

**République Algérienne Démocratique et Populaire**  
**Ministère de l'Enseignement Supérieur et Recherche Scientifique**  
**Université de Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou**

Faculté de Génie électrique et de l'informatique  
Département : Electronique



## **Mémoire de fin d'études**

**En vue de l'obtention du diplôme de Master 2 professionnel**  
**Option : Electronique industrielle**

### **Thème**

*Etude & Intégration de la boucle de régulation du  
niveau d'huile d'étanchéité du compresseur dans le  
système de contrôle-commande TRICONEX de l'unité  
GPL 1*

**Dirigé par :**

Z.AMIROU  
B.BOUARFA

**Présenté par :**

BOUHERAOUA AZIZ  
KOUAL ABDELKADER

Promotion : 2014 - 2015



## **REMERCIEMENT**

*On dit souvent que le trajet est aussi important que la destination. Le long de ces années de maîtrise dont on a permis de bien comprendre la signification de cette phrase toute simple. Ce parcours, en effet, ne s'est pas réalisé sans défis et sans soulever de nombreuses questions pour lesquelles les réponses nécessitent de longues heures de travail.*

*On tient à la fin de ce travail à remercier **ALLAH** le tout puissant de nous avoir donné la foi et de nous avoir permis d'en arriver là, malgré tous les sacrifices qu'on a vécus et tous les défis qu'on a pu surmonter tout en long de cette années qui est été spéciale ; très spéciale.*

*Nous tenons à présenter nos vifs remerciements à **Mme. AMIROU** notre promotrice de mémoire dont sa disponibilité, son savoir faire son soutien sa compréhension et sa gentillesse et pour son aide précieuse, qui nous a guidé d'achevé et terminer ce modeste travail. Ainsi qu'à nos Co-promoteurs **Mr. BOUARFA Bouchakor** et **Mr. BELKACEM Brahim** pour leurs conseils avertis ce qui nous a permit de réaliser notre travail dans sa meilleur forme.*

*Nous adressons également nos remerciement à tous les professeurs qui on contribué a notre formation durant notre cycle d'étude, en particulier l'ensemble des professeurs du département **ELECTRONIQUE**.*

*Nos remerciements s'adressent également au personnel de la division maintenance du Centre Industriel Sud de la région de Hassi Messaoud et particulièrement aux membres du service **SPEED TRONIQUE**, **Mr. OULHADJ** et **Mr. ARRAR**. Ainsi que **Mr. MORSLI** et **Mr. DIB** du service **PRÉPARATION** qui ont contribués à notre formation durant tout le stage.*

*Notre respect aux membres de jury, qui nous feront l'honneur d'accepter et de juger ce modeste travail, et d'apporter leurs réflexions et leurs critiques scientifiques.*

*Enfin, nous tenons à remercier également toute personne aillant contribuer de près ou de loin afin de mener ce projet à terme.*



# Dédicace

Je dédie le fruit de mes années d'études à mes très chers parents qui m'ont tout donné leur amour et leurs sacrifices éternels pour que je puisse suivre mes études dans de bonnes conditions et qui ne cessent pas de m'encourager et de veiller pour mon bien, sans leurs soutient ce travail n'aurait jamais vu le jour.

A ceux qui sont la source de mon inspiration et mon courage, à qui je dois de l'amour et de la reconnaissance :

- Mon frère : Mohamed.
- Mes sœurs : Siham et Nesrine.
- Tous mes ami(e)s sans exception.
- Tous ceux qui m'ont aidé pour l'obtention de ce diplôme et à tous ceux que j'aime bien.
- À Mon binôme ABDELKADER ainsi qu'à toute sa famille, et toutes ces personnes et à celles que j'ai peut être oubliées j'adresse mes sentiments les plus chaleureux.

***AZIZ***

# Dédicace

Je dédie le fruit de mes années d'études à mes très chers parents qui m'ont tout donné leur amour et leurs sacrifices éternels pour que je puisse suivre mes études dans de bonnes conditions et qui ne cessent pas de m'encourager et de veiller pour mon bien, sans leurs soutient ce travail n'aurait jamais vu le jour.

A ceux qui sont la source de mon inspiration et mon courage, à qui je dois de l'amour et de la reconnaissance :

- Mon frère : Massinissa.
- Toutes mes sœurs.
- Tous mes ami(e)s sans exception.
- Tous ceux qui m'ont aidé pour l'obtention de ce diplôme et à tous ceux que j'aime bien.
- À Mon binôme AZIZ ainsi qu'à toute sa famille, et toutes ces personnes et à celles que j'ai peut être oubliées j'adresse mes sentiments les plus chaleureux.

***ABDELKADER***

## **SOMMAIRE**

<b>Introduction générale</b> .....	02
 <b>Chapitre I : Présentation du complexe de HASSI MESSAOUD et l'unité GPL 1</b>	
I.1. Présentation de la direction régionale (HMD) .....	05
I.1.1. Les objets de la direction générale de HMD.....	06
I.2. Présentation de la SONATRACH.....	06
I.2.1. Historique.....	06
I.2.2. Les Activités principales de la SONATRACH.....	08
I.3. Présentation du centre industriel sud CIS .....	08
I.4. La direction Maintenance .....	09
I.4.1. Les départements de soutien .....	10
a) Département de méthodes .....	10
b) Département maintenance centrale .....	10
c) Service télémétrie.....	10
I.4.2. Les départements d'interventions .....	10
a) Département compression .....	10
b) Département CINA .....	10
c) Département CIS .....	10
I.5. Service GPL1 .....	11
I.5.1. Schéma synoptique de l'unité GPL1/sud .....	12
I.5.2. Description du procédé .....	13
I.5.2.1 Refroidissement et compression du gaz d'alimentation .....	13
I.5.2.2 Déshydratation et Régénération.....	13
I.5.2.3 Compression et Refroidissement de l'alimentation combinée .....	14
I.5.2.4. Détente de la charge.....	14

I.5.2.5 Groupe compresseur et détenteur.....	15
I.5.2.6 Description du Déethaniseur.....	15
I.5.2.7 Description du débutaniseur.....	15
I.5.2.8 Description du dépropaniseur.....	16
I.5.2.9 Système d'huile chaude.....	16
I.5.2.10 Unité de réfrigération de propane.....	17
I.5.2.11 Système d'humidification d'air.....	17
I.5.2.12 Tour de refroidissement de l'eau de la boucle de propane.....	17
I.5.2.13 Système de fuel gaz.....	17
I.5.3.14 Système d'air instrument.....	18
I.5.2.15 Système d'injection du méthanol.....	18
I.5.2.16 Zone de stockage et expédition.....	18
I.6 Conclusion.....	18

## **Chapitre II : Description de régulation du niveau d'huile d'étanchéité**

II.1. Introduction.....	20
II.2. Description des différents instruments de la boucle.....	20
II.2.1. Pompe volumétrique.....	20
a) Pompes d'étanchéité.....	20
• Pompe principale (P-682A).....	20
• Pompe auxiliaire (P-682B).....	20
II.2.2. Filtres jumelés.....	21
II.2.3. Vanne de régulation.....	21
a) Vanne de contrôle du niveau d'huile d'étanchéité (LV-670).....	21
II.2.4. Transmetteurs pneumatiques.....	21
a) Transmetteur de niveau (LT-670).....	21
II.2.5. Réservoir d'huile d'étanchéité (ballon).....	21
II. 2.6. Vanne de by-pass (PCV-672).....	22

II.2.7. Interrupteur de pression à 2 contacts (LSL-670).....	22
II.2.8. Jauge de niveau (LG).....	22
II.2.9. Manomètre différentiel de pression (PDI-674).....	22
II.2.10. Manomètre différentiel de pression (PDI-675).....	22
II.2.11. Manomètre (pi 668).....	22
II.3. Avantages et inconvénients de la régulation pneumatique.....	24
II.4. Avantages et inconvénients de la régulation numérique .....	24
II.5. Conclusion .....	25

### **Chapitre III : L'API Triconex et les logiciels Tristation et Intouch.**

III.1. Introduction.....	27
III.1.1. Système d'exploitation.....	27
III.1.2. Programme utilisateur .....	27
III. 2. Définition de l'Automate Programmable Industriel.....	27
III.3. TRICONEX.....	28
III.3.1. Architecture Triplée Modulaire Redondante (TMR) de TRICONEX ...	28
III.3.2. Avantage de l'architecture Triplée Modulaire Redondant (TMR).....	29
III.3.3. Principe de fonctionnement.....	30
III.3.4. Configuration du système.....	30
III.4. Le LOGICIEL TRISTATION 1131.....	32
III.4.1. Les étapes pour créer une application .....	34
III.5. Présentation du logiciel de supervision INTOUCH.....	42
III.6. Conclusion.....	42

### **Chapitre IV : Programmation et Simulation.**

IV.1. Introduction.....	44
IV.2. Identification des Entrées & Sorties libres sur le rack de l'automate .....	44

IV.3. Identification physique des E/S de la boucle de régulation .....	46
IV.4. Identification au niveau des borniers des points de réserve .....	48
IV.5. Cahier des charges .....	49
IV.5.1. Démarrage des pompes .....	49
IV.5.2. La sélection des pompes.....	49
IV.5.3. L'arrêt des pompes.....	49
IV.5.4. Le régulateur .....	49
IV.5.5. Les sécurités .....	49
IV.5.6. La maintenance des pompes .....	50
IV.6. Programmation et compilation de la séquence.....	51
IV.6.1. Programmation du démarrage et de l'arrêt des deux pompes .....	51
IV.6.2. Programmation de la sélection .....	57
IV.6.3. Programme pour la maintenance des pompes .....	58
IV.6.4. Programme pour la simulation du niveau .....	60
IV.6.5. Programme de la régulation de niveau.....	61
IV.6.6. Programmation des alarmes .....	62
IV.7. Teste du fonctionnement de la séquence en mode simulation .....	63
IV.8. Teste de la boucle et la commande des pompes à partir du «HMI» .....	84
IV.9. Conclusion .....	86
<b>Conclusion générale .....</b>	<b>88</b>
<b>Bibliographie.....</b>	<b>89</b>
<b>Liste des figures .....</b>	<b>90</b>

# **Introduction Générale**

# *Introduction générale*

La technologie ne cesse d'évoluer de jour en jour dans tous les domaines industriels, notamment dans le secteur pétrolier et gazier où les rentes monétaires sont nettement appréciables, donc il est indispensable de passer au transfert de la technologie vétuste à la technologie de pointe ; afin d'avoir une flexibilité et une souplesse d'exploitation, assurer une bonne maintenance préventive et prédictive des machines et équipements statiques, la continuité dans le processus de production réponds aux nouvelles exigences et normes de sécurité et d'environnement, assurer une bonne traçabilité et garantir une bonne qualité du produit fini afin de répondre aux exigences du client.

C'est dans cette optique, que l'entreprise nationale des hydrocarbures SONATRACH, s'est distinguée en procédant à la rénovation de ses systèmes de contrôle, remplaçant ainsi les anciens systèmes à logique câblée et autres pneumatiques par la nouvelle génération de systèmes numériques plus performantes susceptibles d'améliorer la fiabilité, d'assurer la sécurité industrielle et d'augmenter le rendement en production et de faciliter le diagnostic et la maintenance.

Parmi les systèmes de contrôle numérique qui sont largement en expansion dans le domaine industriel, les automates programmables industriels (API), ont atteint leur maturité, notamment grâce aux récentes avancées technologiques dans le domaine des microprocesseurs et d'architecture de système et de logiciel.

Dans le cadre de notre projet de fin d'étude, nous avons effectué un stage au sein de l'entreprise SONATRACH, division production de Hassi Messaoud. Nous nous sommes intéressés particulièrement au développement de la commande numérique de la boucle de régulation du niveau d'huile d'étanchéité de la dite unité.

La régulation du niveau d'huile d'étanchéité est assurée par un régulateur pneumatique LIC 670 monté dans la salle de contrôle. La commande & la sélection des deux pompes d'étanchéité se font à travers un tableau de commande équipé de sélecteurs manuels.

Ce type de régulation d'ancienne technologie est devenu obsolète et présente plusieurs difficultés notamment sa maintenance et la possibilité d'analyser les perturbations du niveau d'huile d'étanchéité qui peuvent surgir. La commande des pompes d'étanchéité est à base des relais et des sélecteurs manuels qui ne sont plus disponibles comme pièce de rechange et qui sont souvent une source de perturbation de la commande des pompes.

L'objectif poursuivi dans ce projet de fin d'étude est d'étudier la boucle de régulation de niveau d'huile d'étanchéité du compresseur et l'intégrer dans un nouveau système de contrôle commande TRICONEX de l'unité GPL1.

Ce dernier est d'une nouvelle technologie avec une architecture modulaire qui assure la séquence de démarrage et d'arrêt, contrôle des boucles de vitesse, contrôle de la boucle de température et contrôle de la boucle de la vanne de gaz de la machine. Cette alternative a été motivée beaucoup plus par la disponibilité de cet automate au niveau de la même unité, sa flexibilité, sa fiabilité, mais il n'est pas exploité à 100%.

A cet effet, pour présenter convenablement notre travail, nous avons organisé ce manuscrit comme suit :

- Le premier chapitre présente l'entreprise d'accueil et la description du procédé de l'unité GPL1.
- La description de la boucle de régulation du niveau d'huile d'étanchéité a fait l'objet du deuxième chapitre, où nous nous sommes intéressés aux différents instruments de ce circuit.
- Dans le troisième chapitre, nous décrivons le système de commande TRICONEX, son logiciel de programmation TRISTATION 1131 et le logiciel de simulation INTOUCH.
- Finalement, le quatrième chapitre est consacré à la programmation de la boucle de régulation et représentation sur le HMI.

# CHAPITRE I

## Présentation du complexe de HASSI MESSAOUD et l'unité GPL 1



### I.1. Présentation de la direction régionale (HMD)

La direction régionale de Hassid Messaoud distante de la capitale de 900 km d'après la figure ci-dessous (Fig I.1), constitue l'une des principales régions de production appartenant à la Sonatrach. La richesse de Hassid Messaoud en matière d'hydrocarbures depuis la découverte du premier puits a conduit à la mise en place de moyens immenses. [1].



Fig I.1 : La situation géographique du champ de Hassi Messaoud

### **I.1.1. Les objectifs de la direction générale Hassi Messaoud**

- La conduite des opérations en conformité avec les règles et les consignes de sécurité ;
- La réalisation des travaux de développement et la prestation de toute assistance nécessaire afin d'obtenir la mise en production rapide des puits et installations de surface ;
- L'engineering et la réalisation des travaux neufs de la direction régionale ;
- L'approvisionnement et le stockage en temps voulu et au cout optimal du matériel nécessaire aux opérations ;
- La gestion et l'entretien du parc véhicules, camions et engins ;
- La réalisation des opérations comptables et financières relatives aux activités de direction régionale ;
- L'élaboration et le suivi des budgets de la direction régionale ;
- La gestion administrative du personnel et les prestations d'hébergement, de restauration et de transport.

## **I.2. Présentation de SONATRACH**

### **I.2.1. Historique**

- C'est le 15 Janvier 1956 à la suite d'une campagne sismique que fut décidé la réalisation du premier forage pétrolier (MD1) sur le champ de Hassid Messaoud, non loin du puits chamelier ;
- Ce forage a mis en évidence des grès cambriens producteurs d'huile à 3338m de profondeur ;
- Le 16 Mai 1957, à 7 km de MD1 sur la partie Nord du champ, un deuxième puits est foré dans la continuité du premier gisement de 1957 à 1958 le forage de 20 puits et la réalisation d'unités de séparation ont permis la mise en exploitation du champ, En Mai 1959 le premier oléoduc de 24" (pouces) de diamètre est mis en exploitation et relie le centre principal de stockage de Hassi Messaoud (Haoud-EI-Hamra) au port pétrolier de Bejaia de 1959 à 1964 (153 puits) ont été mis en exploitation ;

- Parallèlement 7 puits injecteurs de gaz ont été équipés afin de permettre le démarrage de la première phase de récupération secondaire à travers la mise en service des deux premières stations de réinjection de gaz haute pression (UC1 et SC1) ;
- De 1964 à 1968 le développement du champ qui a connu un important essor entre 1957 et 1962 (137 puits forés) a été ralenti ;
- En effet entre 1963 et fin 1967(40 puits) ont été forés, soit une moyenne de 8 puits/an. A partir de 1968 le rythme élevé de forage a repris avec une moyenne de 31 à 32 puits/an. La production de pétrole, quant à elle a atteint le seuil des 23,2 millions de tonnes en 1970 ;
- De 1972 à 1977(34 puits) par ans, en moyenne ont été forés.
- De 1978 à 1984, le développement des forages continue. La **SONATRACH** investit dans la récupération des gaz initialement torchés en réalisant des stations de compression des gaz séparés aux étapes intermédiaires et ce dans les deux complexes ;
- Une unité de fractionnement condensât (UFC) a été également réalisée ainsi qu'une nouvelle raffinerie d'une capacité de traitement de un (01) million de tonnes mise en service 1979 permettant par ailleurs l'approvisionnement du Sud Algérien en produits finis ;
- De 1984 à 1987 deux nouvelles stations de réinjection de gaz sont réalisées et mises en exploitation (SC5 & SC6) ainsi qu'une station de compression R4 / R5 ;
- Le développement du champ de Hassi Messaoud est toujours intense et harmonieux ;
- De 1987 à 1993 de nouvelles installations sont réalisées et mises en service entre :
  - Deux stations de réinjection de gaz haute pression (SC7 et SC8) ;
  - Deux unités satellite pour la séparation et la compression du gaz sur champ ;
  - Une unité de récupération des gaz torchés (LDBP 2).

A la fin de l'année 1993 le nombre de puits forés atteint le chiffre de 850.

- Dès l'année 2000 quatre nouvelles stations de compression sont mise un suivi (SC9-SC10-SC11-SC12).

### **I.2.2. Activités principales de la SONATRACH**

SONATRACH est une compagnie algérienne de recherche, d'exploitation, de transport par canalisation, de transformation et de commercialisation des hydrocarbures et leurs dérivés. Elle intervient également dans d'autres secteurs tels que la génération électrique, les énergies nouvelles et renouvelables et le dessalement d'eau de mer .elle exerce ses métiers en Algérie et partout dans le monde ou des opportunités se présentent. Elle est la première entreprise du continent africain classée parmi la compagne pétrolière mondiale, la 2ème exportatrice de GNL et de GPL et 3ème exportatrice de gaz naturel.

Sa production globale (tous produits confondus) est de 202 million de tep en 2002 .ses activités constituent environ 30% du PNB de l'Algérie. Elle emploie 120 000 personnes dans l'ensemble du groupe.

Sonatrach, entreprise citoyenne, œuvre à resserrer les liens sociaux, aider les populations dans le besoin .promouvoir la recherche et les activités scientifique .aider la création artistique, promouvoir la pratique sportive, contribuer à la préservation de la nature et à la Sauvegarde du patrimoine cultural et historique.

Aujourd'hui Sonatrach ne conçoit pas de développement économique sans un développement durable.

### **I.3. présentation du centre industriel sud / CIS**

Le gisement de Hassi Messaoud est l'un des plus grands gisements de l'Algérie sa superficie est de 1600 Km<sup>2</sup>. Pour faciliter son exploitation, il a été divisé en deux secteurs: secteur sud et secteur nord pour chaque secteur un complexe industriel a été construit afin d'exploiter ces richesses, on distingue donc:

- Complexe industriel sud CIS (centre industriel sud) ;
- Complexe industriel nord CINA (centre industriel Naili Abd elhalim) ;

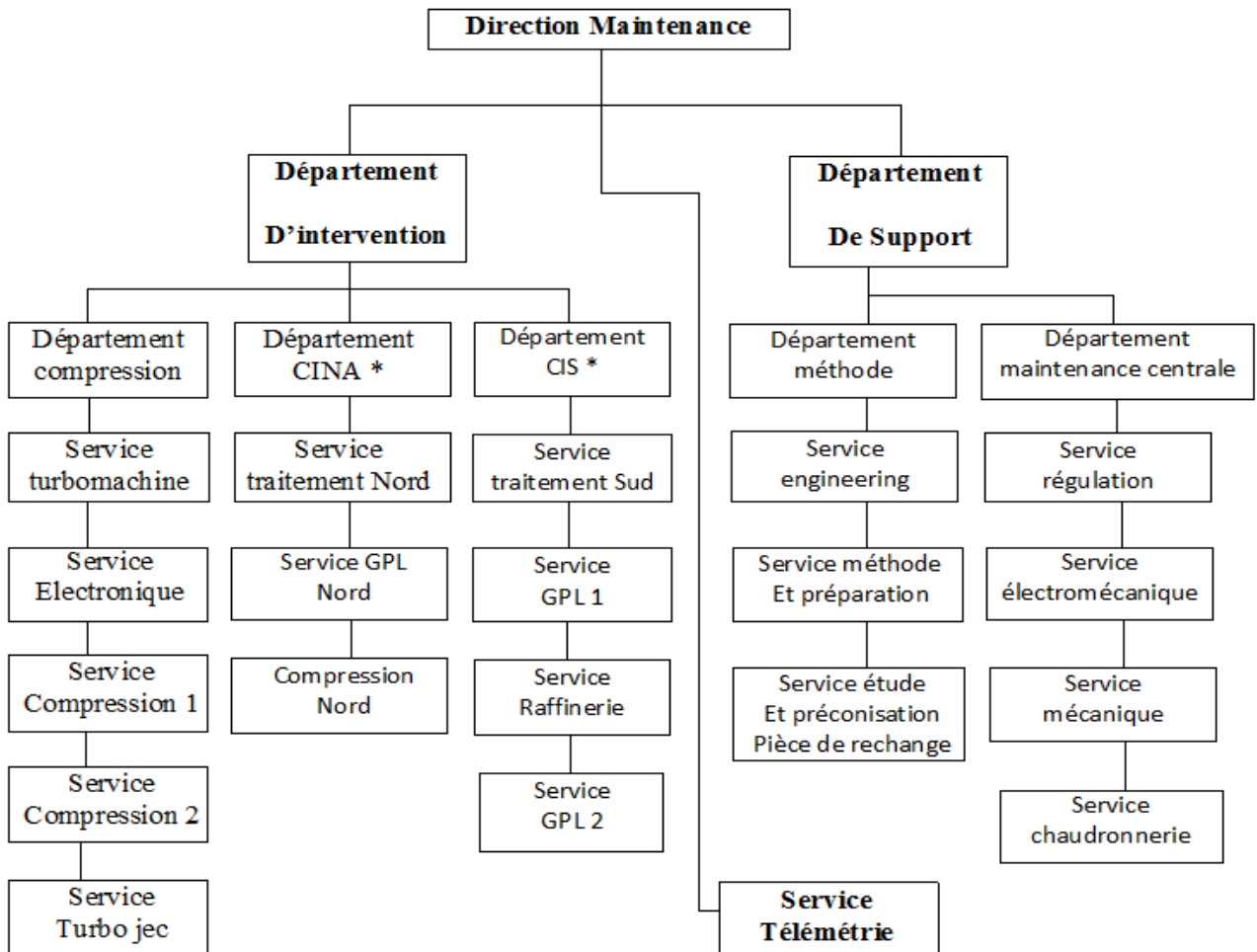
Le complexe industriel sud est le plus important il est compose de cinq unités :

- Unité traitement ;
- Unité GPL 1(gaz propane liquéfié) ;
- Unité raffinage ;

- Unité compression et réinjection gaz ;
- Unité GPL2 (gaz propane liquéfié).

#### I.4. La direction maintenance

La maintenance est l'outil qui permet de maintenir ou d'assurer un service dans un état bien déterminé et aussi effectuer des opérations d'intervention tel que les dépannages réparations des différents équipements pétroliers de surface pour assurer le déroulement correct et le fonctionnement normal des équipements pour avoir une production élevée. Regroupant quelque 525 agents répartis en cinq départements : trois d'intervention et deux de soutien, en dépit du service télémétrie nouvellement instauré.



**CINA : centre industriel Naili Abdelhalim**

**CIS : centre industriel sud**

**Fig I.2 : Direction de la maintenance**

### **I.3.1. Les départements de soutien**

**a) Département Méthodes :** Il est tenu de remplir les missions suivantes :

- La détermination des équipements stratégiques pour l'établissement des plans d'approvisionnement en pièces de rechange ;
- L'établissement des rapports d'activité hebdomadaire, mensuel et annuel de l'ensemble des activités de la direction maintenance ;
- L'établissement des budgets d'exploitation ;
- L'établissement des BMM pour les pièces de rechanges à acquérir en dehors des pièces fabriquées au niveau de la direction ;
- La collecte et le traitement des informations liées à la consommation des pièces de rechange.

**b) Département Maintenance centrale :**

Ce département réalise les grands travaux de maintenance et de révision générale de tous les équipements d'exploitation. Il comporte quatre services qui sont :

- Service régulation : IL s'occupe de la maintenance des instruments de régulation ;
- Service Mécanique : IL se charge de la maintenance des turbines et des compresseurs.
- Service Electromécanique : Il assure la maintenance des moteurs électriques ;
- Service Chaudronnerie ;

**c) Service Télémétrie :** Service récemment instauré qui consiste à contrôler les paramètres des puits à distance par automatisme.

### **I.3.2. Les départements d'interventions**

**a) Département Compression :** Composé de quatre services :

- Service compression Nord ;
- Service compression sud ;
- Service Turbomachine ;
- Service Speed-Tronic.

**b) Département CINA :** Composé de trois services :

- Service traitement Nord.
- Service GPL Nord.

- Service EPPR.
- c) Département CIS :** Composé de cinq services :
  - Service traitement sud.
  - Service nouvelle raffinerie.
  - Service satellite sud.
  - Service GPL1
  - Service GPL2.

### **I.5. SERVICE GPL1**

L'unité GPL1 a été construite par Altra d'après une étude de Fluor England-Ltd et a été démarrée en 1973.

Le but principal de l'unité est de traiter les gaz associés pour récupérer :

- un mélange propane - butane (GPL)
- du butane commercial
- du propane commercial

Le propane et le butane commerciaux produits sont livrés au centre enfûteur de Naftal adjacent au complexe industriel sud pour répondre à la demande du marché du sud - est algérien en ses produits.

Le mélange propane - butane (GPL) est expédié à Haoud El Hamra puis pompé vers les complexes industriels d'Arzew (GP1Z et GP2Z).

L'unité de GPL1 est alimentée en gaz par deux sources :

- Un gaz riche constitué par le mélange des vapeurs de tête des colonnes de stabilisation de brut et de fractionnement des condensats (UFC) du service traitement de brut sud, ce gaz appelé gaz de stabilisation est à une pression de 18.8 kg/cm<sup>2</sup> et un débit design de 830 000 Nm<sup>3</sup>/J .
- Un gaz haut pression provenant du manifold gaz 28 bars appelé gaz HP avec un débit design de 4 600 000 Nm<sup>3</sup>/J.

L'unité de GPL1 est constituée principalement de :

1. Section pré refroidissement et déshydratation.
2. section de compression.
3. section de refroidissement et détente.
4. section de fractionnement.
5. section de stockage et expéditions.

### I.5.1. Schéma synoptique de l'unité GPL1/sud

Ceci est l'organigramme qui représente les principales étapes pour l'obtention du GPL (gaz du pétrole liquéfiée) :

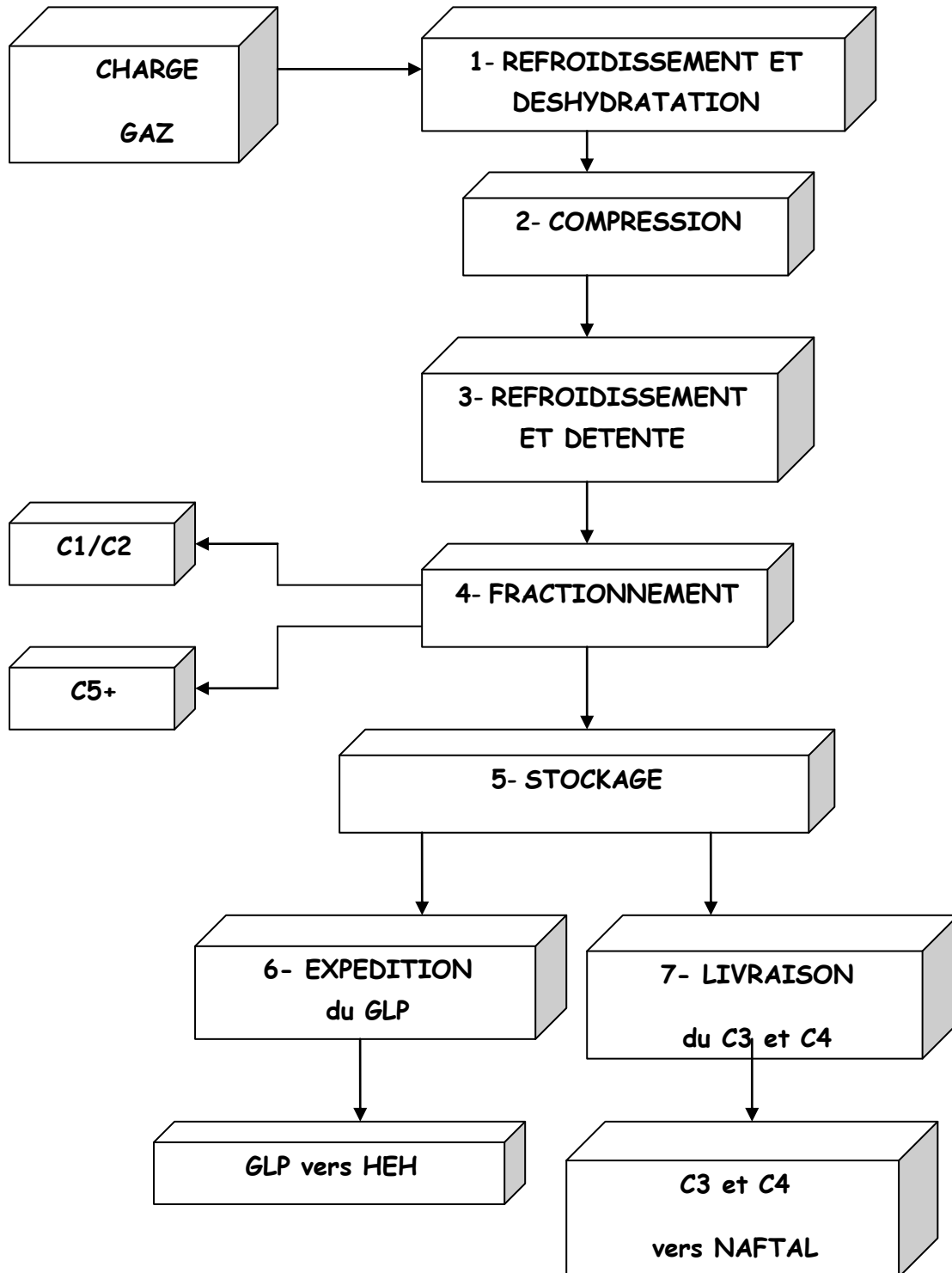


Fig I.3 : Description du procédé.

## **I.5.2 Description du procédé**

### **I.5.2.1 Refroidissement et compression du gaz d'alimentation**

Le gaz de stabilisation en provenance de l'unité de stabilisation et de l'UFC arrive à l'unité saturé en eau à une pression de 18,8 Kg/cm<sup>2</sup> et 35 °C. Il est comprimé par le compresseur alternatif à un seul étage et à entraînement par moteur électrique C651, jusqu'à la pression du gaz de séparation HP (27 Kg/cm<sup>2</sup>). Le refoulement du compresseur C651 rejoint la deuxième alimentation du gaz HP pour former ainsi l'alimentation combinée.

Le gaz combiné à 68°C est refroidi par les aéroréfrigérants à air humidifié E651 jusqu'à 38°C.

La charge est ensuite séparée dans un ballon séparateur triphasique V651 en : Gaz, condensats et eau. Cette dernière est purgée tandis que le gaz et les condensats sont déshydratés respectivement dans des déshydrateurs de gaz (V652A/B/C) et les déshydrateurs de liquide les V659A/B. [3].

### **I.5.2.2 Déshydratation et Régénération**

Afin d'éviter la formation des hydrates dans la section froide, le liquide hydrocarbure du V651 est pompé par les P659A/B vers les déshydrateurs liquide (V659A/B) renfermant un dessiccant du type tamis moléculaire 4A°. Les condensats déshydratés rejoignent ensuite les condensats en provenance des refroidisseurs de gaz pour former l'alimentation du déethaniseur (V655). Le deuxième déshydrateur est régénéré simultanément.

Le gaz provenant du V651 est séché dans deux déshydrateurs en parallèle, le troisième déshydrateur de gaz est régénéré pendant que les deux autres sont en service.

Le gaz de régénération à la fois pour les déshydrateurs de gaz et de liquide fait partie du gaz de tête en provenance du ballon de reflux V656 du déethaniseur V655.

Le gaz de régénération est d'abord préchauffé dans le préchauffeur de gaz de régénération (E654) par échange de chaleur avec le gaz d'alimentation d'arrivée. Il est ensuite réchauffé jusqu'à 274°C dans le réchauffeur de gaz de régénération (E653A/B) qui utilise un circuit d'huile chaude à 299°C comme fluide de réchauffage. Le gaz utilisé dans la phase de refroidissement est le même que le gaz utilisé dans le réchauffage si ce n'est qu'il ne passe pas par les échangeurs E653A/B. Après désorption de l'eau, le gaz humide de régénération est refroidi dans les aéroréfrigérants à air sec (E660) à 66°C.

L'eau et les condensats entraînés sont récupérés dans un ballon séparateur : l'eau est purgée, les condensats sont mélangés avec les C5+ sortie unité, tandis que le gaz rejoint le gaz résiduel à la sortie des échangeurs cryogéniques. [3].

### **I.5.2.3 Compression et Refroidissement de l'alimentation combinée**

Le gaz d'alimentation refroidi par les aéroréfrigérants E652 est réfrigéré jusqu'à -20°C dans les échangeurs cryogéniques :

- E656A/B: pré chauffeurs de l'alimentation du déethaniseur.
- E655A/B: réchauffeurs du gaz résiduel.
- E654: préchauffer du gaz de régénération.

Une condensation partielle de l'alimentation se passe dans les aéroréfrigérants E652 mais le liquide n'est pas séparé. Des colonnes de séparation sont installées pour assurer une distribution régulière du liquide dans le courant de gaz vers chaque échangeur.

Les diamètres de chaque conduite sont choisis de telle façon à diriger 65% du gaz d'alimentation vers les échangeurs cryogéniques (E656A/B), 10% vers l'échangeur E654 et les 25% restant vers l'échangeur E655A.

Les sorties du coté tubes des échangeurs E654 et E655A se combinent pour former l'entrée du E655B.

Le gaz passant par les échangeurs E656A/B est refroidi par l'alimentation du déethaniseur provenant du ballon de flash V658 et du ballon de séparation de la sortie de l'expandeur V665.

Le gaz passant par les échangeurs E655 A/B est refroidi par le gaz résiduel provenant des deux ballons V658 et V665.

Le gaz passant par l'échangeur E654 est refroidi jusqu'à  $-4^{\circ}\text{C}$  par le gaz de régénération provenant de la tête du déethaniseur. [3].

#### **I.5.2.4 Détente de la charge**

Le gaz d'alimentation est réfrigéré à  $-20^{\circ}\text{C}$  puis séparé dans le ballon V654 d'alimentation du détendeur C653B.

Le liquide du V654 est détendu dans la vanne Joule-Tomson LV657 de 63 à  $31,5 \text{ Kg/cm}^2$ , sous la commande du régulateur de niveau du ballon V654 puis séparé dans le ballon V658.

Le gaz du V654 est détendu à son tour jusqu'à  $27 \text{ Kg/cm}^2$  par le détendeur (Expander) C653B, le liquide récupéré par la détente est recueilli dans le ballon séparateur V665. les gaz des ballons V665 et V658 se combinent pour donner avec le gaz de tête du déethaniseur le gaz résiduel qui refroidira l'alimentation en passant par les échangeur E655A/B du coté calandre.

Les liquides de ces deux ballons se combinent à leurs tour pour former ainsi la charge du déethaniseur qui refroidira l'alimentation en passant du côté calandre des échangeurs E656A/B.

### **I.5.2.5 Groupe compresseur et détendeur**

Le groupe compresseur détendeur se compose d'un turbo expander à un seul étage chargé par un compresseur centrifuge intégré à un seul étage situé à l'extrémité opposée de l'arbre du détendeur.

La pression dans le ballon Knock-out de l'expander V654 est régulée par un PIC (pressure indicator controller) qui agit sur l'ouverture des tubulures d'entrée ajustable sur le détendeur. La vitesse de l'expander est contrôlée par un SIC qui agit sur une vanne Joule Tomson pour by-passer le détendeur.

Les phases vapeurs des ballons séparateurs V665, V658 et celle du ballon de reflux du déethaniseur V656 se combinent pour former le gaz résiduel qui refroidira la charge dans les échangeurs E655A/B. Puis se combine avec le gaz de régénération avant d'être aspiré par le compresseur C653A qui le comprime de 26,5 à 28,5 Kg/cm<sup>2</sup> et l'envoie vers les stations de compression sud. Une partie du gaz résiduel servira comme fuel gaz pour l'unité. [3].

### **I.5.2.6 Description du Déethaniseur**

La charge du déethaniseur est constituée du liquide déshydraté recueilli dans le ballon V651 et les condensats recueillis dans les ballons V658 et V665.

La charge entre dans la colonne en état du mélange liquide - vapeur à une température de 21°C. Cette colonne est constituée de 35 plateaux fonctionnant à une pression de 30 Kg/cm<sup>2</sup> et elle est dimensionnée pour donner un produit de fond exempt d'éthane.

Les vapeurs de tête sont partiellement condensées dans le condenseur de tête E62 en utilisant le propane liquide comme agent réfrigérant à une température de -23,5 °C.

Le liquide séparé dans le ballon de reflux se sépare du gaz non condensé à une température de -15 °C. Il est pompé par les pompes P657 pour constituer ainsi un reflux total.

La colonne est rebouillie par un rebouilleur du type « KEETLE » E658. La chaleur nécessaire au rebouillage est assurée par un système de circulation d'huile chaude comme agent caloporteur à une température de 299 °C et le produit de fond du déethaniseur s'écoule sous la commande du régulateur de niveau du rebouilleur vers le débutaniseur V657.

### **I.5.2.7 Description du débutaniseur**

Le débutaniseur est une colonne de 37 plateaux fonctionnant à une pression de 17 bars, cette colonne est conçue pour séparer les produits de fond du déethaniseur C3+ en deux parties:

- Produit de tête: GPL (propane + butane).
- Produit de fond : essence légère C5+.

Les vapeurs de tête du débutaniseur sont entièrement condensées dans les aéroréfrigérants E657 à air sec.

Le produit GPL recueilli au ballon de reflux V660 est divisé en trois parties à savoir :

- Une partie aspirée par les pompes P652A/B qui servira comme reflux de tête sous le contrôle du régulateur de débit.
- Une deuxième partie est refoulée par les pompes P660A/B vers le dépropaniseur sous la commande d'un régulateur de débit.
- le reste de GPL est refroidi avant d'être stocké, de même pour le déethaniseur, le débutaniseur est rebouilli par un rebouilleur du type « KEETLE » à circulation d'huile chaude V659.

L'essence légère C5+ du fond du débutaniseur est refroidie puis envoyée vers l'unité de traitement sud, pour être mélangé avec le brut.

#### **I.5.2.8 Description du dépropaniseur**

Le dépropaniseur est une colonne de 43 plateaux qui fonctionne à une pression de 22 bars, elle a été conçue pour traiter une charge de GPL en la séparant en propane et en butane commercial.

La charge est préchauffée jusqu'à 70 °C dans l'échangeur E669 par le produit de fond qu'est le butane.

Le dépropaniseur est alimenté par le GPL produits par l'unité de fractionnement des condensats (UFC). Les vapeurs de tête sont entièrement condensées dans les aéroréfrigérants E670 à air sec. Les pompes P661 renvoient le reflux vers la tête de colonne sous la commande du régulateur de débit, tandis que le propane restant au ballon de reflux est envoyé vers le stockage après refroidissement.

La colonne est rebouillie par le même type de rebouilleur que ceux des autres colonnes, le produit butane de fond est envoyé vers stockage après refroidissement.

#### **I.5.2.9 Système d'huile chaude**

Le système utilise une huile caloporteuse 'TORADA 55' pour le rebouillage des trois colonnes ainsi que pour le réchauffage du gaz de régénération des déshydrateurs.

L'huile est aspiré d'un ballon tampon puis dégazée avant d'être pompée vers le four par trois pompes en parallèles (P655A/B/C).

Le four H651 est un four cylindrique à tubes verticaux chauffé au gaz à l'aide de 12 brûleurs ou la température de sortie est maintenue proche de 299 °C en agissant sur la pression du fuel gaz.

### **I.5.2.10 Unité de réfrigération de propane**

C'est une boucle frigorifique de propane réfrigérant requise pour le condenseur de tête du déethaniseur. Le propane liquide froid refroidit les vapeurs de tête et les condense partiellement en se vaporisant lui-même.

Le régulateur de niveau du condenseur E662 contrôle le débit de propane liquide entrant côté calandre. Sa consigne est donnée par le régulateur de température de tête par un système de régulation en cascade. Le propane vaporisé au condenseur passe par le ballon épurateur V674 pour former la première aspiration du compresseur C655 qui est un compresseur centrifuge à gaz entraîné sur le même arbre par une turbine à gaz GT655. Un deuxième compresseur C655S qui est en service est entraîné par un moteur électrique CM655 suite à une panne de la turbine.

Le propane est comprimé de (1,18 bars et -23 °C) à (17 bars et 67 °C), puis condensé à 48 °C dans les échangeurs à eau E674 après passage par les aéroréfrigérants à air sec les E601. Le propane liquide est recueilli dans le ballon V672 avant d'être détendu par la vanne régulatrice de niveau de ce ballon vers le ballon V673.

Le propane est séparé dans le ballon V673 à une pression de 8,4 bars et 19,4 °C, et delà le liquide s'écoule vers le condenseur E662 après être détendu une deuxième fois jusqu'à 1,18 bars par le biais de la vanne régulation du niveau du condenseur E662, la vapeur du V673 est recyclée vers le compresseur C655 pour former ainsi sa deuxième aspiration.

### **I.5.2.11 Système d'humidification d'air**

La température de l'air humide est plus basse que celle de l'air sec, et vu les valeurs très élevées que peut atteindre la température ambiante dans les zones sahariennes, on procède à humidification de l'air ambiant pour mieux refroidir. Des aéroréfrigérants sont installés au-dessus de la tour d'humidification. L'air aspiré par les ventilateurs est humidifié en passant à contre courant avec l'eau froide pompée du bassin de la tour.

### **I.5.2.12 Tour de refroidissement de l'eau de la boucle de propane**

Elle est conçue pour refroidir l'eau qui condense le propane réfrigérant à la sortie du compresseur C655. C'est une tour de refroidissement à air forcé classique. L'eau est acheminée par les pompes P662A/B du réservoir jusqu'au côté tube du condenseur de propane E674 et retourne à la tour E680 du haut pour être pulvérisée.

Actuellement, vu le problème de bouchage des tubes des échangeurs E674 causé par la salinité de l'eau utilisée, des aéro-réfrigérants à air sec E601 ont été installés entre le refoulement du compresseur C655 et les condenseurs E674 afin de faire fonctionner ces échangeurs à des températures plus basses et de diminuer l'entartrage des tubes.

### **I.5.2.13 Système de fuel gaz**

Le fuel gaz de l'unité provient du gaz résiduel alimentant :

- le four d'huile chaude H651.
- Le Turbo jet GT652.
- Le réseau de pressurisation de la zone de stockage.

#### **I.5.2.14 Système d'air instrument**

L'air d'instrumentation et l'air de service sont fournis par deux compresseurs alternatifs entraînés par des moteurs électriques; un est en service et le deuxième est en stand-by. L'air est refroidi puis une partie est séchée pour la production de l'air d'instrumentation.

#### **I.5.2.15 Système d'injection du méthanol**

Le système est utilisé seulement en cas de détection d'hydrates, il est pompé alors vers quatre points:

- le filtre d'entrée du détendeur (Expander).
- L'entrée cotée tube des échangeurs cryogéniques.
- L'aspiration des pompes P658 (pompe de liquide du V665).
- L'aspiration des pompes P657 (pompe de reflux du V655).

#### **I.5.2.16 Zone de stockage et expédition**

La zone de stockage et d'expédition est composée principalement de:

1- Quarante réservoirs cylindriques horizontaux (cigares) ayant chacun un volume de 270m<sup>3</sup> répartis comme suit :

- V663 A à J : Stockage du GPL à 14,5bars.
- V663 K à N : réservoirs tampon de pomperie avec une pression de 14 bars.
- V668 A à F : Stockage du GPL/UFC à 14,5 bars.
- V668 G à N : Stockage du propane à 14,5 bars.
- V669 A à L : Stockage de butane à 5,5 bars.

2- Deux sphères FB 2501 et FB 2502 de 1750 m<sup>3</sup> chacune, et une hauteur de 15170 mm destinées au stockage du GPL.

3- Quatre pompes d'expéditions de GPL les P1701 A/B/C/D en série, ayant chacune un débit de 200m<sup>3</sup>/H. Ces pompes d'expédition sont des types centrifuges immergés à 12 étages chacune, destinées à refouler le produit GPL le long d'un pipeline de 8 pouces en direction de HEH (Houdhe El Hamra). [1].

### **I.6 Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons présenté l'unité GPL1 et les différentes unités entrantes dans le traitement du gaz. Dans le but de simplifier l'analyse et l'étude de la suite du projet. Le chapitre suivant est consacré à l'étude de la boucle de régulation du niveau d'huile d'étanchéité dans la perspective du développement d'une solution de contrôle sécurisé implantable sur Triconex.

# CHAPITRE II

**Description de la boucle de régulation du niveau d'huile d'étanchéité.**



## II.1. Introduction

La boucle d'étanchéité est une boucle très importante dans le l'unité GPL1. Son rôle est d'assurer l'étanchéité pour le compresseur de charge. C'est la seule boucle qui fonctionne avant, pendant et après la mise en marche du compresseur, c'est-à-dire, il faut qu'elle soit toujours en service pour assurer l'étanchéité.

## II.2. Description des différents instruments de la boucle

La boucle de régulation du niveau d'huile d'étanchéité est composée des appareils

Suivants : [3], [2]

- Pompe d'étanchéité (principale et auxiliaire).
- Filtres jumelés.
- Vanne de contrôle du niveau d'huile d'étanchéité (LV-670).
- Transmetteur de niveau (LT-670).
- Réservoir d'huile d'étanchéité.
- Vanne de by-pass (PCV-672).
- Interrupteur de pression à 2 contacts (LSL-670).
- Jauge de niveau (LG).
- Manomètre différentiel de pression (PDI-674).
- Manomètre différentiel de pression (PDI-675).
- Manomètre (pi 668).

### II.2.1. Pompe volumétrique

Une pompe volumétrique est caractérisée par la proportionnalité entre débit et vitesse de rotation, quelle que soit la pression de refoulement. L'autre grande famille de pompe est celle des turbines, qui n'ont pas cette propriété. Les pompes volumétriques sont d'une grande diversité. Dans les bases de données de brevets, elles portent le nom de pompes à déplacement positif

#### a) Pompes d'étanchéité

Doublees comme les pompes de lubrification, elles sont souvent de type volumétrique. Elles doivent donner une pression supérieure à la pression d'aspiration du gaz. Dans notre cas nous disposons de deux pompes volumétriques (principale. Auxiliaire).

- **Pompe principale (P-682A)**

Son rôle est de maintenir la pression normale d'utilisation d'huile d'étanchéité, sa soupape de sécurité est réglée à 42 kg/cm<sup>2</sup>.

- **Pompe auxiliaire (P-682B)**

Remplace la pompe principale en cas de panne, et aussi elle évite toutes pertes de pression et baisse de niveau dans le réservoir d'huile.

### **II.2.2 Filtres jumelés**

Les filtres jumelés sont conçus pour filtrer l'huile de ses impuretés, son degré du filtre est de l'ordre de 10 microns. On les remplace semestriellement ou lorsque les pertes de charge atteint  $1,4 \text{ kg/cm}^2$ .

### **II.2.3. Vanne de régulation**

La vanne de réglage est un organe de puissance qui agit sur la grandeur réglante en fonction du signal de commande. Elle sert d'interface entre la commande et le procédé.

Elle est composée :

- Du servomoteur qui convertit le signal de commande pneumatique en un déplacement.
- Du corps de vanne qui laisse passer un débit en fonction de la position de la tige du servomoteur
- Vanne de contrôle du niveau d'huile d'étanchéité (LV-670) : Son rôle est de maintenir le niveau d'huile d'étanchéité (réservoir d'huile) dans les limites déterminées par le contrôleur de niveau (transmetteur de niveau).

### **II.2.4. Transmetteurs pneumatiques**

Le transmetteur pneumatique a pour rôle de convertir la mesure venant du capteur en un signal pneumatique (0,2 à 1 bar). L'élaboration du signal de sortie est réalisée par le biais de plusieurs systèmes élémentaires qui sont : [8]

- Un système de détection buse-palette
- Un relais pilote qui va permettre d'augmenter le débit d'air vers les appareils concernés (régulateur, enregistreur, etc...)
- Un capteur : une capsule, une membrane, un tube de bourbon, etc...

#### **a) Transmetteur de niveau (LT-670)**

Il maintient le niveau du réservoir d'huile d'étanchéité dans les limites déterminées ; par l'envoi d'un signal pneumatique à la vanne de control. [9], [12]

### **II.2.5. Réservoir d'huile d'étanchéité (ballon)**

Le réservoir est monté à 4.600 mm au dessus de l'axe du compresseur. Il assure appoint d'huile d'étanchéité à une pression de  $0.35 \text{ kg/cm}^2$ . La ligne du gaz de référence est raccordée sommet du réservoir, ce dernier assure une pression additionnelle de  $0.35 \text{ kg/cm}^2$  à celle du manomètre.

### **II.2.6. Vanne de by-pass (PCV-672)**

La vanne de by-pass sert à prévenir la pression excessive à la sortie des pompes et au renvoi de l'huile au réservoir en cas d'excès de débit. Son teste se fait par fermeture lente lorsque la pompe est en service.

### **II.2.7. Interrupteur de pression à 2 contacts (LSL-670)**

Déclanchement lors d'une diminution de niveau donnée par le transmetteur de niveau.

Contact 1 : déclenche le circuit d'alarme du niveau bas d'huile d'étanchéité.

Contact 2 : déclenche circuit de démarrage pompe auxiliaire.

### **II.2.8. Jauge de niveau (LG)**

Indication visuelle du niveau dans le réservoir d'huile d'étanchéité (niveau à glace).

### **II.2.9 Manomètre différentiel de pression (PDI-674)**

Indique la pression différentielle entre l'alimentation d'huile d'étanchéité et la pression du gaz de référence.

### **II.2.10 Manomètre différentiel de pression (PDI-675)**

Indique les pertes de charge dans les filtres 105.

### **II.2.11 Manomètre (pi 668)**

Plage  $0-63 \text{ kg/cm}^2$  indique la pression d'huile à la sorties des pompes.



### II.3. Avantages et inconvénients de la régulation pneumatique

Les avantages de la régulation pneumatique sont :

- Pas de risque de présence d'étincelle.
- Les instruments sont insensibles à la température ambiante

Les inconvénients de la régulation pneumatique sont :

- Bouchage et arrêt de l'installation en cas de présence d'impureté et de l'eau dans l'air instrument.
- Présente de l'inertie et de la lenteur de la réponse.
- Plus d'instrument pour la même boucle en électronique.
- Intervention périodique pour détection d'éventuelles fuites d'air au niveau des raccords, et nettoyage des relais amplificateurs et particulièrement les orifices calibrés.
- Impossibilité d'intervenir sur la boucle sans perturber le processus.
- Plus encombrante.
- Instruments obsolètes la pièce de rechange associé n'est plus fabriqués par les constructeurs et même si elles existent coutent très cher.
- Pas d'historique des paramètres de régulation, en plus des alarmes et sécurités.
- Dépendance de réglage de zéro et l'échelle des instruments.
- Etalonnage et réglage des paramètres exigent une expérience de l'instrumentiste dans la régulation pneumatique.
- Les instruments sont montés sur site ce qui exige une présence permanente de l'opérateur en cas d'éventuelle intervention sur la boucle.

### II.4 Avantages et inconvénients de la régulation numérique

Les avantages de la régulation électronique sont :

- Cout raisonnable.
- Pas besoin de présence d'un opérateur en permanence sur site.
- Bonne précision: Amener précisément une variable à la valeur désirée de façon à assurer la qualité et l'efficacité d'un procédé.
- Facile de trouver la panne en cas de défaillance dans les éléments de la boucle
- L'étalonnage des instruments se fait à distance depuis la salle de contrôle.
- Assurer un contrôle de qualité.
- Intervention on line sur la boucle sans perturber le processus.
- La vitesse et la rapidité de la réponse en boucle fermé.
- Maintenance et diagnostique de panne faciles.
- Pas d'encombrement.
- Présence de l'historique des paramètres de régulations en plus des alarmes
- Pas de dépendance dans le réglage de zéro et l'échelle.
- L'opération de réglage des paramètres de régulation et tuning du régulateur facile à faire.

- En cas d'intervention sur la boucle ou incident la vanne se manœuvre directement de la salle de contrôle, en plus du changement du point de consigne du paramètre à régler

Les inconvénients de la régulation électronique sont :

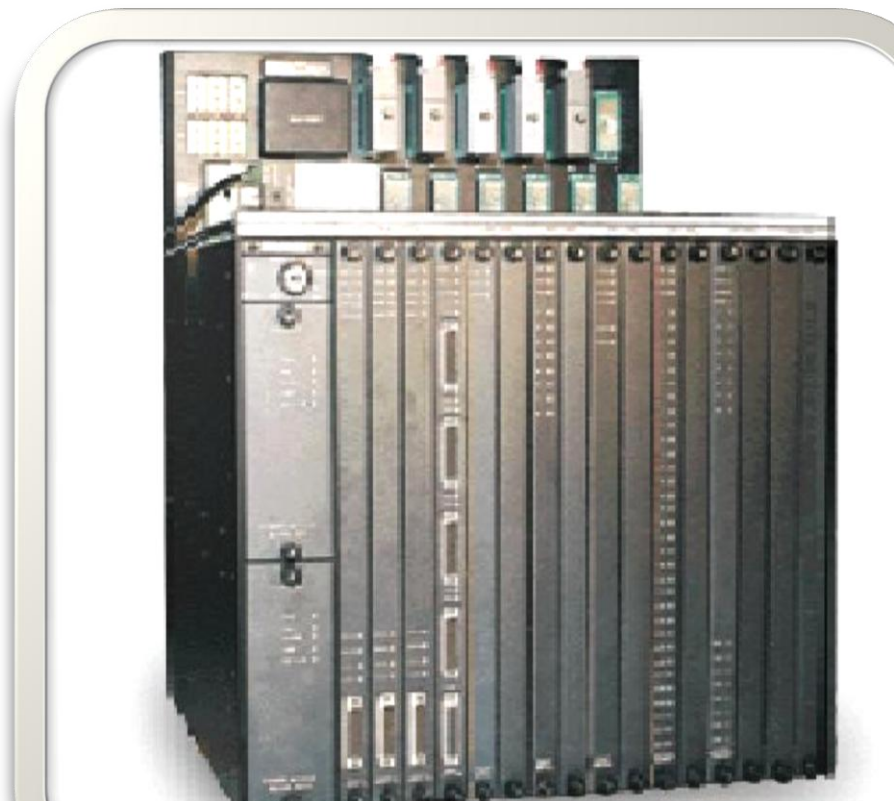
- Risque de présence d'étincelle en cas de court circuit surtout en atmosphère explosive.

## **II.5. Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons décrit la boucle de régulation de niveau d'huile d'étanchéité du compresseur centrifuge en citant toute l'instrumentation ainsi que les avantages et les inconvénients de la régulation pneumatique et numérique.

# CHAPITRE III

L'API «Triconex» et les logiciels «TRISTATION» et «INTOUCH».



### **III.1. Introduction**

Comme tout système à microprocesseur, les Automates programmables fonctionnent sur la base d'un programme qui lui définit les tâches à exécuter. La structure logicielle qui assure le fonctionnement d'un automate se compose de deux parties bien distinctes:

- Programme système (ou système d'exploitation).
- Programme utilisateur.

#### **III.1.1. Système d'exploitation**

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

#### **III.1.2. Programme utilisateur**

C'est le programme qui assure la gestion de l'installation industrielle pour laquelle il est destiné (gestion des sorties en fonction de l'état des entrées).

### **III.2. Définition de l'Automate Programmable Industriel**

Une définition d'un API est donnée par la norme française NFC 63-850 comme suit:

« Appareil électronique qui comporte une mémoire programmable par un utilisateur automatique (et non informaticien) à l'aide d'un langage adapté, pour le stockage interne des instructions composant les fonctions d'automatisme comme par exemple :

- Logique combinatoire et séquentielle.
- Temporisation, comptage, décomptage, comparaison.
- Calcul arithmétique.
- Réglage, asservissement, régulation, etc., pour commander, mesurer et contrôler au moyen d'entrées et de sorties (logiques, numériques ou analogiques) différentes sortes de machines ou de processus, en environnement industriel. »

D'une manière générale un automate programmable industriel se définit comme étant une machine électronique, programmable par un personnel non informaticien et destiné à piloter, en ambiance industrielle et en temps réel, des procédés logiques séquentiels.

L'automate programmable industriel (API), ou en anglais Programmable Logic Controller (PLC), est une machine électronique programmable destinée à piloter dans une ambiance industrielle et en temps réel des procédés logiques séquentiels.

Autrement dit, un utilisateur (censé être un automaticien) l'utilise pour le contrôle et essentiellement la commande d'un procédé industriel en assurant l'adaptation nécessaire entre tout ce qui est de grande puissance par rapport à

ce qui est de faible puissance côté commande. Son objectif principal est de rendre tout le mécanisme de type "laisser-faire-seul" : le système contrôle ses sorties, décide et agit sur ses entrées afin de maintenir le fonctionnement comme prévu par l'utilisateur. C'est le principe de l'automatisme. [8], [7]

### **III.3. TRICONEX**

Depuis sa création en 1983, Triconex s'est positionné comme le leader en termes de développement de solution nouvelle et innovantes pour le contrôle d'applications critiques.

Le système de contrôle tolérant aux fautes TRICON a été le premier système développé avec une architecture totalement triplée, à l'épreuve des exigences de l'industrie de procédé et un coût abordable. [6]

#### **III.3.1. Architecture Triplée Modulaire Redondante (TMR) de TRICONEX**

Le choix de l'automate ne peut se faire que si on prend en considération les différents avantages de l'architecture triplée modulaire redondante (TMR). Le tricon est un système tolérant aux fautes grâce à son architecture TMR. [4],[7]

Le tricon garantit un contrôle en continu, sans erreur cas de défaillance des composants, ou de présence de fautes transitoires d'origine internes ou externes. (Voir Fig III.1)

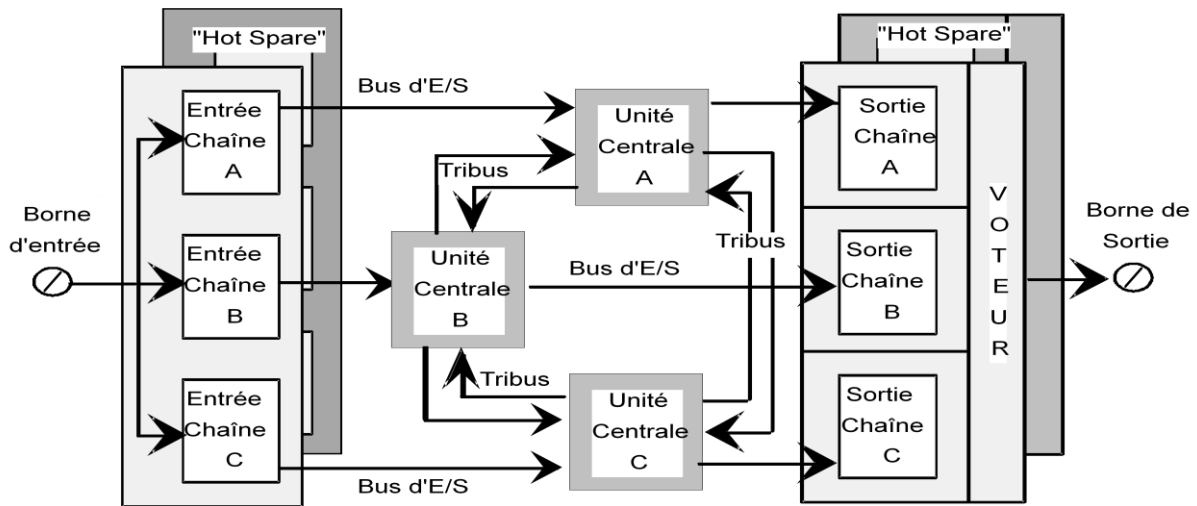


Fig III.1 : Architecture Triplée Modulaire Redondante (TMR)

### III.3.2. Avantage de l'architecture Triplée Modulaire Redondant (TMR)

Les principaux avantages et caractéristique de l'architecture TMR du système TRICON sont les suivants :

- **Pas de point unique de défaillance**

La défaillance de n'importe quel composant de l'architecture n'a aucune incidence sur le bon fonctionnement de l'ensemble du système TRICON.

- **Un très haut niveau de sécurité**

Grâce à son architecture TMR et sa puissance de diagnostic, le système TRICON atteint le niveau d'intégrité de sécurité 3 (System Integrity Level, SIL) tel que définit dans le préliminaire de la norme CEI 61508 relative à la sécurité fonctionnelle. Les systèmes TRICON sont également certifiés par le TUV pour une utilisation dans des applications dont le niveau de sécurité requière la classe 5 et 6.

- **Un très haut niveau de disponibilité**

Le système d'architecture TMR fonctionne avec trois modules processeurs. Les modules en défaut peuvent être remplacés sans interruption du fonctionnement du système et ainsi permettre d'assurer un contrôle continu.

- **Une maintenance a moindre coût**

Grâce au système de diagnostic intégré qui détecte automatiquement les modules en défaut qui doivent être remplacés, il n'est plus nécessaire de recourir à des techniciens hautement qualifiés.

- **Une capacité mémoire étendue**

Avec une capacité mémoire jusqu'à 2M octets, les processeurs principaux fournissent l'espace suffisant pour le programme d'application et la consignation d'états volumineux.

- **L'archivage des données séquence d'événement (SOE)**

Le consignateur d'état (SOE) utile à la fois pour la maintenance du système et à l'analyse des causes de l'arrêt du procédé.

- **Des liaisons de communication redondants à haute vitesse**

Liaison vers des autres systèmes Triconex, les systèmes numériques de contrôle centralisé ou SNCC (Distributed Control System, DCS) et autres équipements.

- **La possibilité de déporter les châssis :**

Jusqu'à 12 km du châssis principal, par liaisons fibres optiques. [7]. [5]

### **III.3.3. Principe de fonctionnement**

Le TRICONEX est un système tolérant aux fautes grâce à son architecture Triplée Modulaire Redondante dit TMR. Le TRICONEX garantit un contrôle en continu, sans erreur en cas de défaillance des composants d'origines internes ou externes.

Le TRICONEX a été conçu autour d'une architecture triplée totale, depuis les points d'entrées jusqu'aux points de sorties en passant par les processeurs principaux.

Chaque module d'entrée/sortie contient trois chaînes de traitement redondantes et indépendantes. Chaque chaîne de traitement des modules d'entrées lit les données du procédé et transmet cette information au module processeur principal auquel elle est rattachée. Les trois processeurs principaux échangent leurs données par l'intermédiaire du bus à haute vitesse appelé TRIBUS.

Une fois par période de scrutation, les trois processeurs principaux se synchronisent et communiquent entre eux par le TRIBUS. Le TRIBUS vote les données d'entrées logiques, compare les données de sorties et envoie une copie des valeurs d'entrées logiques à chaque processeur principal (Voir Fig III.2). Les processeurs principaux exécutent le programme d'application et transmettent les valeurs calculées aux modules de sorties. Outre le vote des données d'entrées, le TRICONEX vote également les données de sorties. Cette opération est effectuée au niveau des modules de sorties juste en amont des borniers de raccordement ce qui permet de déceler et corriger toute erreur éventuelle entre le vote au niveau du TRIBUS et de la sortie.

Pour chaque module d'entrée/sortie, il est possible de loger une pièce de rechange à chaud, qui prend la main si une faute est détectée au niveau du premier module en activité. La pièce de rechange à chaud peut aussi être utilisée pour la maintenance de tout module de même modèle qui manifeste un défaut n'importe où dans la configuration du système.

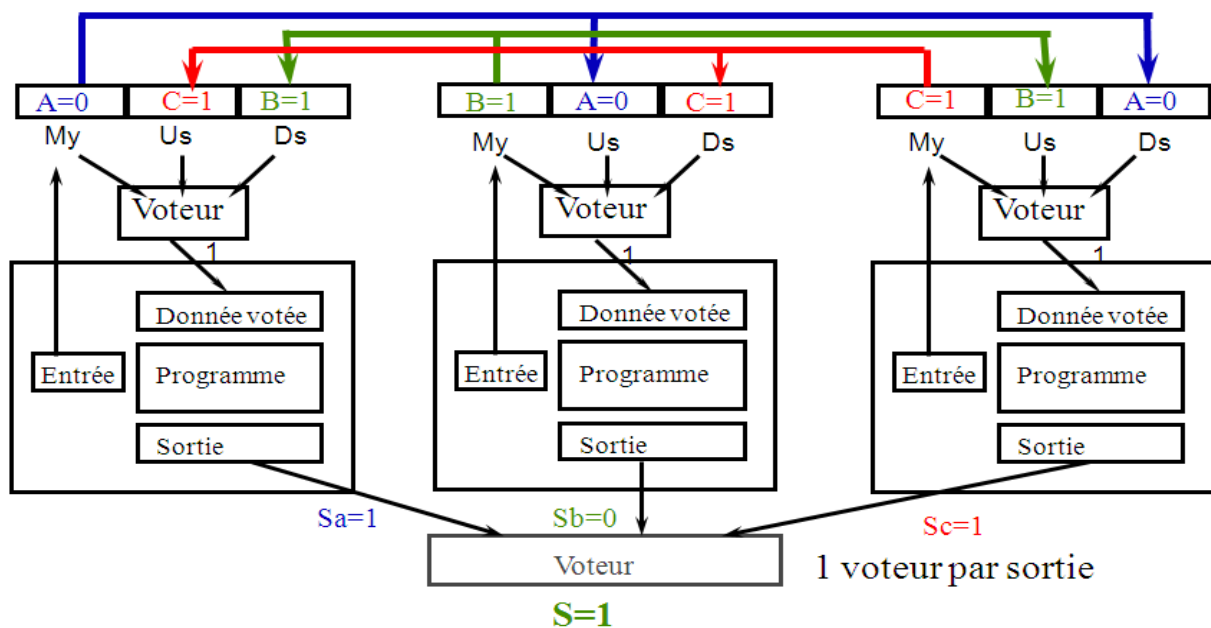


Fig III.2 : Illustration du système de vote de TRIBUS.

### III.3.4. Configuration du système

Les systèmes de la version 9 existent sous deux formes de configuration : Les systèmes mono châssis avec un seul châssis principal haute densité et des systèmes multi-châssis qui peuvent intégrer jusqu'à 15 châssis au total. Les configurations suivantes existent :

- Châssis principal haute densité : Ce châssis héberge trois processeurs principaux et prévoit un emplacement pour un module de communication (sans option pour les

pièces de rechange à chaud) et six emplacements fonctionnels pour les modules d'entrée/sorties.

- Châssis d'extension haute densité : ce châssis héberge des modules d'entrées/sorties supplémentaires qui peuvent être déportés jusqu'à 30 mètres du châssis principal. Chaque châssis est constitué de huit emplacements fonctionnels pour les modules d'entrées/sorties.
- chaque emplacement est pourvu de deux rails, l'un pour le module actif, l'autre pour la pièce de rechange à chaud.
- Châssis RXM haute densité : ce châssis héberge les modules d'entrées/sorties supplémentaires qui peuvent être déportés jusqu'à 12 kilomètres du châssis principal. Chaque châssis RXM compte trois modules RXM (primaires ou secondaires) et six emplacements fonctionnels pour les modules d'entrées/ sorties. Chaque emplacement est pourvu de deux rails, l'un pour le module actif, l'autre pour la pièce de rechange à chaud.

#### **III.4. Le LOGICIEL TRISTATION 1131**

Le logiciel TRISTATION 1131 est un environnement de travail sous Windows qui permet de développer des applications de sécurité ou de contrôle pour automates programmables.

Les systèmes TRICON est compatible avec le logiciel TRISTATION 1131 dont les principales caractéristiques sont les suivantes :

- Trois langages de programmation, conforme à la norme 1131-3 relative aux langages de programmation pour les API, comprenant :
  - ✓ Le langage diagramme fonctionnel (FBD).
  - ✓ Le langage à contact (LD).
  - ✓ Le langage littéral (ST).
  - ✓ Prise en charge des éditeurs de programmation à matrice de cause à effets
- Compatible avec un grand nombre de types de données comme :
  - ✓ Les entiers 16 et 32 bits.
  - ✓ Les réels à virgule flottante 32 et 64 bits.

- ✓ Les chaînes de caractères et les bits.
- ✓ Les durées, date, heure, et jour.
  
- Offre une bibliothèque standard avec les fonctions suivantes :
  - ✓ Arithmétique.
  - ✓ Logique.
  - ✓ Conversion des données.
  - ✓ Décalage sélection et comparaison.
  
- Permet aux utilisateurs de développer leurs propres fonctions, blocs fonctionnels, programmes et bibliothèques personnalisées.
- Permet l'émulation hors ligne des programmes sur le poste de travail TRISTATION 1131.
- La définition des noms (tagnames) et des variables programmes est limitée à 31 caractères.
- Les messages d'erreur du compilateur indiquent les zones qui comportent des erreurs de programmation et facilitent ainsi la mise au point du programme.
- L'arborescence de la configuration matérielle permet aux utilisateurs de configurer facilement chaque châssis et les modules d'entrées/sorties associées d'un système TRICON.
- Des écrans de diagnostic affichent les châssis et les modules d'entrées/sorties et leurs états de santé respectifs.
- Compatibilité des connexions DDE (Dynamic Data Exchange) avec l'émulateur à partir d'autres applications clientes DDE. [8]. [5]

### III.4.1. Les étapes pour créer une application

## Ouvrir ou Créer un Projet

File:

- New Project →
- Open Project →

Log On (défaut):

- Name: MANAGER
- Password: password

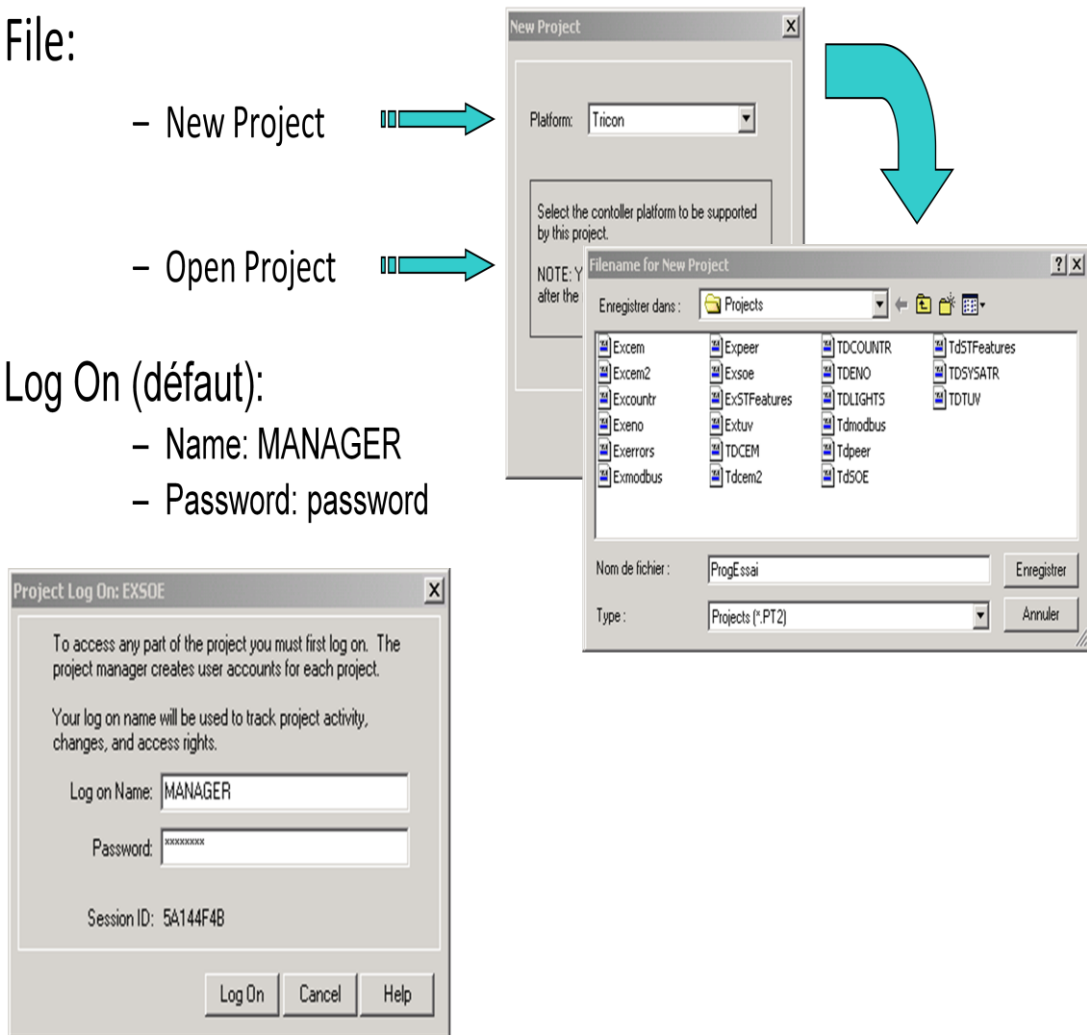


Fig III.3 : ouvrir/créer un projet.

## Environnement de Programmation

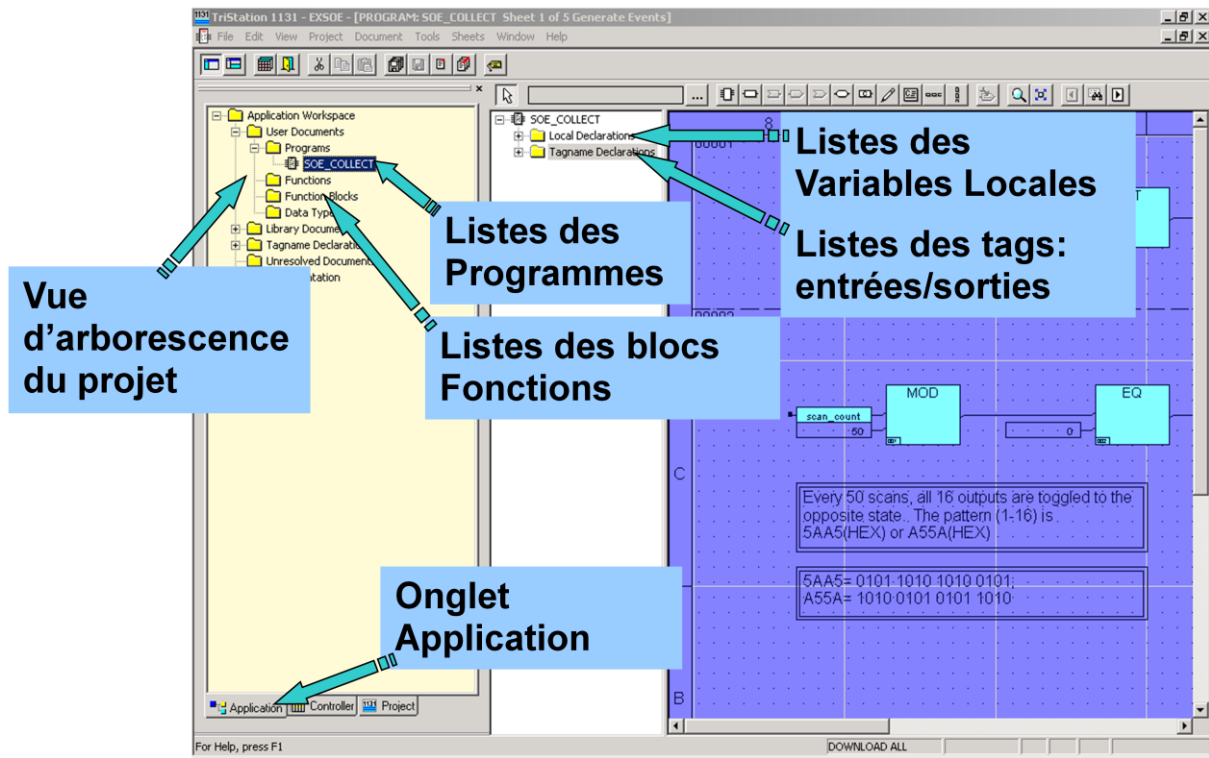


Fig III.4 : environnement de programmation.

## Vues du Programme

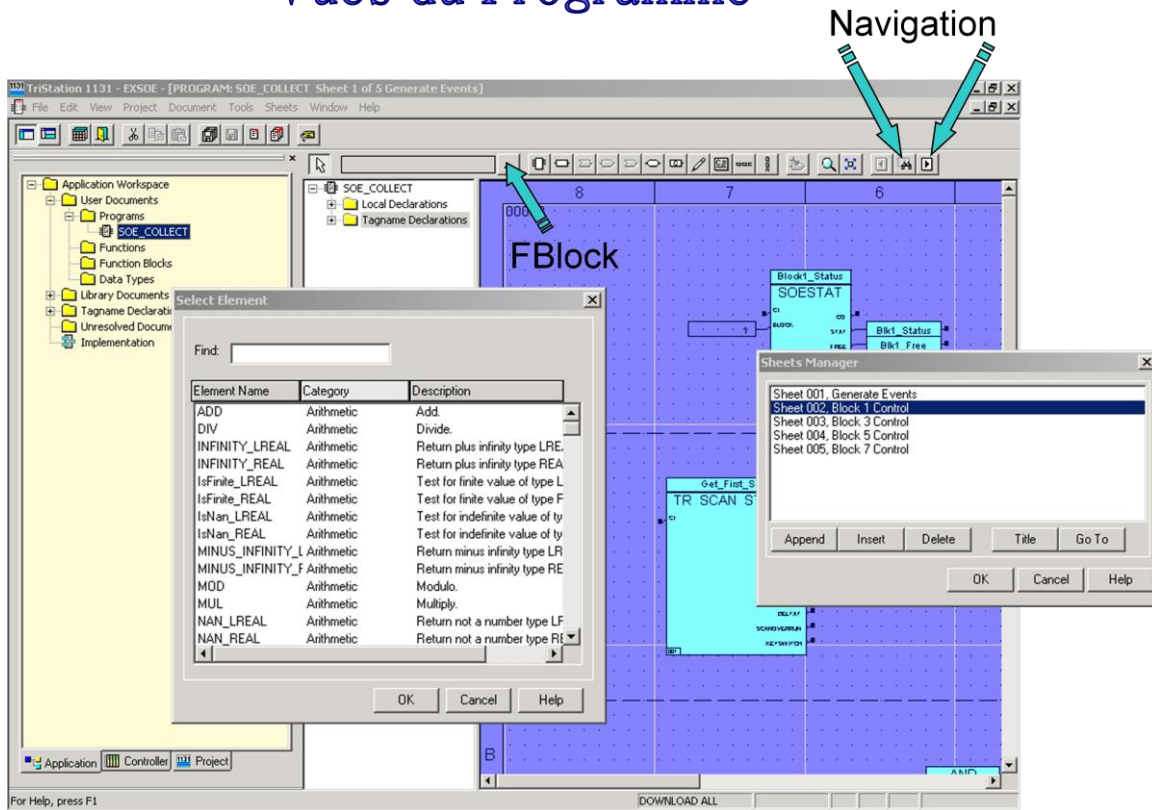


Fig III.5 : vues du programme.

## Implementation

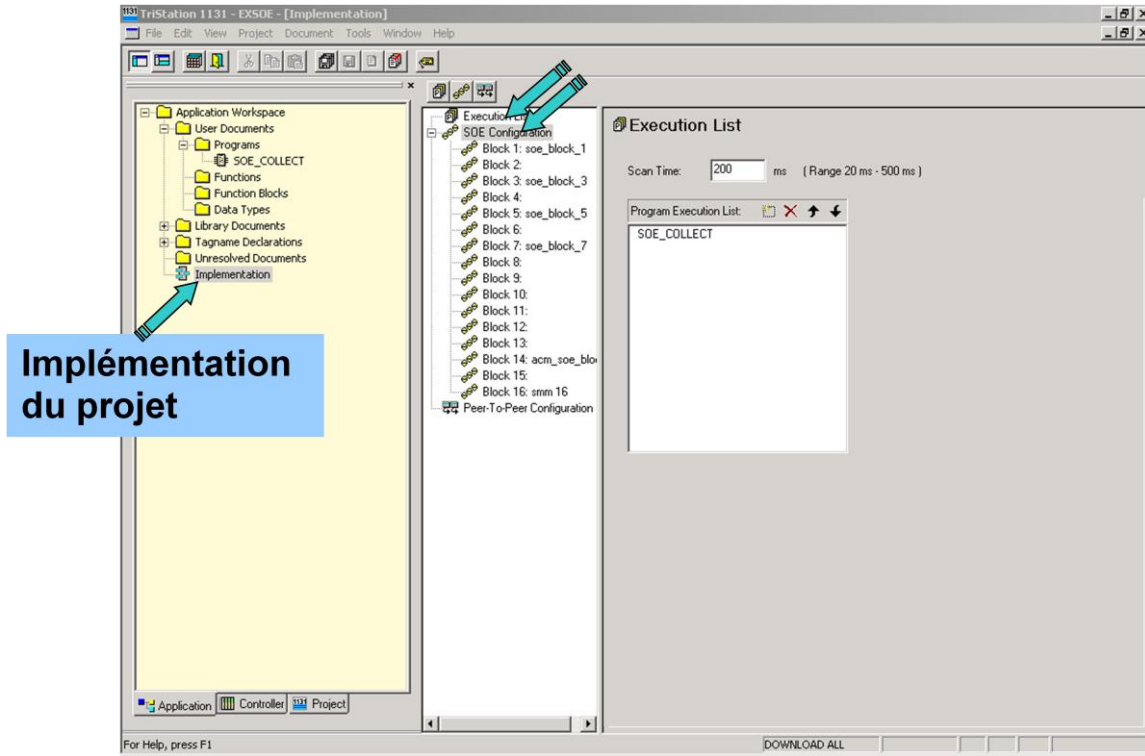


Fig III.6 : Implémentation du projet.

## Environnement de Configuration

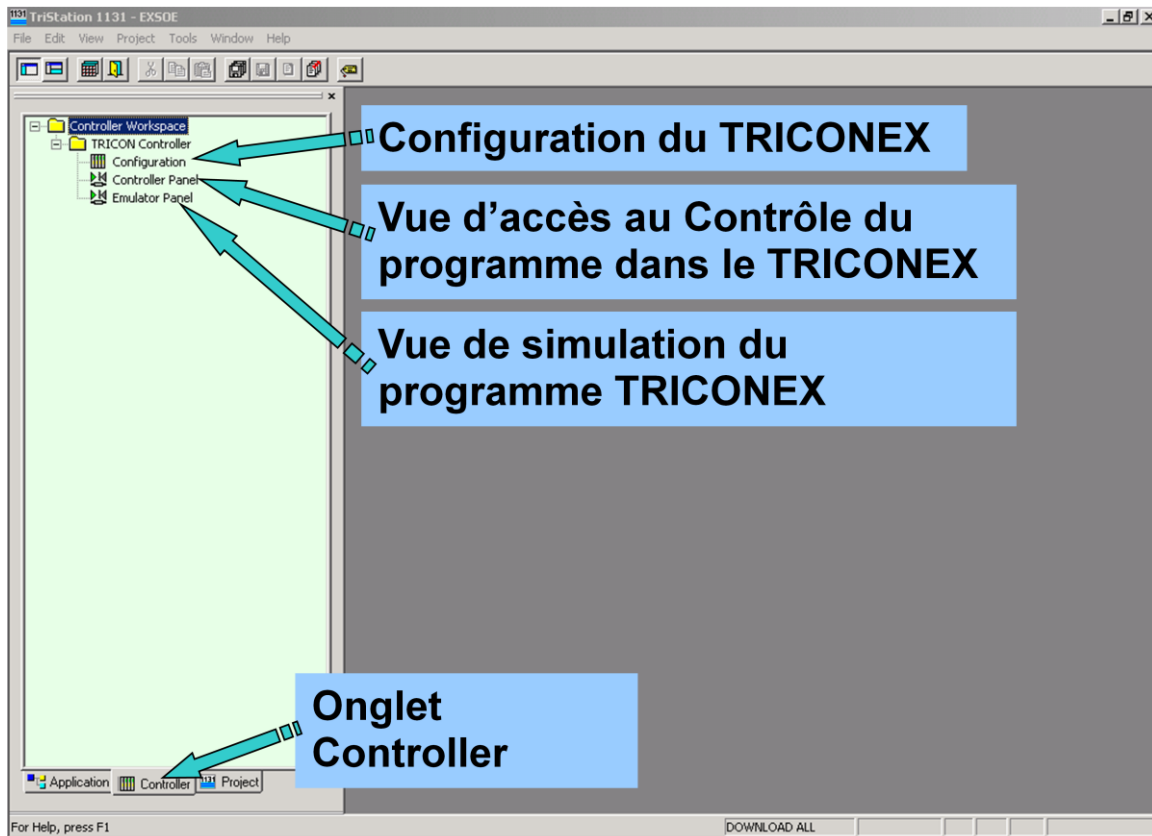


Fig III.7 : Environnement de configuration.

## Vues de Configuration

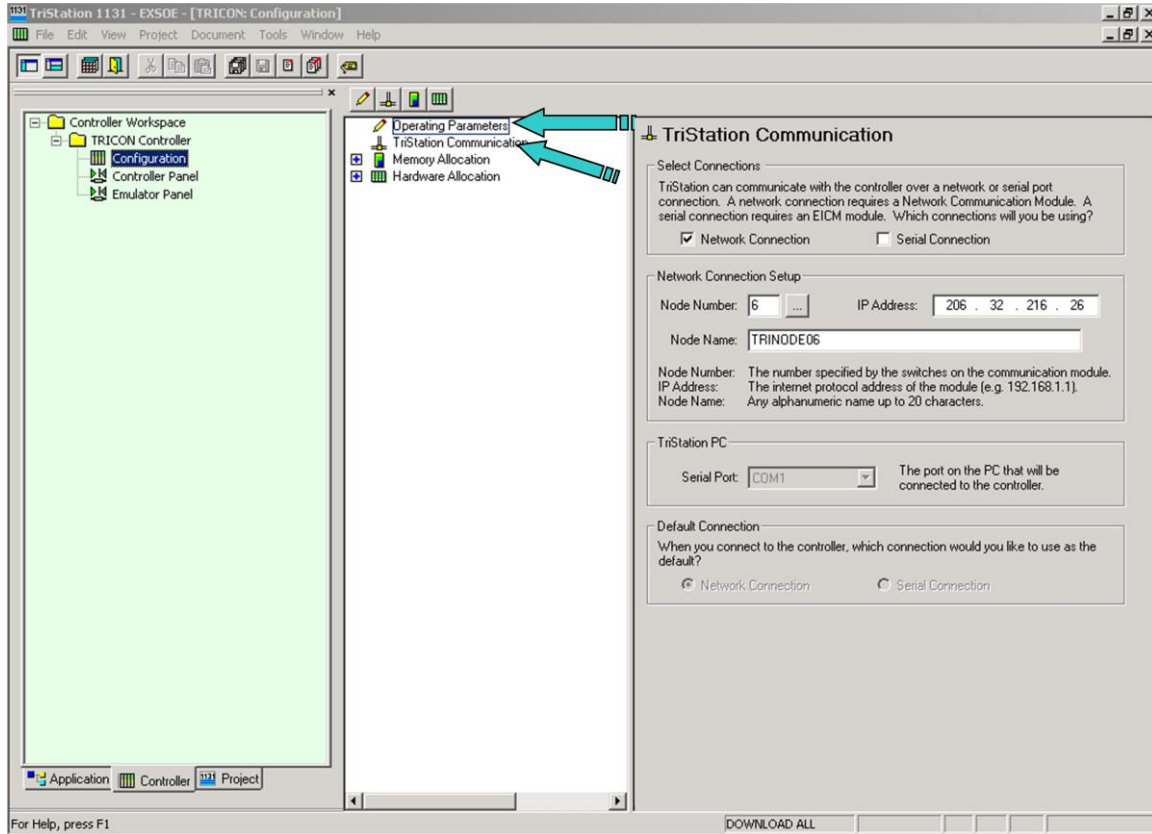


Fig III.8 : vues de configuration.

## Configuration des Châssis/Cartes

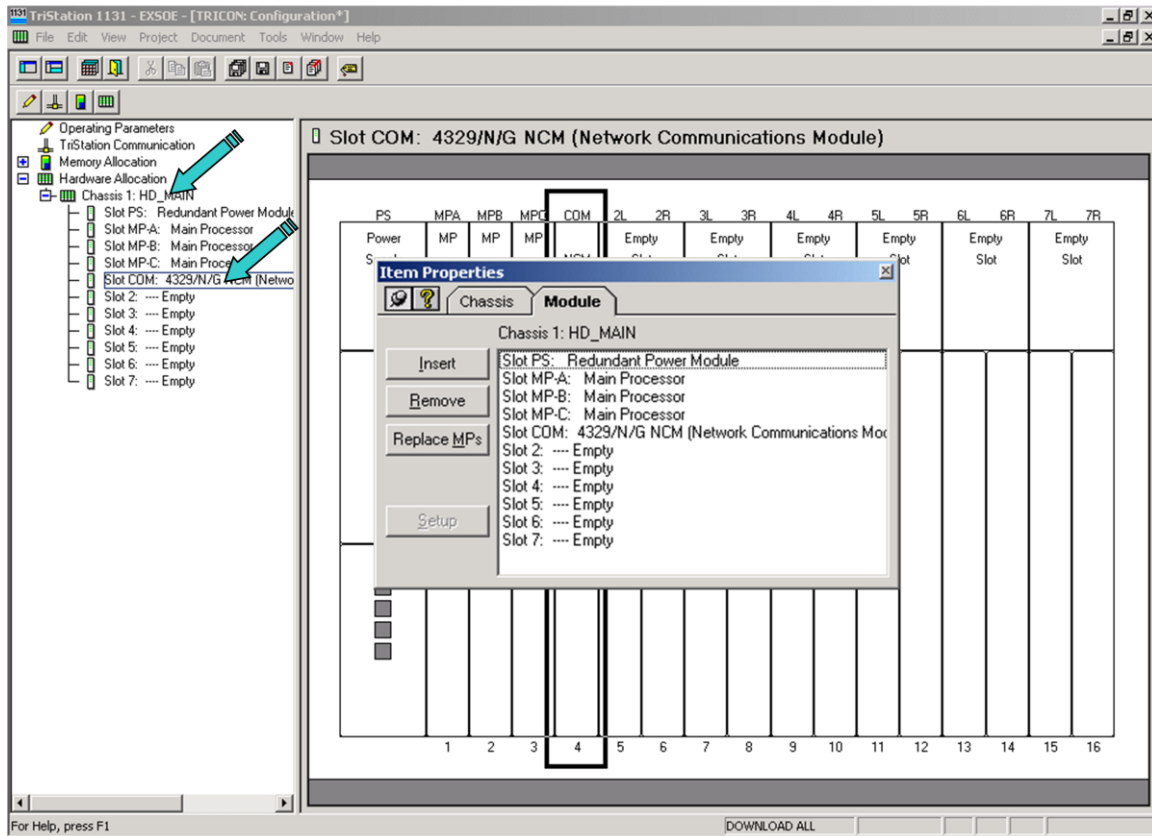


Fig III.9 : Configuration des châssis et des cartes.

## Vue du Contrôleur

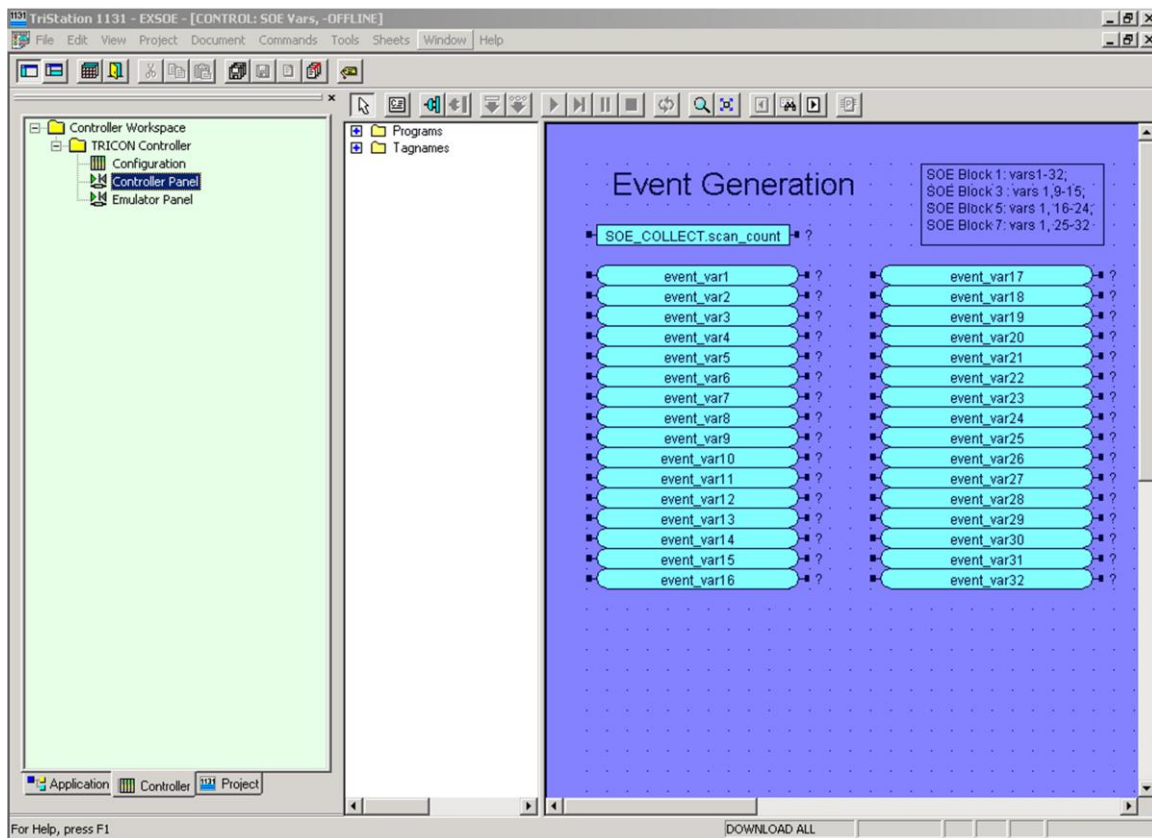


Fig III.10: Vues du contrôleur.

### **III.5. Présentation du logiciel de supervision INTOUCH**

INTOUCH, de Wonderware est une interface HMI graphique des données d'usine et de procédé.

Il permet de mettre en œuvre et déployer des applications de dialogue homme-machine sous Windows, totalement distribuées et intégrées avec les autres applications de la suite Orchestra: automatisation, traçabilité, historisation des données, pilotage de Batch et visualisation via Internet.

Il saisit, affiche et archive des données de procédé et les présente à l'opérateur, idéalement dans un format facile à utiliser. C'est une puissante interface opérateur qui prend des données des dispositifs de contrôles/commande (API, capteurs intelligents, etc...) et les affiche pour qu'elles soient utiles à un opérateur. On retrouve les applications d'InTouch dans tous les environnements industriels : industrie manufacturière, process ou tertiaire, pour le contrôle-commande, la supervision ou l'acquisition de données, etc. INTOUCH, tout en étant puissant, demeure simple à utiliser une fois qu'on comprend les concepts de base. [4]

### **III.6. Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons décrit l'API TRICONEX d'une façon générale, et son architecture TMR (principes de fonctionnement).

Aussi, ce chapitre nous avons décrit les deux outils de programmation et de supervision de processus industriels, à savoir respectivement, TRISTATION et INTOUCH. Ses derniers nous serviront comme base de départ pour le prochain chapitre qui portera sur le développement et la simulation de la commande numérique, ainsi que la mise en œuvre d'une solution de supervision sous INTOUCH, pour une surveillance optimale des paramètres primordiaux au bon fonctionnement de la boucle de régulation du niveau d'huile d'étanchéité.

# CHAPITRE IV

## Programmation et Simulation

### IV.1. Introduction

Après la description de la boucle de régulation du niveau d'huile d'étanchéité et ces différents instruments (pompes, vanne, régulateur PID...), ainsi que l'API TRICONEX et son logiciel de programmation Tristation1131 et l'interface Homme/Machine Intouch, ce chapitre consiste à l'élaboration du programme et la simulation de cette boucle.

Nous avons exploité les ressources du système existant à savoir le TRICONEX, vue la disponibilité des I/O libres et vue la possibilité de programmer la boucle, suit à des recommandations de SONATRACH, nous avons fait l'étude sur cette boucle pour pouvoir l'intégrer dans le système. Car, maintenant la boucle est gérée par un régulateur pneumatique local.

Nous avons établi un plan de travail qui est le suivant :

1. Identification des Entrées et Sorties libres sur le rack de l'automate
2. Identification physique des Entrées & Sorties de la boucle de régulation
3. Identification au niveau des borniers les points en réserve
4. Analyse et étude des fonctionnalités de la boucle (cahier des charges)
5. Programmation et compilation de la séquence
6. Teste de fonctionnement de la séquence en mode simulation
7. Test de la boucle et la commande des pompes à partir du <HMI>

### IV.2. Identification des Entrées & Sorties libres sur le rack de l'automate

- **Châssis 1** : comporte les modules suivant de gauche vers la droite :
  - ✓ Slot PS : module redondant d'alimentation.
  - ✓ Slot MP-A : 3008, Tricon processeur principal.
  - ✓ Slot MP-B : 3008, Tricon processeur principal.
  - ✓ Slot MP-C : 3008, Tricon processeur principal.
  - ✓ Slot 2 : 4351 A/B ACM (Tricon communication module A/B-Copper).
  - ✓ Slot 3 : 3503/E/EN discrète input, 24V ,32 points.
  - ✓ Slot 4 : 3604/E/EN discrète output, 24V ,32 points.
  - ✓ Slot 5 : 3604/E/EN discrète output, 24V ,32 points.
  - ✓ Slot 6 : 2511 Unhanced Pulse Input, 8 points.
  - ✓ Slot 7 : 3805 E/H/EN Analog Output, 4-20 mA, 8 points.

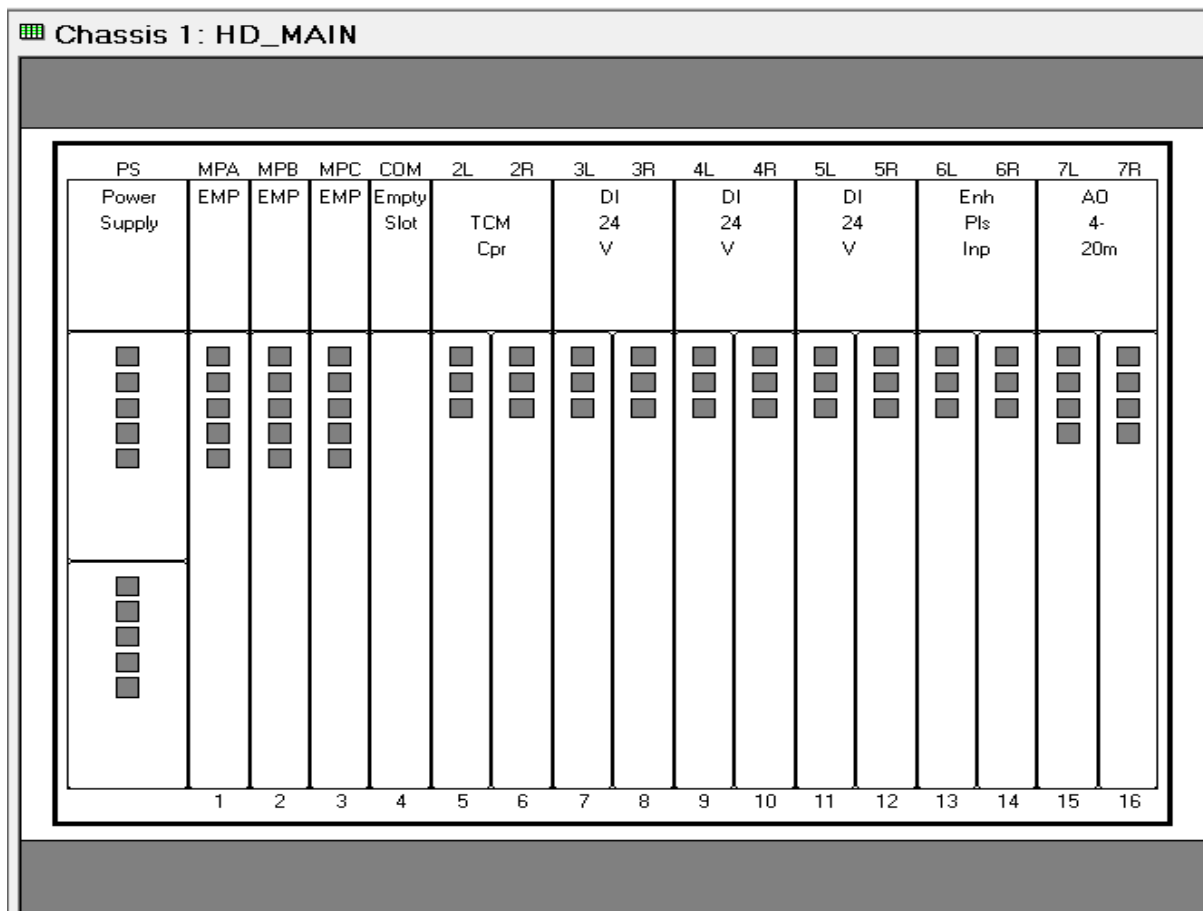


Fig IV.1 : Chassis 1 de l'API.

- **Châssis 2** : comporte les modules suivant de gauche vers la droite :
  - ✓ Slot PS : module redondant d'alimentation.
  - ✓ Slot 1: 3721/N Enh Differential Analog Input, +/-5V ,32 points, Configurable.
  - ✓ Slot 2 : -----Empty.
  - ✓ Slot 3 : 3708/E/EN Enh Isol Thermocouple Input Type K dgC DnS ,16 points.
  - ✓ Slot 4 :3708 /E/EN Enh Isol Thermocouple Input Type K dgC DnS ,16 points.
  - ✓ Slot 5 : -----Empty.
  - ✓ Slot 6 : 3625/N Supervised Discrete Output, 24V, 32 points, Configurable
  - ✓ Slot 7 : 3625/N Supervised Discrete Output, 24V, 32 points, Configurable
  - ✓ Slot 8 : -----Empty.

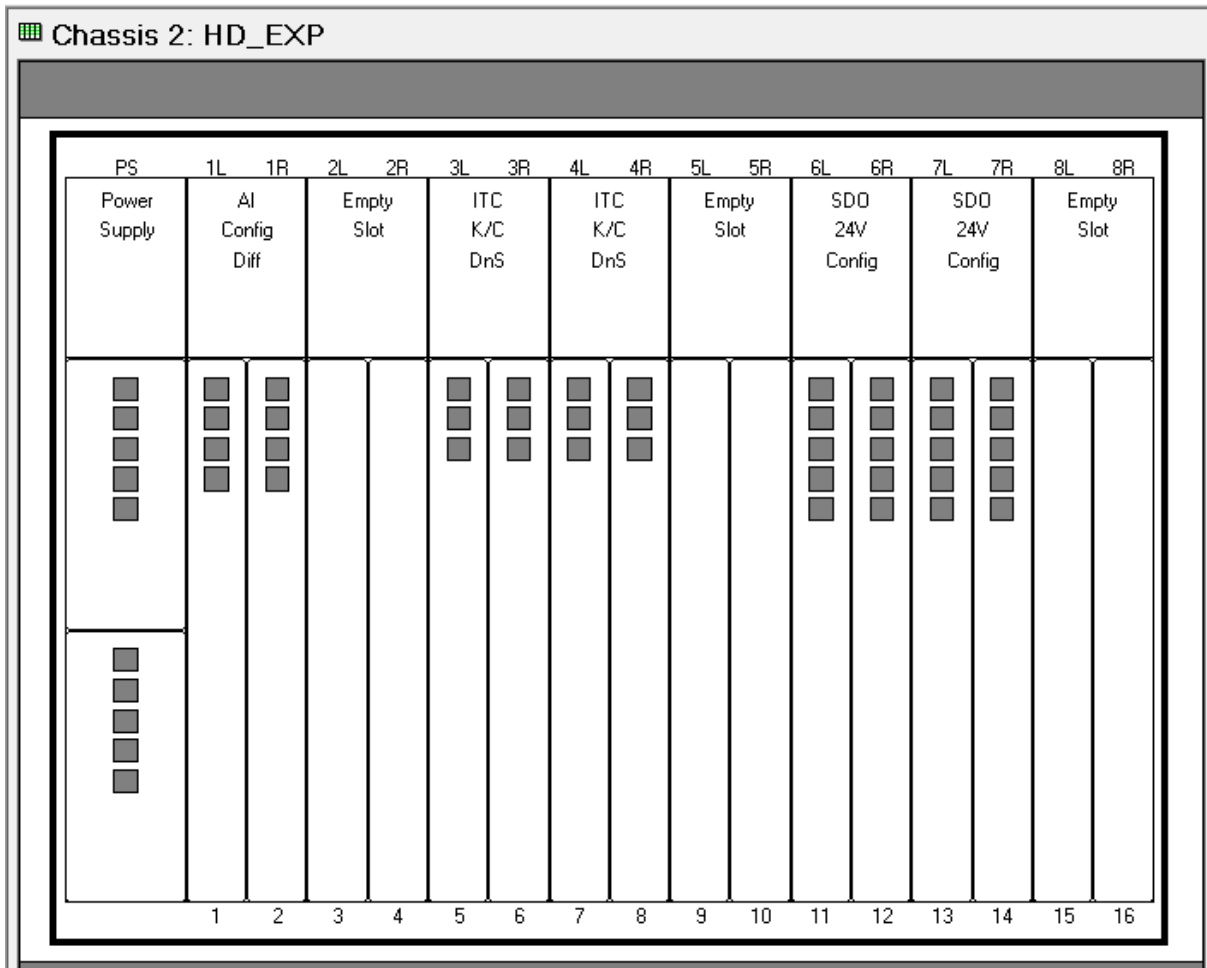


Fig IV.2 : Chassis 2 de l'API.

### IV.3. Identification physique des Entrées & Sorties de la boucle de régulation

Dans notre projet, on dispose de :

- Nombre d'entrées logiques : 6
- Nombre de sorties logiques : 7
- Nombre d'entrées analogiques : 1
- Nombre de sorties analogiques : 1

<b>Entrées logiques</b>	<b>SIGNIFICATION</b>
Press_gaz	Pression de gaz $\geq 4$ bar
dépressurisation	Unité à l'arrêt + dépressurisation
LSL	Niveau bas
LSH	Niveau haut
I52P1	Feed back pompe 1
I52P2	Feed back pompe 2
<b>Entrée analogique</b>	
mesure	Mesure du niveau
<b>Sorties logiques</b>	
BP1	Démarrage pompe 1
BP2	Démarrage pompe 2
STOP1	Arrêt pompe 1
STOP2	Arrêt pompe 2
START	Conditions pour démarrage de l'unité
SELECT	Sélection des pompes
perturbation	Perturbation du niveau
<b>Sortie analogique</b>	
La_commande	Signal de commande sortie du PID

**Fig IV.3 : Tableau d'entrées/sorties.**

**IV.4. Identification au niveau des borniers les points en réserve :**

<b>Entrées logiques :</b>	<b>modules qui correspondent au type de point sélectionné :</b>	<b>Adresse physique :</b>
Press_gaz	01.05 (Discrete Input, 24 V, 32 points)	01.05.01
dépressurisation	01.05 (Discrete Input, 24 V, 32 points)	01.05.02
LSL	01.05 (Discrete Input, 24 V, 32 points)	01.05.03
LSH	01.05 (Discrete Input, 24 V, 32 points)	01.05.04
I52P1	01.05 (Discrete Input, 24 V, 32 points)	01.05.05
I52P2	01.05 (Discrete Input, 24 V, 32 points)	01.05.06
<b>Entrée analogique :</b>		
compteur	01.06 (Enhanced Pulse Input, 8 points)	01.06.03
<b>Sorties logiques :</b>		
BP1	02.07 (Supervised Discrete Output, 24V, 32 points, Configurable)	02.07.01
BP2	02.07 (Supervised Discrete Output, 24V, 32 points, Configurable)	02.07.02
STOP1	02.07 (Supervised Discrete Output, 24V, 32 points, Configurable)	02.07.03
STOP2	02.07 (Supervised Discrete Output, 24V, 32 points, Configurable)	02.07.04
START	02.07 (Supervised Discrete Output, 24V, 32 points, Configurable)	02.07.05
SELECT	02.07 (Supervised Discrete Output, 24V, 32 points, Configurable)	02.07.06
perturbation	02.07 (Supervised Discrete Output, 24V, 32 points, Configurable)	02.07.07
<b>Sortie analogiques :</b>		
La_commande	01.07 (Analog Output, 4-20ma, 8 points)	01.07.05

**Fig IV.4 : Tableau d'adressage des Entrées/Sorties.**

## **IV.5. Cahier des charges**

### **IV.5.1. Démarrage des pompes**

#### **a-Démarrage de la pompe principale**

- Démarrage manuel : bouton poussoir « bp1/bp2 ».
- Démarrage manuel : bouton « START ».
- Démarrage automatique : pressostat de gaz « press\_gaz ».
- Démarrage automatique : niveau bas « LSL ».

#### **b-Démarrage de la pompe auxiliaire**

- Démarrage manuel : bouton poussoir « bp2/bp1 ».
- Démarrage automatique : pressostat de gaz « press\_gaz ».
- Démarrage automatique : niveau bas « LSL ».

### **IV.5.2. La sélection des pompes**

- Select : nous permet de sélectionner qu'elle est la pompe est principale et qu'elle est l'auxiliaire.
  - select =0 : pompe 1 est sélectionnée principale en état MARCHE et pompe 2 auxiliaire.
  - select =1 : pompe 2 est sélectionnée principale en état MARCHE et pompe 1 auxiliaire.

### **IV.5.3. L'arrêt des pompes**

- Arrêt manuel de la pompe 1 par bouton poussoir « stop1 ».
- Arrêt manuel de la pompe 2 par bouton poussoir « stop2 ».
- Arrêt automatique des pompes : pas de gaz dans la conduite + unités à l'arrêt avec dépressurisation.

### **IV.5.4. Le régulateur :**

Pour la régulation de niveau d'huile d'étanchéité nous avons utilisé un régulateur PI

Avec les paramètres suivants :

- Consigne : 50%.
- bande proportionnelle : 25%.
- Action intégrale : 0.5 s.

### **IV.5.5. Les sécurités**

- LSH : alarme niveau haut dans le ballon (LSH $\geq$ 80%).
- Press\_gaz : pour le démarrage automatique des pompes (press-gaz $\geq$ 4bar).

- LSL : pour le démarrage automatique de la pompe auxiliaire dans le cas ou la pompe principale est allumée, et pour le démarrage des deux pompes dans le cas ou elles sont à l'arrêt ( $LSL \leq 30\%$ ).

### IV.5.6. La maintenance des pompes

- Compteur\_horraire : temps de marche de la pompe 1.
- Compteur\_horraire\_2 : temps de marche de la pompe 2.
- Revision\_pump1 : indique le moment de la révision de la pompe 1.
- Revision\_pump2 : indique le moment de la révision de la pompe 2.

IV.6. Programmation et compilation de la séquence

IV.6.1. Programmation du démarrage et de l'arrêt des deux pompes

Les conditions de démarrage de la première pompe sont représentées dans la figure ci-dessous :

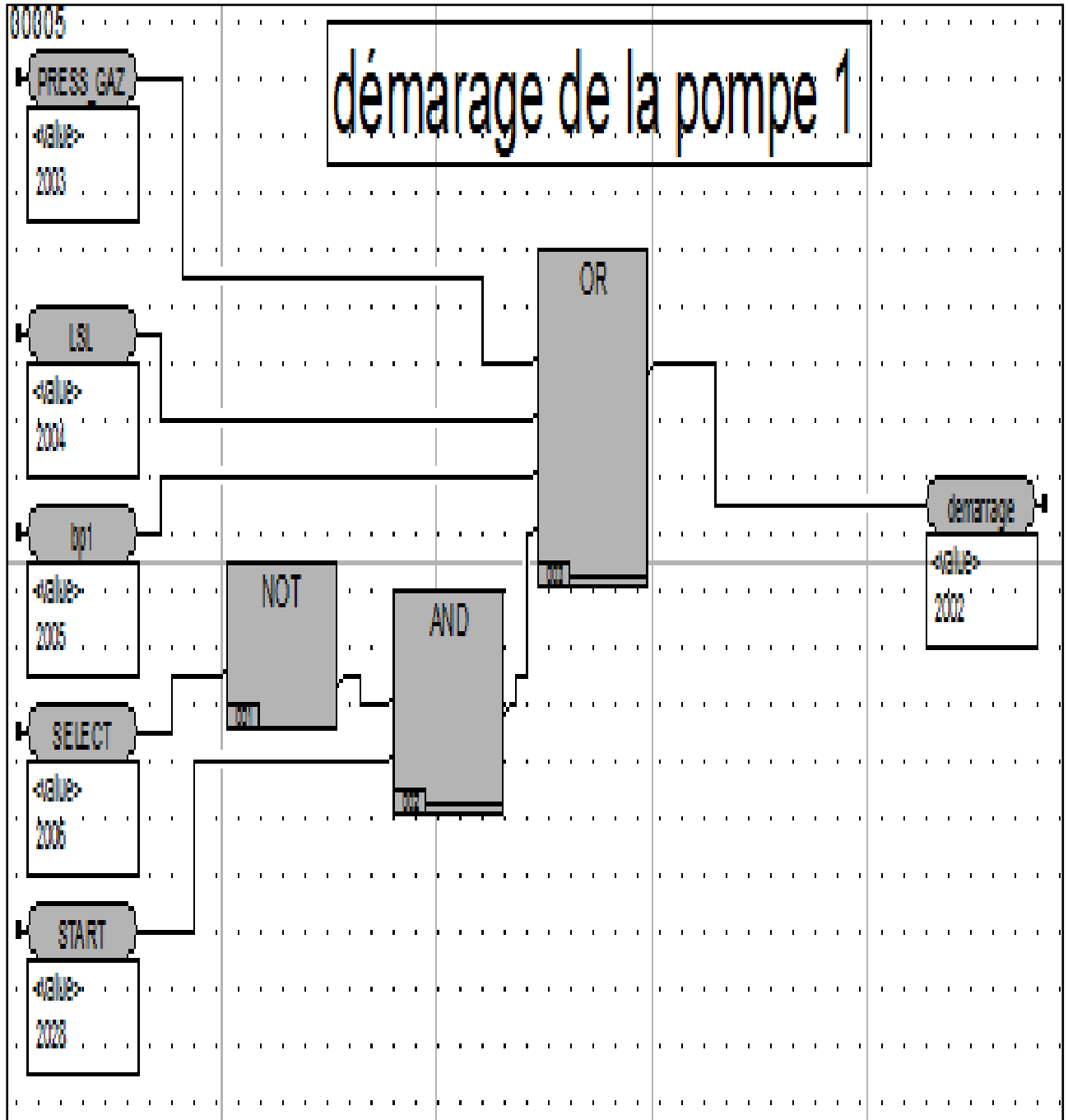


Fig IV.5 : bloc démarrage de la pompe 1.

Les conditions de démarrage de la deuxième pompe sont représentées dans la figure ci-dessous :

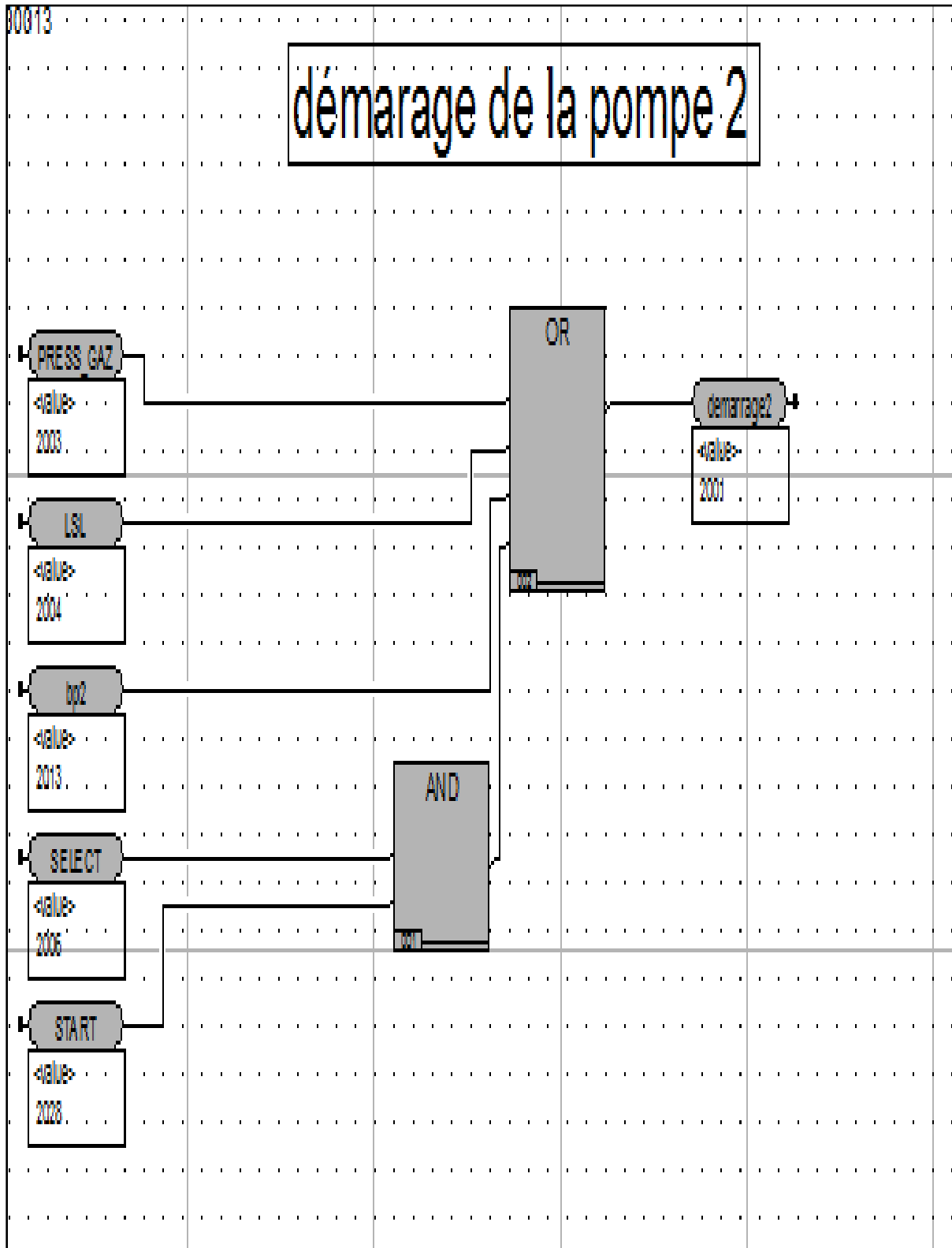


Fig IV.6 : bloc démarrage de la pompe 2.

Le schéma bloc du signal de retour de la première pompe est représenté dans la figure suivante :

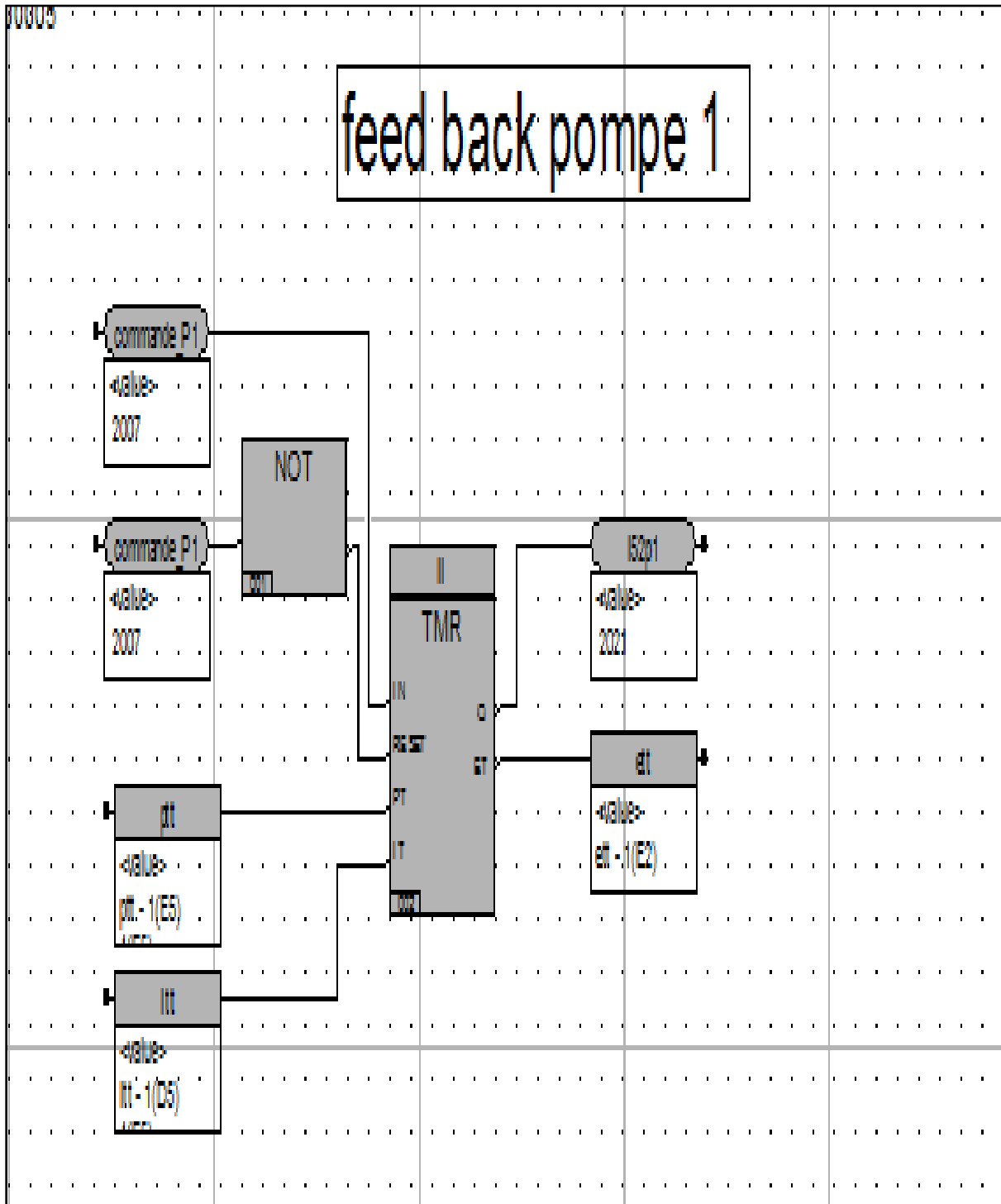


Fig IV.7 : bloc du feed back de la première pompe.

La figure qui suit représente le schéma bloc du signal de retour de la deuxième pompe :

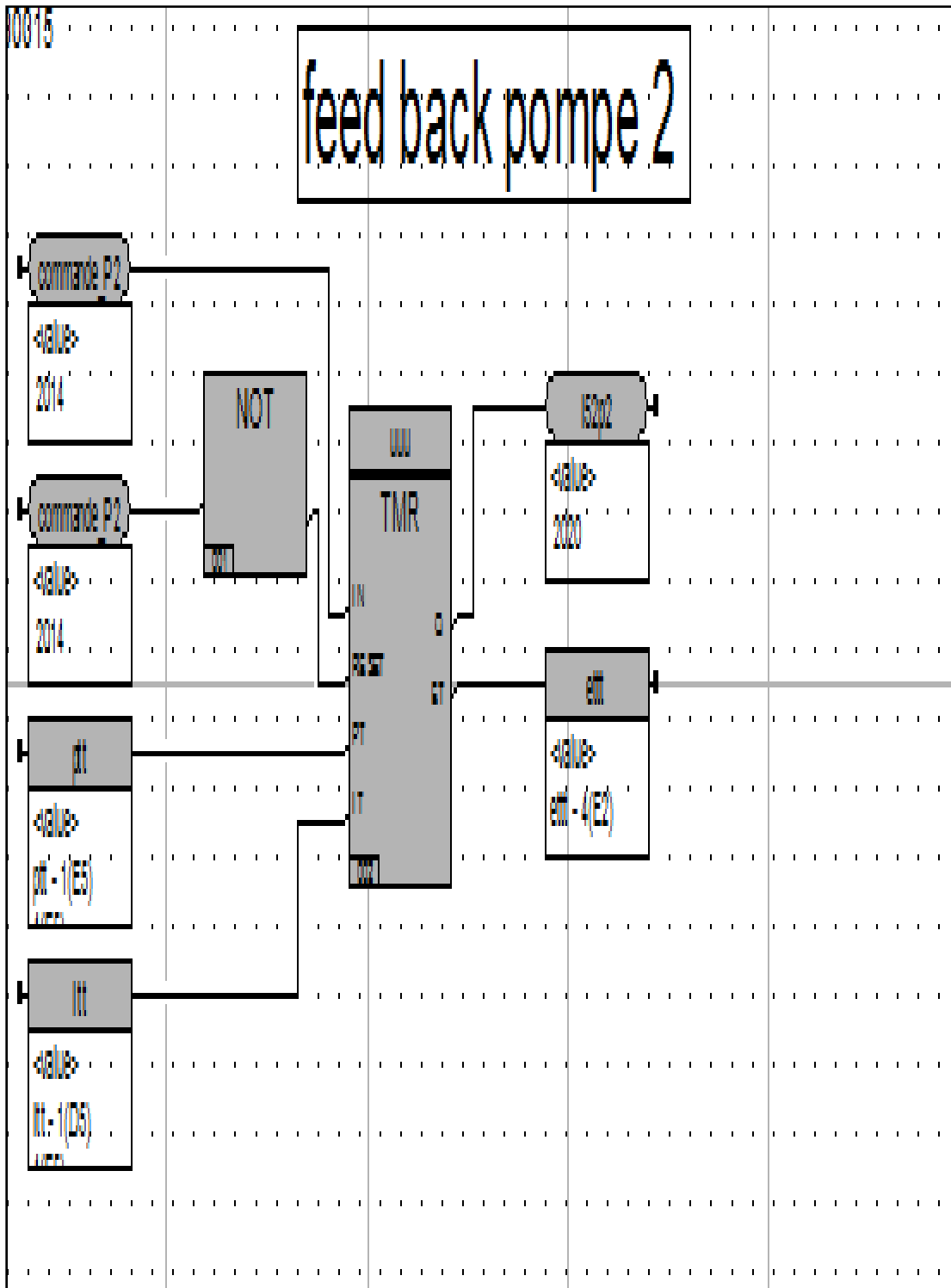


Fig IV.8 : bloc du feed back de la deuxième pompe.

Le signal de commande de la première pompe est représenté dans la figure ci-dessous :

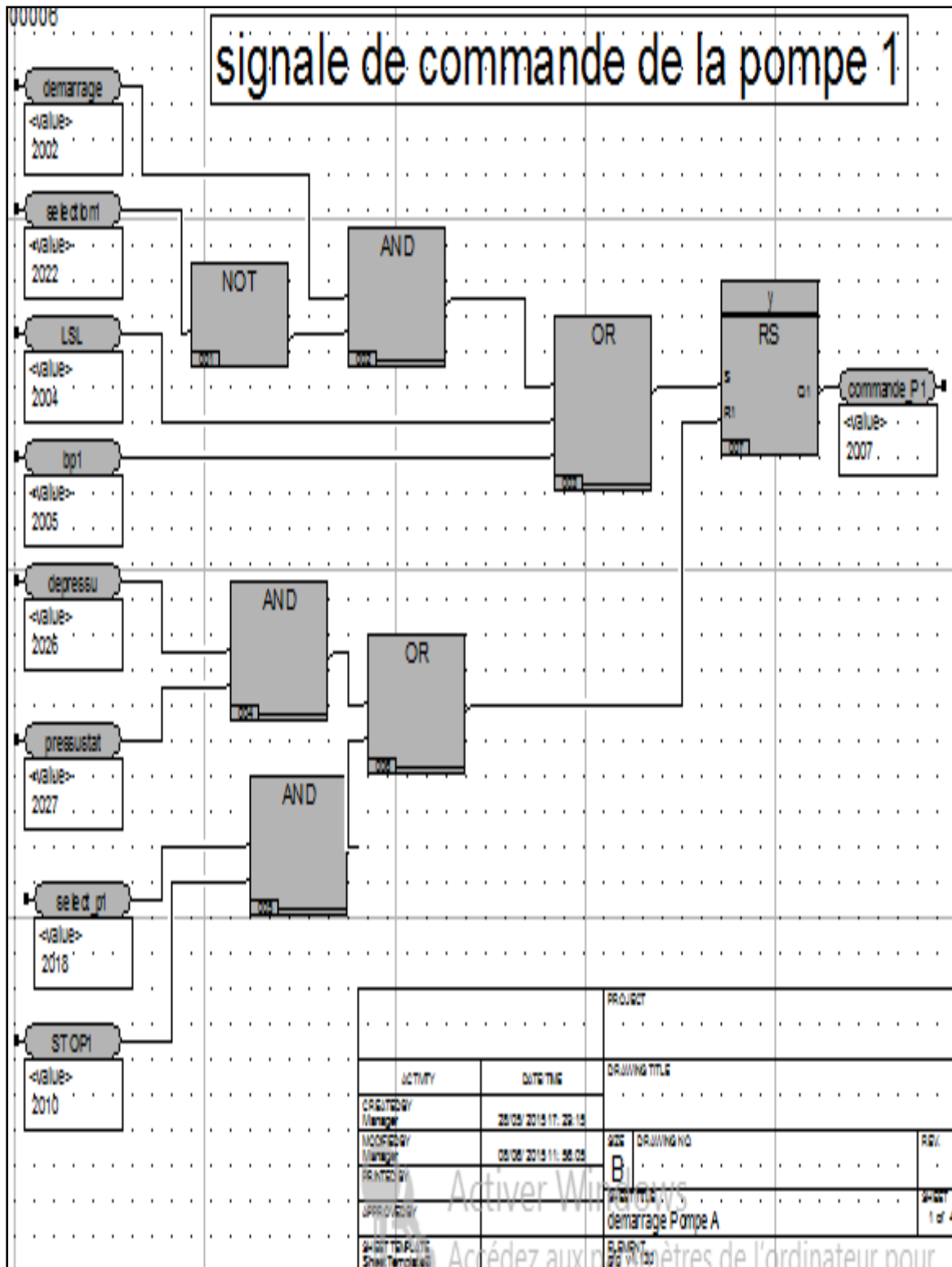


Fig IV.9 : bloc de signal de commande pour la première pompe.

La figure ci-dessous représente le signal de commande de la deuxième pompe :

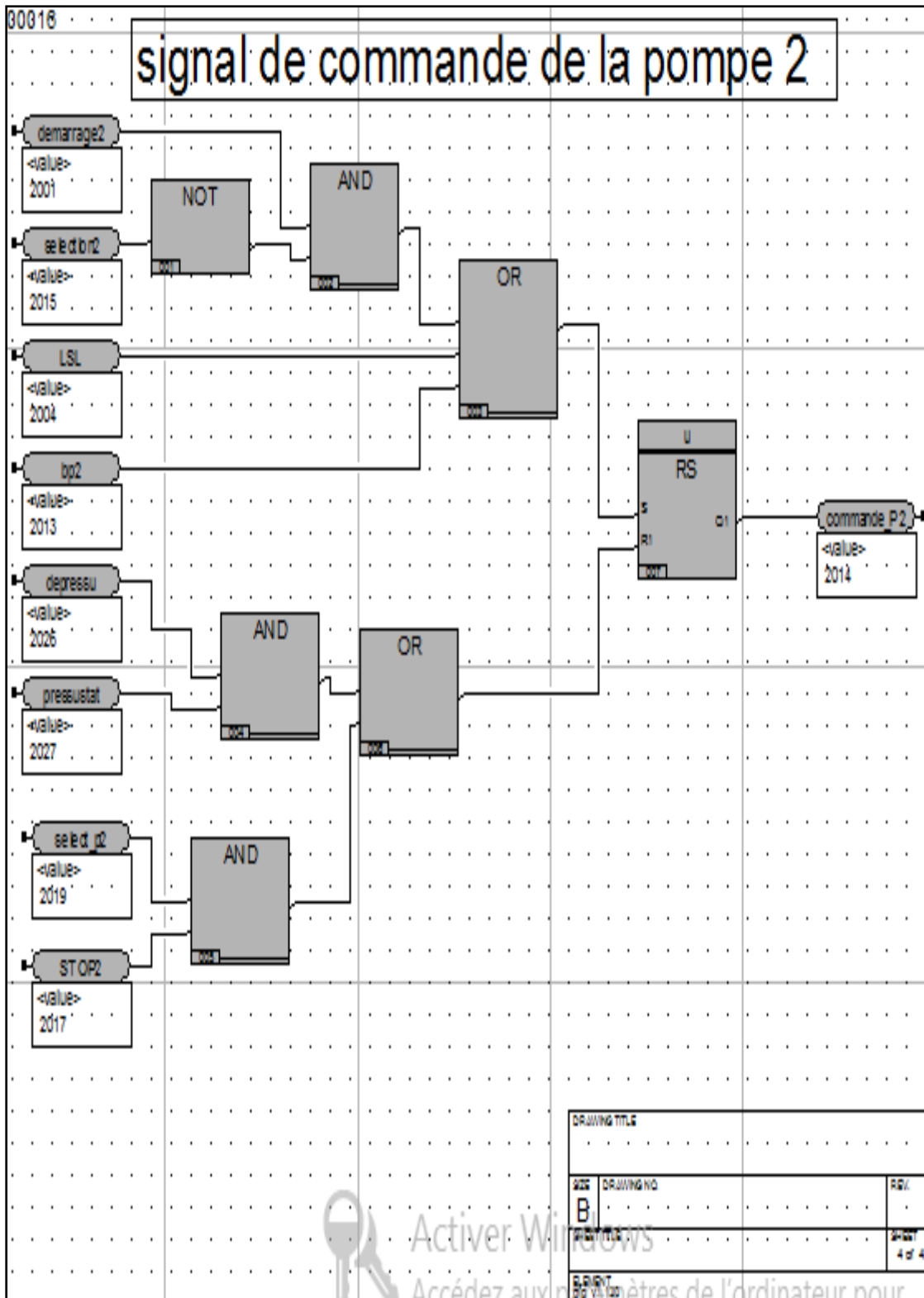


Fig IV.10 : bloc signal de commande de la deuxième pompe.

IV.6.2. Programmation de la sélection

Le schéma bloc ci-dessous représente la commande de la sélection des pompes :

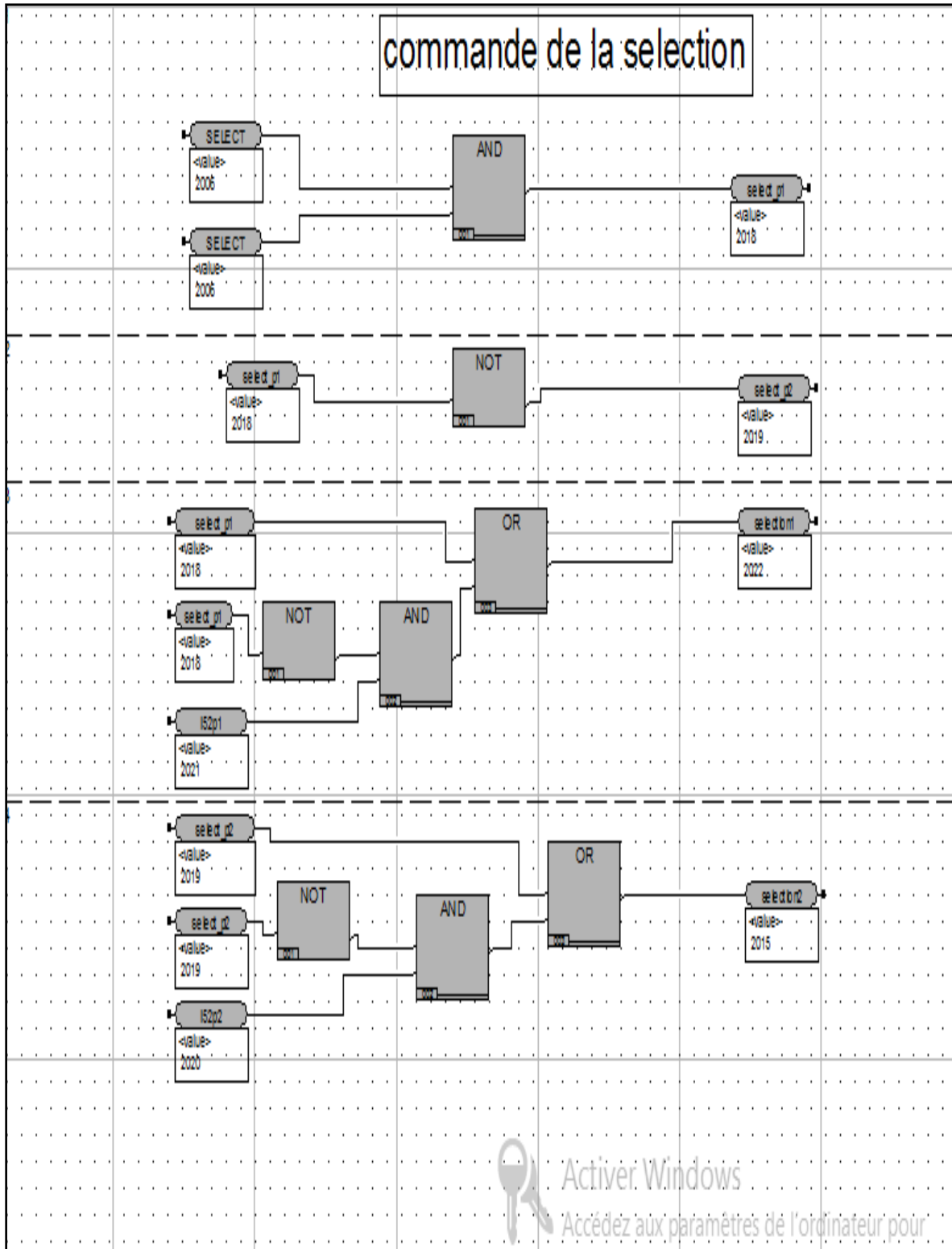


Fig IV.11 : sélection des pompes.

### IV.6.3. Programme pour la maintenance des pompes

La figure ci-dessous représente le temps de marche de la première pompe et le moment de sa révision :

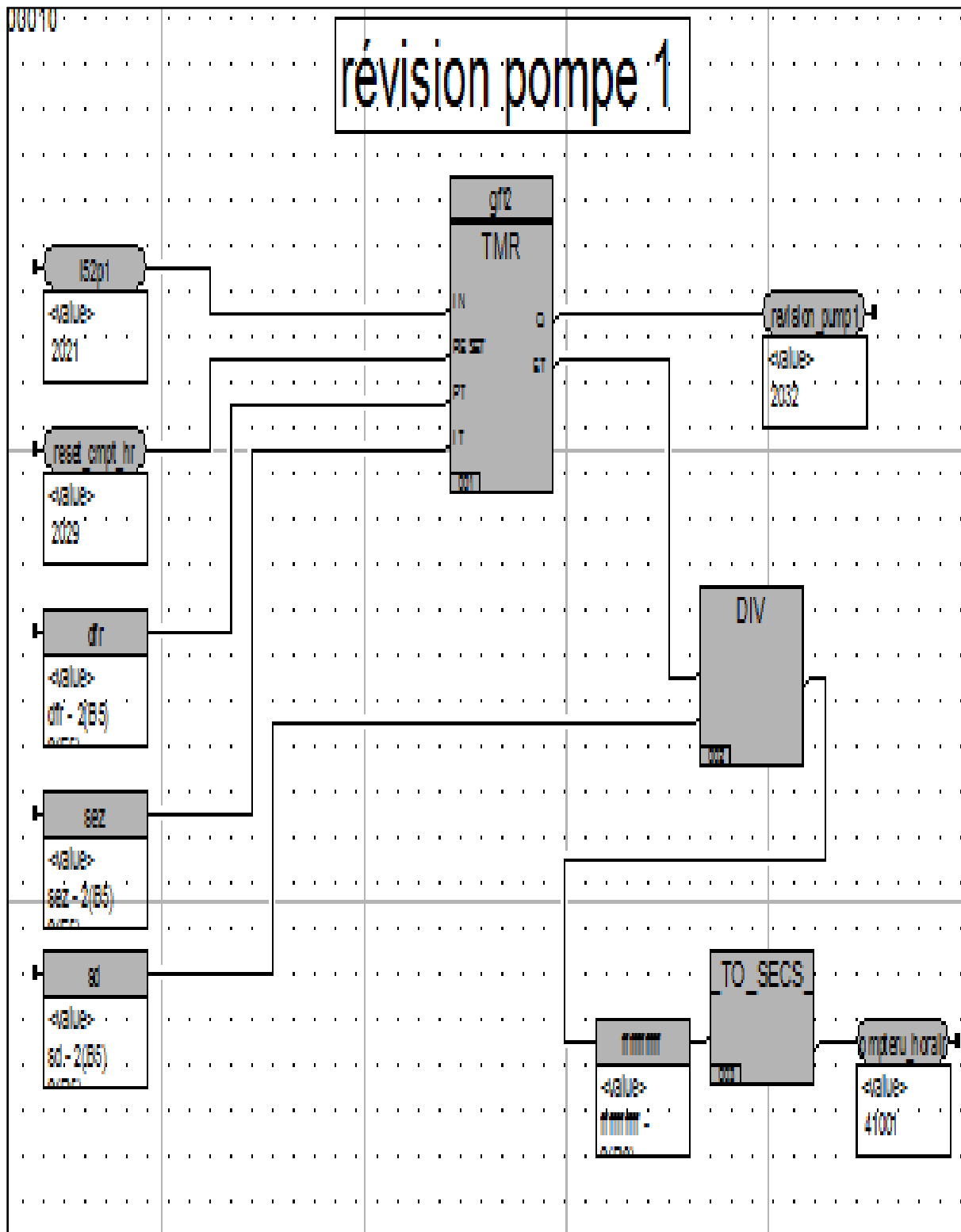


Fig IV.12 : bloc révision de la première pompe.

La figure ci-dessous représente le temps de marche de la deuxième pompe et le moment de sa révision :

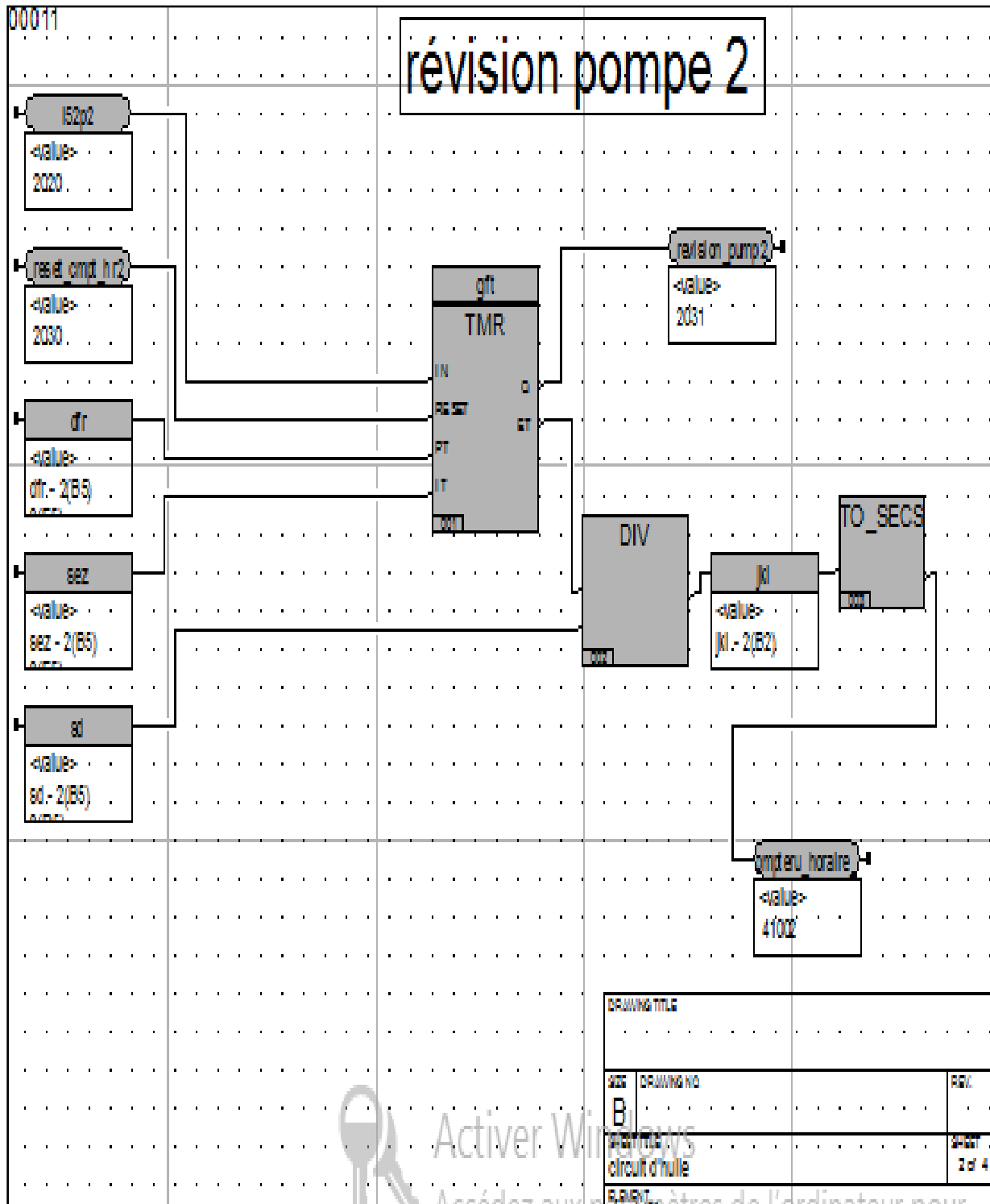


Fig IV.13 : bloc révision de la pompe 2.

IV.6.4. Programme pour la simulation du niveau

La figure ci-dessous représente la simulation du niveau dans le réservoir d'huile :

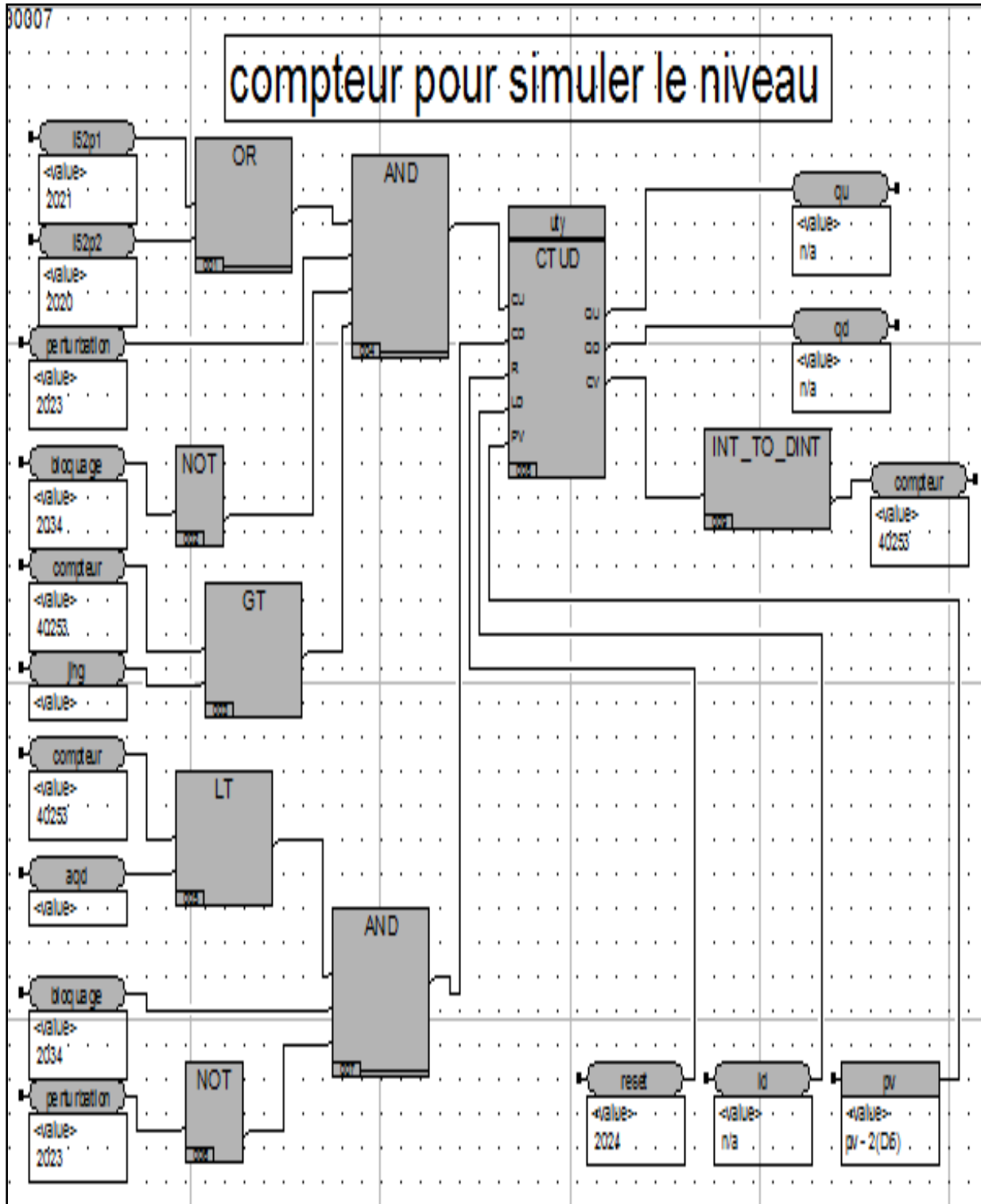


Fig IV.14 : bloc simulation du niveau.

IV.6.5. Programme de la régulation du niveau

La figure ci-dessous représente la boucle de régulation du niveau d'huile dans le ballon à l'aide d'un P.I.D :

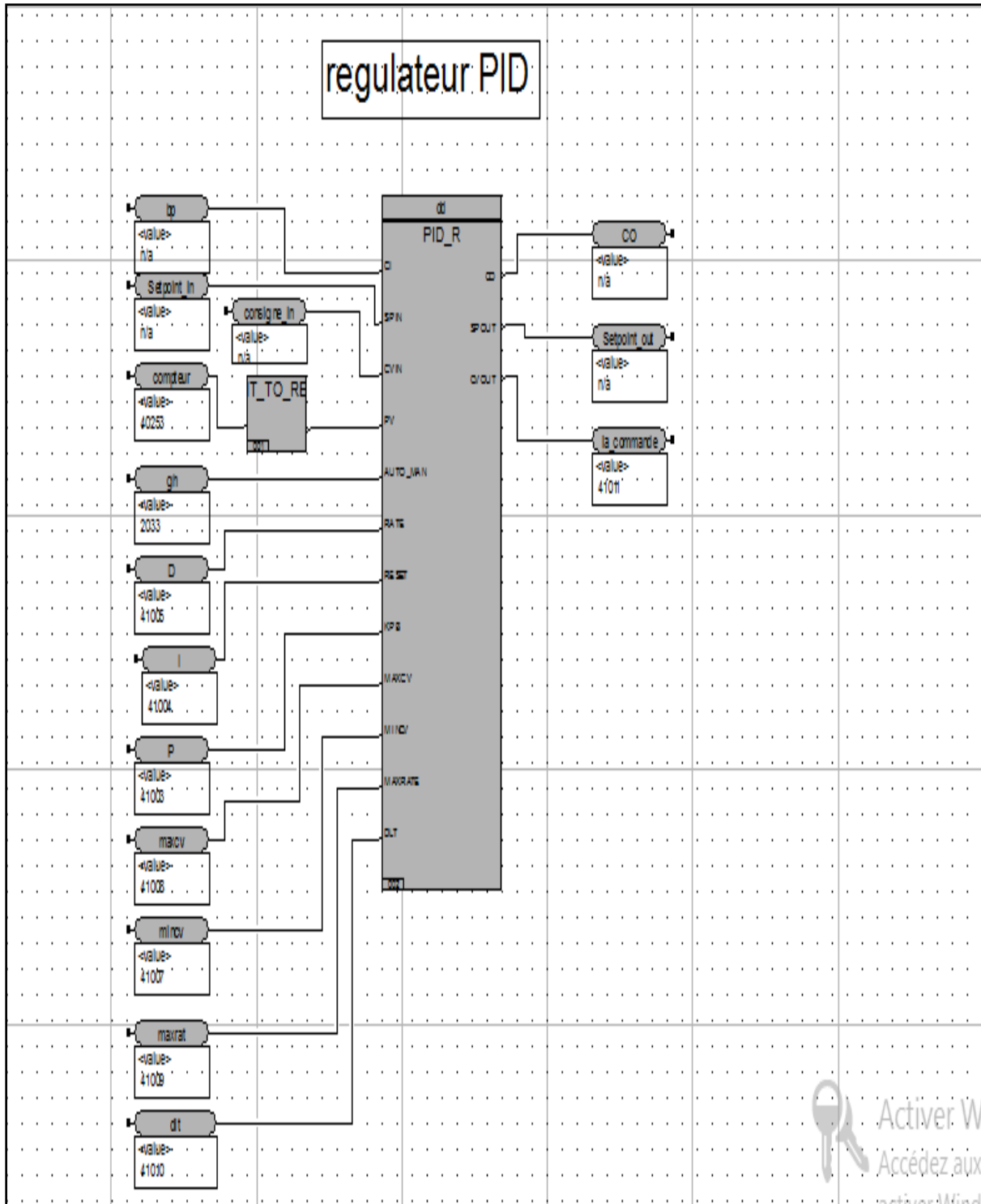


Fig IV.15 : boucle de régulation du niveau.

IV.6.6. Programmation des alarmes

Le niveau haut et le niveau bas dans le ballon est représenté dans la figure ci-dessous :

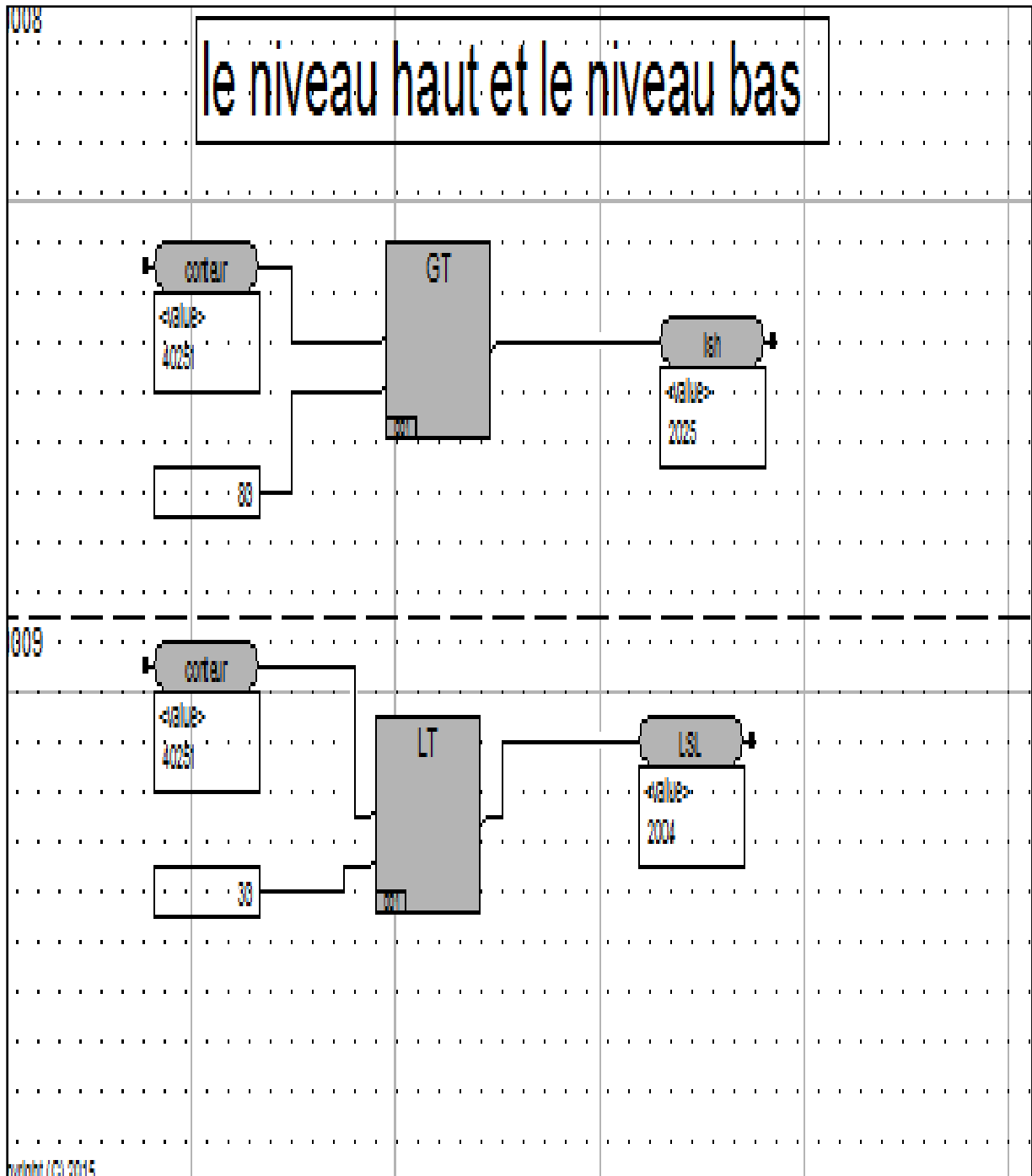


Fig IV.16 : bloc de niveau haut et niveau bas.

IV.7. Teste du fonctionnement de la séquence en mode simulation

Après avoir donné tous les différents blocs de notre programme, passons à la simulation du démarrage de la première pompe.

La figure ci-dessous représente l'état de la pompe 1 avant le démarrage :

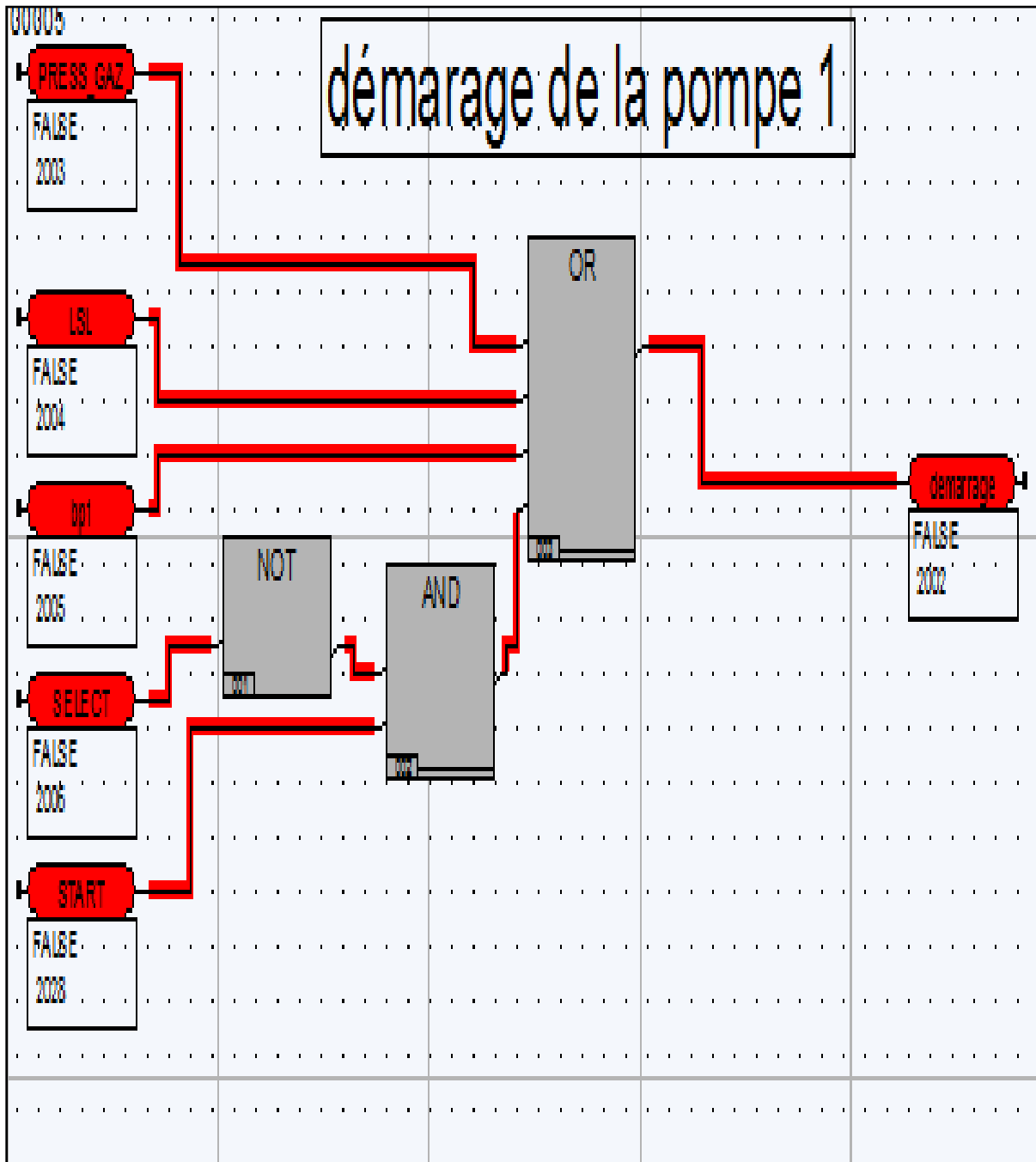


Fig IV.17 : Pompe 1 avant démarrage.

La figure ci-dessous représente la première pompe après le démarrage :

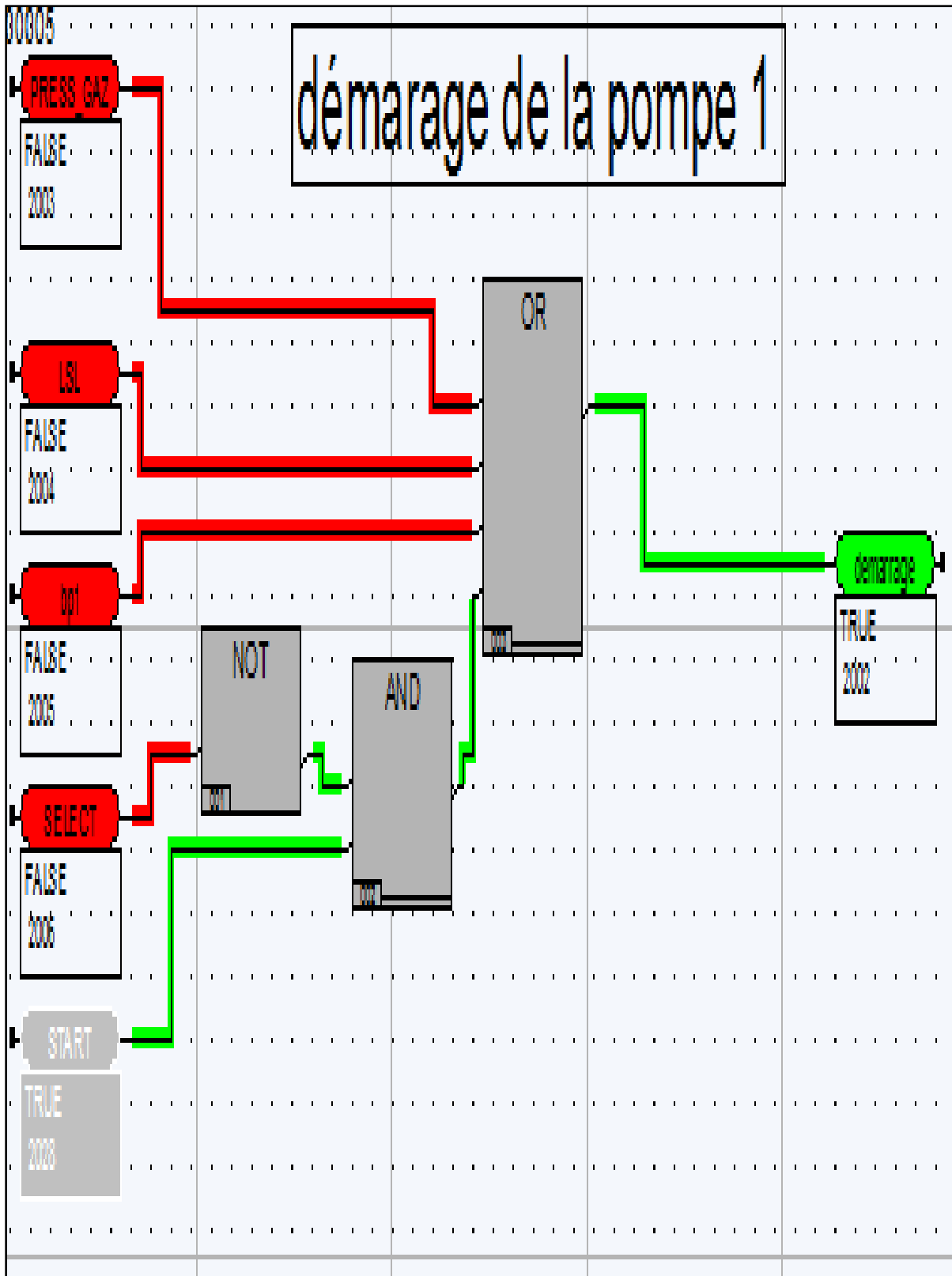


Fig IV.18 : Pompe 1 après démarrage.

La figure ci-dessous montre le signal de commande de la première pompe avant le démarrage :

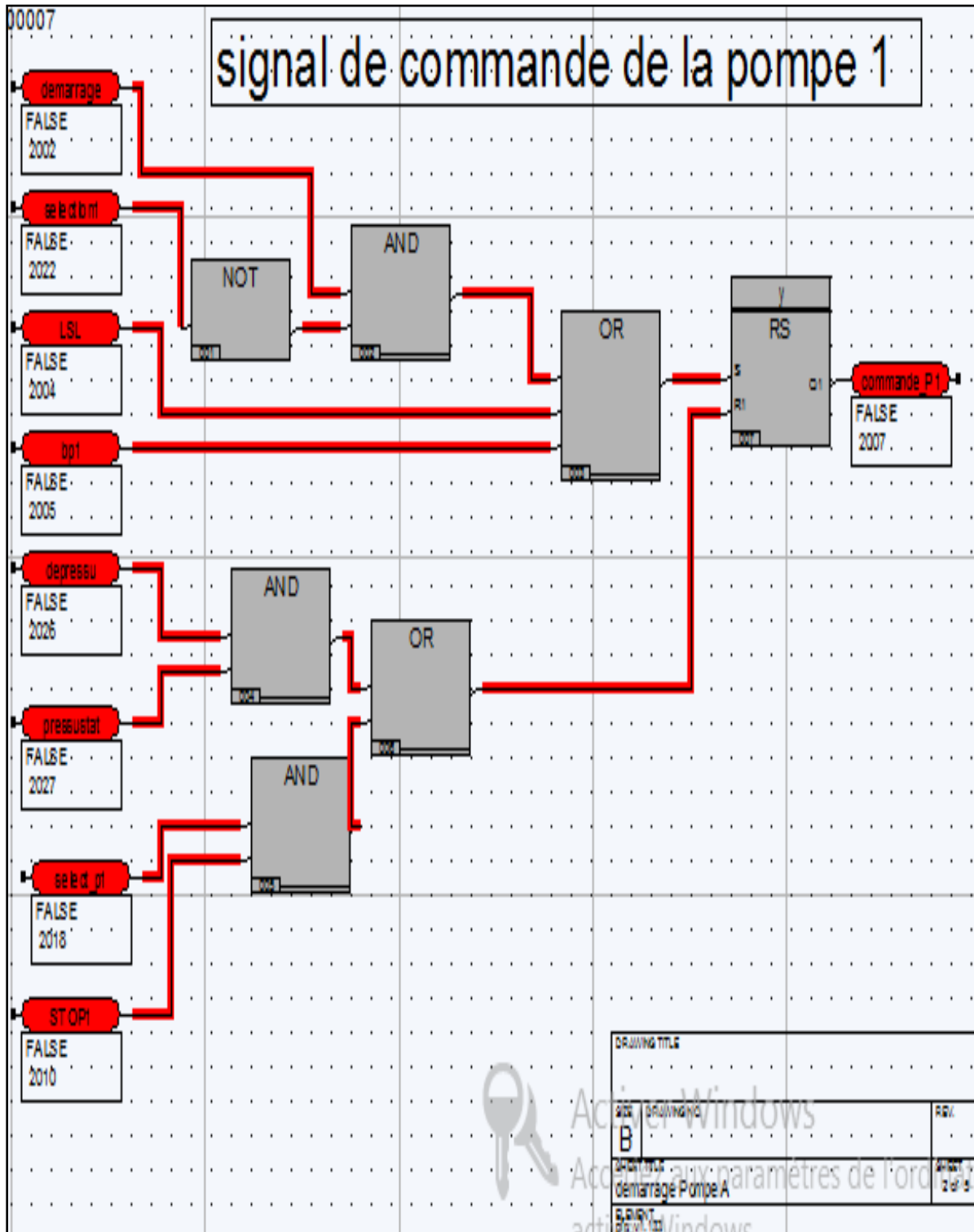


Fig IV.19 : signal de commande pompe 1 avant le démarrage.

La figure ci-dessous montre le signal de commande de la première pompe après le démarrage :

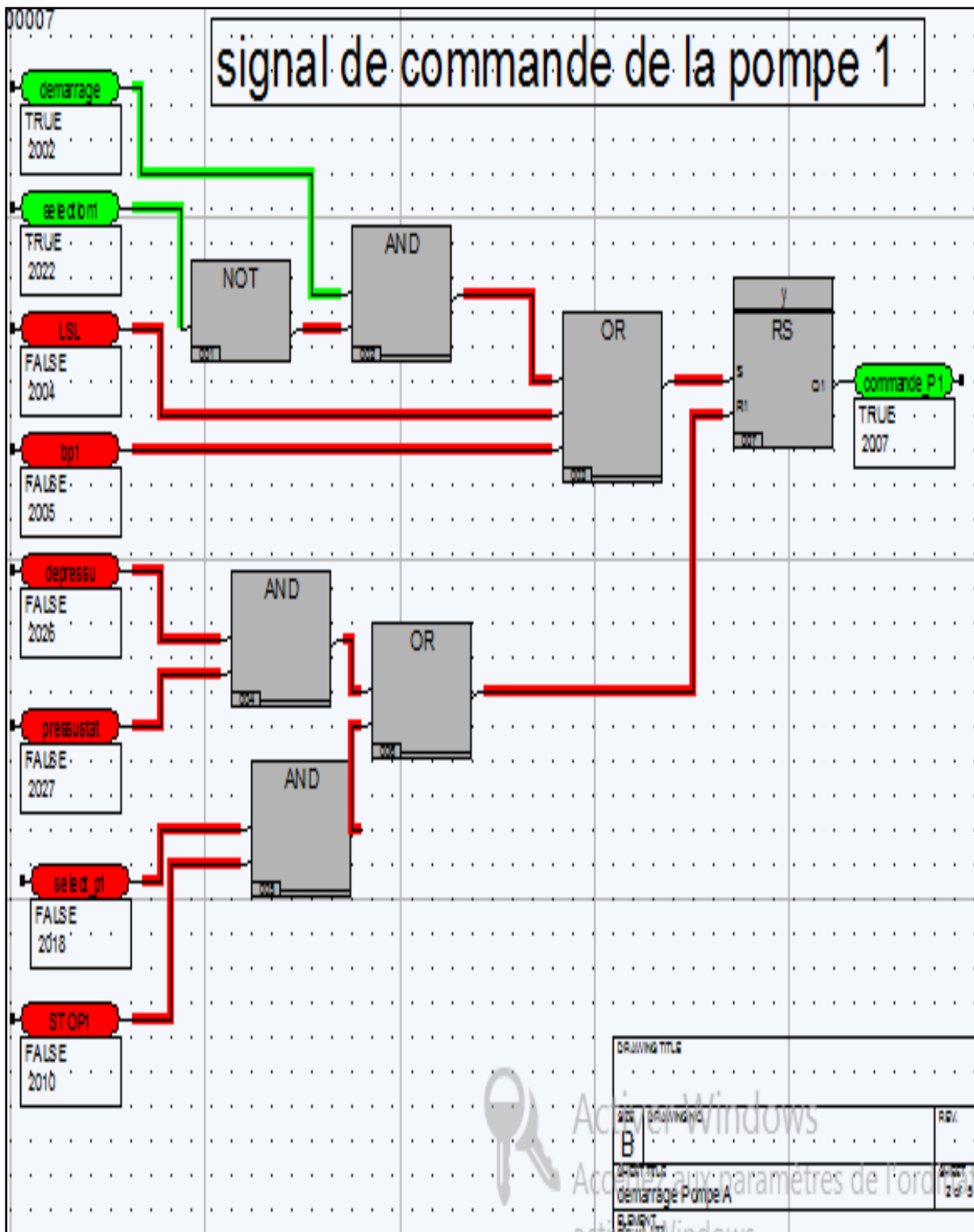


Fig IV.20 : signal de commande Pompe 1 après démarrage.

Le feed back de la premier pompe avant le démarrage est représentés dans la figure ci-dessous :

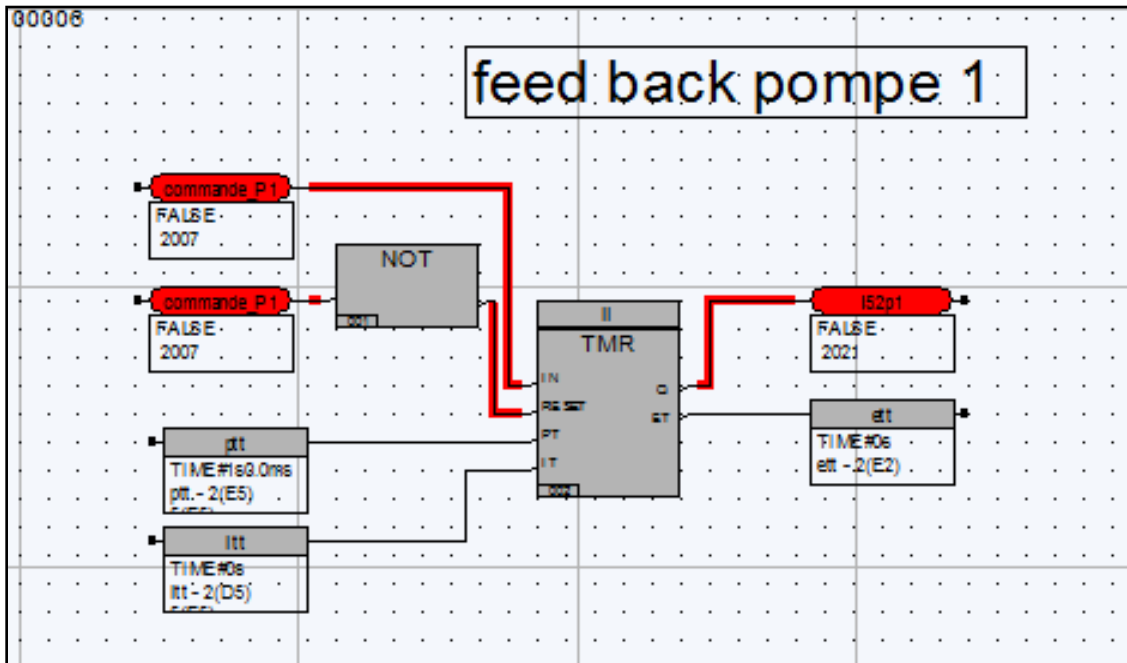


Fig IV.21 : feed back de la pompe 1 avant le démarrage.

Le feed back de la premier pompe après le démarrage est représenté dans la figure Ci-dessous :

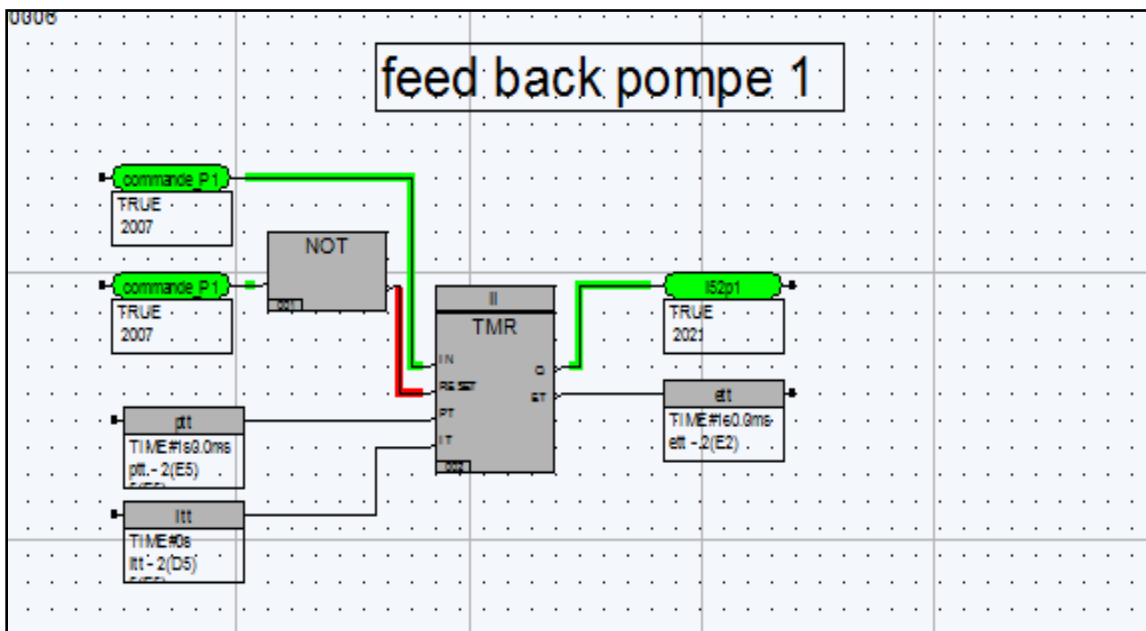


Fig IV.22 : feed back de la pompe 1 après le démarrage.

La figure ci-dessous montre le temps de marche et le moment de révision de la première pompe avant le démarrage :

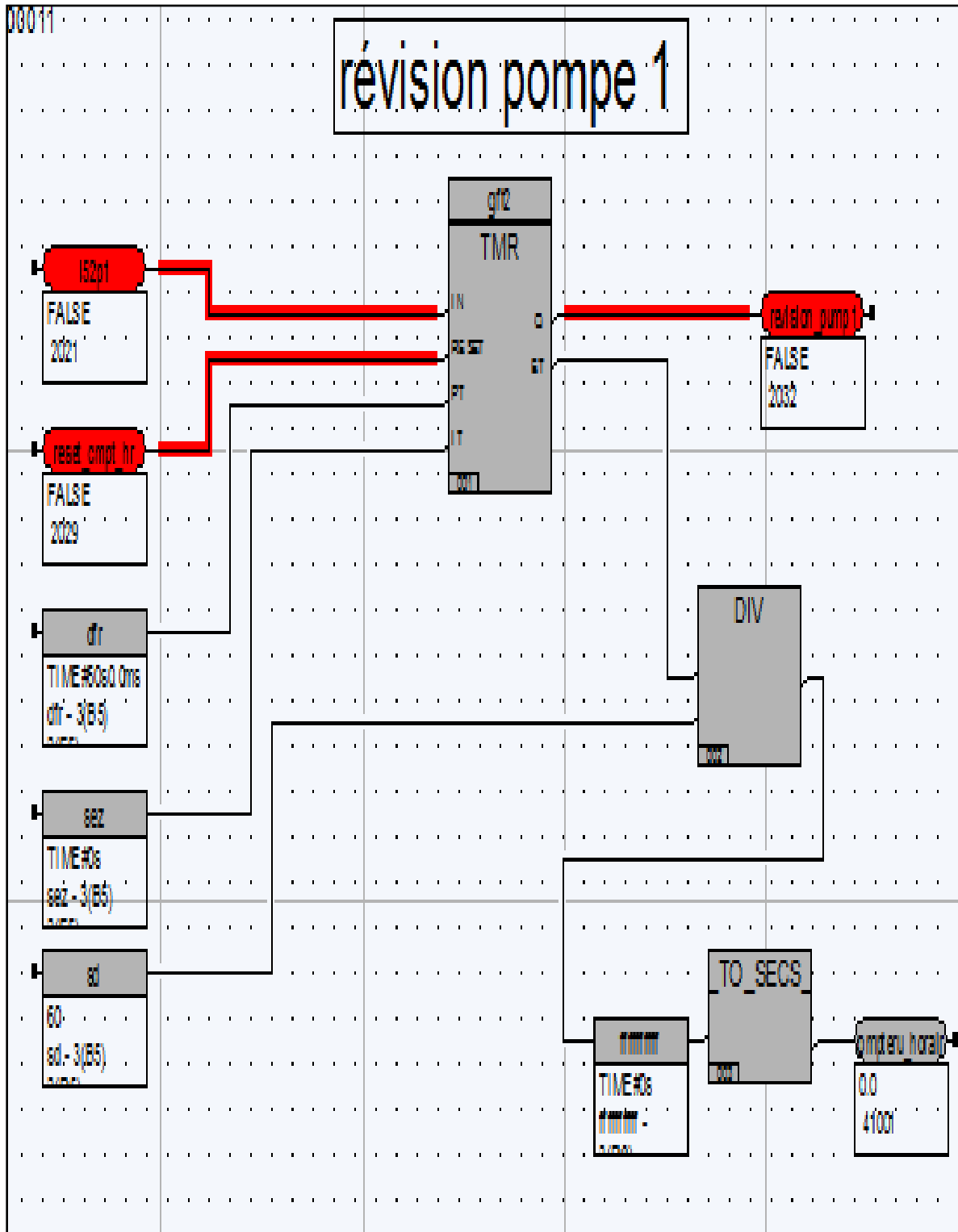


Fig IV.23 : la révision de la pompe 1 avant le démarrage.

La figure ci-dessous montre le temps de marche et le moment de révision de la première pompe après le démarrage :

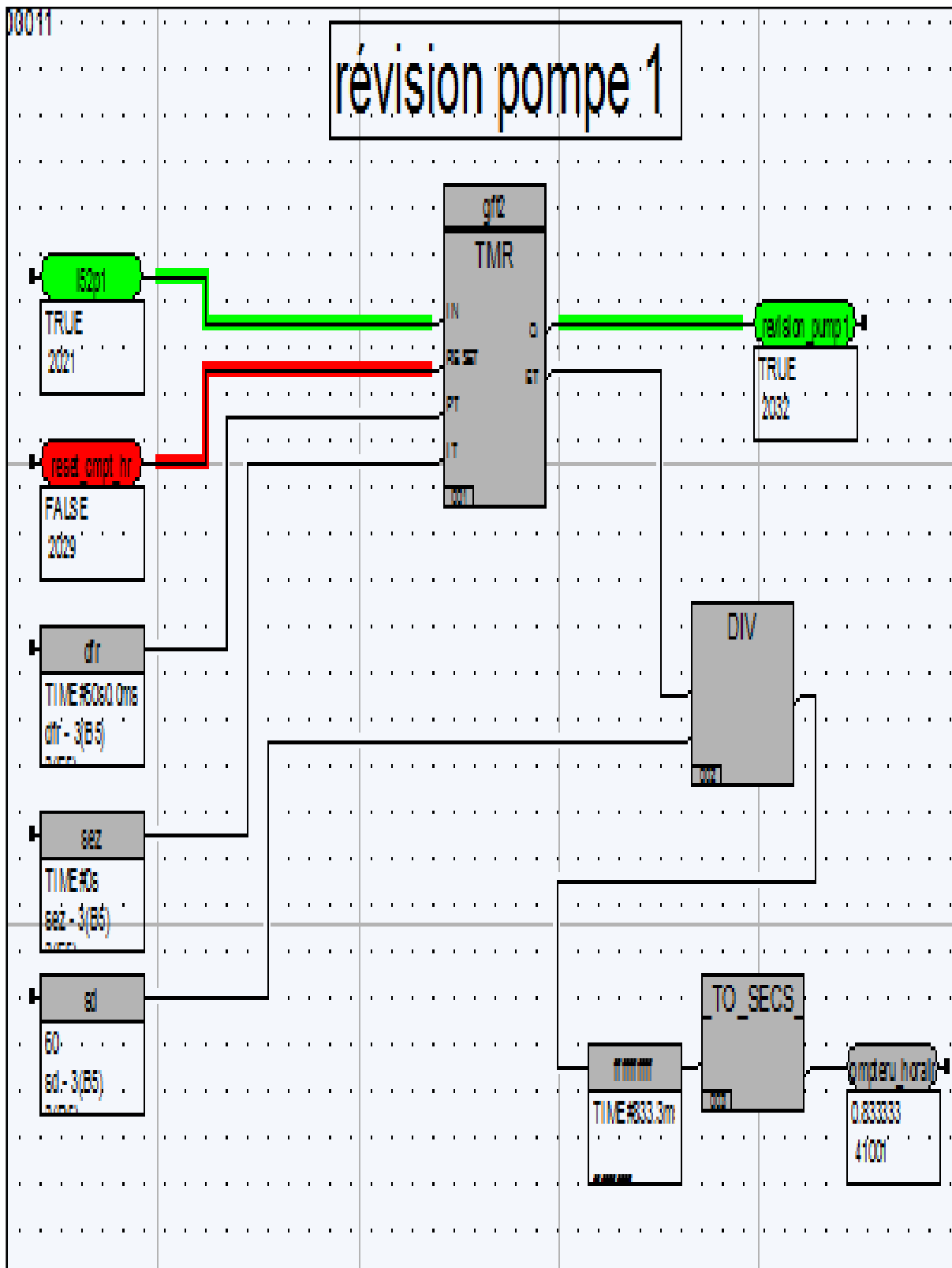


Fig IV.24 : la révision de la pompe 1 après le démarrage.

Passons à la simulation du démarrage de la deuxième pompe.

La figure ci-dessous représente l'état de la pompe avant le démarrage :

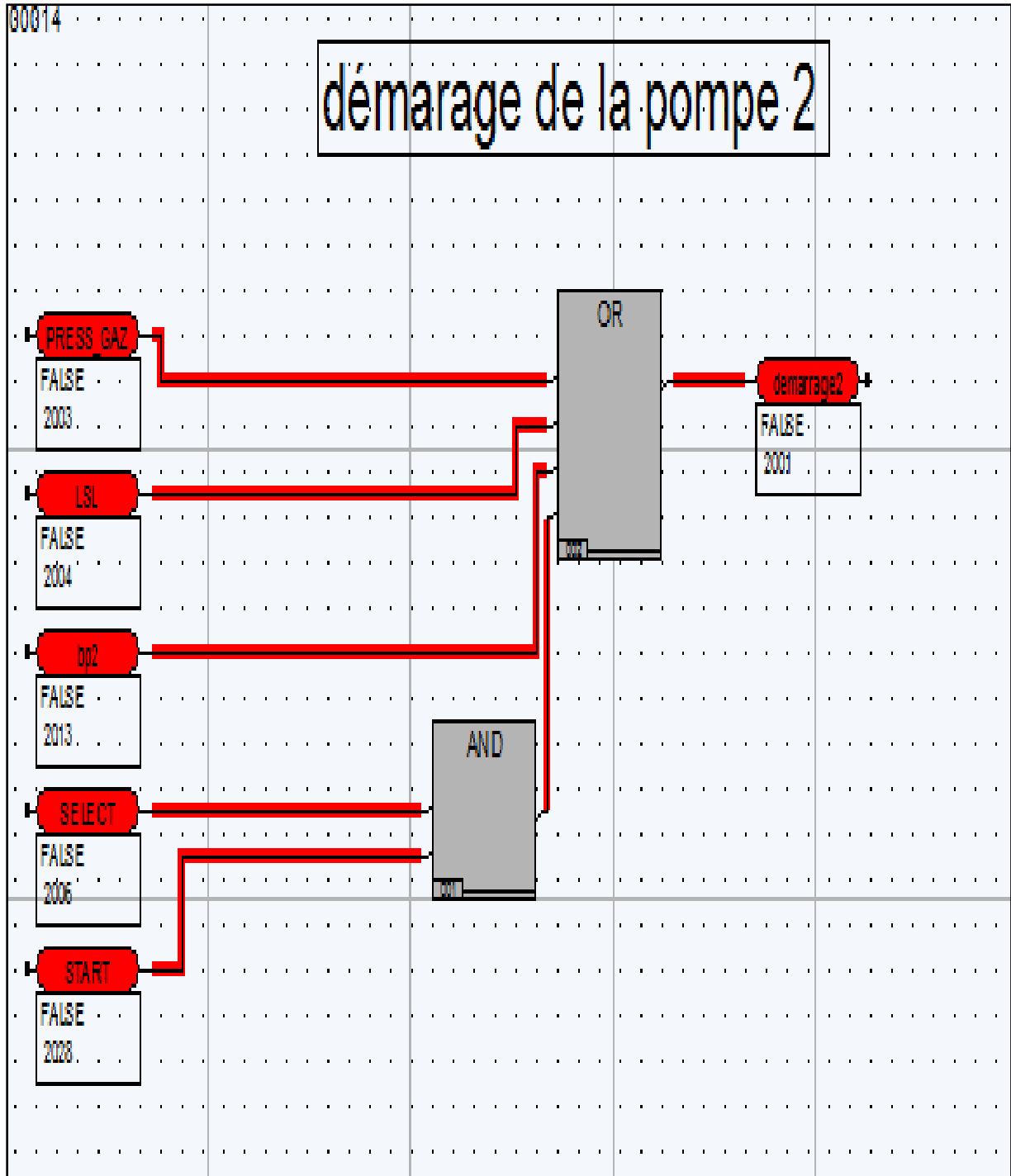


Fig IV.25 : pompe 2 avant démarrage.

La figure ci-dessous montre l'état de la deuxième pompe après le démarrage :

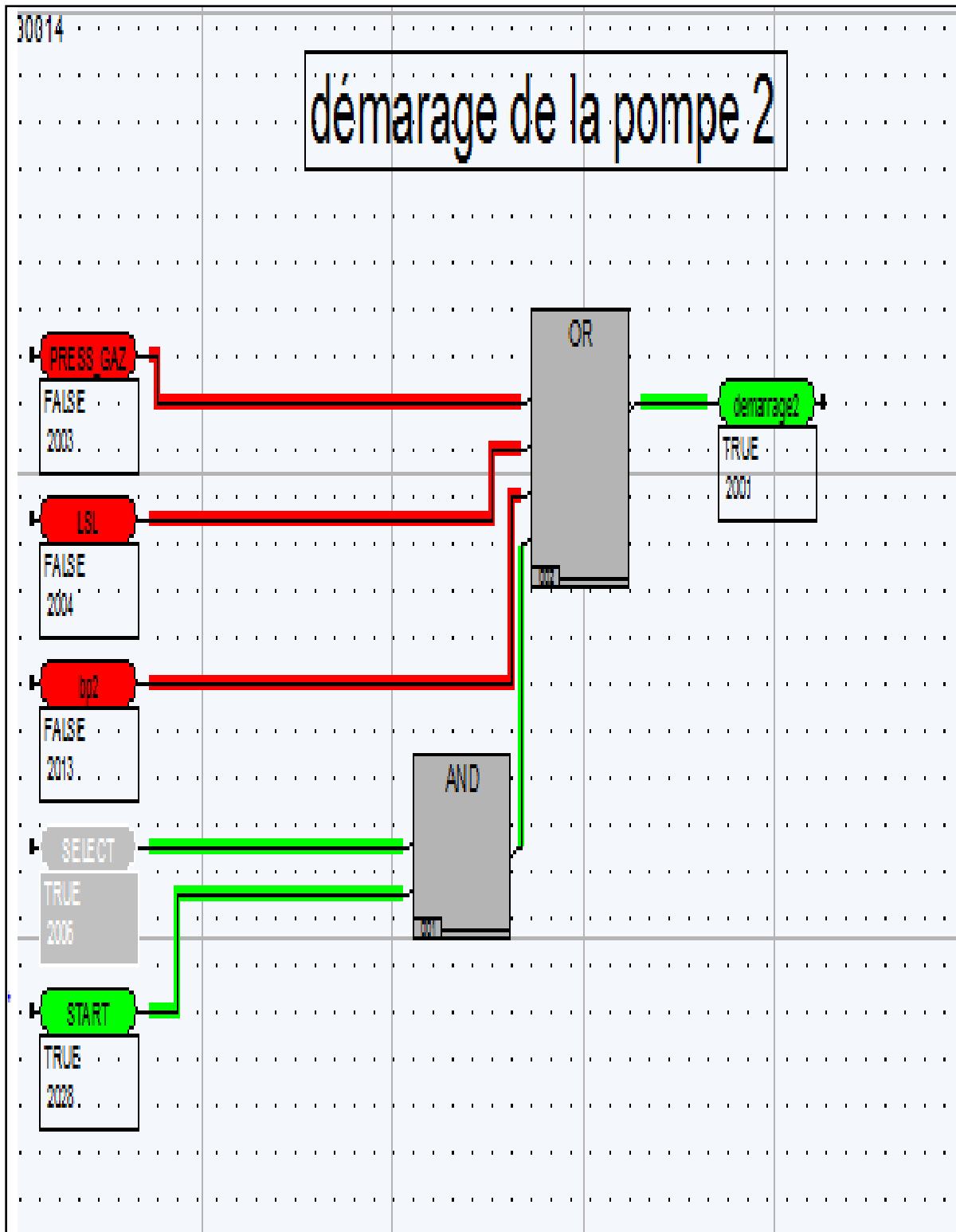


Fig IV.26 : pompe 2 après démarrage.

Le signal de commande de la deuxième pompe avant le démarrage est représenté dans la figure ci-dessous :

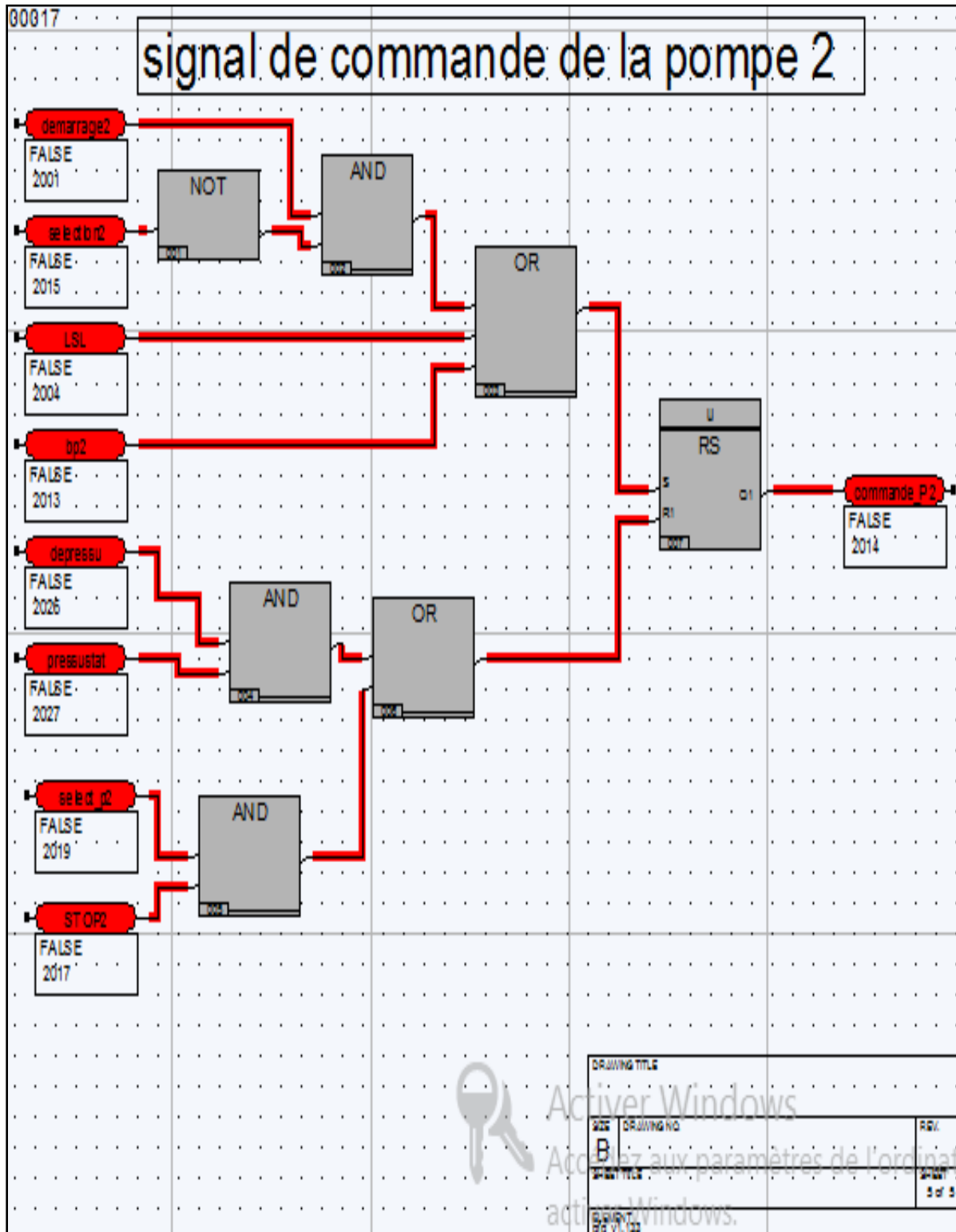


Fig IV.27 : signal de commande de pompe 2 avant le démarrage.

La figure ci-dessous montre le signal de commande de la deuxième pompe après le démarrage :

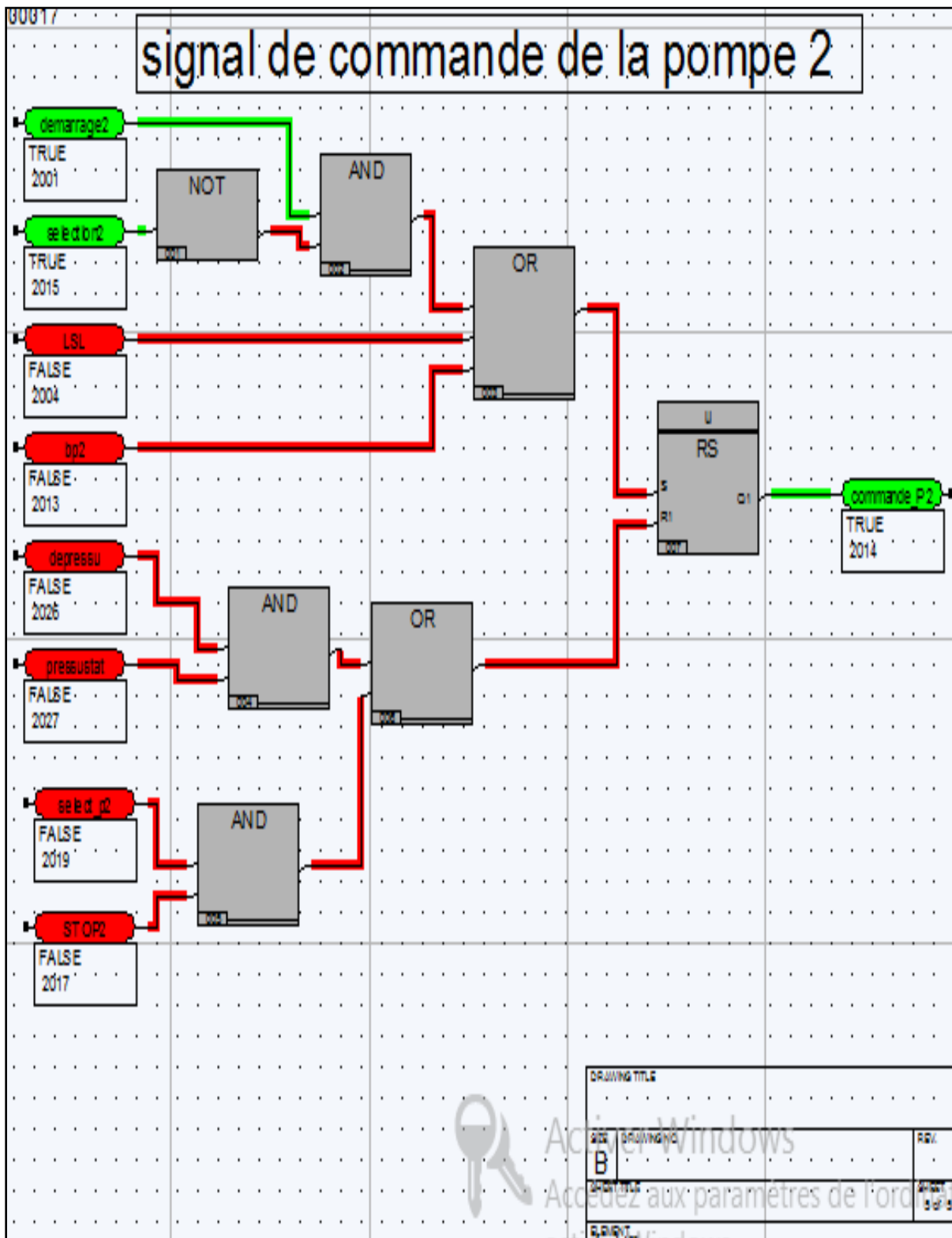


Fig IV.28 : le signal de commande de la pompe 2 après le démarrage.

La figure ci-dessous montre le feed back de la deuxième pompe avant le démarrage :

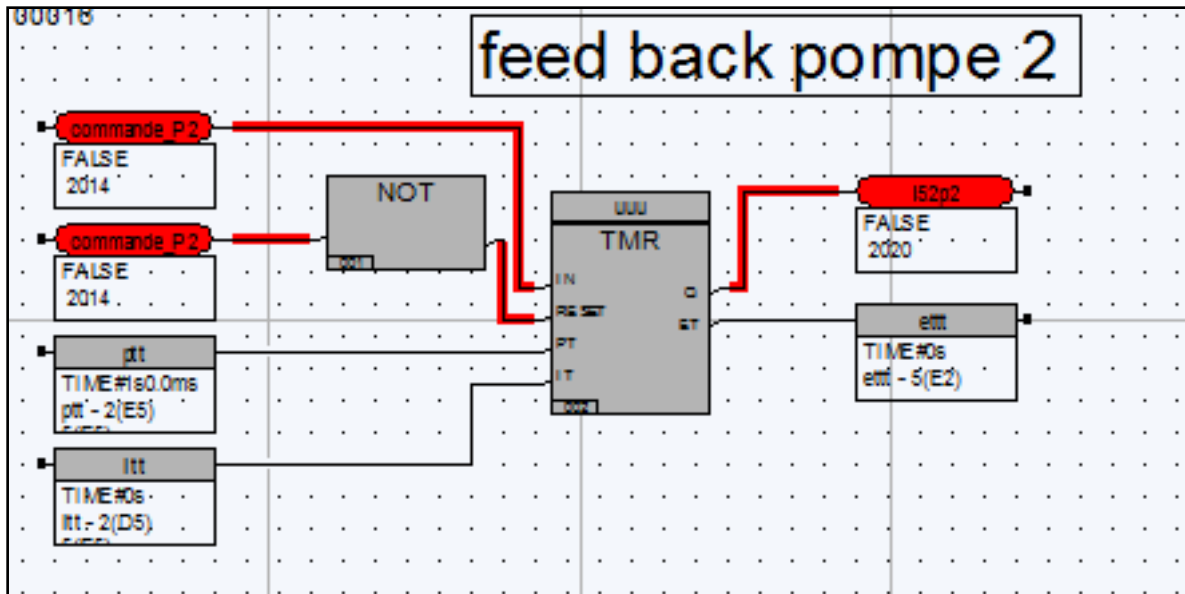


Fig IV.29 : le feed back de la pompe 2 avant le démarrage.

Le feed back de la deuxième pompe est représenté dans la figure ci-dessous :

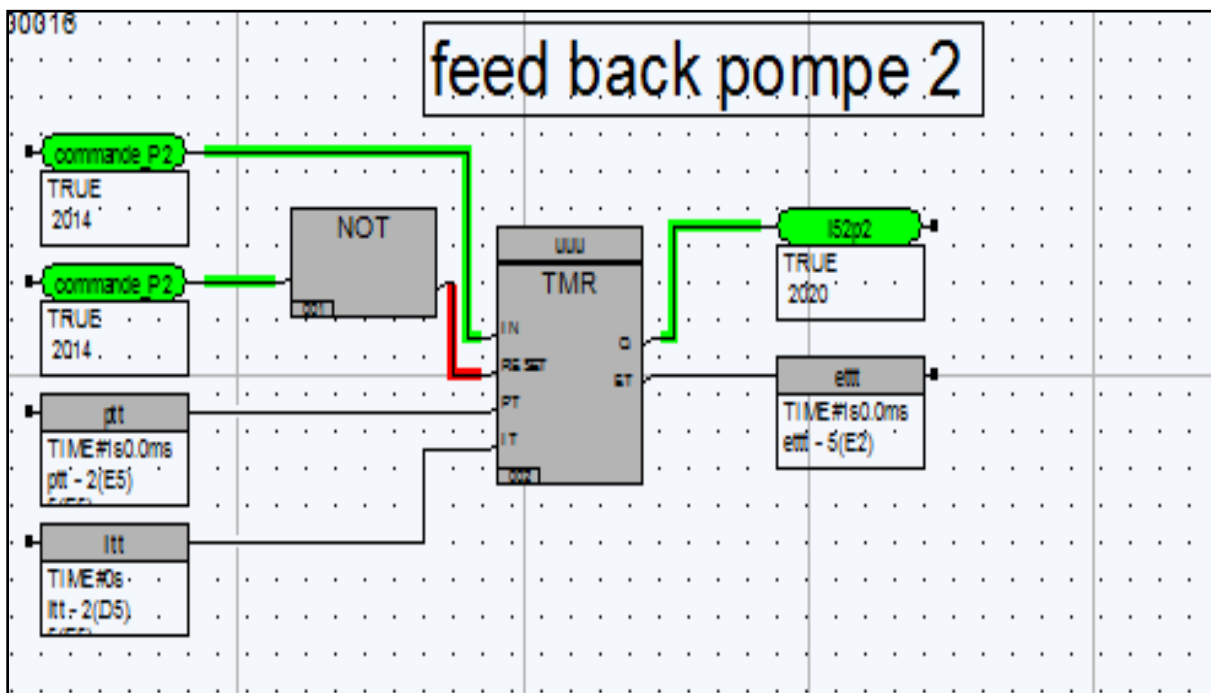


Fig IV.30 : le feed back de la pompe 2 après le démarrage.



La figure ci-dessous montre le temps de marche et le moment de révision de la deuxième pompe après le démarrage :

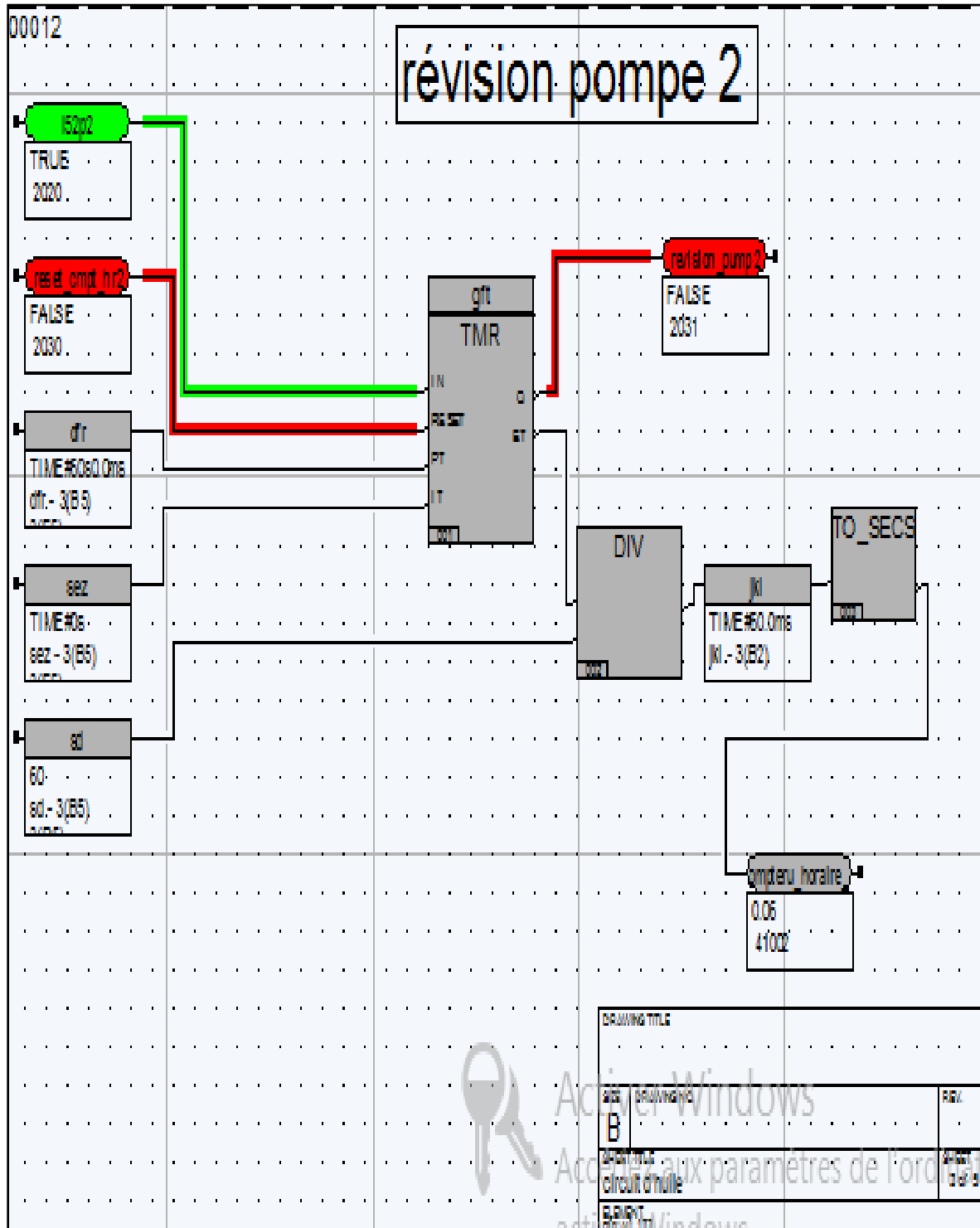


Fig IV.32 : le temps de révision de la pompe 2 après le démarrage.

La simulation de niveau d'huile d'étanchéité dans le réservoir avant le démarrage est représenté par la figure ci-dessous :

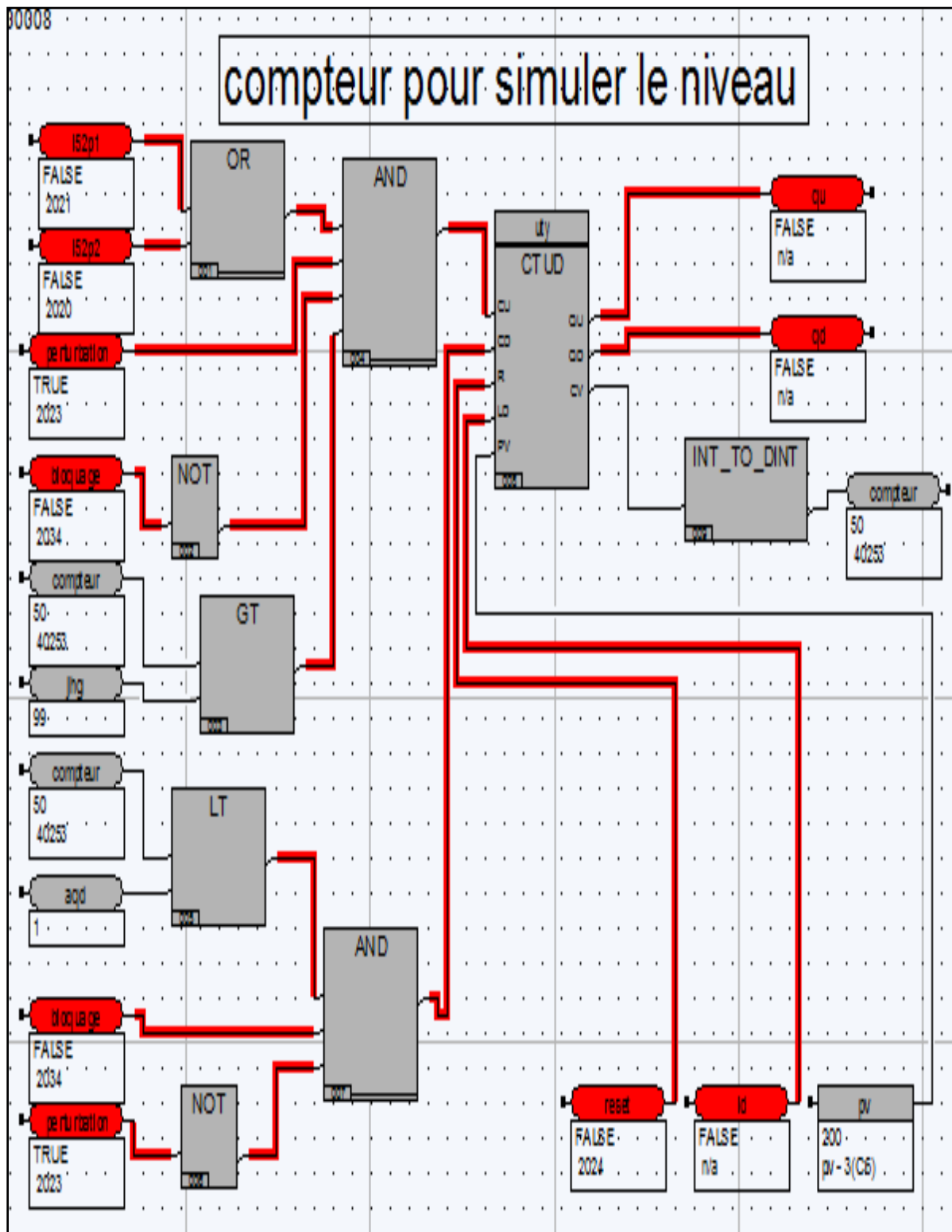


Fig IV.33 : simulation de niveau dans le réservoir avant le démarrage.

La figure suivante montre la simulation de niveau d'huile d'étanchéité dans le réservoir après le démarrage :

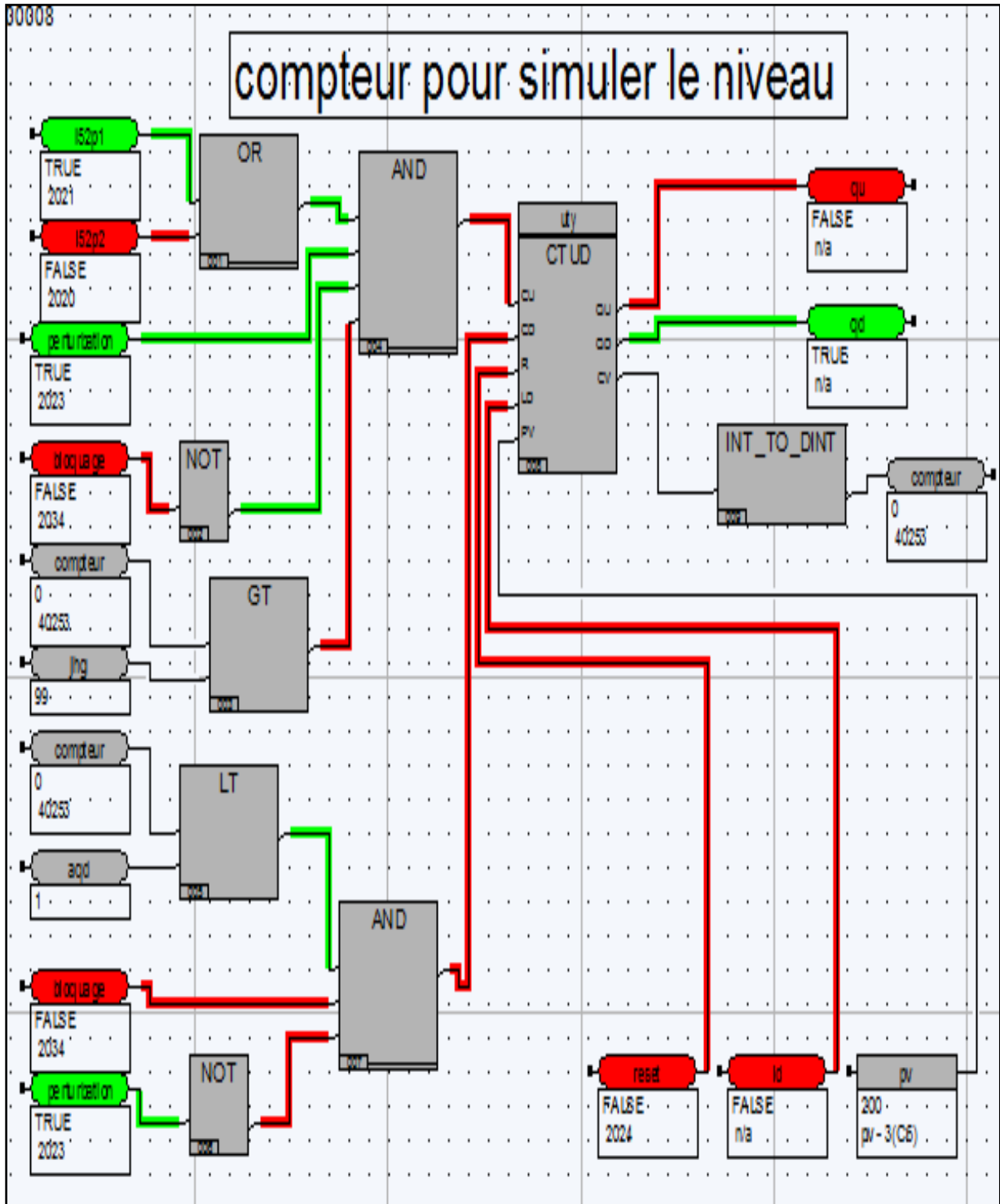


Fig IV.34 : simulation de niveau dans le réservoir après le démarrage.

La commande de la sélection des pompes après le démarrage est représentée dans la figure suivante :

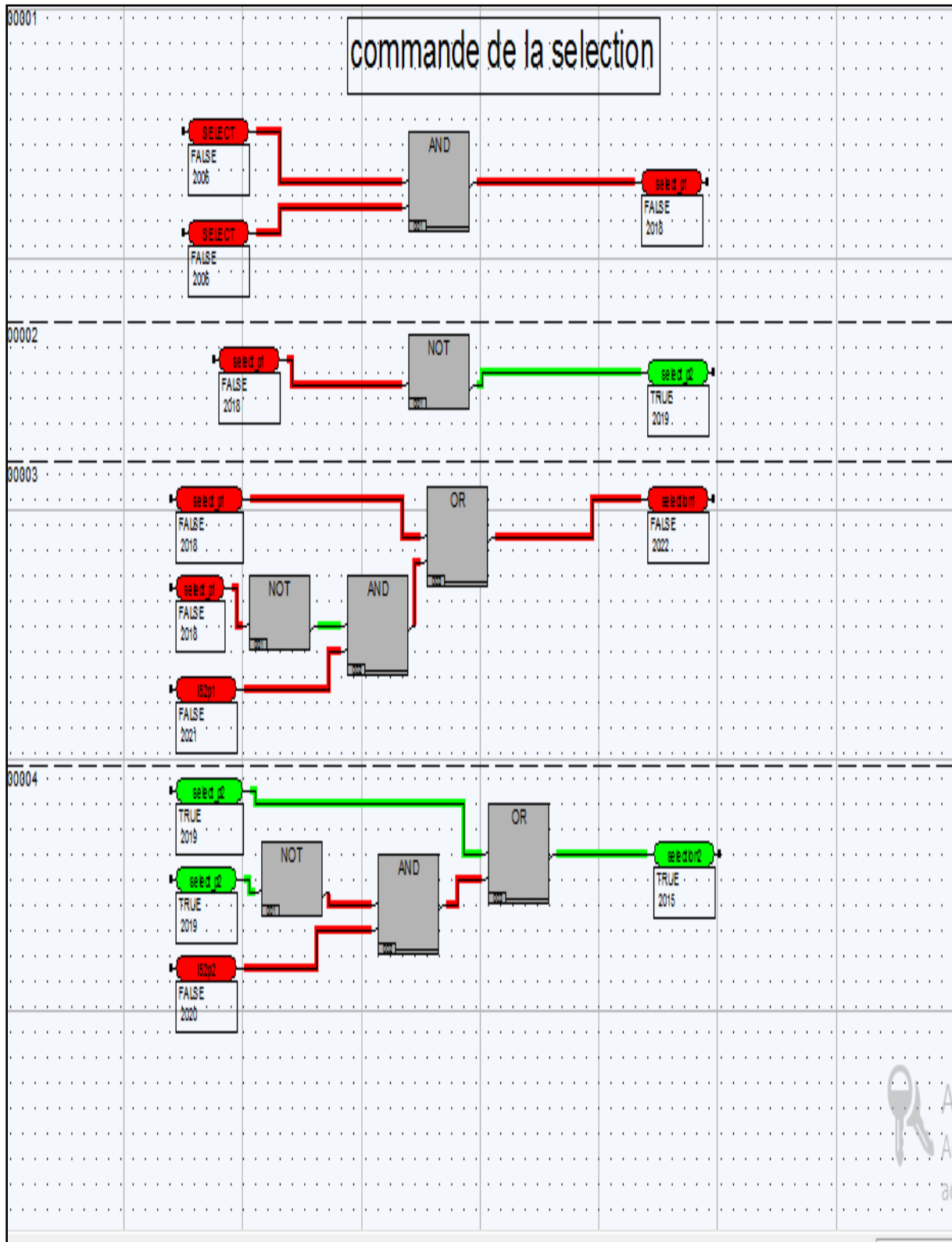


Fig IV.35 : commande de la sélection des pompes après le démarrage.

Le niveau haut et le niveau bas dans le réservoir avant le démarrage est représenté dans la figure ci-dessous :

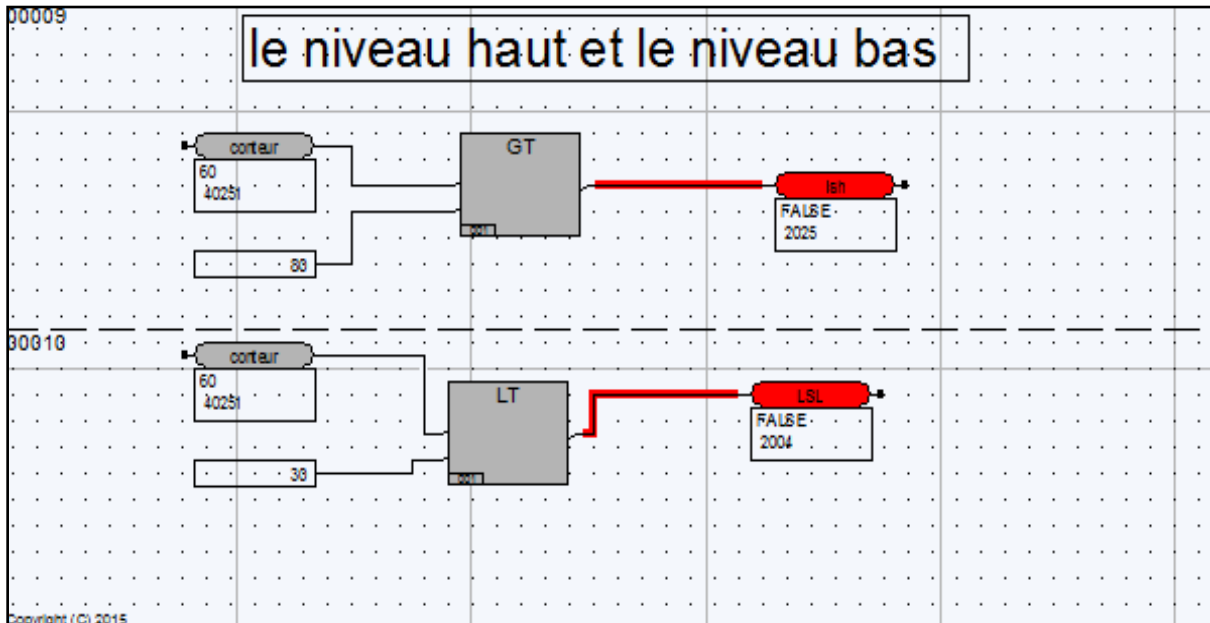


Figure 36 : le haut niveau et le bas niveau dans le réservoir avant le démarrage.

La figure suivant montre le niveau bas dans le réservoir après le démarrage :

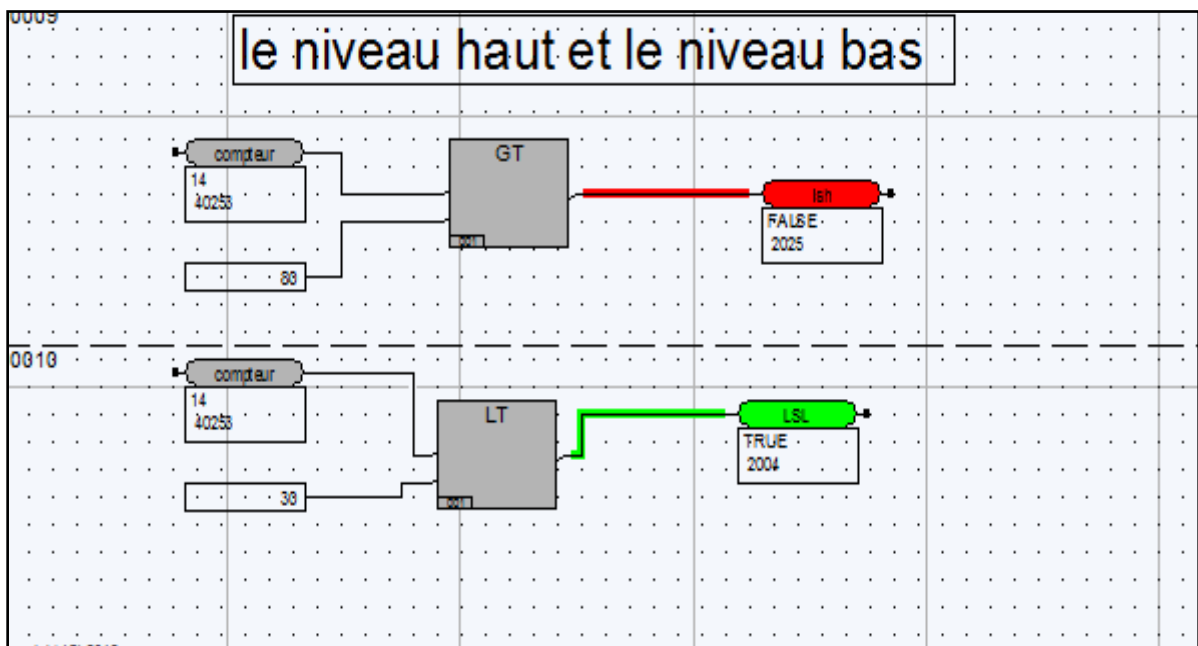


Fig IV.37 : niveau bas dans le réservoir.

La figure ci-dessous montre le niveau haut dans le réservoir après le démarrage :

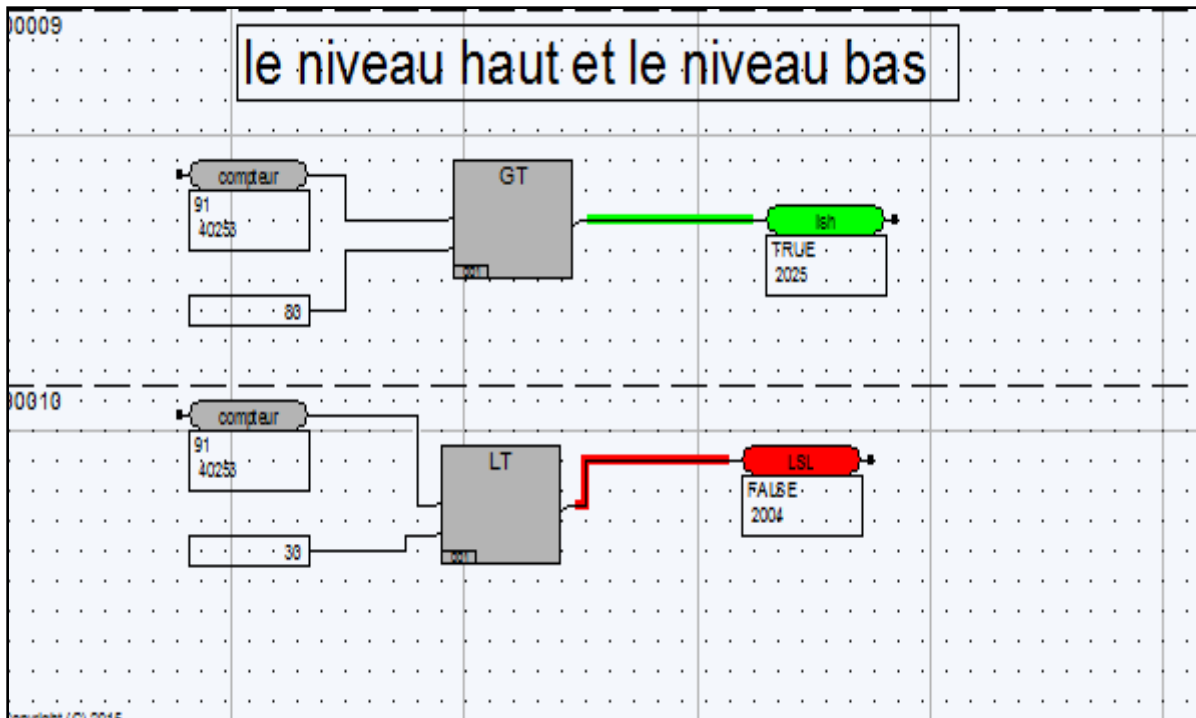


Fig IV.38 : niveau haut dans le réservoir.

La figure suivant montre la régulation de niveau d'huile d'étanchéité dans le réservoir avant le démarrage:

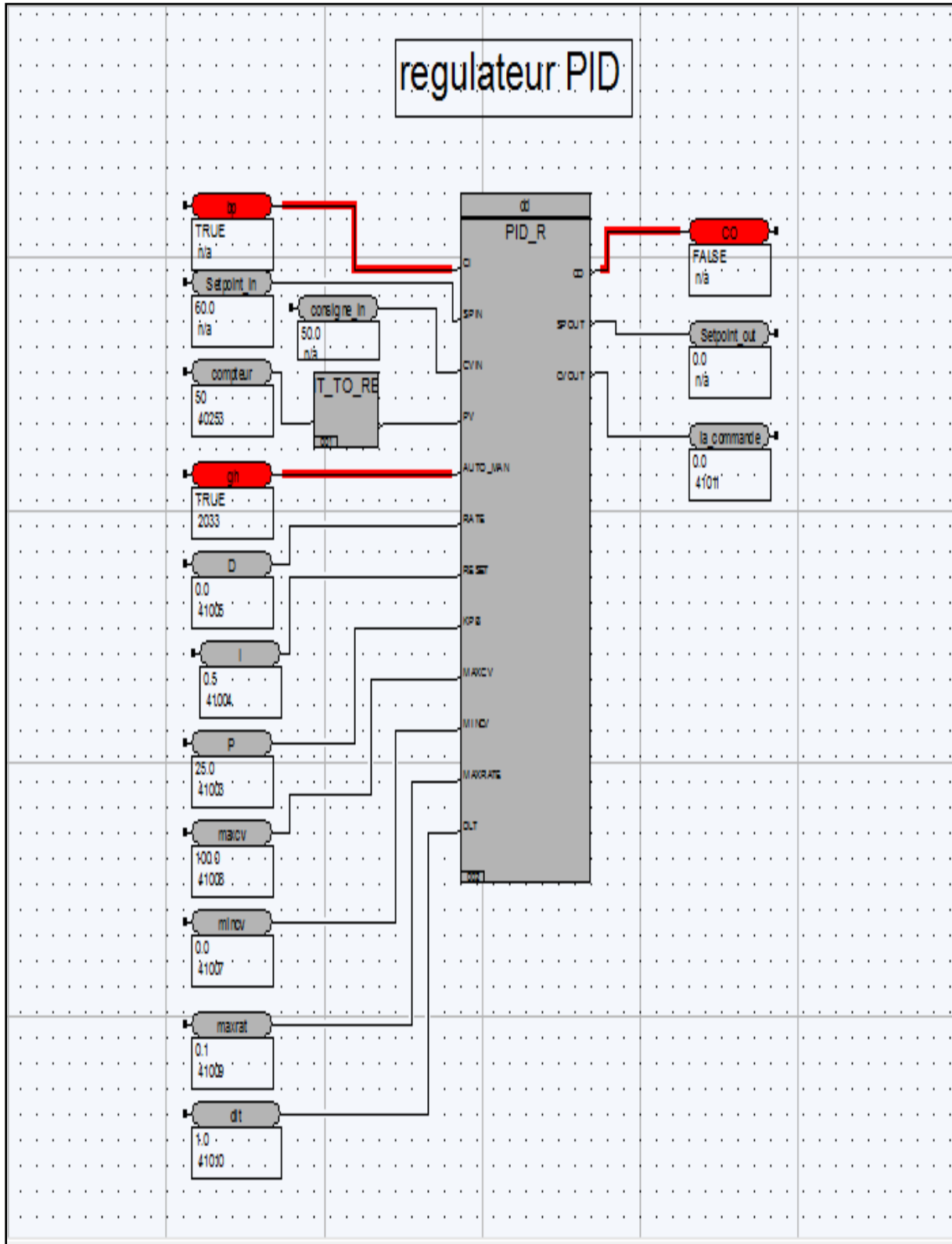


Fig IV.39 : régulation de niveau d'huile avant le démarrage.

La régulation de niveau d'huile d'étanchéité dans le réservoir après le démarrage est représentée dans la figure suivante :

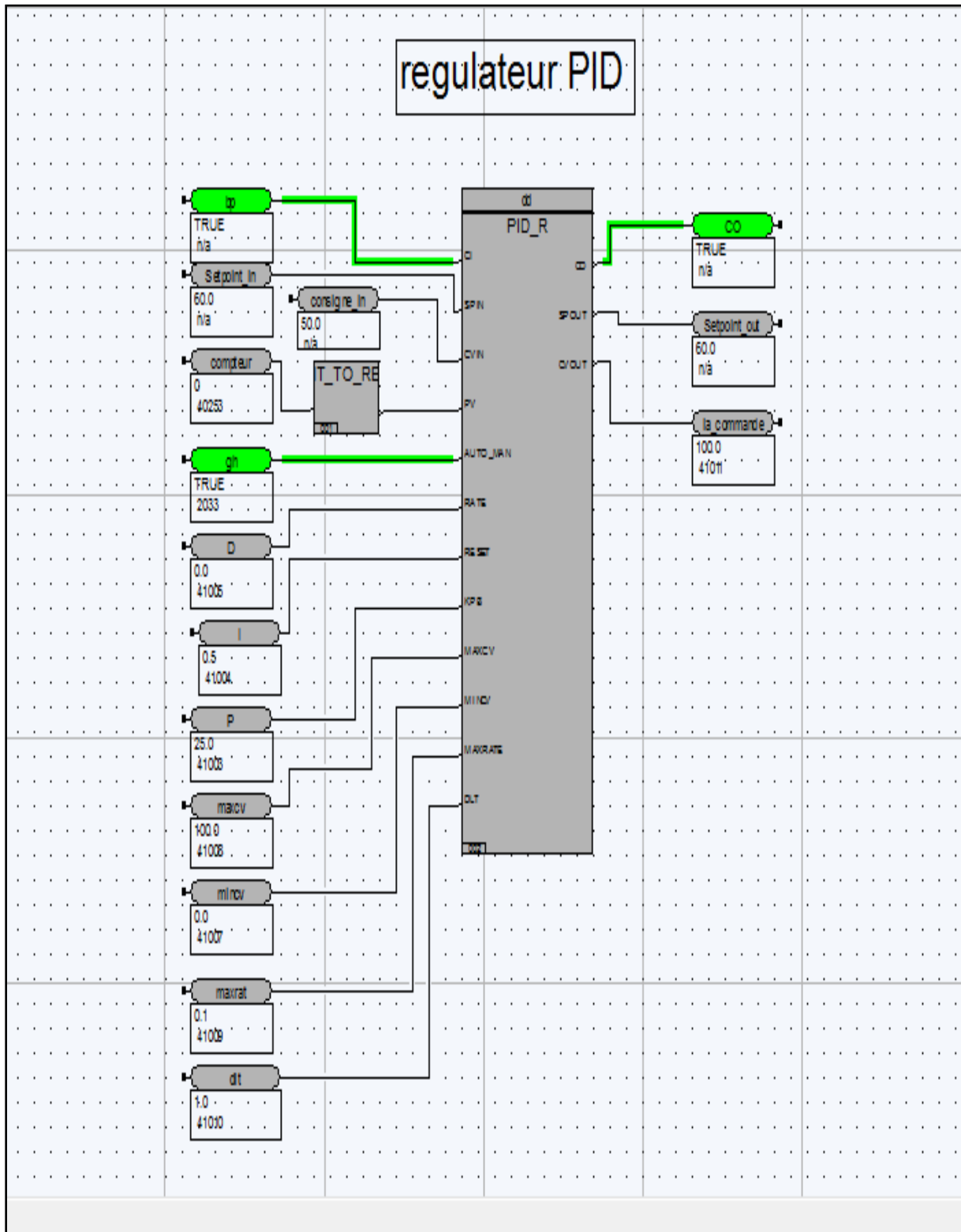


Fig IV.40 : la régulation de niveau d'huile après le démarrage.

IV.8. Test de la boucle et la commande des pompes à partir du <HMI>

Le schéma de simulation sur le logiciel « INTOUCH » avant le démarrage est représenté dans la figure qui suit :

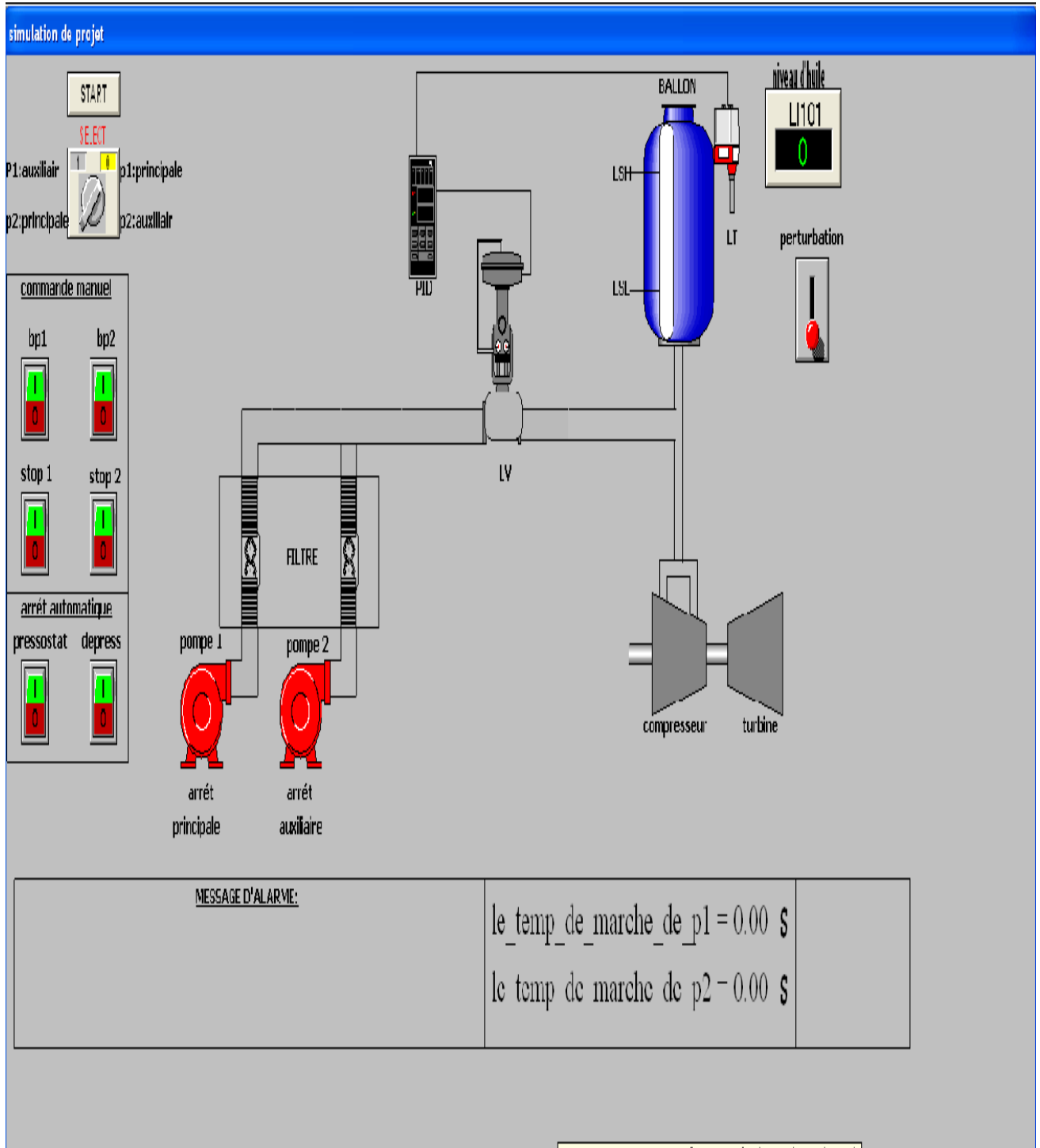


Fig IV.41 : schéma de simulation de la boucle avant le démarrage.

Le schéma de simulation du procédé sur le « HMI » après le démarrage est représenté dans la figure suivante :

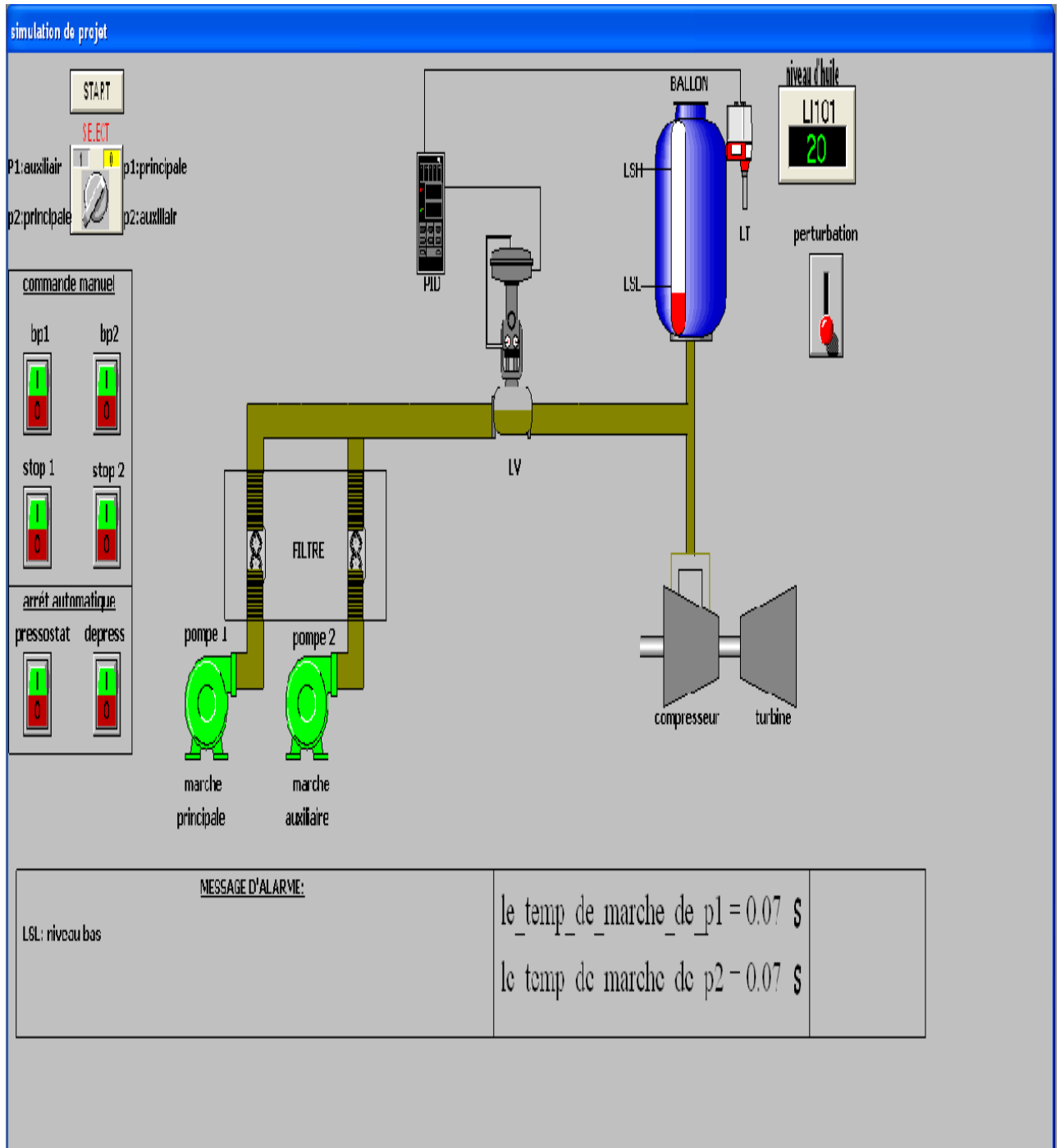


Fig IV.42 : schéma de simulation de la boucle après le démarrage.

### IV.9. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons donné avec tous les détails nécessaires et les différentes étapes qui nous ont menés vers la réalisation et l'implémentation du programme de commande de la boucle de régulation du niveau d'huile d'étanchéité dans l'API TRICONEX, avec à la clé, la simulation dans l'émulateur du TRISTATION du déroulement des séquences de commande. Nous avons ainsi recensé tous les points d'entrées/sorties rentrants dans la séquence de commande de la boucle, et à partir du nombre de ses points et de leurs natures, nous avons mis en place la configuration matérielle nécessaire de l'API TRICONEX. Ensuite, nous avons donné le cahier des charges du contrôle de cette boucle, mis en œuvre en collaboration avec les ingénieurs du service SPEED TRONIQUE. Pour conclure, nous avons donné la procédure à suivre pour simuler le déroulement séquentiel du programme de commande sous TRISTATION, avec en parallèle la supervision en temps réel des événements grâce à la fenêtre de supervision réalisées sous INTOUCH.

# **Conclusion Générale**

### **Conclusion générale :**

Notre passage à la direction régionale de Hassi Messaoud nous a été très bénéfique, puisque il nous a permis de découvrir les systèmes installés, d'élargir notre champ de connaissances et de faire le rapprochement entre la théorie et la pratique en milieu industriel. Ainsi nous avons pu enrichir notre savoir sur les procédés industriels, l'instrumentation, la régulation, et les systèmes de contrôle dans le domaine pétrolier.

La tâche qui nous a été confiée au niveau de l'unité GPL1 du centre industriel sud de Hassi Messaoud est l'automatisation de certaines procédures qui régissent le fonctionnement de la boucle de régulation du niveau d'huile d'étanchéité, notamment, celles de démarrage et d'arrêt des pompes ajoutons à cela l'élaboration d'un régulateur numérique pour réguler le niveau d'huile dans le réservoir. Cependant, pour plus de sécurité, nous avons choisis de garder certaines tâches en manuel (boutons poussoirs de démarrage et d'arrêt des pompes), vu que ces procédures présentent un danger potentiel vis-à-vis du personnel et des équipements, donc une action humaine reste toujours requise.

Malgré toutes les améliorations apportées au système de contrôle du niveau d'huile d'étanchéité, celles-ci restent néanmoins insuffisantes, et ouvrent une porte vers de nouvelles perspectives d'amélioration. En fait, la structure vétuste de la boucle requiert l'installation d'une nouvelle instrumentation qui s'ajoutera à l'ancienne afin de garantir plus de marge de manœuvre et une certaine redondance qui aura un effet positif sur la sécurité. On citera comme exemple d'instrumentation, les différents transmetteurs de pression et de niveau. D'autre part, ceci implique le besoin d'enrichir le contenu des fenêtres de supervisions par l'acquisition de toutes les données émanant de la dite instrumentation.

Basé sur des considérations technico-économiques, notre choix est porté sur les produits TRICON d'INVENSYS qui ont déjà connu un large succès. Ils assurent un niveau de sécurité dans beaucoup d'applications telles que les installations de raffinage, le traitement de gaz, les turbomachines, les installations nucléaire,...etc. Il convient bien alors aux conditions et aux exigences de notre application au sein de la direction de production de SONATRACH.

Pour la configuration de la solution adoptée et sa programmation, nous avons utilisé le logiciel spécialisé TRISTATION 1131, version 9 de TRICON, et la simulation des séquences à été faite à l'aide de l'HMI « INTOUCH ».

Les résultats sont conformes aux objectifs fixés ; l'automatisation de la boucle de régulation du niveau d'huile d'étanchéité de l'unité GPL1 est effectivement réalisés.

**Ouvrages et mémoires :**

- [1]. Fichier de présentation du champ de Hassi Messaoud, année 2003.
- [2]. Instrumentation-Régulation-Automatique, cours de l'Institut Français du Pétrole (IFP), année 2012.
- [3]. Fichier de présentation de l'unité GPL1, documentation interne, GPL1, Hassi Messaoud 1979.
- [4]. Intouch HMI visualization guide, documentation given by invensys systems, Inc., 2007.
- [6]. Fichier de logiciel Tristation 1131 version 9 du MPP0, documentation interne, Année 2006

**Sites internet consultés :**

- [7]. Site web:[www.tricon.com](http://www.tricon.com).(dernier acces le 12/05/2015)
- [8]. Site web: [www.foxboro.com](http://www.foxboro.com). (23/05/2015)
- [9]. Site web: [www.invensys.com](http://www.invensys.com). (04/05/2015)
- [10].[http://www.ge-mcs.com/download/dresser/Level\\_Transmitters/MN-12400\\_BR-French-April2012.pdf](http://www.ge-mcs.com/download/dresser/Level_Transmitters/MN-12400_BR-French-April2012.pdf). (12/05/2015)
- [11].[http://197.14.51.10:81/pmb/COURS%20ET%20TUTORIAL/Chimie/pretochimie/D6-4\\_A.pdf](http://197.14.51.10:81/pmb/COURS%20ET%20TUTORIAL/Chimie/pretochimie/D6-4_A.pdf). (12/05/2015)
- [12].[https://cours.etsmtl.ca/gpa668/aCours/Cours\\_GPA668\\_E13\\_09\\_10.pdf](https://cours.etsmtl.ca/gpa668/aCours/Cours_GPA668_E13_09_10.pdf). (20/05/2015)
- [13]. <http://michel.poissenot.pagesperso-orange.fr/plongeur.htm>. (12/05/2015)

# RÉSUMÉ

Le gaz naturel joue un rôle très important dans l'économie de notre pays, il convient donc de prendre soins des moyens humains et matériels pour assurer la production. C'est dans cette optique, que l'entreprise nationale SONATRACH s'est distinguée en procédant à la rénovation de ses systèmes de contrôle, notamment, en les automatisant. Parmi les systèmes de contrôles numériques qui sont largement en expansion dans le domaine industriel, les API.

Notre travail s'inscrit justement dans cette problématique. Nous cherchons à améliorer la régulation du niveau d'huile d'étanchéité, boucle très importante dans l'unité GPL1. Son rôle est d'assurer l'étanchéité pour le compresseur de charge. Lorsque la régulation classique est incapable de stabiliser ou de réguler le processus, on doit ou bien changer la structure du système de commande ou proposer d'autres algorithmes de commande plus sophistiqué.

La régulation du niveau d'huile d'étanchéité est assurée par un régulateur pneumatique LIC 670 monté dans la salle de contrôle. La commande & la sélection des deux pompes d'étanchéité se fait à travers un tableau de commande équipé de sélecteurs manuels. Ce type de régulation utilisant une ancienne technologie est devenu obsolète et présente plusieurs difficultés, notamment sa maintenance et la possibilité d'analyser d'éventuelles perturbations du niveau de l'huile d'étanchéité. La commande des pompes d'étanchéité se fait à base des relais et des sélecteurs manuels qui ne sont plus disponibles comme pièce de rechange et qui sont souvent une source de perturbation de la commande des pompes.

Le système TRICONEX est un système de contrôle-commande utilisant une nouvelle technologie avec une architecture modulaire qui assure la séquence de démarrage, d'arrêt, de contrôle des boucles de vitesse, de contrôle de la boucle de température et de contrôle de la boucle de la vanne de gaz de la machine. Ce système prend en charge le contrôle de la boucle de régulation du niveau d'huile d'étanchéité et la commande des pompes.

L'objectif poursuivi à travers ce projet de fin d'étude est d'étudier la boucle de régulation du niveau d'huile d'étanchéité du compresseur et l'intégrer dans un nouveau système de contrôle-commande TRICONEX de l'unité GPL1.

**Le mot clé : Le système de contrôle-commande TRICONEX, GPL1.**