure IV.22 : Partie signalisation en langage LADDER.

### IV.9. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons décrit toutes les étapes de notre programmation sous logiciel zélio soft 2, notre programmation est composée de deux parties la partie de fonctionnement et la partie de signalisation avec les deux langages **LADDER** et **FBD** et le cahier des charges de notre système.

# Conclusion générale

### Conclusion générale

La programmation avec le langage Ladder et FBD (Fonction Bloc Diagram) développé dans ce travail en utilisant le programme d'injection Zélio Soft 2, nous a permis d'émuler notre travail dans la conception d'un système de remplissage, le contrôle du niveau d'eau dans les réservoirs, le contrôle des pompes et des 1 vannes du système d'incendie.

La réalisation de cahier des charges a passé par les étapes suivantes :

- ✓ Etablir l'organigramme de fonctionnement.
- ✓ Identifier les entrées et les sorties.
- ✓ Créer un nouveau projet dans le logiciel Zélio Soft 2 en choisissant le module programmable dont on dispose.
- ✓ Observation des résultats.

Nous avons réalisé ce projet grâce aux connaissances théoriques que nous avons acquises lors de notre formation académique d'une part, et d'autre part, aux connaissances acquises lors de la formation pratique au sein de la Société Algérienne de Production d'Electricité. Nous avons beaucoup appris sur le fonctionnement des systèmes automatisés. Nous avons également beaucoup appris sur les automates et leur programmation, en particulier sur l'automate Zélio de Schneider.

Afin d'élargir le spectre d'application de la méthode proposée, plusieurs perspectives peuvent être envisagées. Elles sont citées ci-dessous :

- ✓ Ce projet peut être réalisé, on se basant sur une autre solution qui consiste régulation des vannes.
- ✓ Employer un automate qui possède plus de sorties afin de commande.

# Références Bibliographiques

- [1] : Documentation interne de la centrale thermique ras djinet (archives).
- [2]: **Friedrich NUBER** et **Karl NUBER**. Calcul thermique des chaudières, édition Dunod 1972.
- [3] : **Dupont, A.** : « Hydraulique Urbaine », Tome II : Ouvrage de transport-Élévation et distribution des eaux, Edition Eyrolles, 484 pages, 1979.
- [4] : **Schneider Electric** « Automates Nano et plate-forme d'automatisme Micro »,1999.
- [5] : **Ph. LE BRUN**, « Automates programmables industriels », cours Lycée Louis ARMAND Strasbourg 2001, Disponible sur : <http://educyclopedia.karadimov.info/library/automate.pdf>
- [6] : Cours sur les systèmes automatisés de production « Ressources MEI.MSMA01/C »
- [7] : Définition de l'automatique - E-moniste. Disponible sur :  
[http://www.uvt.rnu.tn/resources--uvt/cours/Automates/chap2/Co/Module\\_chap2\\_6.html](http://www.uvt.rnu.tn/resources--uvt/cours/Automates/chap2/Co/Module_chap2_6.html).
- [8] : **Schneider Electric** « Automates Nano et plate-forme d'automatisme Micro »,1999.
- [9] : **Ph. HOARU** « L'automate programmable industriel », 05 Février 2014.
- [10] : **M. Bertrand** « Automates programmables industriels », Technique de l'ingénieur, disponible sur : <https://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/automatique-robotique/42395210/automates-programmables-industriels-s8015/>
- [11] : **M. BERTRAND** « Automates programmables industriels », 10 mars 2001.
- [12] : **Schneider électrique**. Module logique zélio logique. Edition 1<sup>er</sup> semestre 2004.
- [13] : M. Rabinât (2005) Les stations de pompes d'eau Lavoisier, 6 -ème édition.
- [14] : Jacques (2001) La pompe centrifuge dans tous les états.
- [15] : **M. BENAZZOUZ (2007)** station de pompage.
- [16] : **O.Kesba Khodjet (2013)** Polycopies 1er année ENSH.
- [17] : Sectoriel S.A, « Robinet 736-746 XS avec actionneur pneumatique AP », Edition 2012.
- [18] : **D. Guérin** : Cours de génie Électrique, 2016. TSI1 - Lycée Ei\_el - Dijon.