

**République Algérienne Démocratique et Populaire Ministère de  
l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**

**Université A/Mira de Bejaia**

**Faculté de Technologie**

**Département Génie Electrique**



*Mémoire De Fin d'Etudes*

**En vue d'obtention du diplôme de master professionnel et académique**

**Spécialité : Automatismes Industriels**

**Thème**

---

**Automatisation et supervision des modes de fonctionnement des  
groupes turbo-alternateurs au sein de CEVITAL**

---

Réalisé par :

- **Mr REZGUI Yanis** (Automatismes industriels)
- **M<sup>elle</sup> SAIDI Kahina** (Electrotechnique industriel)

**Encadreur**

**Mr A.Rahmani**

**U. A/Mira**

**Encadreur**

**Mr N.Touloum**

**CEVITAL**

**Année Universitaire 2022/2023**

## ***Remerciements***

Nous tenons tout d'abord à exprimer notre gratitude envers Dieu Tout Puissant, source de toute grâce et de toute bénédiction, pour nous avoir guidés tout au long de notre parcours et nous avoir accordé la force et la persévérance nécessaires pour mener à bien ce mémoire.

Ensuite, nous souhaitons exprimer notre profonde reconnaissance envers notre famille. À Nos parents, frères et sœurs, nous sommes infiniment reconnaissants pour leur amour inconditionnel, leur soutien indéfectible et leurs encouragements constants. Leur présence à nos côtés a été une source inestimable de motivation et de réconfort tout au long de cette aventure.

Nous tenons également à exprimer notre gratitude envers notre encadreur au sein de l'université, Monsieur Rahmani. Ses vastes connaissances et son expertise ont été d'une valeur inestimable. Sa disponibilité, ses conseils éclairés et son soutien constant ont grandement contribué à l'élaboration de ce mémoire.

De plus, nous tenons à remercier chaleureusement notre encadreur au sein de l'entreprise de Cevital, Monsieur Touloum. Sa précieuse expertise, ses orientations avisées et son assistance généreuse ont été d'une aide incommensurable tout au long de notre travail. Sa collaboration étroite et son implication ont été des éléments essentiels pour la réussite de ce mémoire.

Enfin, nous tenons à exprimer notre gratitude envers tous les membres de la cogénération qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire. Leur soutien, leurs idées, et leur apport ont été d'une importance capitale. Leur présence et leur aide ont été des facteurs clés dans l'aboutissement de ce travail de recherche.

Nous tenons à remercier du fond du cœur toutes les personnes mentionnées ci-dessus ainsi que toutes celles qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce mémoire. Votre soutien indéfectible et votre confiance en nous ont été des moteurs essentiels tout au long de ce projet.

## *Dédicace*

À Dieu, qui guide mes pas et illumine mon chemin,

À mon père, mon inébranlable exemple de courage et de persévérance dans la vie,

A ma mère, ma source infinie d'amour et de soutien inconditionnel,

A ma petite sœur, mon rayon de soleil qui éclaire mes journées,

A mes grands-parents maternels et paternels, mes piliers de sagesse et de tradition,

A mon meilleur ami Samy, mon compagnon fidèle dans les hauts et les bas,

A ma binôme, Ce mémoire porte également ta marque, ton talent et ta passion.

Sans toi, il n'aurait pas été le même

A mes deux encadreur, Monsieur Nadir Touloum, encadreur au sein de CEVITAL, et Monsieur Rahmani Allaoua, dont l'expertise, les conseils avisés et l'encouragement constant ont contribué à l'aboutissement de ce mémoire.

Je dédie ce travail, fruit de mes efforts, de mes recherches et de ma détermination.

Votre influence et votre soutien ont été les fondations solides sur lesquelles j'ai construit ce mémoire.

Que cette dédicace soit le témoignage de ma gratitude éternelle envers vous tous, mes êtres chers, qui avez façonné ma vie et m'avez inspiré à atteindre de nouveaux sommets.

*Rezgui Yanis*

## ***Dédicace***

*Je dédie ce modeste travail :*

*A mes parents ma mère et mon père les plus chers au monde, qui m'ont encouragé, soutenue, et surtout conseiller tout au long de mes études.*

*A ma chère sœur, Widad et mon beau-frère Azzedine,*

*A mes petits neveux Manile et Mayelin*

*A mes frères billal, karim, Hillal et Houssam*

*A mon Binôme, Yanis et toute sa famille*

*A mes chères cousines, Wissam, Souhila, Siham, Nadjia, Souad et Amel*

*A toute ma famille de près ou de loin sans exception. A mes amies surtout (Kamelia, Amina, Meriem, Inès) A tous ceux que j'ai connus durant mon parcours*

*A tous ceux qui ont contribués de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.*

*A toute notre promotion 2023 Automatismes et électrotechniques Industriels.*

*Saidi KAHINA*

# Sommaire

Présentation de l'entreprise d'accueil.....	
Historique.....	
Situation géographique.....	
Activités du complexe CEVITAL.....	
Direction d'énergie.....	
Introduction générale.....	
Introduction.....	1
I.1 Généralités sur les centrales électriques.....	1
I.2 Généralités sur les machines synchrones.....	4
I.2.1 Définition.....	4
I.2.2 Le principe de fonctionnement des machines synchrones.....	4
I.2.3 Constitutions de la machine synchrone.....	5
I.3 Description d'un alternateur.....	6
I.3.1 Condition de couplage au réseau.....	6
I.3.2 Turbo alternateur.....	6
I.4 Fonctionnement des groupes turbo-alternateurs au sein du complexe CEVITAL.....	7
I.4.1 La turbine à vapeur du groupe turbo-alternateur.....	8
I.4.2 Le réducteur.....	8
I.4.3 Alternateur du complexe CEVITAL.....	9
I.5 Etude du diagramme de fonctionnement de l'alternateur.....	9
I.5.1 Diagramme de Behn-Eschenburg à réactance synchrone.....	9
I.5.2 Essaie en court-circuit.....	10
I.5.3 Essai à vide $E(I)$ .....	11
I.5.4 Caractéristiques en charge $U(I)$ .....	11
I.5.5 Caractéristiques de réglage $f(I)=J$ .....	13
I.5.6 Schéma de régulation de l'alternateur.....	14
Conclusion.....	15
_____ Chapitre II.....	17
Introduction.....	17

II.1	Liste d matériel utilisé et leurs rôles au sein du process .....	17
II.1.1	Armoire de contrôle commande du groupe turbo-alternateur .....	17
II.1.1.1	Rôle de l'armoire de contrôle commande .....	17
II.1.2	Automate.....	18
II.1.3	Régulateur Woodward 505 .....	18
II.1.4	Relayage .....	18
II.1.5	Jeu de barres de distribution .....	19
II.1.5.1	Jeu de barres 30kV N°1 .....	19
II.1.5.2	Jeu de barres 30kV N°2 .....	19
II.1.6	Transformateur de puissance 32MVA .....	20
II.1.7	Description des cellules utilisées .....	20
II.1.7.1	La cellule Fluo-400 de Schneider électrique .....	21
II.1.8	Relais de protection SEPAM de ces cellules .....	22
II.8.1	SEPAM 1000+ de Schneider.....	22
II.1.9	Système vireur et groupes de soulèvement.....	22
II.9.1	Groupe de soulèvement.....	22
II.9.2	Rôle du vireur .....	22
II.9.3	Fonctionnement .....	22
II.1.10	Triad 2 T236Y.....	23
II.1.10.1	Principales caractéristiques du Triad2 :.....	23
II.1.11	Désurchauffe et détente .....	24
II.1.11.1	La désurchauffe :.....	24
II.1.11.2	La détente .....	24
II.1.12	Les vannes .....	24
II.1.12.1	Le choix de la vanne.....	24
II.2	Schéma d'interconnexion du réseau interne du complexe .....	25
II.2.1	Choix de raccordement du réseau électrique du complexe au réseau SONELGAZ .....	25
II.2.1.1	Avantages :.....	25
II.2.1.2	Inconvénients :.....	25
II.2.2	Synchronisation entre les sources d'électricités : .....	26
II.2.3	Synchronisation des groupes : .....	26
II.2.4	Synchronisation de l'arrivée SONELGAZ avec la central turbo-alternateur :.....	27



III.5.1	Vue du portail et vue du projet .....	40
III.5.1.1	La vue du portail : .....	40
III.5.1.2	La vue du projet .....	41
III.5.2	Création d'un projet et configuration d'une station de travail .....	42
III.5.3	Configuration et paramétrage du matériel .....	43
III.5.4	Adressage des E/S .....	44
Conclusion	.....	44
<hr/>		
	Chapitre IV .....	45
Programmation sous TIA PORTAL V18	.....	45
Introduction	.....	45
IV.1	Elaboration du programme d'automatisation du système .....	45
IV.1.1	Etapas de réalisation du programme .....	45
IV.1.2	Configuration et paramétrage du matériel .....	46
IV.1.3	Les blocs de programme .....	47
IV.1.3.1	Création de la table de variables .....	48
IV.1.3.2	Bloc de traitement des valeurs analogiques FC1 .....	49
IV.1.3.3	Bloc d'autorisation FC2 .....	51
IV.1.3.4	Bloc de régulation en puissance FB1 .....	52
IV.1.3.4.1	Description du CONT_S : (Régulateur PI pas à pas) .....	53
IV.1.3.4.2	Description du CONT_C (régulateur PID) .....	54
IV.1.3.4.3	Exemple d'application du CONT_S au sein de notre programme .....	55
IV.1.3.4.4	Exemple d'application du CONT_C au sein de notre programme .....	57
IV.1.3.4.5	Auto/Manu PV513 .....	58
IV.1.3.5	Bloc de régulation contre pression FB2 .....	59
IV.2	Supervision et simulation .....	59
IV.2.1	Introduction .....	59
IV.2.2	Critère choix de l'IHM .....	60
IV.2.3	Etapas de mise en œuvre .....	60
IV.2.4	WinCC sur TIA portal .....	60
IV.2.5	Conduite de réalisation de la supervision .....	60
IV.2.6	Configuration et paramétrage du matériel .....	61
IV.2.7	Création des vues .....	62

IV.2.8	Le simulateur de programme PLCSIM .....	62
IV.2.9	Schéma final de supervision : .....	63
Conclusion.....		63
Conclusion générale.....		64

# Liste des figures

Figure 1 : Situation géographique du complexe CEVITAL	15
Figure 2 : Organisation de la direction d'énergie électrique et utilité	16
Figure I.1 : Centrale thermique à vapeur	1
Figure I.2 : Schéma descriptif d'une centrale nucléaire	2
Figure I.3 : Principe de fonctionnement d'une centrale hydraulique	2
Figure I.4 : Centrale éolienne	3
Figure I.5 : Centrale solaire	3
Figure I.5 : Machine synchrone de faible puissance	4
Figure I.6 : Types de rotors (pole lisse (A), Pole saillant (B))	5
Figure I.7 : Coupe d'un stator	5
Figure I.8 : Système turbo-alternateur	6
Figure I.9 : Principe de fonctionnement du groupe turbo-alternateur	7
Figure I.10 : Vue générale du groupe turbo-alternateur	7
Figure I.11 : Plaque signalétique de la turbine à vapeur	8
Figure I.12 modèle équivalent de Behn-Eschenburg vue entre phase et neutre	9
Figure I.13 : Courbe en court-circuit de l'alternateur	10
Figure I.14 : Courbe à vide de l'alternateur	11
Figure I.15 : Diagramme de Behn-Eschenburg	12
Figure I.16 : Caractéristiques en charge de l'alternateur	13
Figure I.17 : Courbe de régulation $J(I)$	14
Figure I.18 : Schéma de régulation de l'alternateur	14
Figure II.1 : Transformateur T01 11/30KV	20
Figure II.2 : Cellule F400	21
Figure II.3 : Illustration et schéma interne du TRIAD2	23
Figure II.4 : Armoire de synchronisation des groupes	26
Figure II.5 : Armoire de commande SEG	27
Figure II.6 : Facture de paiement de CEVITAL à titre indicatif	28
Figure II.7 : Histogramme des montants	28
Figure II.8 : Capture des objectifs du plan d'action économique	29
Figure II.9 : La vitesse de démarrage de la turbine	30
Figure II.10 : Autorisation de régulation en puissance	31
Figure II.11 : Conditions de régulation en contre pression	32
Figure III.1 : Représentation d'un automate programmable industriel	34
Figure III.2 : Structure d'un système automatisé	35
Figure III.3 : Automate programmable industriel SIEMENS	36
Figure III.4 : Structure interne de l'automate	36
Figure III.5 : Différentes étapes de fonctionnement d'un automate	38
Figure III.6 : Automate programmable S7-1500	39
Figure III.7 : Vue du portail	40

<i>Figure III.8 : Vue du projet</i>	41
<i>Figure III.9 : Création d'un projet</i>	42
<i>Figure III.10 : Configuration et paramétrage du matériel</i>	43
<i>Figure III.11 : Adressage des E/S</i>	44
<i>Figure IV.1 : Présentation de l'API «PLC_1[ CPU 1516-3 PN/DP]»</i>	46
<i>Figure IV.2 : Fenêtre d'ajout d'un nouveau bloc</i>	47
<i>Figure IV.3 : Bloc de variables GTA_Puissance</i>	48
<i>Figure IV.4 : Bloc de variables GTA_Contre pression</i>	48
<i>Figure IV.5 : Vue des réseaux du bloc de traitement de valeurs</i>	49
<i>Figure IV.6 : Bit Zero</i>	50
<i>Figure IV.7 : Mesure PT_100</i>	50
<i>Figure IV.8 : Mesure TT100</i>	50
<i>Figure IV.9 : Les différents réseaux du bloc d'autorisation</i>	51
<i>Figure IV.10 : Autorisation régulation puissance</i>	51
<i>Figure IV.11 : Autorisation régulation contre pression</i>	52
<i>Figure IV.12 : Les réseaux du bloc de régulation puissance</i>	52
<i>Figure IV.13 : Schéma fonctionnel CONT_S [16].</i>	53
<i>Figure IV.14 : Schéma fonctionnel CONT_C[16]</i>	54
<i>Figure IV.15 : Régulateur pas à pas GTA1 Partie 1 du réseau</i>	55
<i>Figure IV.16 : régulateur pas à pas GTA1 partie 2</i>	56
<i>Figure IV.17 : Régulateur PID pour PV513</i>	57
<i>Figure IV.18 : Auto/Manu PV513</i>	58
<i>Figure IV.19 : Bloc de régulation contre pression</i>	59
<i>Figure IV.20 : Création d'une IHM</i>	61
<i>Figure IV.21 : Schéma final de supervision</i>	63

# Liste des tableaux

<u>Tableau I.1 : Plaque signalétique</u>	<u>8</u>
<u>Tableau I.2 : Plaque signalétique de l'alternateur</u>	<u>9</u>
<u>Tableau I.3 : Les résultats de l'essai en court-circuit de l'alternateur</u>	<u>10</u>
<u>Tableau II.1 : Caractéristiques du transformateur</u>	<u>20</u>
<u>Tableau II.2 : Caractéristiques de la cellule F400</u>	<u>21</u>

# Liste des symboles

**P** : Nombre de pair de pole

**$\Omega$**  : La vitesse de rotation rad/s

**N** : La vitesse de rotation rad/s

**F** : Fréquence de la tension induite en Hz

**$R_s$**  : Résistance entre deux enroulements statoriques en  $\Omega$

**$X_s$**  : Réactance synchrone en  $\Omega$

**$E_s$**  : Fém à vide en V

**$I_{cc}$**  : Courant de court- circuit en A

**J** : Courant d'excitation en A

**$V_n$**  : Tension simple nominal en V

**$Z_s$**  : l'impédance en  $\Omega$

**$U_n$**  : Tension composé nominale en V

**I** : courant de sortie de l'alternateur en A

**$\Delta U$**  : chute de tension en V

**K** : coefficient de Kapp

**$\emptyset$**  : Le flux

**$\cos\varphi$**  :Facteur de puissance

**$P_n$**  : puissance active en W

**$I_n$**  : courant nominal en A

# La liste des abréviations

**MS** : Machine synchrone principale

**IP** : Indice de protection

**GTA** : Groupe turbo-alternateur industriel

**API** : Automate programmable industriel

**PID** : Programmable intégrale dérivée

**CPU** : Unité centrale de traitement

**FB** : Bloc fonctionnel

**OB** : Bloc d'organisation

**MANU** : Manuel

**AUTO** : Automatique

**HP** : Haute-pression

**HMI** : Interface Homme-machine

**PT100** : Sonde de température

**FC** : Fonction

**PV513** : Vanne de pression

**TV513** : Vanne de température

**DB** : Bloc de données

**SFC** : Sequential Function Chart

**SFB** : Bloc fonctionnel système.

**PC** : Partie commande

**E/S** : Entrée / sortie

**MT** : Moyen tension

**ST** : Structured Text

**LD**: Ladder diagram

**BT**: Base tension

**IL**: Instruction list

**RAM**: Random Access Memory

**TIA**: Totally Integrated Automation

**CONT** : Contact

# Présentation du complexe CEVITAL

## Introduction

CEVITAL Première entreprise privée algérienne à avoir investi dans des secteurs d'activités diversifiés, elle a traversé d'importantes étapes historiques pour atteindre sa taille et sa notoriété actuelle. Groupe CEVITAL est un ensemble industriel intégré, concentré en première partie dans le Secteur de l'agroalimentaire : raffinage d'huile et de sucre, produits dérivés, négoce de céréales, distribution de produits destinés à l'alimentation humaine et animale. Elle conçoit des produits de qualité supérieure à des prix compétitifs, grâce à ses installations performantes, son savoir-faire, son contrôle strict de qualité et son réseau de distribution. Elle couvre les besoins nationaux et a permis de faire passer l'Algérie du stade d'importateur à celui d'exportateur pour les huiles, les margarines et le sucre. Ses produits se vendent dans plusieurs pays, notamment en Europe, au Maghreb, au Moyen Orient et en Afrique de l'Ouest.

## Historique

- CEVITAL est parmi les entreprises algériennes qui ont vu le jour dès l'entrée de notre pays en économie de marché. Elle a été créée par des fonds privés en 1998.
- CEVITAL contribue largement au développement de l'industrie agroalimentaire nationale, il exporte le surplus, en offrant une large gamme de produit de qualité.
- En effet les besoins du marché national sont de 1200T/j d'huile l'équivalent de 12 litres par personne et par an. Les capacité actuelle de CEVITAL sont de 1800T/j, sont un excédent commercial de 600T/j.
- Les nouvelles données économiques nationales dans le marché de l'agroalimentaire, font que les meilleurs sont ceux qui maîtrisent d'une façon efficace et optimale les couts, les charges et ceux qui offrent le meilleur rapport qualité/prix. Ceci est nécessaire pour s'imposer sur le marché que CEVITAL négocie avec les grandes sociétés commerciales internationales telles que CARREFOUR et AUCHAN, OXXO, BRANDT (en France) ROYAL(en suisse) et autre société spécialisée dans l'import-export en Italie, Ukraine, Russe, ces produits se vendent dans différentes ville africaines (Tunis, Niamey, Bamako)

## Situation géographique

CEVITAL est implanté au niveau du nouveau quai du port de Bejaia, à 3 km du sud-ouest de cette ville, à proximité de la RN 26.

Cette situation géographique de l'entreprise lui a beaucoup profité étant donné qu'elle lui confère l'avantage de proximité économique. En effet, elle se trouve proche du port et de l'aéroport.



**Figure 1** : Situation géographique du complexe CEVITAL

## Activités du complexe CEVITAL

Lancé en Mai 1998, le complexe CEVITAL a débuté son activité par le conditionnement d'huile en Décembre 1998. En Février 1999, les travaux de génie civil de la raffinerie ont débuté, elle est devenue fonctionnelle en Août 1999.

L'ensemble des activités de CEVITAL est concentré sur la production et la commercialisation des huiles végétales, de margarine et de sucre, ainsi que la production de l'énergie électrique qu'elle est en cours d'études, elles se présentent comme suit :

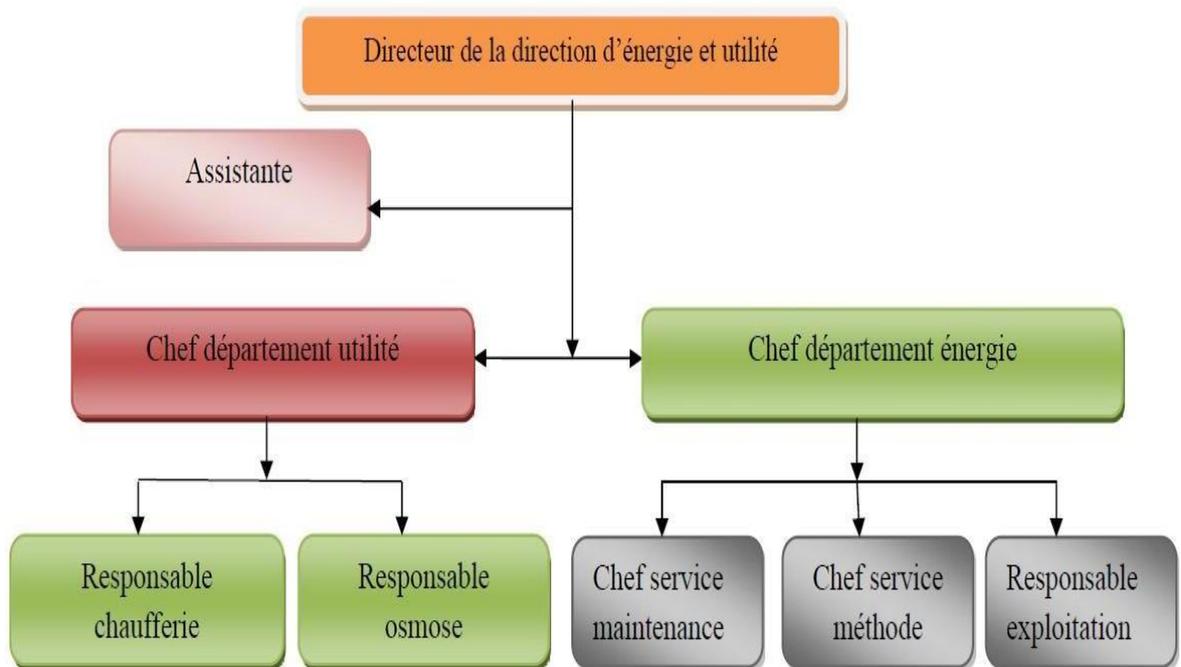
- Raffinage des huiles (1800 tonnes/jour) ;
- Conditionnement d'huile (1400 tonnes/heure) ;
- Production de margarine (600 tonnes/jour) ;
- Fabrication d'emballage (PET) : Poly-Ethylène-Téréphtalate (9600 unités/heure) ;
- Raffinage du sucre (1600 tonnes/jour) et (3000 tonnes /jour) ;
- Stockage des céréales (120000 tonnes) ;

- Minoterie et savonnerie en cours d'étude ;
- Cogénération (production de l'énergie électrique avec une capacité de 64MW et de la Vapeur).

### Direction d'énergie

La direction Energie est constituée de deux départements qui sont (Figure3) :

- Département énergie (production et distribution de l'énergie électrique) : On distingue :
  - ✚ Le poste 60 kV
  - ✚ Le poste 30 kV
  - ✚ La cogénération
- Département chaufferie (production et distribution de la vapeur).



**Figure 2** : Organisation de la direction d'énergie électrique et utilité

# Introduction générale

Dans le contexte actuel de transition énergétique et de recherche constante de solutions, L'automatisation et la supervision des modes de fonctionnement des groupes turbo-alternateurs, notamment les modes puissance et contre-pression, constituent un domaine d'étude essentiel dans le secteur de la production d'énergie électrique. Ces modes de fonctionnement offrent des avantages significatifs en termes d'efficacité énergétique et de réduction des coûts, ce qui en fait des sujets de recherche et de développement pertinents pour les entreprises et les institutions du secteur.

Le présent thème de notre travail se concentre sur une étude approfondie du processus d'échange d'énergie entre CEVITAL et le réseau Sonelgaz en vue de réaliser un équilibre de flux énergétique par l'automatisation et la supervision des modes de fonctionnement des groupes turbo-alternateurs en mettant l'accent sur deux aspects essentiels (le fonctionnement en mode puissance et mode contre pression). La régulation de puissance afin d'éviter la surconsommation d'énergie et la régulation en contre-pression pour maintenir une pression constante à la sortie de la turbine à vapeur.

Le chapitre 1 fournit une introduction générale aux machines synchrones, à travers une étude approfondie de l'alternateur systématiser par le diagramme à réactance synchrone (Behn-Eschenburg). Cette partie permet d'établir les bases théoriques nécessaires pour la compréhension des modes de fonctionnement étudiés.

Le chapitre 2 traite l'élaboration de l'analyse fonctionnelle de ces deux modes, à savoir le mode puissance et le mode contre-pression. Il vise à définir clairement ces modes et à explorer leurs caractéristiques et leurs avantages respectifs. De plus, une étude technico-commerciale est réalisée pour évaluer l'impact de l'application de ces modes sur la réduction des factures d'électricité. À cet égard, l'exemple concret de l'entreprise Cevital est analysé afin de mettre en évidence les bénéfices potentiels que ces modes peuvent apporter en termes d'efficacité énergétique et de maîtrise des coûts.

Le chapitre 3 par l'effet de l'automatisation et de la supervision des modes de fonctionnement des groupes turbo-alternateurs, l'aspect technique est mis en exergue. Le logiciel TIA Portal, largement utilisé dans l'industrie, est présenté comme un outil essentiel pour la programmation et le contrôle de ces systèmes. Le choix de l'automate à utiliser pour la gestion de ces GTAs décrits en détail, mettant en évidence ses fonctionnalités clés et son rôle dans l'automatisation des modes de fonctionnement.

Le chapitre 4 développe la méthodologie de régulation en intégrant des blocs de réseaux de programmation ainsi que l'interface de supervision et de simulation des deux modes de fonctionnement des GTAs à travers une IHM gérée par le logiciel TIA Portal d'une manière détaillée.



# Chapitre I

Généralités sur les machines  
électriques

# Chapitre I

## Généralités sur les machines électriques

### Introduction

Le groupe agro-alimentaire CEVITAL a diverses activités qui nécessitent la mobilisation d'une grande quantité d'énergie électrique, Pour assurer l'alimentation avec une telle puissance, CEVITAL utilise une centrale à vapeur couplé à deux alternateurs.

L'alternateur synchrone comprend toutes les machines dont la vitesse de l'arbre du rotor est égale à la vitesse du champ tournant. Pour assurer ce fonctionnement, le champ magnétique rotorique est généré par des aimants ou par un circuit d'excitation. Selon la forme géométrique du rotor, les alternateurs synchrones peuvent être divisés en deux catégories : Les alternateurs à pôles lisses et pôles saillants.

Dans ce chapitre nous présentons quelques rappels sur les machines synchrones et étude des caractéristiques de l'alternateur de CEVITAL

### I.1 Généralités sur les centrales électriques

Les centrales électriques sont des installations industrielles qui produisent de l'électricité en convertissant diverses formes d'énergie en électricité. Il existe plusieurs types de centrales électriques, à savoir :

- ✚ Centrale thermique : une centrale thermique se compose principalement d'une chaudière et d'un groupe turboalternateur .la chaudière produit de la vapeur en brulant un combustible solide liquide ou gazeux. Énergie thermique de la vapeur est convertie en énergie mécanique puis en énergie électrique par le groupe turboalternateur [1].

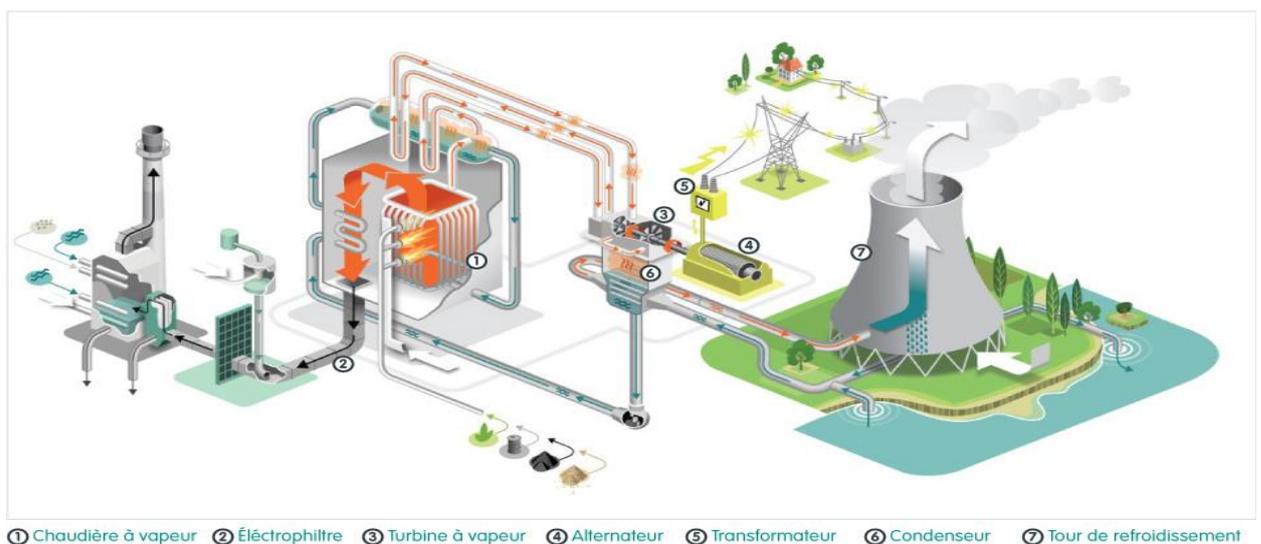


Figure I.1 : Centrale thermique à vapeur

- Centrale nucléaire : les centrales nucléaires sont également des centrales thermiques, dont la source de la chaleur a pour origine la réaction nucléaire de fission. Par analogie avec les usines thermique brûlant des combustibles fossiles, on parle de « chaudière » nucléaires dont le réacteur « brûle » du « combustible » nucléaire (uranium 235 ou plutonium). [1]

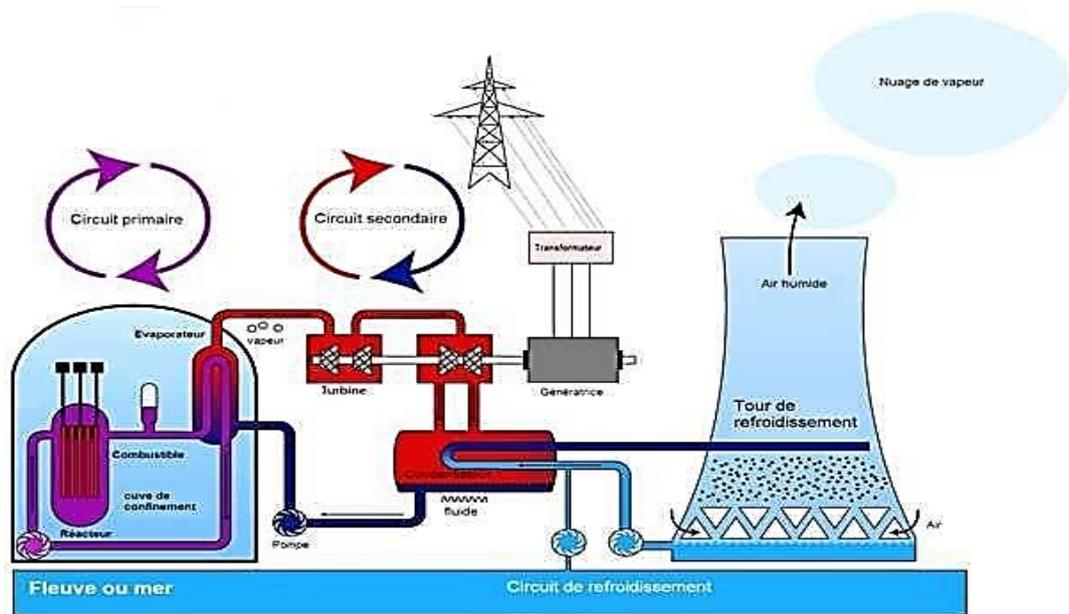


Figure I.2 : Schéma descriptif d'une centrale nucléaire

- Centrale Hydraulique : dans les centrales hydrauliques, on transforme l'énergie potentielle de l'eau en énergie cinétique. Cette énergie est ensuite convertie successivement en énergie mécanique par la turbine, puis en électricité par l'alternateur couplé à la turbine. Suivant l'importance de la réserve d'eau du barrage de l'usine, on distingue les centrales au fil de l'eau, les centrales d'écluse et le barrage de lac.

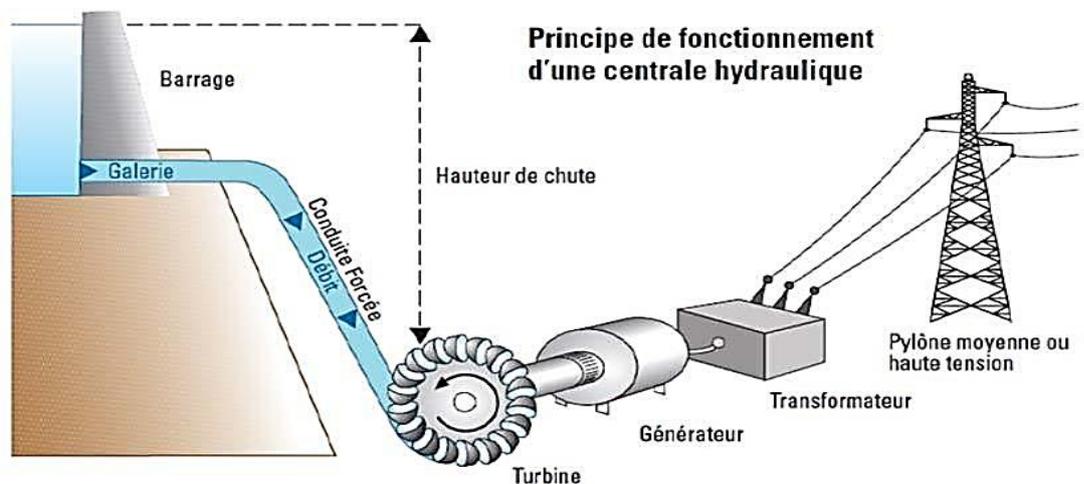


Figure I.3 : Principe de fonctionnement d'une centrale hydraulique

- Centrale éolienne : Centrale électrique qui produit de l'électricité à partir de l'énergie éolienne, en utilisant des éoliennes pour transformer l'énergie cinétique du vent en électricité.

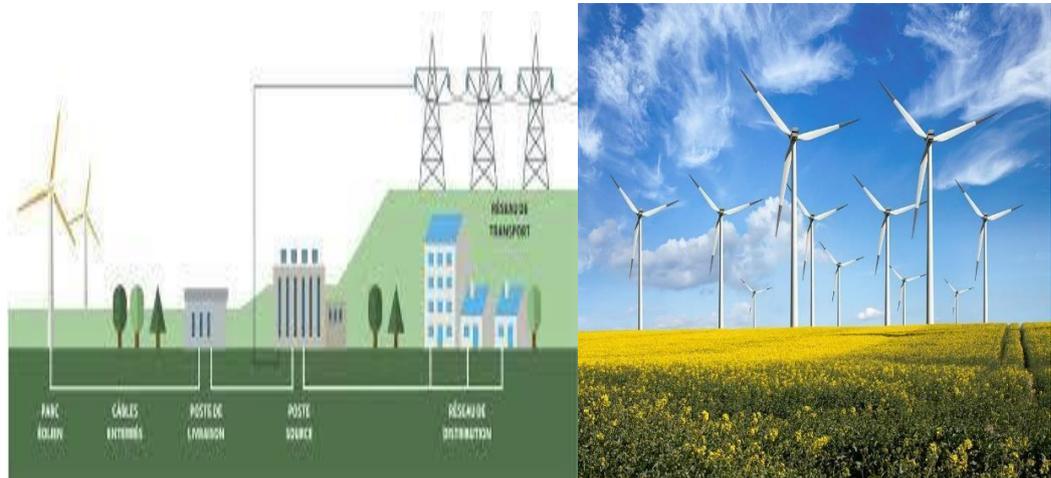


Figure I.4 : Centrale éolienne

- Centrale solaire : la source thermique des centrales solaires est constituée par le rayonnement solaire, qui est concentré par de nombreux miroirs mobiles sur une chaudière placée au sommet d'une tour.



Figure I.5 : Centrale solaire

- Centrale géothermique : Centrale électrique qui produit de l'électricité en utilisant la chaleur naturelle de la terre, généralement en utilisant de l'eau chaude ou de la vapeur pour alimenter des turbines.

Ces centrales électriques sont des sources d'énergie importantes et ont chacune leurs avantages et leurs inconvénients en termes de coût, d'impact environnemental et de disponibilité de ressources.

## I.2 Généralités sur les machines synchrones

### I.2.1 Définition

La machine synchrone est une machine réversible de conversion électromécanique. Elle est principalement utilisée dans le domaine de production d'énergie électrique à partir d'énergie mécanique où elle porte le nom d'alternateur lorsque sa vitesse est fixe (exemple de centrale thermique, hydraulique, nucléaire, etc). Lorsque sa vitesse est variable (exemple de centrale éolienne), elle est dite génératrice synchrone. Elle est rarement utilisée dans le domaine de production d'énergie mécanique à partir d'énergie électrique où elle porte le nom de moteur synchrone car sa vitesse de rotation doit être proportionnelle à la fréquence d'alimentation. Mais avec le développement de l'électronique de puissance, elle vient à occuper de plus en plus une large place dans le domaine des entraînements réglé [2].

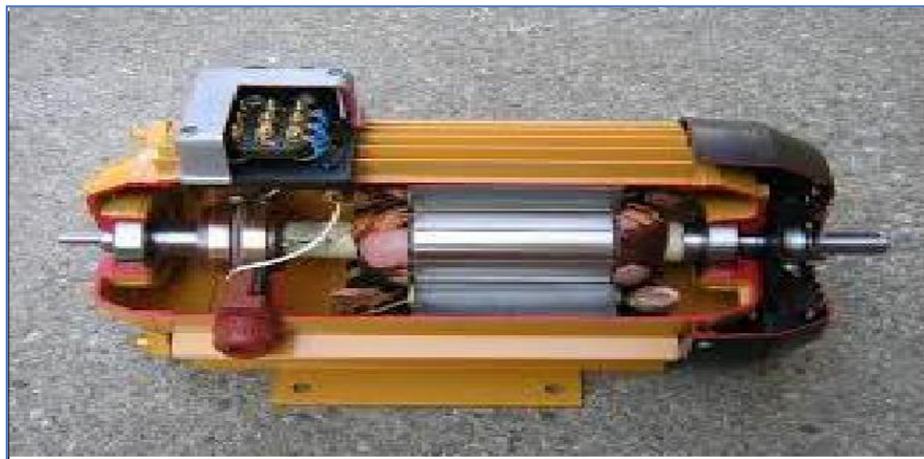


Figure I.5 : Machine synchrone de faible puissance

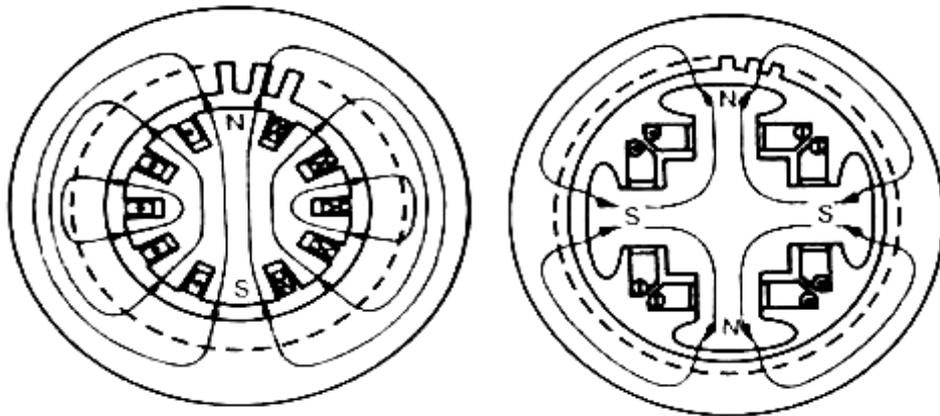
### I.2.2 Le principe de fonctionnement des machines synchrones

Les machines synchrones fonctionnent en utilisant le principe de l'induction électromagnétique pour produire un champ magnétique rotatif à l'intérieur de la machine. Ce champ magnétique est créé par un courant électrique qui circule dans les enroulements du rotor et est produit par la source d'alimentation électrique. C'est-à-dire, Si on entraîne le rotor à la vitesse constante, les enroulements statoriques sont alimentés par un système de tension triphasé de pulsation  $\omega = p \Omega$  ou  $f = p N/60$ ,  $f$  : la fréquence en Hz et  $N$  la vitesse en tr/min,  $p$  étant le nombre de paires de pôles du rotor. Ils créent alors un champ tournant à la pulsation  $\Omega$ . Le champ créé par l'inducteur, fixe par rapport au rotor (animé d'une vitesse de rotation  $\Omega$ ) tourne en synchronisme avec le champ créé par l'induit. Ces deux champs interagissent. Le couple ainsi créé entraîne la machine à la vitesse  $\omega$ . [3]

### I.2.3 Constitutions de la machine synchrone

Elle est généralement constituée d'un stator et d'un rotor séparée par un entrefer :

1. **Le rotor** : le rotor est l'élément qui tourne et qui est alimenté par un courant électrique via les enroulements du stator, créant ainsi un champ magnétique qui entraîne la rotation du rotor. On distingue deux types de rotors :
  - ✚ Les rotors à pôles saillants et les rotors à pôles lisses.
  - ✚ Les rotors à pôles saillants : On utilise le rotor à pôles saillants lorsque l'alternateur tourne à basse vitesse.
  - ✚ Les rotors à pôles lisses : sont conçus pour les petits alternateurs tournant à haute vitesse.



**Figure I.6** : Types de rotors (pole lisse (A), Pole saillant (B))

2. **Le stator** : Il s'agit d'une pièce fixe sous la forme d'une carcasse ferromagnétique feuilletée, contenant des enroulements triphasés traversés par des courants triphasés symétriques, pour produire un champ magnétique tournant dans une restauration quasi-sinusoidale avec le même nombre de pôles que le rotor. Les enroulements peuvent être couplés en étoile ou en triangle. [3]



**Figure I.7** : Coupe d'un stator

### I.3 Description d'un alternateur

Un alternateur est une machine électrique qui convertit l'énergie mécanique en énergie électrique. Il est utilisé pour dans de nombreuses applications de production d'énergie, telles que les centrales électriques, les véhicules automobiles, les éoliennes, les groupes électrogènes et bien d'autres.

Le fonctionnement d'un alternateur est basé sur le principe de l'induction électromagnétique. Il est composé d'un rotor et d'un stator. Un rotor se compose d'une série de bobines reliées à un arbre, qui tourne dans stator. Le stator est constitué d'une série de bobines fixes qui entourent le rotor. [4]

#### I.3.1 Condition de couplage au réseau

Le couplage est l'opération qui consiste à connecter les bornes de l'alternateur à celles du réseau triphasé pour débiter de la puissance électrique [5].

On n'effectue le couplage que lorsque les bornes homologues de l'alternateur et du réseau sont au même potentiel ; sinon la connexion s'accompagne de courants importants susceptibles de provoquer des chutes de tension, la disjonction des appareils de protection et un couple important qui pourront causer la rupture de l'accouplement rotor turbine. Pour éviter cela, il faut réaliser les conditions :

- ✓ Egalité de la tension efficace de l'alternateur et du réseau (réglage du courant d'excitation).
- ✓ Egalité des fréquences et des phases (entraînement à la vitesse de synchronisme par le moteur).
- ✓ Même ordre de successions des phases.

#### I.3.2 Turbo alternateur

Les alternateurs de grande puissance ou Turbo alternateur (Appellation donnés généralement aux alternateurs entraînés par des turbines à vapeur ou à gaz) se distingue des autres plus petits par leurs puissances en premier lieu, et après par la technologie utilisée soit pour la construction des pièces maitresses ou pour le refroidissement des différents éléments de la machine. [4]

La figure suivante présente le système turbo-alternateur :

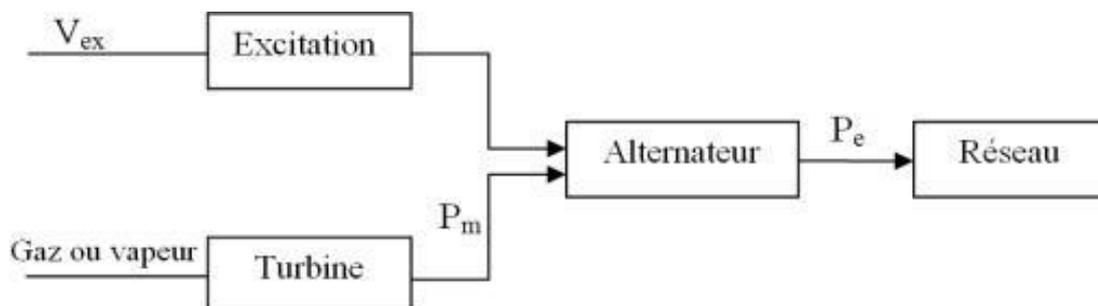


Figure I.8 : Système turbo-alternateur

#### I.4 Fonctionnement des groupes turbo-alternateurs au sein du complexe CEVITAL

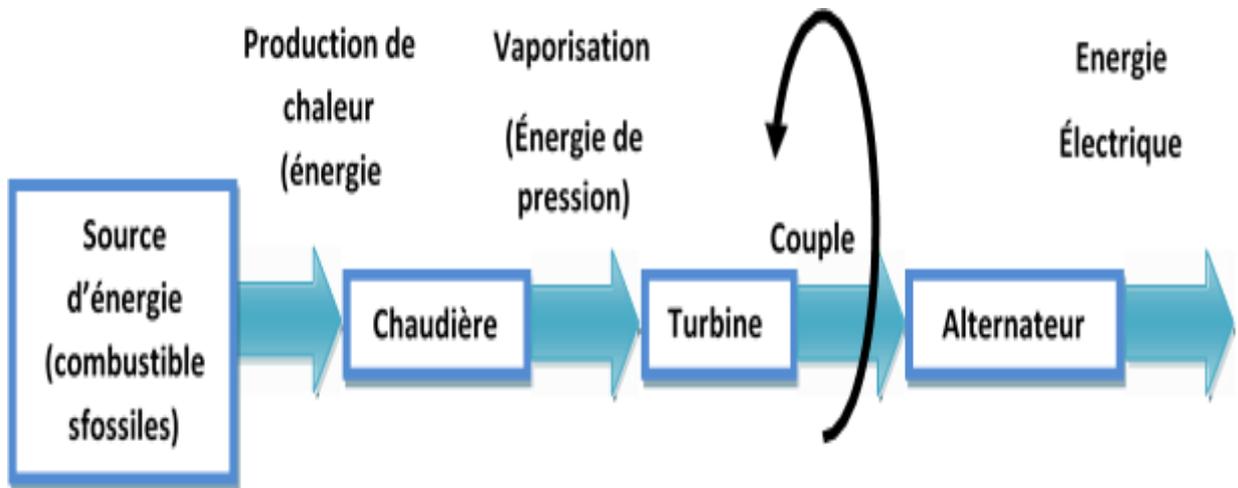


Figure I.9 : Principe de fonctionnement du groupe turbo-alternateur

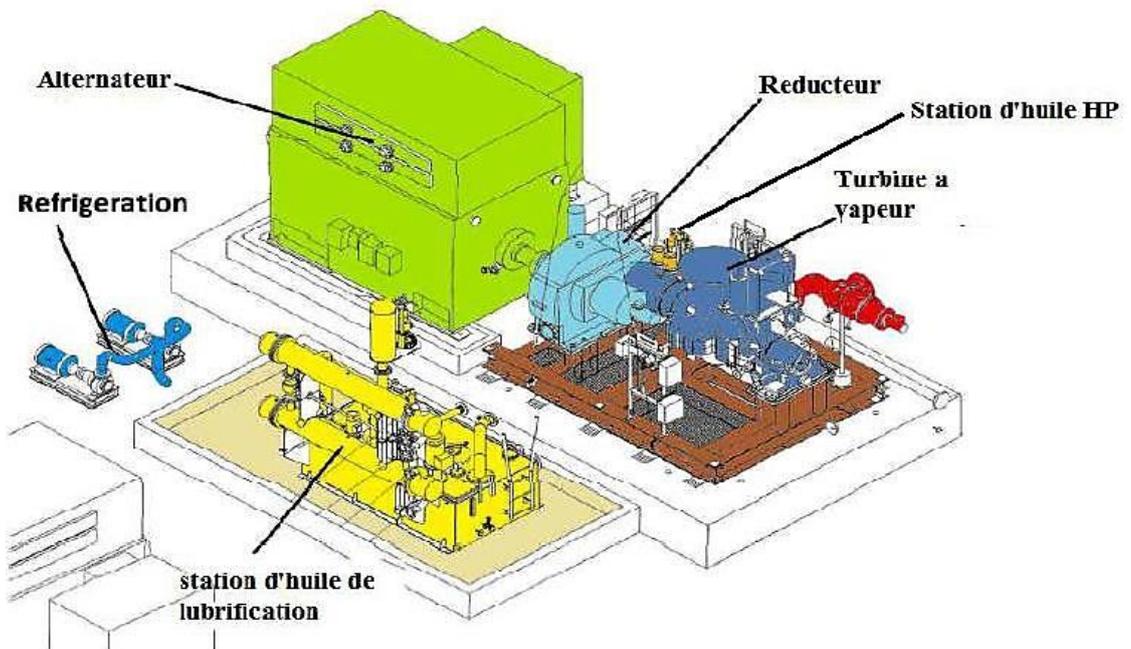


Figure I.10 : Vue générale du groupe turbo-alternateur

La ligne se compose de :

- Une turbine THYRMODYN à contre pression type 6-7 MP5.
- Un réducteur de vitesse de  $\frac{1}{4}$ .
- Un alternateur JISLAT type MEGA435.

### I.4.1 La turbine à vapeur du groupe turbo-alternateur

C'est une turbine à contre pression de type 6-7 MP5 transformant l'énergie thermique de la vapeur en énergie mécanique à une vitesse de 5900 tr/min. La turbine est capable de détendre 150 t/ heure de vapeur à 54 bar et 480 °C, à la sortie 2,7 bar et 140 à 180 °C pour avoir une puissance de 25 MW. [6]

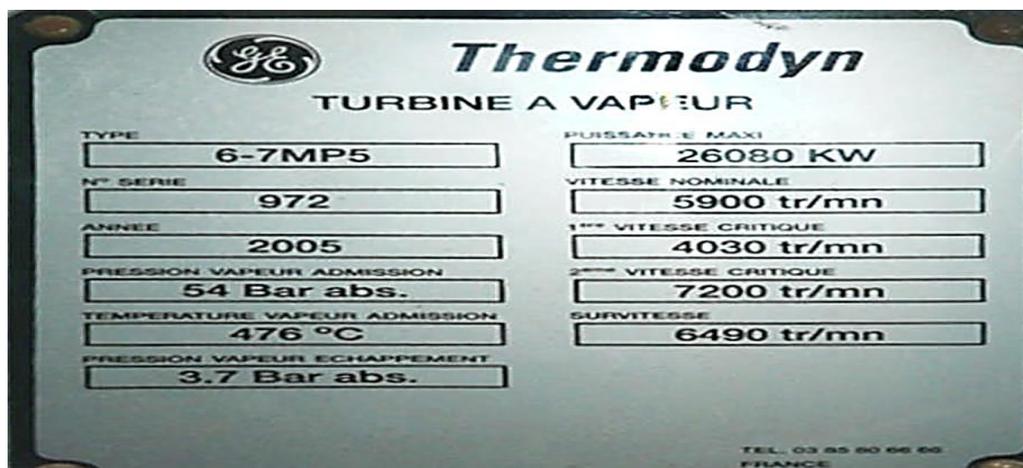


Figure I.11 : Plaque signalétique de la turbine à vapeur

### I.4.2 Le réducteur

Il s'agit d'un réducteur à engrenage cylindrique à dentures hélicoïdales à deux arbres parallèles verticaux décalés, afin d'adapter la vitesse de rotation de la turbine à celle de la rotation de l'alternateur.

Ce réducteur est monté sur le socle et l'alignement de l'arbre entre la turbine et l'alternateur est effectué selon la procédure de JEUMONT dans les ateliers. Le rôle du réducteur est :

- De convertir la vitesse de 5 900 tr/min à 1500 tr/min de façon à ce que le générateur à 4 pôles puisse être piloté à la fréquence de 50 Hz avec un rapport de conversion 3,93 sur ce réducteur [6].

Tableau I.1 : Plaque signalétique

Numéro de série	517805/20
Type	HD71-20
Puissance	27000 kW
Vitesse	5897/1500tr/min
Nombre de dents	29/114dents
Rapport de reduction	3,93
Facteur de série	AGMA
Pression d'huile	1,5 bar
IP=54	Protégé contre les poussières et projection d'eau de toutes directions

### I.4.3 Alternateur du complexe CEVITAL

L'alternateur JISALT 435 MEGA est une machine de type triphasée, à quatre pôles, à arbre horizontal et auto-ventilée. Le choix technique de l'utilisation d'un rotor à entrefer constant et son processus de fabrication soigné permettent d'assurer un fonctionnement en toute sécurité, comme en témoignant les tests effectués sur les éléments suivant. [6]

Tableau I.2 : Plaque signalétique de l'alternateur

<b>Puissance Apparente <math>S_n</math></b>	<b>31375 kVA</b>
<b>Puissance Active <math>P_n</math></b>	<b>25100 kW</b>
<b>Facteur de Puissance <math>\cos \phi</math></b>	<b>0.8</b>
<b>Vitesse <math>n</math></b>	<b>1500 tr/min</b>
<b>Survitesse</b>	<b>1800 tr/min pendent 2 min</b>
<b>Tension nominal <math>U_n</math></b>	<b>11 kV</b>
<b>Courant nominal <math>I_n</math></b>	<b>1647 A</b>
<b>Fréquence <math>F</math></b>	<b>50 Hz</b>
<b>Indice de protection</b>	<b>IP 54</b>
<b>Indice de refroidissement</b>	<b>IC 8A1W7</b>

## I.5 Etude du diagramme de fonctionnement de l'alternateur

### I.5.1 Diagramme de Behn-Eschenburg à réactance synchrone

Le modèle de Behn-Eschenburg considère que la machine est non saturée et à pôles lisses. C'est le plus simple, il ne tient compte d'aucune saturation ni variation de l'entrefer. Ce diagramme consiste à remplacer chaque phase de la machine par un ensemble de trois dipôles en série composé d'une résistance ( $R_s$ ), réactance ( $X_s$ ) et source de tension ( $E$ ).

Le modèle équivalent est représenté dans la figure ci-dessous :

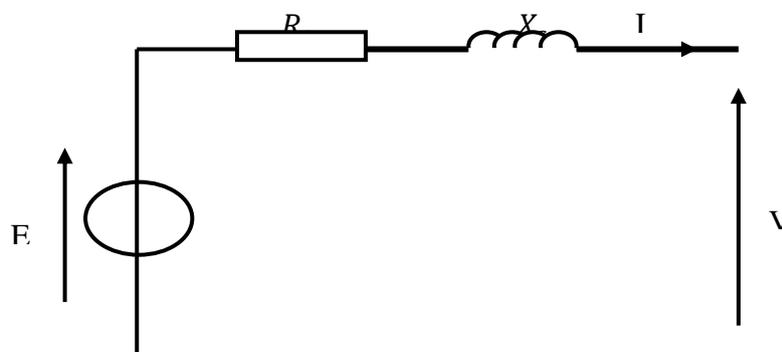


Figure I.12 : modèle équivalent de Behn-Eschenburg vue entre phase et neutre

On peut facilement déterminer les éléments de ce modèle, à l'aide des deux essais :

- Essai en court-circuit à vitesse constante.
- Essai à vide à vitesse constante.

### I.5.2 Essai en court-circuit

Dans cet essai la vitesse de rotation est constante, les bornes de l'alternateur sont mises en court-circuit, et le courant d'excitation doit varier graduellement de zéro jusqu' à l'obtention du courant de court-circuit nominal. La figure I.13 nous montre l'évolution du courant de court-circuit «  $I_{cc}$  » en fonction du courant d'excitation «  $J$  » ( $I_{cc}=f(J)$ ).

L'excitation est provoquée en fermant le circuit d'excitation sur le panneau de commande

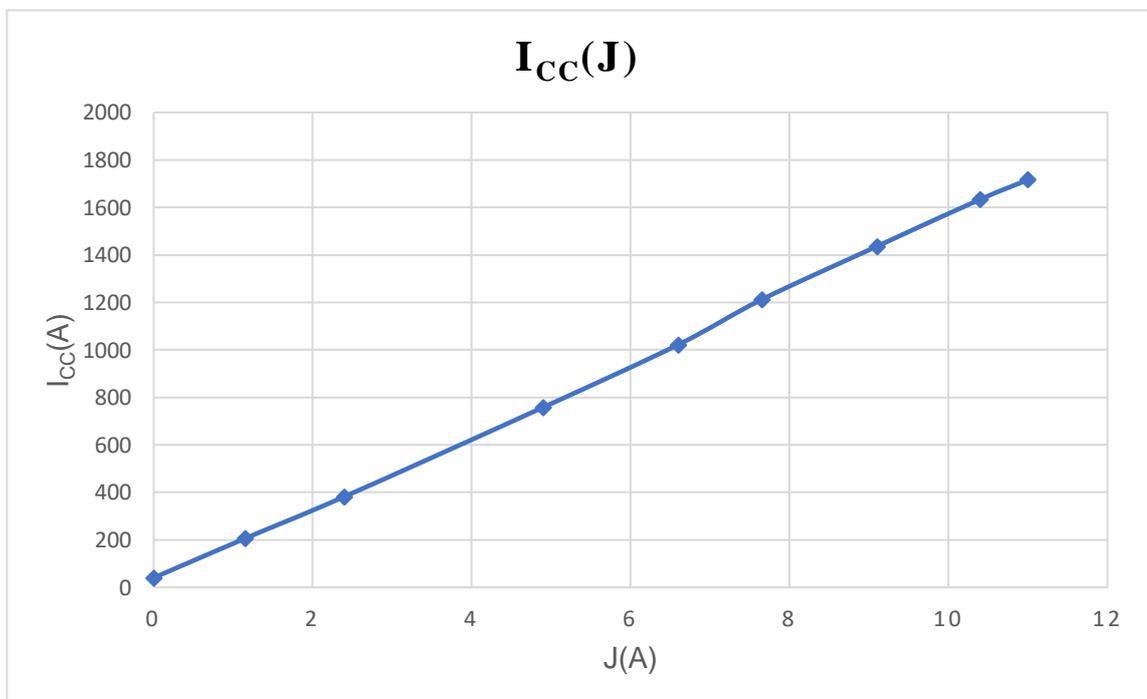
#### Résultats expérimentaux :

Le tableau ci-après nous donne les résultats obtenus à partir de l'essai en court-circuit :

**Tableau I.3** : Les résultats de l'essai en court-circuit de l'alternateur

Courant à la borne de sortie alternateur $I_{cc}$ (A)	40	206	382	758	1022	1212	1436	1634	1716
Courant d'excitation $J$ (A)	0	1,15	2,4	4,9	6,6	7,65	9,1	10,4	11

**Courbe** : à partir du Tableau III.2 on peut tracer la courbe  $I_{cc}=f(J)$  à  $N=cst$  :



**Figure I.13** : Courbe en court-circuit de l'alternateur

### I.5.3 Essai à vide E(I)

A vide ( $I = 0$ ), le rotor est entraîné à la vitesse de rotation de synchronisme  $N$  constante. On relève, en fonction du courant d'excitation  $J$ , les variations de la tension aux bornes d'un enroulement ( $E = U - R_s \cdot I - X_s \cdot I$ ) à vide  $V_0 = E$ .

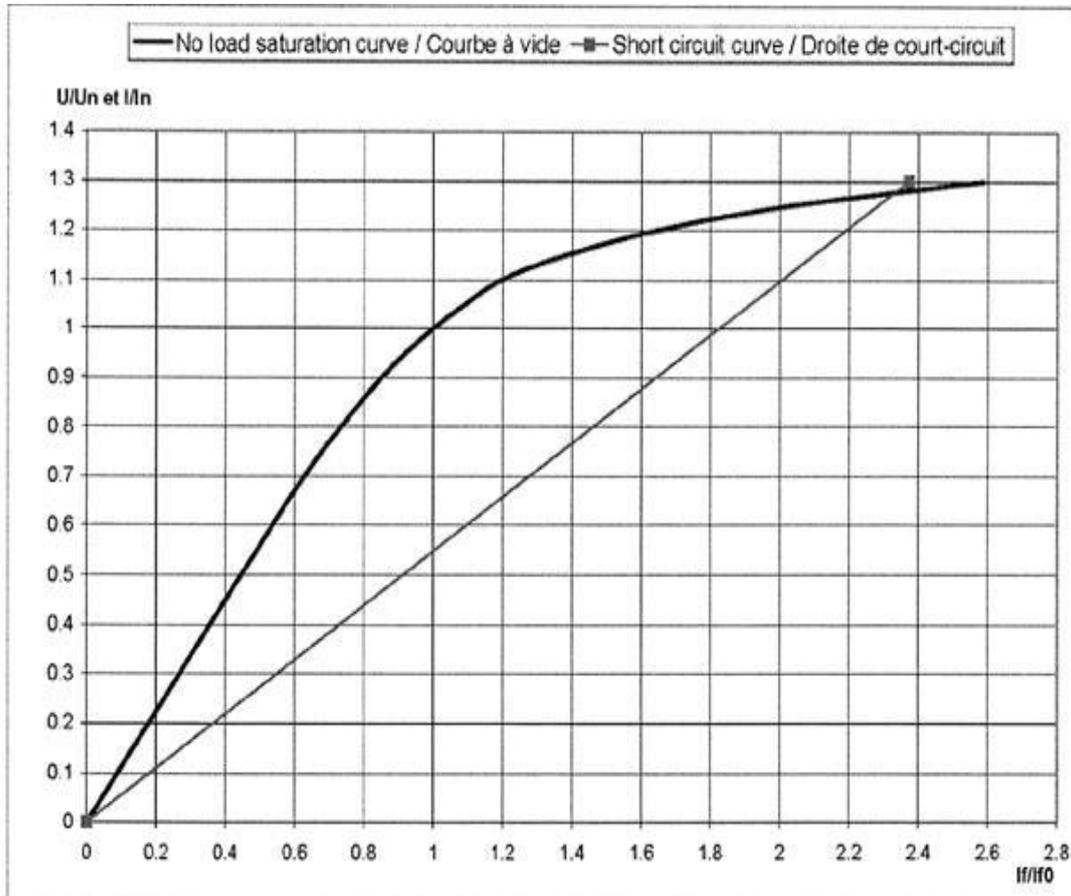


Figure I.14 : Courbe à vide de l'alternateur

### I.5.4 Caractéristiques en charge U(I)

Dans cette caractéristique, l'alternateur est en mode de production normal, la vitesse de rotation  $N$  constante à 1500 tr/min, en va agir sur la commande « - vite ou + vite » sur le panneau d'opérateur à la salle de contrôle, pour commander l'ouverture et la fermeture des vannes de la turbine afin de contrôler la puissance utile, en parallèle on relève les paramètres (tension de sortie ; courant de sortie,  $\cos \varphi$  et le courant d'excitation  $J$ ). En effet pour tracer les caractéristiques en charge on a utilisé le diagramme Behn-Eschenburg (A réactance synchrone).

- Le courant de court-circuit

$I_{cc} = 161.05J$  La valeur de  $I_{cc}$  a été déduite à partir les caractéristiques en court- circuit.

- Calcule de la réactance synchrone

Les valeurs suivantes ont été obtenues à partir de la plaque signalétique

$$I_n = 1647A$$

$$A \text{ vide } E_0 = V_n = 6350.85V \quad J = 216A \quad R_s = 0.0177\Omega$$

$$Z_s = \frac{E_s}{I_{cc}} = \frac{6350.85}{34786} = 0.182\Omega$$

$$X_s = \sqrt{Z^2 - R^2} = 0.181\Omega$$

➤ Diagramme de Behn-Eschenburg

$$R_s * I_n = 29.15V$$

$$X_s * I_n = 298.107V$$

A partir du diagramme

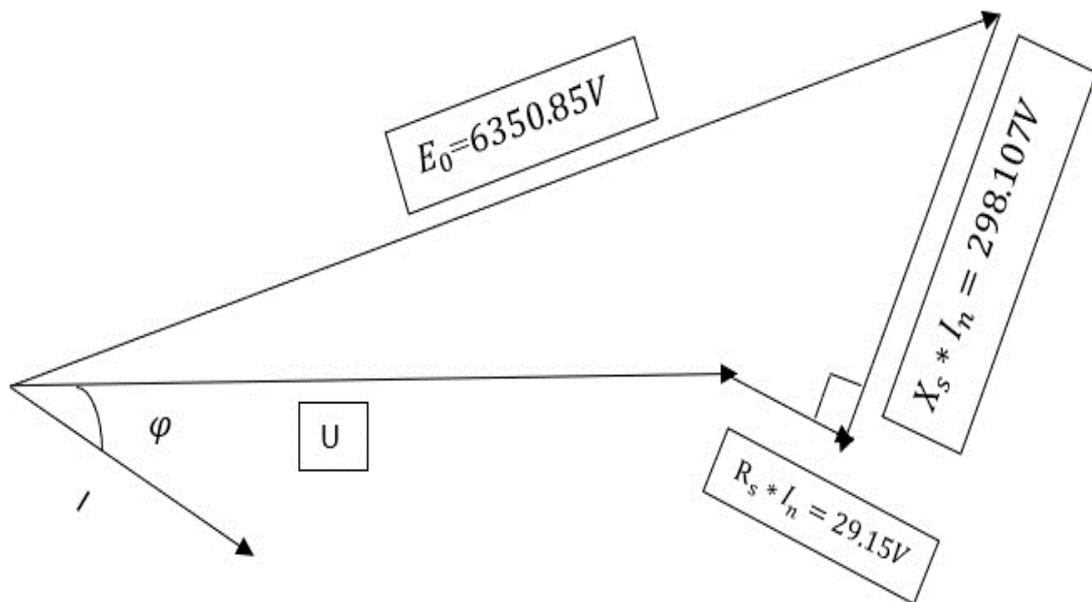


Figure I.15 : Diagramme de Behn-Eschenburg

$$V = 6152.17 \quad \text{D'où} \quad U = 6152.17 * \sqrt{3} = 10655.87$$

$$\text{La chute de tension est donc } \Delta U = 11000 - 10655.87 = 344.12V$$

Pour tracer en charge les caractéristiques de l'alternateur ( $I$ ) on prend :

$$I_1 = 500A \quad I_2 = 1000A \quad I_3 = 1500A$$

- Pour  $I_1 = 500A$  On a :

$$R_s * I_1 = 8.5$$

$$X_s * I_1 = 90.5$$

Le diagramme donne  $U_1 = 10830.98V$

- Pour  $I_2 = 1000A$  On a :

$$R_s * I_2 = 17V$$

$$X_s * I_2 = 181V$$

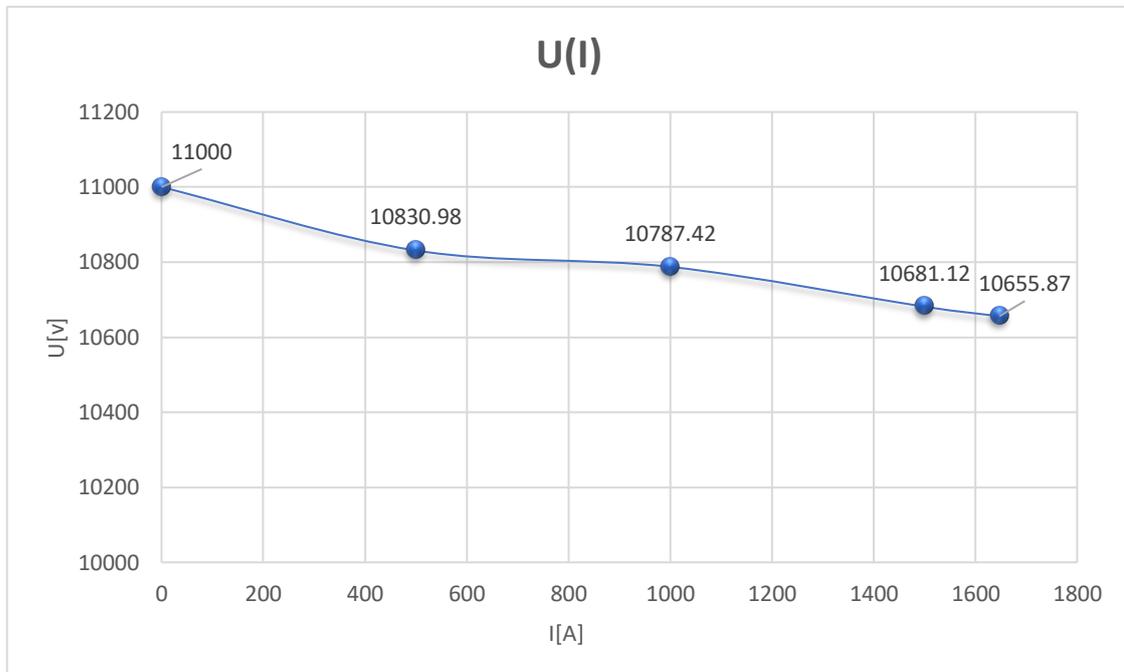
- Pour  $I_3 = 1500A$  On a :

$$R_s * I_3 = 25.5V$$

$$X_s * I_3 = 271.5V$$

Le diagramme donne  $U_3 = 10681.12V$

A partir des calculs précédents nous avons pu réaliser le graphe qui représente  $U(I)$



**Figure I.16 :** Caractéristiques en charge de l'alternateur

La figure I.16 montre la caractéristique en charge de l'alternateur  $U(I)$ , à chaque augmentation de charge (augmentation du courant) la tension aux bornes de l'alternateur diminue (chute de tension).

### I.5.5 Caractéristiques de réglage I(J)

Cette caractéristique représente le fonctionnement de la génératrice à vitesse et la tension constantes ( $U$  et  $N$  constant) par le réglage du courant de l'excitation lors de la variation de la charge.

$E=53.37J$  La valeur de  $E$  a été déduite à partir des caractéristiques à vide.

Et  $E=V+\Delta V$  d'où  $J=E/53.37$

À  $I=1647A$   $\Delta V=344.12V$   $V=6152.1V$  donc  $J=118.99A$

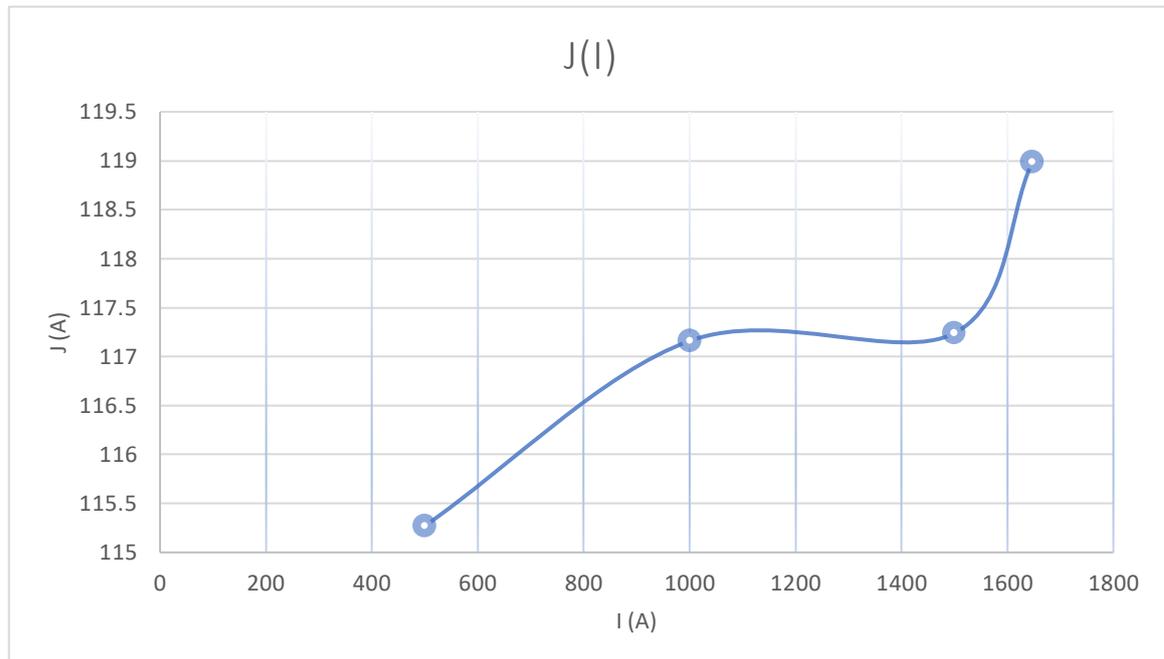
À  $I=500A$   $\Delta V=101.09V$   $V=6253.26V$  donc  $J=115.27A$

À  $I=1000A$   $\Delta V=25.14V$   $V=10787.42V$  donc  $J=117.16A$

À  $I=1500A$   $\Delta V=61.37V$   $V=10681.12V$  donc  $J=117.24A$

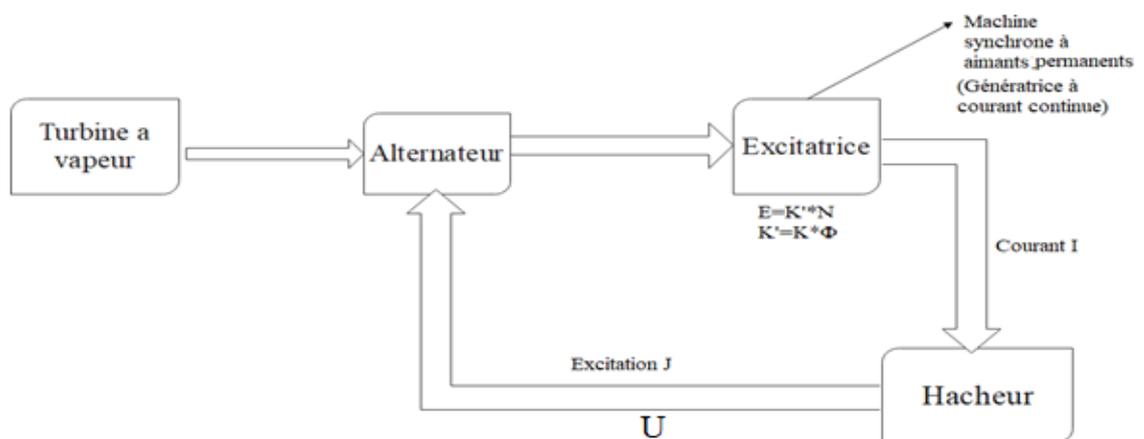
A partir des calculs précédents nous avons pu réaliser notre graphe de représentation du courant d'excitation  $J$  en fonction du courant  $I$

**I.5.6 Schéma de régulation de l'alternateur**



**Figure I.17 :** Courbe de régulation  $J(I)$

La turbine à gaz entraîne l'alternateur et ce dernier entraîne l'excitatrice qui est une machine synchrone à aimant permanent (Génératrice à courant continu). On a  $E=K*N*\Phi$  et vu que le flux est constant (machine à aimant permanent) par conséquent la FEM  $E=K'*N$  avec  $K'$  est la constante de la machine ce qui implique que la FEM dépend uniquement de la vitesse  $N$ . L'excitatrice génère un courant continu qui alimente le hacheur ce dernier sert à exciter l'alternateur.



**Figure I.18 :** Schéma de régulation de l'alternateur

**Conclusion**

Dans ce chapitre nous avons donné des généralités sur les centrales électriques tout en présentant les machines synchrones, en citant les caractéristiques de l'alternateur de la société CEVITAL et cela en utilisant le diagramme de Behn-Eschenburg.

En résumé, l'étude de ces caractéristiques permet de comprendre les principes fondamentaux de son fonctionnement électrique. Cela nous aide à optimiser les performances de l'alternateur, à assurer son bon fonctionnement dans différentes applications industrielles et énergétiques.

# Chapitre II

*Elaboration de l'analyse fonctionnelle des  
différents modes de fonctionnement*

## Chapitre II

### Elaboration de l'analyse fonctionnelle des différents modes de fonctionnement

#### Introduction

Afin que l'entreprise CEVITAL puisse subvenir aux besoins de son complexe à savoir les raffineries huile, sucre, qui sont d'une puissance de l'ordre 25 MVA que le réseau de Sonelgaz de la ville de Bejaia ne peut fournir. CEVITAL a optée pour l'installation de deux groupes turbo-alternateurs d'une puissance apparente de 32 MVA chacun, ce qui dépasse la puissance demandée.

Nous nous intéressons dans ce chapitre à deux moyens qui permettra à l'industrie une autosuffisance d'énergie électrique sans avoir recours au réseau de Sonelgaz à savoir : les deux modes de fonctionnement des GTAs (Mode puissance, Contre pression) et le matériel utilisé pour assurer le parfait fonctionnement.

#### II.1 Liste d matériel utilisé et leurs rôles au sein du process

##### II.1.1 Armoire de contrôle commande du groupe turbo-alternateur

###### II.1.1.1 Rôle de l'armoire de contrôle commande

Cette armoire est installée dans le local électrique du bâtiment où est installé le groupe turbo alternateur, elle regroupe les fonctions suivantes :

- ✚ Automatismes séquentiels de démarrage et d'arrêt
- ✚ Gestion du système d'huile de lubrification
- ✚ Gestion du système d'huile HP de régulation
- ✚ Liaison numérique MODBUS avec armoire alternateur (relais Microener)
- ✚ Liaison numérique Modbus avec le système centralisé client (Scada)
- ✚ Traitement des alarmes et des déclenchements de la turbine et du réducteur
- ✚ Surveillance des vibrations
- ✚ Surveillance des températures
- ✚ Surveillance survitesse
- ✚ Sécurités turbine (déclenchement)
- ✚ Acquisition des mesures spécifiques à l'alternateur
- ✚ Régulation turbine

### II.1.2 Automate

Les fonctions de l'automate sont :

- ✚ Pilotage du régulateur turbine Woodward pendant les différentes phases d'exploitation
- ✚ Acquisition des mesures analogiques PT100 (hors températures ligne d'arbre) et 4-20mA
- ✚ Acquisition des informations logiques (pressions, niveaux, fins de course, retour de marche des moteurs, défauts moteurs, etc....)
- ✚ Acquisition des mesures alternateur (par liaison MODBUS avec le relais Microener), ainsi que des défauts alternateur (en câblé)
- ✚ Elaboration des seuils d'alarme et de déclenchement sur les mesures analogiques
- ✚ Pilotage des auxiliaires (moteurs, réchauffeurs)
- ✚ Pilotage des électrovannes et des électrodistributeurs
- ✚ Liaison numérique Ethernet, driver Modbus TCP avec le système centralisé Valmet.

### II.1.3 Régulateur Woodward 505

Le système de commande Woodward 505 est conçu pour être utilisé dans les turbines à gaz, les turbines à vapeur et autres équipements rotatifs. Il offre des capacités de contrôle et de surveillance avancées pour aider à améliorer l'efficacité, la fiabilité et la sécurité de ces systèmes. Le système comprend une variété de fonctionnalités telles que le traitement du signal numérique à grande vitesse, des capacités de diagnostic avancées et la compatibilité avec une large gamme de protocoles de communication.

Les fonctions du régulateur sont :

- ✚ Contrôler la montée en vitesse de la turbine pendant la phase de démarrage du GTA Assurer la régulation de vitesse de la turbine en marche couplée
- ✚ Assurer la régulation de contrepression (quand sélectionnée par l'opérateur) en marche couplée
- ✚ Assurer la régulation de vitesse de la turbine en marche dotée
- ✚ Détecter la survitesse turbine (chaîne redondante de la survitesse BN3500)

### II.1.4 Relayage

- ✚ Découplage de certaines informations logiques
- ✚ Chaîne de sécurité câblée, des contacts de déclenchement turbine, qui agit sur un module de sécurité TELEMÉCANIQUE de type PREVENTA. Ce module commande le distributeur de fermeture rapide de la vanne d'arrêt turbine.

### II.1.5 Jeu de barres de distribution

Le tableau 30 kV de répartition est divisé en deux parties reliées par un couplage. Il est constitué de cellules 30 kV Schneider Electric type SM6-36.

- ✚ Tension de service : 30 kV.
- ✚ Tension d'isolement : 36 kV.
- ✚ Courant nominal : 630 A.
- ✚ Tenue thermique : 16 kA 1s.

Ce tableau est divisé en 2 demi -jeux de barres :

#### II.1.5.1 Jeu de barres 30kV N°1

Il comprend les neuf (9) cellules arrivées-départ :

- ✚ Cellule F06 Arrivée transformateur T01.
- ✚ Cellule F50 arrivée/départ.
- ✚ Cellule F00 Départ S/S 3000T/j.
- ✚ Cellule F01 Départ transformateur auxiliaire 100 kVA.
- ✚ Cellules F02, cellule F03 et F04 Départs raffinerie 1600 T/j.
- ✚ Cellule F05 Réserve.
- ✚ Cellule F07 Couplage vers demi-jeux de barre N02.

#### II.1.5.2 Jeu de barres 30kV N°2

Il comprend sept cellules arrivées-départ :

- ✚ Cellule F08 Cellule d'arrivée.
- ✚ Cellule F09 Départ vers poste ancien (livraison en 30 kV).
- ✚ Cellule F10 (Tr C02), F11 (S/S Osmose) et F12 (Tr Silos).
- ✚ Cellule F13 Départ transformateur auxiliaire 100 kVA.
- ✚ Cellule F07 Couplage vers le demi jeu de barre N°1.

### II.1.6 Transformateur de puissance 32MVA

Le transformateur de puissance 32MVA est utilisé pour augmenter la tension produite par le GTA qui est de l'ordre de 11kV à une tension de sortie de 30kV.



Figure II.1 : Transformateur T01 11/30KV

Les caractéristiques du transformateur sont exposées sur le **tableau suivant** :

Tableau II.1 : Caractéristiques du transformateur

<i>Puissance nominale</i>	32MVA
<i>Tension de haute tension</i>	30±2 x 2.5 %
<i>Tension de basse tension</i>	11kV
<i>Tension de court-circuit</i>	12%
<i>Refroidissement</i>	ONAN

### II.1.7 Description des cellules utilisées

Les cellules sont de type "blindé", c'est à dire que les parties alimentées sous les moyenne tension sont compartimentées par des cloisons métalliques reliées à la terre qui les séparent entre elle.

Elle est constituée de :

- ✚ Jeu de barres : le compartiment jeu de barres MT pour les liaisons électriques entre plusieurs cellules MT regroupées en tableaux.
- ✚ Raccordement MT : le compartiment raccordements aux câbles MT, souvent prévu pour recevoir les capteurs de mesure. Souvent un quatrième compartiment complète cet ensemble, il s'agit du compartiment contrôle (ou caisson BT) qui contient les unités de protection et de contrôle- commande.
- ✚ La Partie mobile : débrosables (Disjoncteurs).
- ✚ Sectionneur de terre, transformateur de tension éventuels et transformateurs de courant.

### II.1.7.1 La cellule Fluo-400 de Schneider électrique

La gamme f400 offre un choix complet d'unité fonctionnelle pré-étudiée parfaitement adaptable. Elle couvre la totalité des performances jusqu'à 40.5kV (2500A), ces caractéristiques sont montrées dans le tableau ci-dessous :

Son association avec les unités numériques elle est conçue pour s'interfacer avec des systèmes de supervision nouveaux ou existants [3].

Elle est équipée de :

- ✚ Disjoncteur SF débrochable.
- ✚ Sectionneur de mise à la terre.
- ✚ 03 Transformateur de tension pour la mesure et la protection.
- ✚ Une platine de manœuvre et de verrouillage de la partie mobile (disjoncteur SF).
- ✚ 03 transformateurs de courant pour la mesure et la protection.
- ✚ L'indicateur de présence de tension.

**Tableau II.2** : Caractéristiques de la cellule F400

<i>Courant nominal</i>	1250-2500 A	
<i>Courant de court-circuit</i>	31.5 kA	
<i>Tension maximal</i>	36-40.5 kV	
<i>Tenue à l'arc interne</i>	40kA 3s	

**Figure II.2** : Cellule F400

## II.1.8 Relais de protection SEPAM de ces cellules

La gamme de relais de protection SEPAM est adaptée à toutes les applications de protection des réseaux moyenne tension de distribution publique ou industrielle, Le SEPAM a été conçue et réalisé pour assurer l'ensemble des fonctions : protections, mesures, logique de commande et de signalisation.

### II.8.1 SEPAM 1000+ de Schneider

Le SEPAM 1000+ est une gamme d'unités de protection et de mesures, simple et fiable, destinée à exploiter les machines et les réseaux de distribution électrique des installations industrielles et des sous-stations des distributeurs d'énergie pour tous les niveaux des tensions.

Cette unité de protection adaptée à chaque besoin applicatif permet d'atteindre un rapport couts/fonction optimum.

La gamme SEPAM 1000+ est composée de différents types correspondant chacun à une application :

-  SEPAM 1000+ S20 : Protection des sous-stations (arrivées et départs).
-  SEPAM1000+ T20 : Protection des transformateurs.
-  SEPAM1000+ M20 : Protection des moteurs.
-  SEPAM1000+ B21 : Mesures et protections de tension pour les jeux de barres.
-  SEPAM 1000+ B22 : Protection de découplage.

## II.1.9 Système vireur et groupes de soulèvement

### II.9.1 Groupe de soulèvement

Le rôle du groupe de soulèvement alternateur est de permettre de soulever le rotor alternateur, lorsque la machine est arrêtée, afin de réduire le couple de démarrage que le vireur doit fournir pour démarrer la ligne d'arbre complète.

### II.9.2 Rôle du vireur

Lors du démarrage ou de l'arrêt turbine, il est nécessaire de virer la ligne d'arbre à faible vitesse pour éviter une déformation ou éventuellement redresser, le rotor turbine.

### II.9.3 Fonctionnement

L'autorisation de démarrage est donnée si : soit le vireur, soit le groupe de soulèvement est en mode automatique et le système d'huile de lubrification est en service.

L'autorisation d'arrêt est donnée si la vanne d'arrêt est fermée, le disjoncteur alternateur ouvert et la vitesse de la turbine est inférieure à 350 tr/mn depuis plus de 10h.

### II.1.10 Triad 2 T236Y

Le Triad 2 T236Y est un convertisseur numérique programmable qui permet de convertir des signaux numériques en signaux analogiques. Il dispose à présent de 1 à 4 sorties analogiques isolées, unidirectionnelles ou bidirectionnelles (4-20mA, -20+20mA, 0-10V...) et totalement paramétrables indépendamment les unes des autres, autorisant la conversion de quatre grandeurs électriques parmi 41 grandeurs disponibles. Outre les grandeurs déjà existantes (disponibles) dans la gamme historique (Vac, Uac, Iac, F, P, Q, S et  $\cos \varphi$ ) s'ajoutent désormais les valeurs de FP,  $\varphi$  fondamental,  $\tan \varphi$  et le déphasage entre deux tensions U ou V [7].

- ✚ V1, V2, V3
- ✚ U12, U23, U31
- ✚ I1, I2, I3
- ✚ P1, P2, P3, Pt
- ✚ S1, S2, S3, St
- ✚ Q1, Q2, Q3, Qt
- ✚ FP1, FP2, FP3, FPt, F
- ✚ Cos $\varphi$ 1, Cos $\varphi$ 2, Cos $\varphi$ 3, Cos $\varphi$ t
- ✚  $\varphi$ 1,  $\varphi$ 2,  $\varphi$ 3,  $\varphi$ t
- ✚ Angle (V1/V2, V2/V3, V3/V1)
- ✚ Angle (U12/U23, U23/U31, U31/U12)

#### II.1.10.1 Principales caractéristiques du Triad2 :

- ✓ Grandeurs mesurées : 1,2,3, 4 à choisir parmi celles cités en haut.
- ✓ Configuration du Triad2 : A partir du logiciel TriadJust2
- ✓ Entrées courantes : 1 A et 5 A
- ✓ Entrées tensions : de 100 à 400V (Ph Ph) ou de  $100/\sqrt{3}$  à  $400/\sqrt{3}$  V
- ✓ Temps de réponse : 200ms
- ✓ Signaux de sorties : 4-20mA, -20+20mA, 0-10V
- ✓ Fréquence d'utilisation : 50Hz ou 60Hz

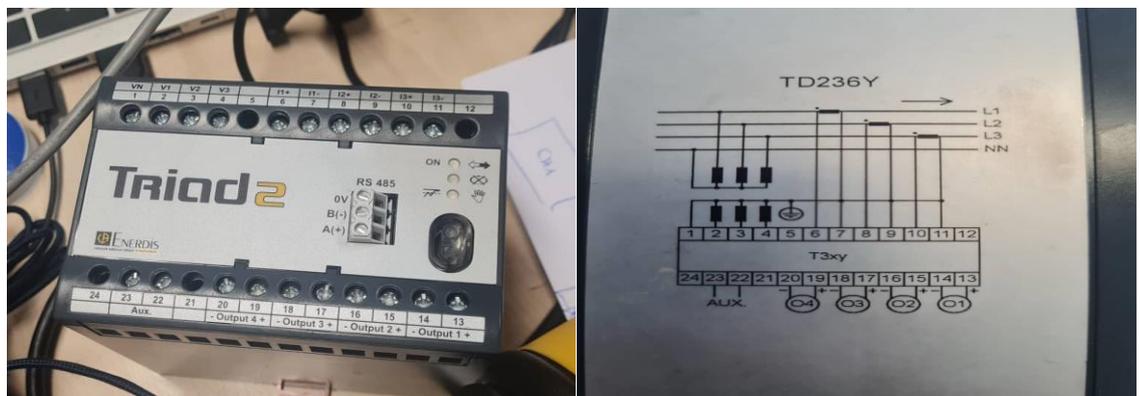


Figure II.3 : Illustration et schéma interne du TRIAD2

### II.1.11 Désurchauffe et détente

La "désurchauffe" et la "détente" sont deux termes couramment utilisés en thermodynamique pour décrire des processus dans les systèmes thermiques.

#### II.1.11.1 La désurchauffe :

**Définition :** Fait référence à la réduction de la température d'un fluide surchauffé. Lorsqu'un fluide est surchauffé, cela signifie qu'il est chauffé au-delà de son point d'ébullition à une pression donnée. La désurchauffe est le processus inverse, où la température du fluide est abaissée pour atteindre une température inférieure à son point d'ébullition à la même pression.

Elle est généralement réalisée en utilisant un échangeur de chaleur, où le fluide surchauffé est mis en contact avec un fluide plus froid, ce qui permet un transfert de chaleur entre les deux. Ce processus peut être utilisé pour réguler la température d'un fluide dans diverses applications, telles que les centrales électriques, les systèmes de climatisation et les cycles de réfrigération.

#### II.1.11.2 La détente

**Définition :** Fait référence à l'expansion d'un fluide à travers une vanne ou une turbine, ce qui entraîne une réduction de sa pression et de sa température.

C'est un processus essentiel dans les cycles thermodynamiques tels que le cycle de Rankine utilisé dans les centrales électriques à vapeur, le cycle Brayton utilisé dans les turbines à gaz, ou le cycle de Carnot qui sert de modèle théorique idéal.

### II.1.12 Les vannes

Comme n'importe quel actionneur la vanne agit sur une grandeur, la grandeur réglée peut être une pression, un débit, un niveau, une température ou un rapport de concentration [08].

#### II.1.12.1 Le choix de la vanne

Le choix de la technologie de la vanne va faire intervenir de très nombreux critères :

- ✚ La nature du fluide traité ;
- ✚ L'agressivité mécanique et/ou chimique du fluide ;
- ✚ La température de fonctionnement ;
- ✚ La pression du fluide en amont et en aval ;
- ✚ Les dispositifs limitant le bruit ;
- ✚ Le niveau d'étanchéité souhaité entre siège et clapet ;
- ✚ Circulation du fluide en un seul sens ou deux sens ;
- ✚ Le poids, l'encombrement ;
- ✚ Raccordement aux conduites ;
- ✚ La maintenance (facilité de montage/démontage) [08].

## II.2 Schéma d'interconnexion du réseau interne du complexe

Pour assurer le bon fonctionnement du complexe agroalimentaire en question d'électricité, le choix d'interconnexion entre ces différentes sources d'électricité avec le réseau de SONELGAZ est très important. Cela est basé sur des critères de choix et des conditions exigées par SONELGAZ :

- ✚ Le respect des conditions de SANELGAZ concernant le raccordement des auto-producteurs
- ✚ Le respect des conditions d'utilisation du matériel (Tenue thermique, Puissance de court-circuit, courant nominal, tension nominale...etc.)
- ✚ La répartition des charges d'une façon équilibrée sur les deux demi jeux de barres 30kV de distribution.
- ✚ L'espace disponible.

### II.2.1 Choix de raccordement du réseau électrique du complexe au réseau SONELGAZ

La mise en place d'un transformateur (T02) 60/30kV est raccordée au tableau cogénération, l'autre (T01) au demi jeu de barres N°1 du tableau de distribution. Le transformateur est maintenu hors tension et ne serait mis en service que lors de l'indisponibilité du T02.

La synchronisation se ferait au niveau du tableau pour les groupes et le transformateur T02, et aussi elle peut être faite au niveau de la cellule F06 du ½ jeu de barre N°1 (arrivée transformateur T01).

Le choix de ce raccordement a des avantages et des inconvénients :

#### II.2.1.1 Avantages :

- ✚ Le secours en cas d'indisponibilité d'un jeu de barre est assuré par un autre jeu de barre en fermant le couplage F07.
- ✚ Plan de protection plus simple.
- ✚ Ne nécessite pas d'installation de cellule supplémentaire sur le demi jeu de barres N°2 du tableau distribution ; On utilise la cellule F08 pour la liaison avec le tableau cogénération.

#### II.2.1.2 Inconvénients :

- ✚ Dissymétrie du système : Les transformateurs 60/30 ne sont plus utilisés de la même manière.
- ✚ Deux disjoncteurs en série sur la liaison 30kV de T02 vers le tableau cogénération.
- ✚ En cas d'indisponibilité du transformateur T02, l'interconnexion avec le réseau SONELGAZ peut entraîner une surcharge de la cellule d'alimentation du ½ jeu de barres N°1 à partir du tableau Cogénération.

### II.2.2 Synchronisation entre les sources d'électricités :

Pour garantir une meilleure réponse au besoin de sécurité et de disponibilité d'électricité il aura fallu une synchronisation entre les sources d'électricité.

Pour assurer la synchronisation faut garantir ces conditions :

- ✚ La concordance des fréquences.
- ✚ La concordance des phases.
- ✚ La même tension.

### II.2.3 Synchronisation des groupes :

Le fournisseur de la centrale a équipé chaque générateur d'un dispositif de synchronisation type SPM21. Ce dispositif assure la synchronisation par égalisation des fréquences, des tensions et des phases par comparaison des tensions entre jeu de barres cogénération et des tensions des arrivées 30 kV des groupes.



**Figure II.4 :** Armoire de synchronisation des groupes

### II.2.4 Synchronisation de l'arrivée SONELGAZ avec la central turbo-alternateur :

La synchronisation de l'arrivée SONELGAZ avec la centrale turbo-alternateur est assurée par l'armoire SEG montrée dans la figure en dessous de la manière suivante :

- ✚ En situation normale : synchronisation au niveau de l'arrivée de T02 sur le jeu de barres Cogénération, soit en manuelle, soit en automatique par l'intermédiaire de l'armoire de commande SEG. Si les deux turbines sont à l'arrêt, il est possible de fermer sans synchroniser. (Faire attention à la présence de la tension de GE de secours sur le jeu de barres Cogénération)
- ✚ En secours : synchronisation au niveau de l'arrivée de T01 sur le jeu de barres distribution N°1



**Figure II.5 :** Armoire de commande SEG

### II.3 Etude technico-économique

#### II.3.1 L'objectif du projet :

- ✚ Analyser les consommations d'électricité à tous les postes de consommation d'électricité (Bilan énergétique sur les années 2016-2018 en cours de suivi pour plan d'action d'économie)
- ✚ Automatiser le processus manuel. Ce qui conduira à travailler toujours à être couplé au réseau mais sans en consommer (pas d'achat d'électricité à Sonelgaz) lorsque les 2 Turbines marchent... (hors période de maintenance, de trip) tout en servant La Trituration et cela sans réduire le rendement de l'industrie.

#### II.3.2 Facture de paiement d'électricités de Cevital de 2014 à 2018 :

Les chiffres ci-dessous sont données à titre indicatif

Colonne1	2016	2017	2018	Cible
Janvier	6 233 513 DA	11 423 558 DA	8 148 766 DA	4 300 000 DA
Février	6 123 887 DA	4 881 585 DA	7 725 407 DA	4 300 000 DA
Mars	4 543 716 DA	9 165 779 DA	10 665 635 DA	4 300 000 DA
Avril	2 004 181 DA	17 769 493 DA	16 698 200 DA	4 300 000 DA
Mai	9 341 587 DA	8 714 969 DA	16 637 821 DA	4 300 000 DA
Juin	9 864 772 DA	10 373 627 DA	12 516 374 DA	4 300 000 DA
Juillet	6 487 648 DA	14 945 587 DA	8 889 986 DA	4 300 000 DA
Août	7 862 320 DA	8 253 473 DA	7 604 789 DA	4 300 000 DA
Septembre	8 934 557 DA	7 660 914 DA	7 041 313 DA	4 300 000 DA
Octobre	9 546 092 DA	13 498 611 DA	7 196 700 DA	4 300 000 DA
Novembre	6 408 024 DA	8 034 924 DA	4 859 172 DA	4 300 000 DA
Décembre	10 690 583 DA	10 742 565 DA	4 968 518 DA	4 300 000 DA
	88 040 880 DA	125 465 083 DA	112 952 683 DA	51 600 000 DA

Figure II.6 : Facture de paiement de CEVITAL à titre indicatif

#### II.3.3 Histogramme détaillé des montants de factures payé

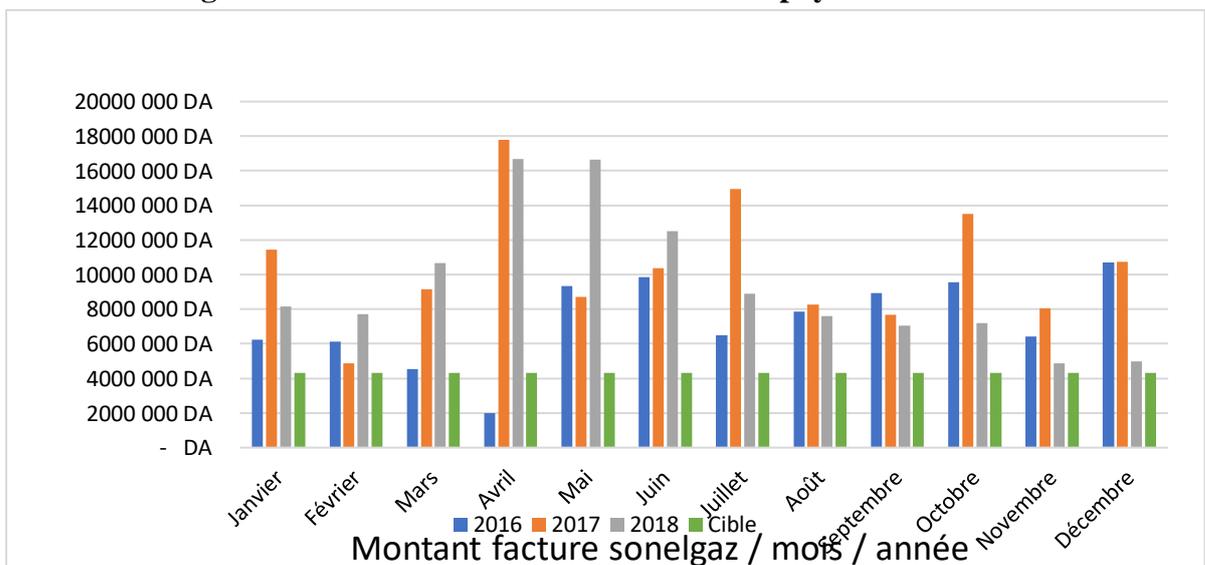


Figure II.7 : Histogramme des montants

### II.3.4 Objectif du Business Case Project

3- OBJECTIFS CHIFFRES VERSUS FACTURE SONEL GAZ ( Tableau des KPI'S à atteindre)				
Paramètres (Kpi) annuels	Prix unitaire (cDA)	Prix KW/H en cDA (Objectif)	Gains (heures non facturées)/ An	
Puissance Maximale atteinte	18986	0 KWH Consommé	37153106	
KW/H en Haute pointe	59,08	0 KWH consommé	4E+06	
KW/H en Heure de pointe	660,8	0 KWH consommé	25036653	
KW/H en heure Pleine	136,62	0 KWH consommé	#####	
Primes fixes de la Facture	6064959,36	6064959,36	6064959,36	
Puissance mise à disposition	6827400	6827400	6827400	
Coûts liés à la Maintenances (Moyenne sur 5 ans)	1822500	1822500	1822500	
			tal: Facture (D/	14714859,36 Total FR 108998,9582

Figure II.8 : Capture des objectifs du plan d'action économique

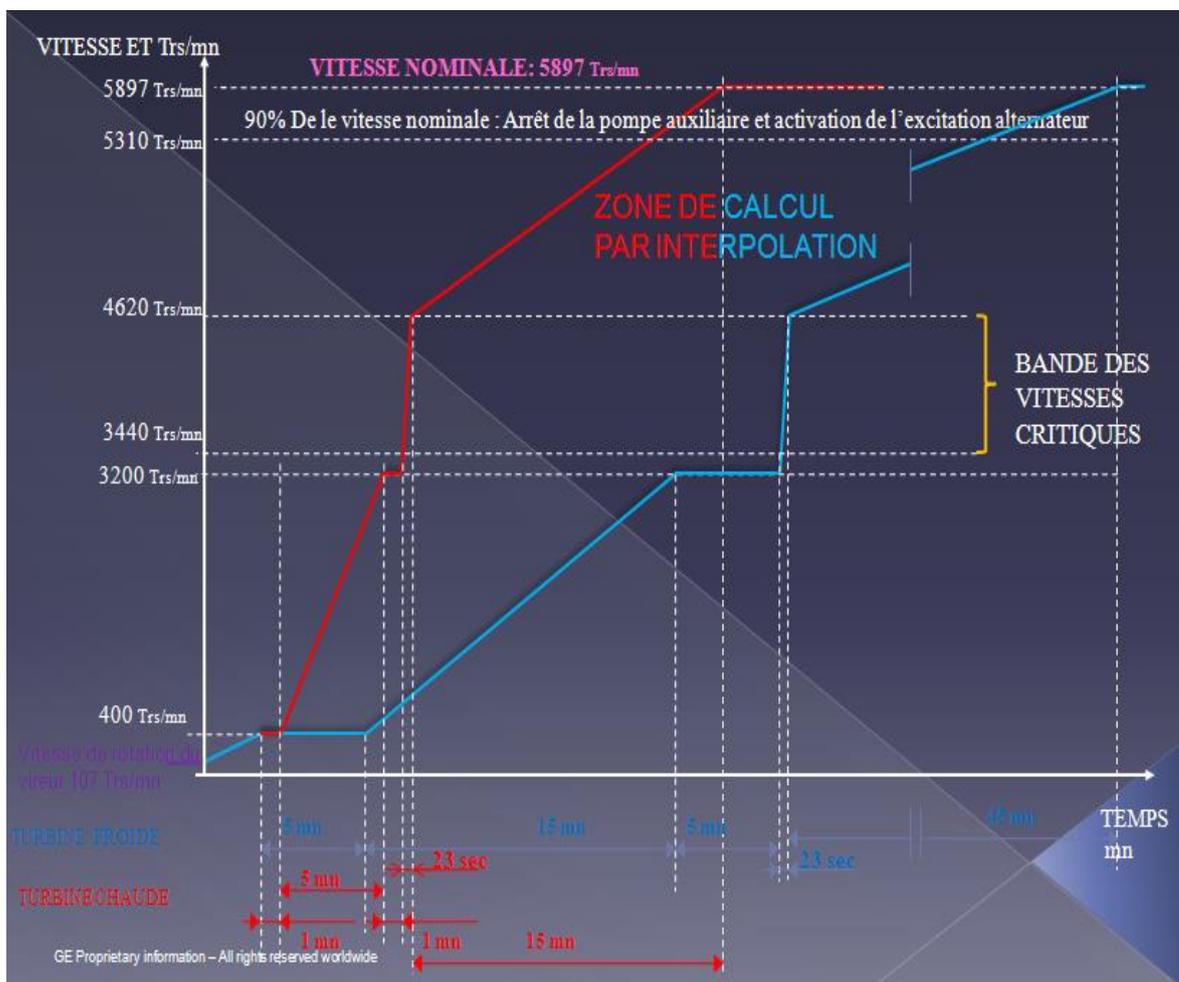
### II.4 Démarrage du GTA :

Le démarrage n'est possible que si toutes les conditions de démarrage sont validées.

- Dans la vue "DEMARRAGE" Sélectionner le pavé "Marche" de la rubrique "Turbine".
- Contrôler la montée en vitesse de la ligne d'arbre de la turbine jusqu'au palier 400trs/mn.
- Contrôler l'arrêt du vireur et de la pompe de soulèvement à 350 trs/mn.
- Contrôler les vibrations lignes d'arbre.
- **A 400 tr/mn** la turbine fait son premier palier durant 5 minutes "turbine froide" et une minute "turbine chaude. Interpolation par le Woodward entre ces deux temps.
  - Fermer les purges "HP" : de la vanne d'arrêt.
  - Fermer les purges HP de la boîte des soupapes d'admission.
- **A 3200 tr/mn** la turbine fait un second palier de 5 minutes "turbine froide" et une minute "turbine chaude. Interpolation par le Woodward entre ces deux temps.
- **Entre 3440 et 4620 tr/mn** la turbine monte très rapidement en vitesse pour passer le plus rapidement possible la bande des vitesses critiques (Temps 8 secondes)
- **A 5300 tr/mn** la pompe attelée démarre pour atteindre la vitesse de synchronisation de 5900tr/mn et les pompes électriques s'arrête.

- **A 5900tr/mn** On lance l'excitation tout en observant l'apparition de défauts sur la centrale de protection alternateur.
- Acquittions de tous les éléments de la centrale de protection en appuyant sur le bouton reset de chaque composant.
- Synchronisation des deux réseaux (Cevital et Sonelgaz) c'est-à-dire couplage de leurs caractéristiques.
- Ensuite la montée en production en termes de puissance en appuyant sur +vite du Woodward et favoriser la pénétration de la vapeur dans la turbine

**PS :** Sans oublier bien sur le travail en collaboration avec la chaudière et la fermeture des différentes purges de la turbine.



**Figure II.9 :** La vitesse de démarrage de la turbine

## II.5 Les deux modes de régulations :

### II.5.1 Mode de régulation en puissance

#### II.5.1.1 Définition :

La régulation de puissance des groupes turbo-alternateurs désigne le processus de contrôle et de gestion de la production d'énergie électrique par ces installations. Ce mode fonctionne dans le cas où on est couplé au réseau. Cela se fait en ajustant la puissance au niveau du réseau de tel sorte à la maintenir à une consigne définie, dans notre cas la consigne est de zéro, ce qui veut dire que CEVITAL veulent réduire leurs consommations d'énergie provenant du réseau de SONALGAZ et d'atteindre une auto-suffisance ou une autonomie d'énergie afin de diminuer la facture d'électricité consommée.

La vitesse est constante, l'augmentation ou diminution de puissance se fait ajuster par le Woodward et cela par impulsion plus vite ou moins vite en gardant la vitesse constante.

La pression au niveau du collecteur des turbines est régulée par une vanne de détente PV513 et une vanne de désurchauffe TV513.

#### II.5.1.2 Conditions de régulation en mode puissance

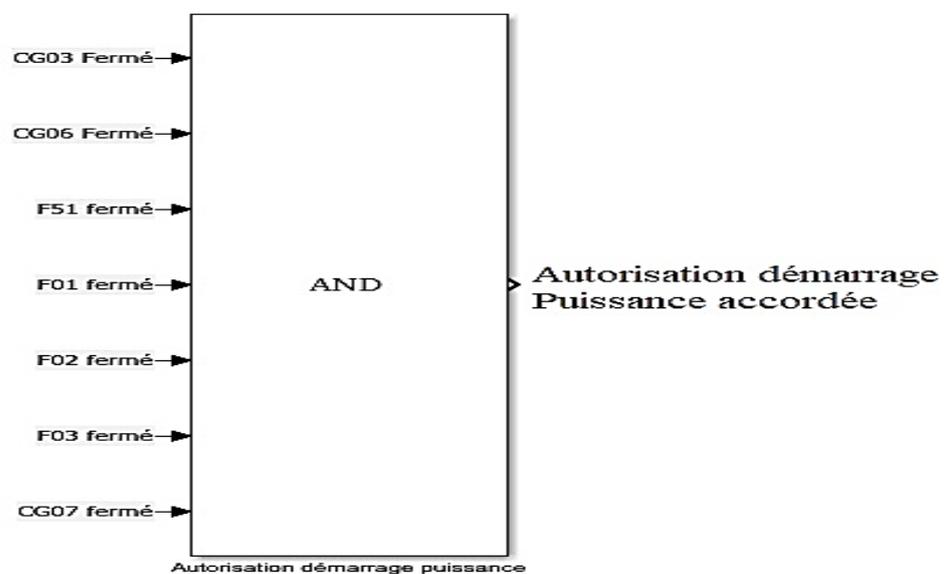


Figure II.10 : Autorisation de régulation en puissance

### II.5.1.3 Mode opératoire :

- ✚ Faut avoir des autorisations de régulation puissance.
- ✚ Sélectionner le GTA1 ou GTA2 en gardant un fixe et l'autre en régulation de puissance.
- ✚ Avoir une possibilité de piloter les deux en manuel.
- ✚ Pour réguler au niveau du collecteur par pv513 et tv513 faut que les deux vannes soient en auto.

## II.5.2 Mode de régulation en contre pression

### II.5.2.1 Définition :

La régulation en contre-pression des groupes turbo-alternateurs fait référence à un système de régulation utilisé dans les centrales électriques équipées de turbines à vapeur et de générateurs électriques, tels que les groupes turbo-alternateurs. Le principe de base de la régulation en contre-pression est de maintenir une pression constante à la sortie de la turbine à vapeur. Cela se fait en ajustant la quantité de vapeur d'admission dans la turbine en fonction de la demande électrique.

Ce mode ne prend pas en considération la puissance du réseau dans ce mode on régule la pression au niveau du collecteur en agissant sur les turbines  $\pm$  vite en gardant la vitesse constante augmentation et diminution de la pression au niveau du collecteur selon la consigne.

Dans ce mode on n'aura pas besoin des vannes de détente et désurchauffe puisque la vapeur est régulée à partir des turbines.

### II.5.2.2 Conditions de régulation en mode contre pression

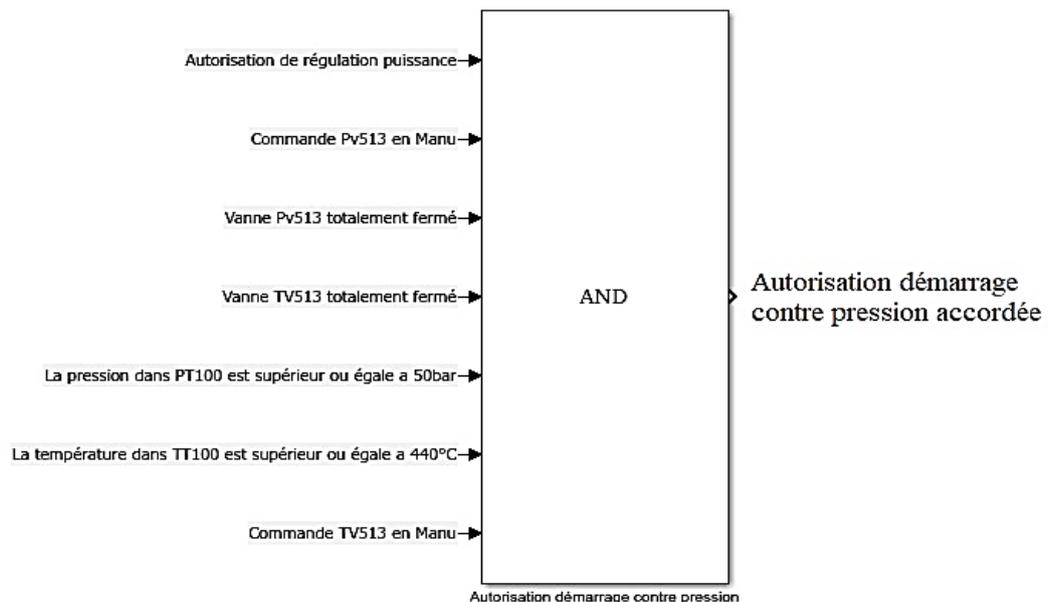


Figure II.11 : Conditions de régulation en contre pression

### II.5.2.3 Mode opératoire

-  Faut avoir les autorisations de régulation en contre pression.
-  Sélectionner le GTA1 ou GTA2 en gardant un fixe et l'autre pour réguler la pression.
-  Faut que PV513 et TV513 soient fermé.

### Conclusion

L'automatisation des modes de fonctionnement des groupes turbo-alternateurs a pour but de réduire la consommation d'énergie de CEVITAL et de pouvoir créer juste l'énergie dont l'industrie a besoin en ajustant la quantité de vapeur d'admission dans la turbine en fonction de la demande électrique.

Après une description des systèmes automatisés, et du matériel utilisé avec le rôle de chacun au sein de notre système, on a élaboré à partir de l'analyse fonctionnelle, le programme sur le logiciel TIA portal de SIEMENS, ainsi que la supervision qui sera facile à réaliser dans le prochain chapitre.

# Chapitre III

**Automate programmable et logiciels  
associés**

## Chapitre III

### Automate programmable et logiciels associés

#### Introduction

L'automate programmable industriel API (ou Programmable Logic Controller PLC) est aujourd'hui le composant le plus répandu. On le trouve pratiquement dans tous les domaines industriels vue sa grande flexibilité et son aptitude à s'adapter. Un système est dit automatisé lorsque le processus qui permet de passer d'une situation initial une situation finale se fait sans intervention humaine, évitant ainsi à l'homme ces tâches pénibles et répétitives.

Ce chapitre sera consacré à la description des automates programmables SIEMENS à structure modulaire essentiellement le S7-1500 et des logiciels associés.

#### III.1 Généralités sur les automates (API)

Un automate programmable industriel (API) est un dispositif électronique similaire à un ordinateur servant à commander des procédés industriels. Il envoie des ordres vers les actionneurs (partie opérative) à travers les pré-actionneurs (partie commande), à partir de données d'entrée (capteurs), des consignes et d'un programme informatique [9].

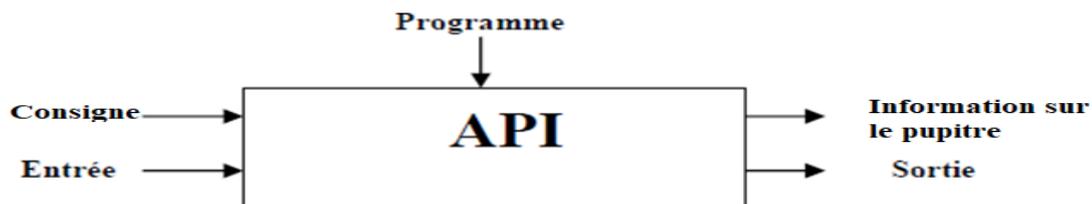


Figure III.1 : Représentation d'un automate programmable industriel

##### III.1.1 Partie commande

C'est l'organe de décision, elle traite les informations, elle gère et contrôle le déroulement du cycle (cerveau), la partie commande reçoit les consignes d'un opérateur.

Elle adresse des ordres à la partie opérative, inversement la partie commande reçoit des comptes rendus de la partie opérative et envoie des signaux à l'opérateur [10].

##### III.1.2 Partie opérative

Un organe effectuant les actions ordonnées par l'organe de commande, où organe de puissance qui peut être mécanique, électrique, pneumatique, ou hydraulique, et bien souvent un assemblage de ces technologies [10].

### III.1.3 Structure d'un système automatisé

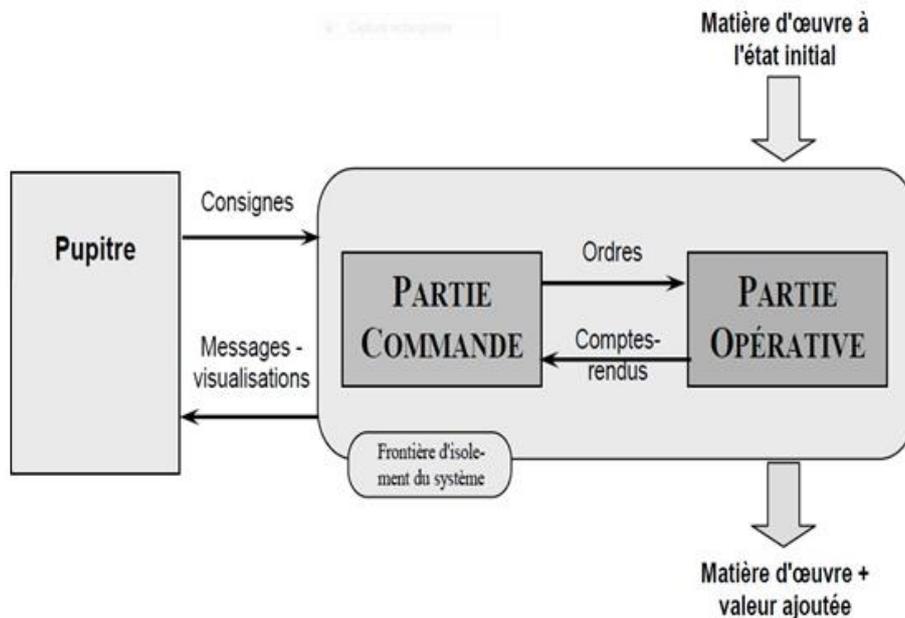


Figure III.2 : Structure d'un système automatisé

### III.2 Présentation de l'automate

De forme compacte ou modulaire, les automates sont organisés suivant l'architecture suivante [8].

- ✚ Un module d'unité centrale ou CPU, qui assure le traitement de l'information et la gestion de l'ensemble des unités. Ce module comporte un microprocesseur, des circuits périphériques de gestion des entrées/sorties, des mémoires RAM et EEPROM nécessaires pour stocker les programmes, les données, et les paramètres de configuration du système.
- ✚ Un module d'alimentation qui, à partir d'une tension 220V/50Hz ou dans certains cas de 24V fournit les tensions continues  $\pm 5V$ ,  $\pm 12V$  ou  $\pm 15V$ .
- ✚ Un ou plusieurs modules de sorties 'Tout Ou Rien' (TOR) ou analogiques pour transmettre à la partie opérative les signaux de commande. Il y a des modules qui intègrent en même temps des entrées et des sorties.
- ✚ Un ou plusieurs modules de communication comprenant :
  - Interfaces série utilisant dans la plupart des cas comme support de communication, les liaisons RS-232 ou RS422/RS485 ;
  - Interfaces pour assurer l'accès à un bus de terrain ;
  - Interface d'accès à un réseau Ethernet.

La figure suivante est une représentation de l'automate programmable industriel Siemens

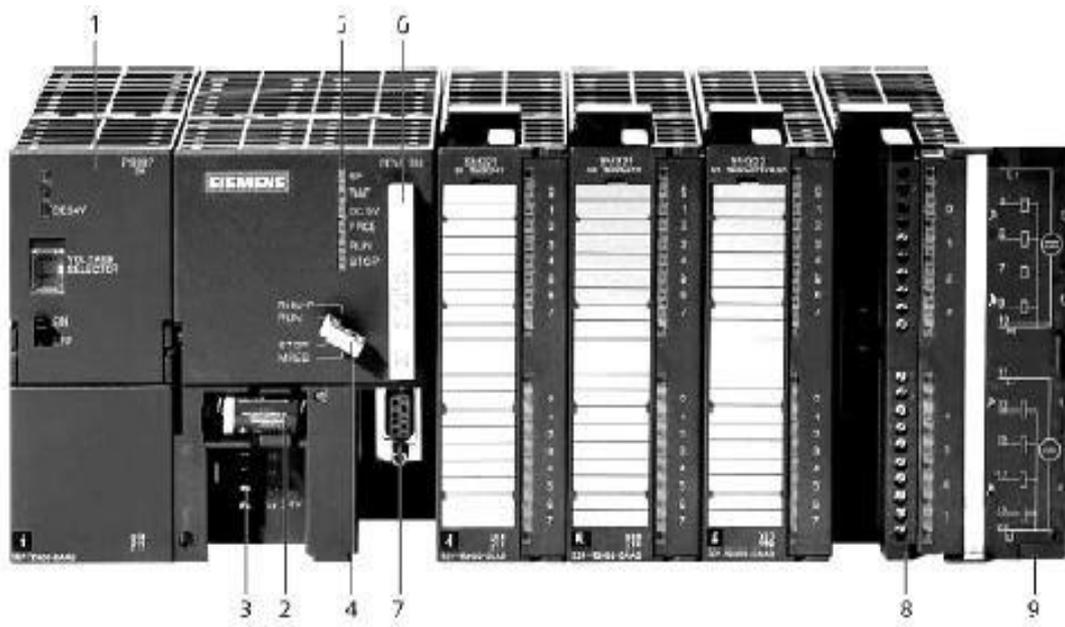


Figure III.3 : Automate programmable industriel SIEMENS

- |  |                               |
|--|-------------------------------|
| 1. Module d'alimentation                     | 6. Carte mémoire              |
| 2. Pile de sauvegarde                        | 7. Interface multipoint (MPI) |
| 3. Connexion au 24V cc                       | 8. Connecteur frontal         |
| 4. Commutateur de mode (à clé)               | 9. Volet en face avant        |
| 5. LED de signalisation d'état et de défauts |                               |

### III.2.1 Structure interne de l'automate programmable

La structure matérielle interne d'un API obéit au schéma donné sur la figure suivante :

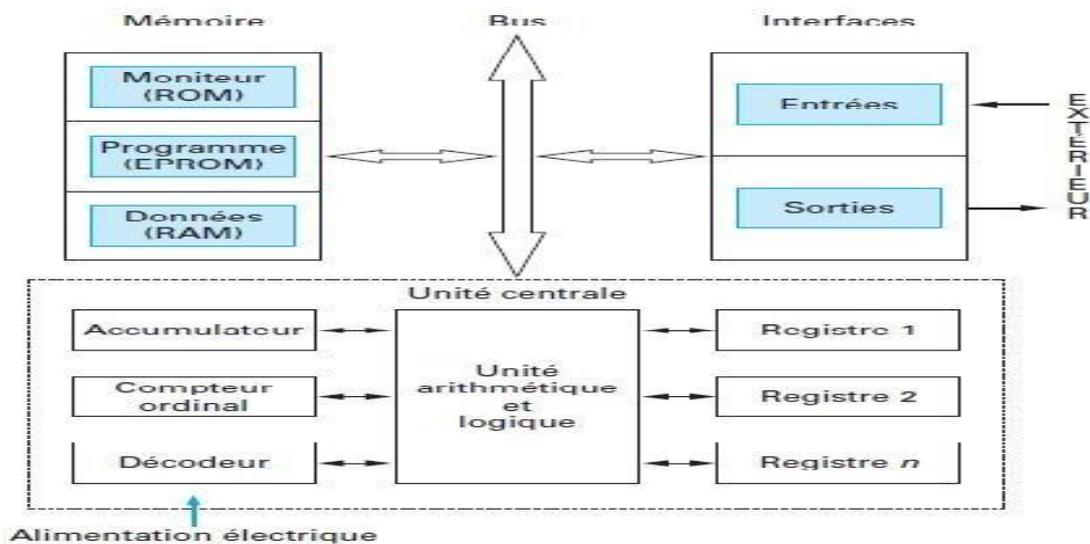


Figure III.4 : Structure interne de l'automate

### III.2.2 Structure externe de l'automate programmable

Les automates peuvent être de type compact ou modulaire.

#### ✚ Type compact

Il intègre le processeur, l'alimentation, les entrées et les sorties. Selon les modèles et les fabricants, il pourra réaliser certaines fonctions supplémentaires (comptage rapide, E/S analogiques...) et recevoir des extensions en nombre limité.

Ces automates, de fonctionnement simple, sont généralement destinés à la commande de petits automatismes [7]

#### ✚ Type modulaire

Le processeur, l'alimentation et les interfaces d'entrées/sorties résident dans des unités séparées (modules) et sont fixées sur un ou plusieurs racks contenant le " fond de panier " (bus plus connecteurs).

Ces automates sont intégrés dans les automatismes complexes où puissance, capacité de traitement et flexibilité sont nécessaires [7]

### III.2.3 Principe de fonctionnement d'un automate

Une fois le programme introduit dans l'automate, il est aussitôt stocké dans la mémoire (RAM), une fois le cycle est lancé, les trois phases qui suivent sont exécutées l'une après l'autre, la figure ci-dessous illustre les différentes étapes de fonctionnement d'un automate.[9].

### III.2.4 Langage de programmation pour API

Il existe différents types de langage de programmation pour les automates normalisés par la norme CEI 61131-3 (norme industrielle de la Commission électrotechnique internationale). Et pour réaliser un programme on utilise ces langages en fonction de l'automate, de l'utilisateur et du concepteur.

- ✚ **Langage SFC** : Le langage SFC (Sequential Function Chart) ou GRAFCET, C'est un outil graphique de définition pour l'automatisme séquentiel en tout ou rien. C'est tout d'abord un outil graphique puissant directement exploitable. Il est aussi un langage pour la plupart des API existants sur le marché
- ✚ **Langage FBD** : Utilisé sous forme de blocs graphiques, il permet la construction d'équations complexes à partir des opérateurs standards, de fonctions ou de blocs fonctionnels.
- ✚ **Langage LD** : Le langage LD (Ladder Diagram) est une représentation graphique d'équations booléennes combinant des contacts (en entrée) et des bobines (en sortie). Il permet la manipulation de données booléennes, à l'aide de symboles graphiques organisés dans un diagramme comme les éléments d'un schéma électrique à contacts.

- ✚ **Langage ST** : Le langage ST (Structured Text) est principalement utilisé pour décrire les procédures complexes, difficilement modélisables avec les langages graphiques. C'est le langage par défaut pour la programmation des actions dans les étapes et des conditions associées aux transitions du langage grafcet
- ✚ **Langage IL** : Le langage IL (Instruction List) est particulièrement adapté aux applications de petite taille. Les instructions opèrent toujours sur un résultat courant (ou registre IL). Permet de transcrire un schéma à contact, un logigramme, des équations booléennes ou un grafcet sous forme de liste [11].

### III.2.5 Cycle de l'automate programmable

Un API fonctionne en continu, exécutant son programme et réagissant aux signaux d'entrées. Cette boucle de fonctionnement est appelée cycle. Elle peut être représentée de la manière suivante :

- ✚ **Phase 1** : Gestion du système et autocontrôle de l'automate ;
- ✚ **Phase 2** : Acquisition des entrées prise en compte des informations du module d'entrées et écriture de leur valeur dans RAM ;
- ✚ **Phase 3** : Traitement des données lecture du programme (située dans la RAM programme) par l'unité de traitement, lecture des variables (RAM données), traitement et écriture des variables dans la RAM données ;
- ✚ **Phase 4** : Emissions des ordres lecture des variables de sorties dans la RAM données et transfert vers le module de sorties ;
- ✚ **Phase 5** : Dialogue éventuel avec une console ou autre [12].

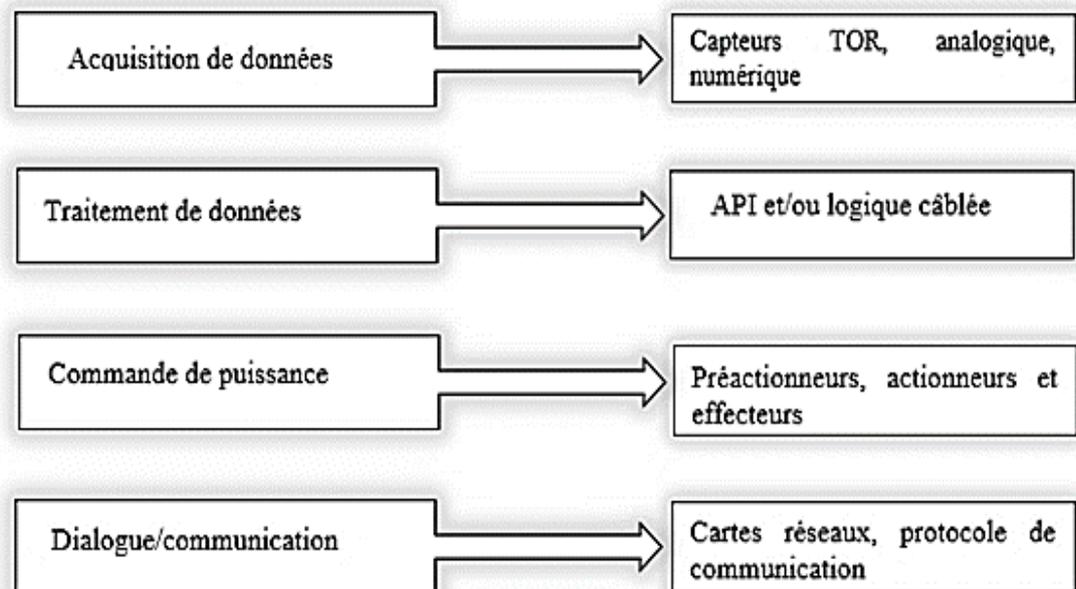


Figure III.5 : Différentes étapes de fonctionnement d'un automate

### III.2.6 Critères du choix de l'automate

Après l'établissement du cahier de charge, il revient à l'utilisateur sur le marcher l'automate le mieux adapter à ces besoins, on considère un certain nombre de critères importants :

- ✚ Le nombre et la nature des entres et sorties.
- ✚ La nature de traitement (temporisation, comptage, ...).
- ✚ Les moyens de dialogue et de langage de programmation.
- ✚ La communication avec les autres systèmes.
- ✚ La fiabilité, la robustesse.
- ✚ La durée de garantie.[8]

### III.2.7 L'automate choisi

L'automate utilisé dans notre projet appartient à la gamme SIMATIC S7 de SIEMENS. Le S7-1500 de CPU 1516-3 PN/DP c'est un automate de la haute performance et de la haute gamme, grâce à ses multiples innovations est conçu pour offrir une facilité d'utilisation maximale et une productivité maximale et économique.

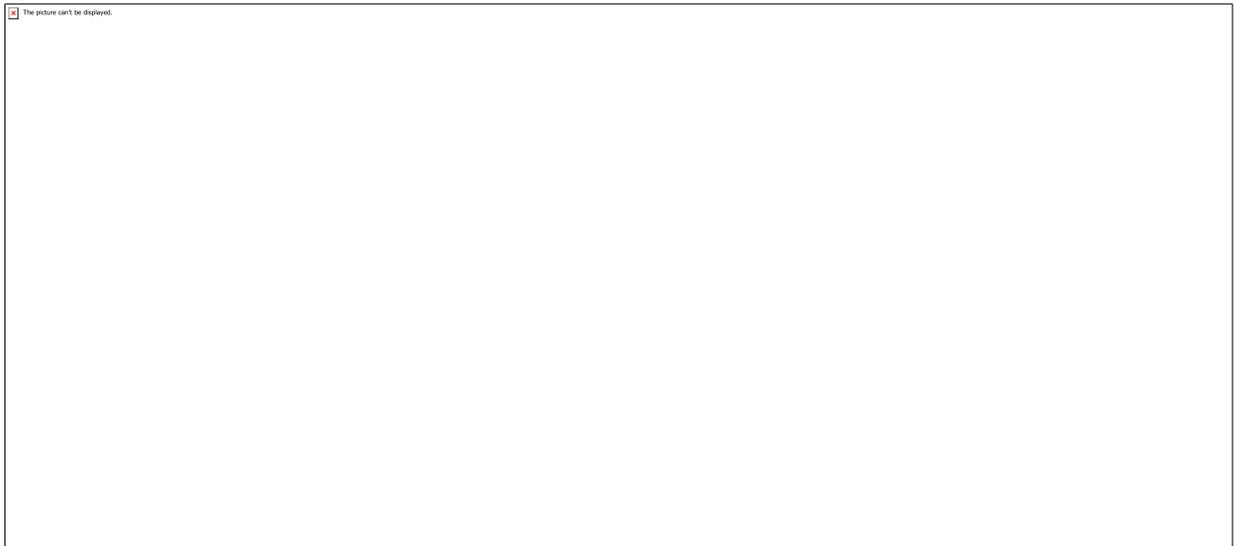


Figure III.6 : Automate programmable S7-1500

### III.2.8 Objectif de l'automatisation

L'automatisation permet :

- ✚ D'assurer la sécurité.
- ✚ D'améliorer la qualité du produit.
- ✚ D'éliminer certaines tâches manuelles fatigantes et répétitives.
- ✚ D'accroître la productivité du système, c'est-à-dire, augmenter la quantité de produit élaborés pendant une durée donnée.

### III.5 Logiciel TIA PORTAL (Totally Integrated Automation)

La plateforme Totally Integrated Automation Portal est le nouvel environnement de travail Siemens qui permet de mettre en œuvre des solutions d'automatisation avec un système d'ingénierie intégré comprenant les logiciels SIMATIC STEP 7 V18 et SIMATIC WinCC.

Les tâches des bases qu'il offre à son utilisateur lors de la création d'une solution d'automatisation sont :

- ✓ La création et gestion de projet
- ✓ La configuration et le paramétrage du matériel et de la communication ;
- ✓ La création des programmes ;
- ✓ Le chargement des programmes dans les systèmes cibles ;
- ✓ Le teste de l'installation d'automatisation ;
- ✓ Le diagnostic lors des perturbations des installations.[13]

#### III.5.1 Vue du portail et vue du projet

Lorsque l'on lance TIA Portal, l'environnement de travail se décompose en deux types de vue :

##### III.5.1.1 La vue du portail :

Elle est axée sur les tâches à exécuter et sa prise en main est très rapide. Chaque portail permet de traiter une catégorie de tâche (actions), la fenêtre affiche la liste des actions pouvant

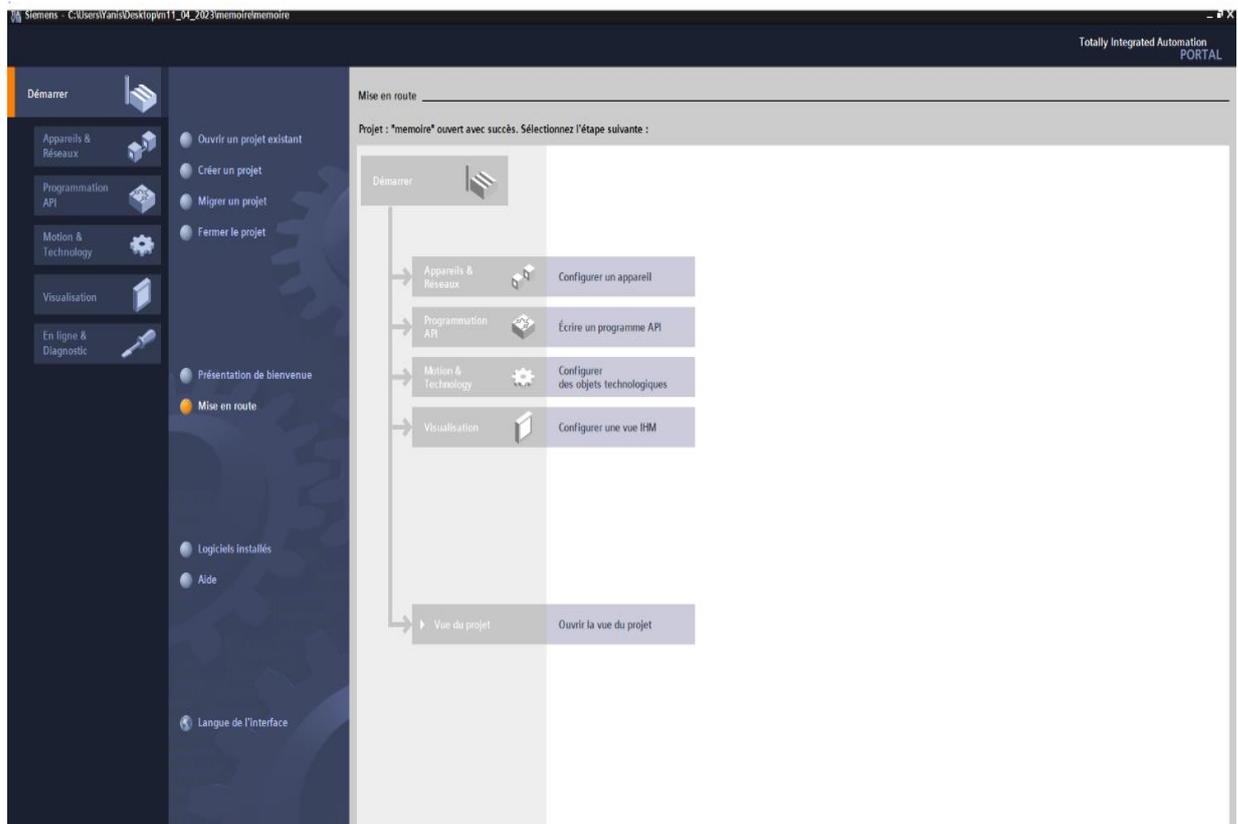


Figure III.7 : Vue du portail

### III.5.1.2 La vue du projet

Elle comporte une arborescence avec les différents éléments du projet, les éditeurs requis s'ouvrent en fonction des tâches à réaliser : données, paramètres et éditeurs. L'élément «< Projet >> contient l'ensemble des éléments et des données nécessaires pour mettre en œuvre la solution d'automatisation souhaitée, la figure ci-dessous représente la vue du projet [13].

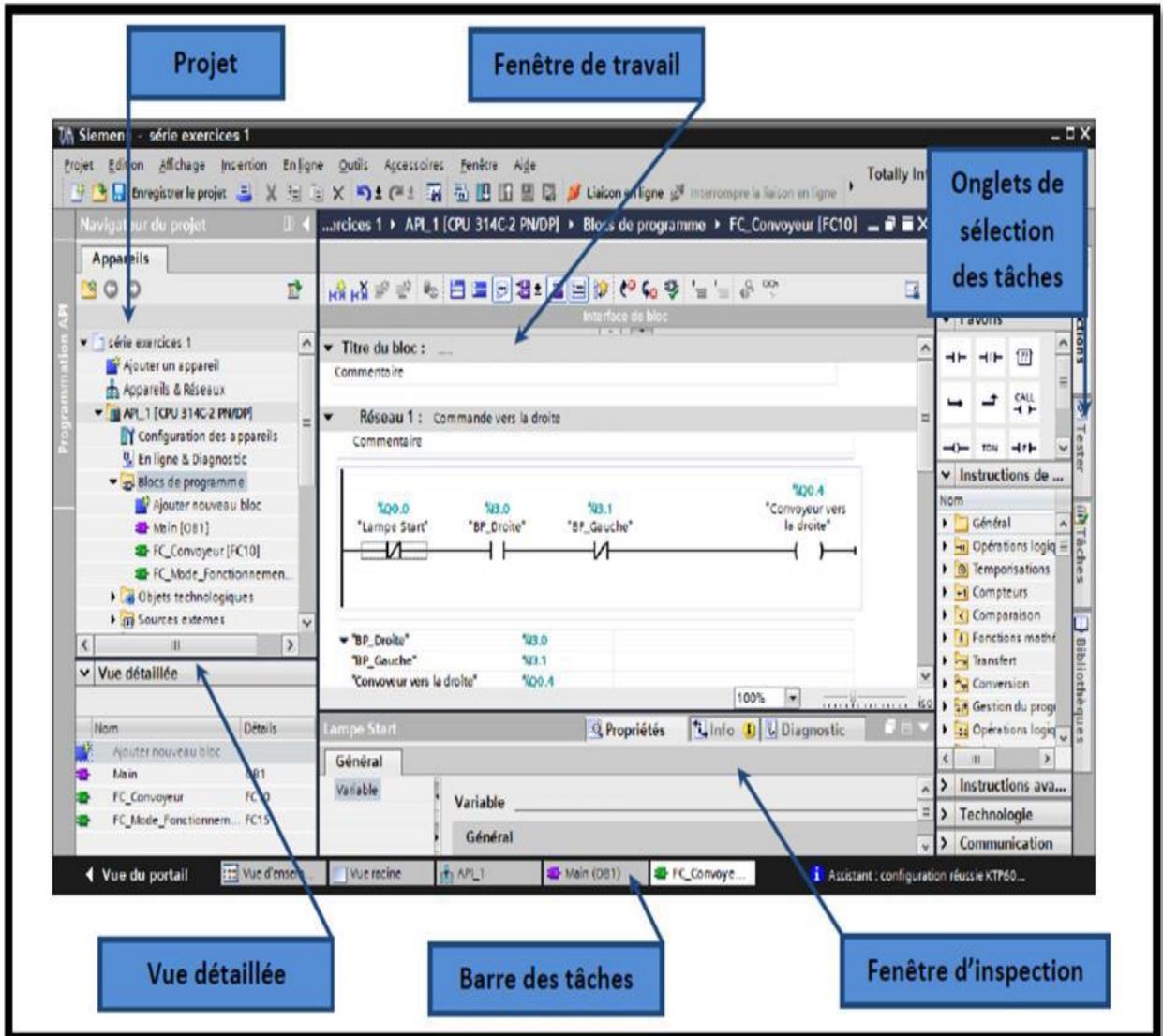


Figure III.8 : Vue du projet

Dans la vue du projet, on y trouve :

- ✚ La fenêtre de travail : Qui permet de visualiser les objets sélectionnés dans le projet pour être traités. Il peut s'agir des composants matériels, des blocs de programme, des tables des variables ou des Interfaces Homme Machine (HMI).
- ✚ La fenêtre d'inspection : Qui permet de visualiser des informations complémentaires sur un objet sélectionné ou sur les actions en cours d'exécution

(propriété du matériel sélectionnée, messages d'erreurs lors de la compilation des blocs de programme).

- Les onglets de sélection des tâches : Qui ont un contenu variant en fonction de l'objet sélectionné (configuration matérielle → bibliothèques des composants, bloc de programme → instructions de programmation). Cet environnement de travail contient énormément de données. Il est possible de masquer ou réduire certaines de ces fenêtres lorsque l'on ne les utilise pas. Il est également possible de redimensionner, réorganiser, désancrer les différentes fenêtres.

### III.5.2 Création d'un projet et configuration d'une station de travail

Pour créer un projet dans la vue du portail, il faut sélectionner l'action « Créer un projet ». On peut donner un nom au projet, choisir un chemin où il sera enregistré, indiquer un commentaire ou encore définir l'auteur du projet. Une fois que ces informations sont entrées, il suffit de cliquer sur le bouton « créer », la figure ci-dessous représente la création d'un projet [13].

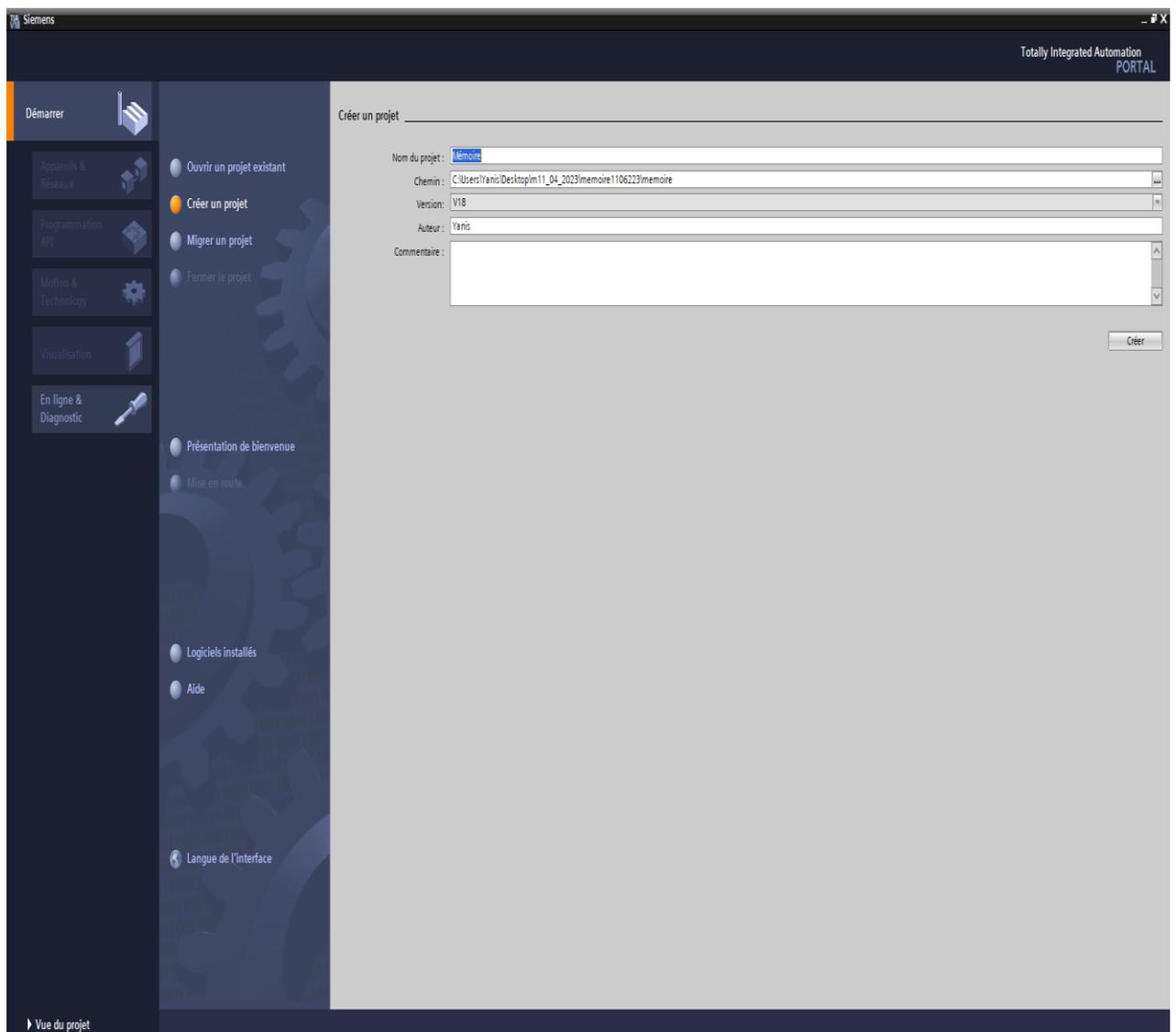


Figure III.9 : Création d'un projet

### III.5.3 Configuration et paramétrage du matériel

Avec des simples clics le matériel est configuré, la CPU est choisie ainsi que les modules complémentaires (Source de tension, Module d'entrée et sortie logique et analogique, IHM...etc)

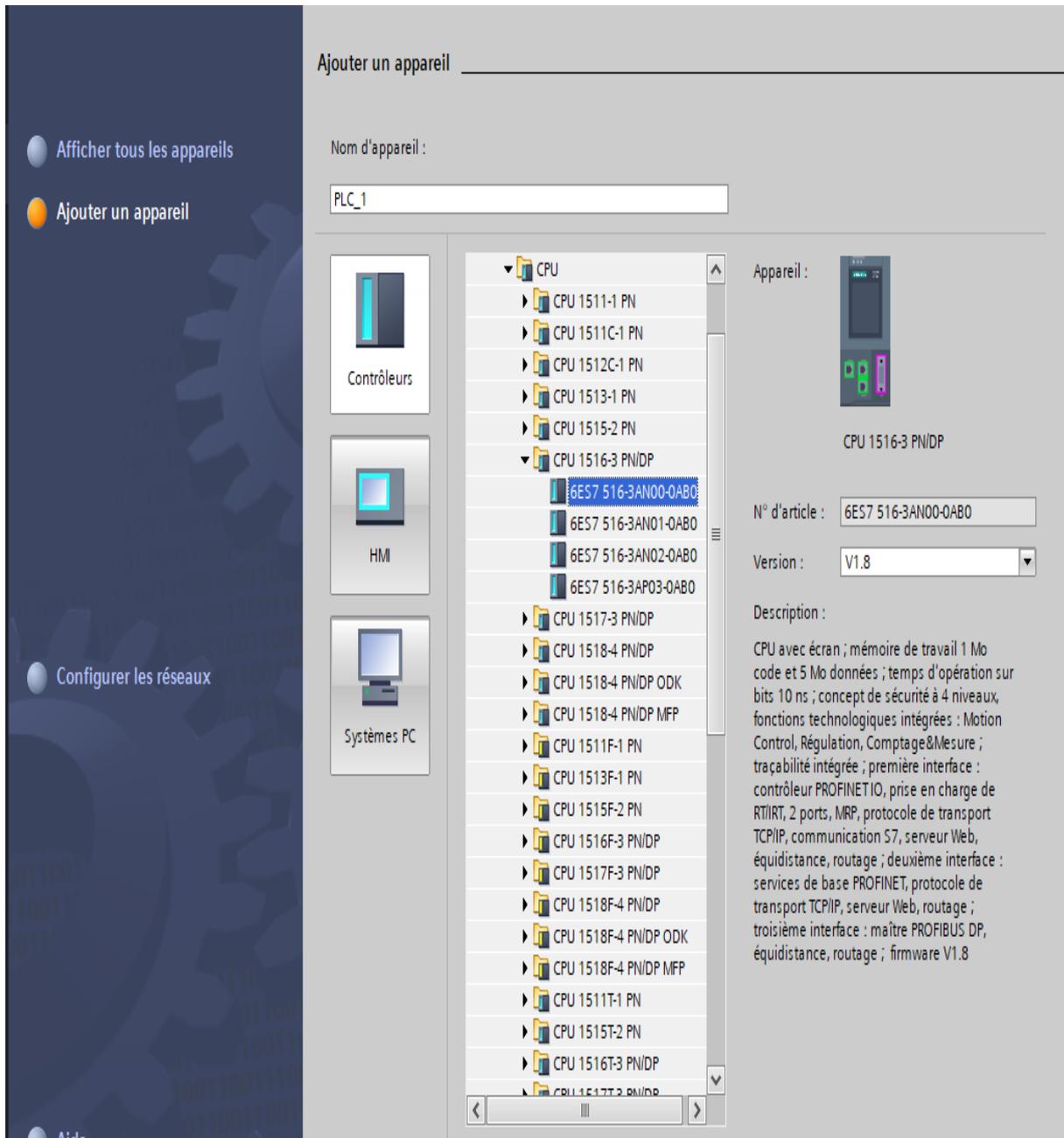


Figure III.10 : Configuration et paramétrage du matériel

### III.5.4 Adressage des E/S

Pour connaître l'adressage des entrées et sorties présentes dans la configuration matérielle, il suffit d'aller dans « appareil et réseau » dans le navigateur du projet, dans la fenêtre de travail, on doit s'assurer d'être dans l'onglet « Vue des appareils », de sélectionner l'appareil voulu, la figure ci-dessous est une représentation des adressages des « Entrée / Sortie »

The screenshot shows the Siemens TIA Portal interface. The main workspace displays a rack of modules for 'Châssis\_0'. Below the rack, the 'Vue d'ensemble des appareils' (Overall Device View) table is visible. The table lists the modules and their I/O addresses. The following table represents the data shown in the screenshot:

Module	Châssis	Empla.	Adresse I	Adresse	Type	N° de réf. :
PS 307 5A_1	0	1			PS 307 5A	6ES7 307-1EA01-0AA0
APL_1	0	2			CPU 314C-2 PN/DP	6ES7 314-6EG04-0AB0
Interface MPI/DP_1	0	2X1	2047*		Interface MPI/DP	
Interface PROFINET_1	0	2X2	2046*		Interface PROFINET	
D124/DO16_1	0	25	136...138	136...137	DI16/DO16	
AI5/AO2_1	0	26	800...809	800...803	AI5/AO2	
Comptage_1	0	27	816...831	816...831	Comptage	
Positionnement_1	0	28	832...847	832...847	Positionnement	
	0	3				

Figure III.11 : Adressage des E/S

### Conclusion

Nous avons présenté au sein de ce chapitre l'automate programmable industriel S7-1500 avec ses différents composants (modules, châssis, adressage), les langages de programmation ainsi que le logiciel de programmation de ce dernier TIA Portal V18.



# Chapitre IV

Programmation Et Supervision

## Chapitre IV

### Programmation Et Supervision

#### Programmation sous TIA PORTAL V18

##### Introduction

Actuellement, la logique programmée est devenue un vecteur de commande de presque de tous les systèmes automatisés. Dans cette perspective, pour le système du groupe turbo-alternateur (Les modes de fonctionnement des GTA), nous allons confectionner un programme et nous allons l'implanter dans l'automate S7-1500 grâce au nouveau logiciel de conception et d'automatisation TIA Portal V18 de Siemens.

Dans ce chapitre, nous allons décrire l'implantation du programme d'automatisation élaboré à partir de l'analyse fonctionnelle et nous allons réaliser une plateforme de supervision dédiée à ce système.

#### IV.1 Elaboration du programme d'automatisation du système

Après avoir choisi l'automate sur lequel nous devons réaliser le projet « S7-1500 », on doit d'abord se familiariser avec son logiciel de programmation, ensuite passer à la mise en œuvre du programme, simuler ce dernier et s'assurer qu'il respecte bien le cahier des charges, et enfin l'implémenter sur l'automate.

##### IV.1.1 Etapes de réalisation du programme

Les points qui résument le déroulement réel de la réalisation du programme sont énumérés comme suit :

- ✚ La liste des entrées/sorties ;
- ✚ La conception de l'architecture de contrôle ;
- ✚ La création de la table des variables ;
- ✚ La création et programmation des blocs FC et DB ;
- ✚ L'ajout de nouveau type de données ;
- ✚ Le traitement des grandeurs analogiques ;
- ✚ Le réglage des alarmes ;
- ✚ Le traitement du programme de tous les actionneurs ;
- ✚ Les blocs de traitement (moteur, analogique, des vannes manuelles, ...) sont appelés par d'autres blocs afin de créer les programmes principaux.

### IV.1.2 Configuration et paramétrage du matériel

Une fois le projet créé, on peut configurer la station de travail, en choisissant l'automate et tous les modules dont on aura besoin, et à la fin on pourra choisir l'interface homme/machine IHM qu'il nous faut.

Après l'identification des E/S, et le choix de l'automate S7-1500 avec une CPU 1513-1 PN nous allons y mettre les modules d'entrées et de sorties analogiques et numériques. Pour cela, on a choisi les cartes des entrées/sorties comme suite :

- ✚ 2 Module d'entrées analogique 1x16 qui comporte 24 entrées
- ✚ 1 Module sortie analogique 1x4 qui comporte 2 sorties.
- ✚ 1 Module d'entrées digitales 1x32 qui comporte 18 entrées.
- ✚ 2 Module sorties digitales 1x16 qui comporte 12 sorties.

Après avoir établie le bilan de consommation notre choix s'est porté sur la PS 60W 24/48/60VDC, qui fournit la tension de fonctionnement au bus interne de l'automate



Figure IV.1 : Présentation de l'API <<PLC\_1[ CPU 1516-3 PN/DP]>>

La figure ci-dessus est une représentation de notre automate S7-1500 de Siemens ainsi que ses modules complémentaires.

### IV.1.3 Les blocs de programme

La rubrique bloc, contient les blocs que l'on doit charger dans la CPU pour réaliser la tâche d'automatisation. Il englobe les blocs de code (OB, FB, SFB, FC, SFC) qui contiennent les programmes, les blocs de données DB d'instance et DB globaux qui contiennent les paramètres du programme.

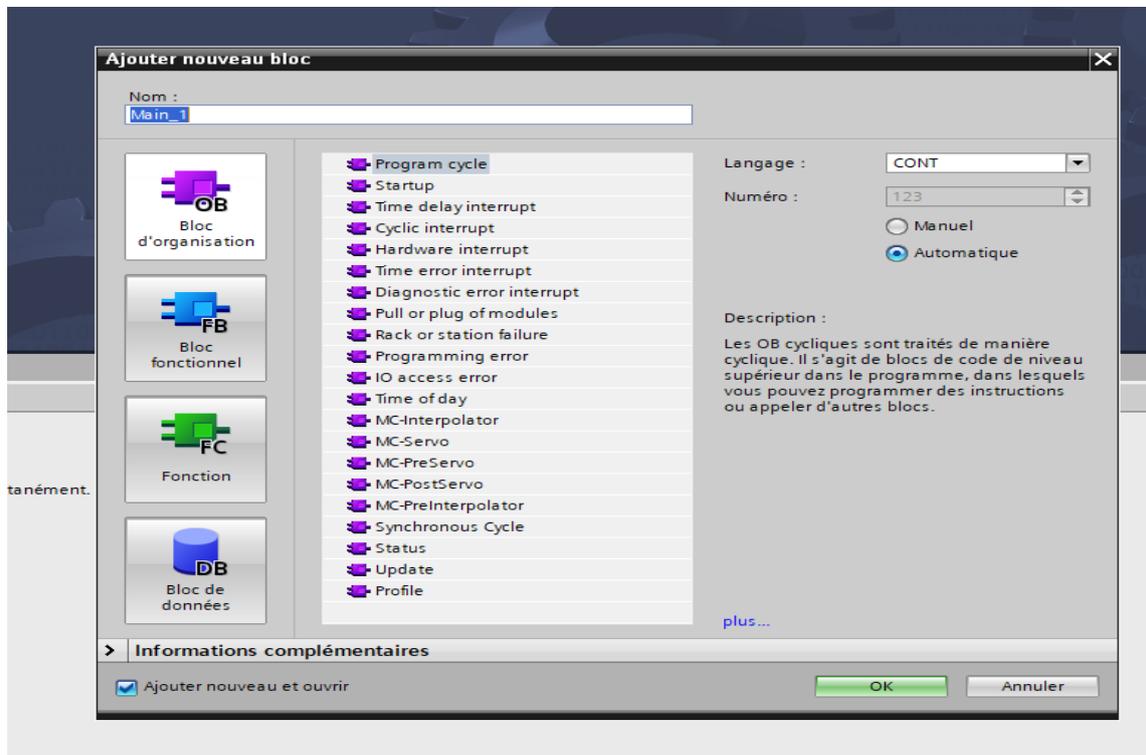


Figure IV.2 : Fenêtre d'ajout d'un nouveau bloc

#### a) Les blocs d'organisation (OB)

Les OB sont appelés par le système d'exploitation. On distingue plusieurs types :

- ✚ Ceux qui gèrent le traitement de programmes cycliques,
- ✚ Ceux qui sont déclenchés par un événement,
- ✚ Ceux qui gèrent le comportement à la mise en route de l'automate programmable
- ✚ Et enfin, ceux qui traitent les erreurs.

Le bloc OB1 est généré automatiquement lors de la création d'un projet. C'est le programme cyclique appelé par le système d'exploitation

#### b) Les blocs fonctionnels (FB), (SFB)

Le FB est un sous-programme écrit par l'utilisateur et exécuté par des blocs de code. On lui associe un bloc de données d'instance relatif à sa mémoire et contenant ses paramètres. Les SFB sont utilisés pour des fonctions spéciales intégrées dans la CPU.

### c) Les fonctions (FC), (SFC)

La FC contient des routines pour les fonctions fréquemment utilisées. Elle est sans mémoire et sauvegarde ses variables temporaires dans la pile de données locales. Cependant elle peut faire appel à des blocs de données globaux pour la sauvegarde de ses données.

Les SFC sont utilisées pour des fonctions spéciales, intégrées dans la CPU S7, elle est appelée à partir du programme.

### d) Les blocs de données (DB)

Ces blocs de données servent uniquement à stocker des informations et des données mais pas d'instructions comme les blocs de code. Les données utilisateurs stockés seront utilisés par la suite par d'autres blocs.

#### IV.1.3.1 Création de la table de variables

Dans tout le programme, il faut définir la liste des variables qui vont être utilisées lors de la programmation. Pour cela, la table des variables est créée. L'utilisation des noms appropriés rend le programme plus compréhensible et surtout plus facile à manipuler.

Après avoir recensé les entrées/sorties caractérisant notre système. On édite la table des variables (voir les tableaux IV.2, 3, Annexe) en respectant notre cahier de charges pour les entrées et sorties (Les valeurs mesurés, position des contacteurs position disjoncteur, position des relais thermique, position des vannes de régulation, les différents transmetteurs de température, de pression...etc)

Bloc_GTA1_P					Bloc_GTA1_C				
	Nom	Type de données	Décalage	Valeur de départ		Nom	Type de données	Décalage	Valeur de départ
1	▼ Static				1	▼ Static			
2	CMD_AUTO	Bool	0.0	false	2	CMD_AUTO	Bool	0.0	false
3	CMD_Manu	Bool	0.1	false	3	CMD_Manu	Bool	0.1	false
4	AUTO	Bool	0.2	false	4	AUTO	Bool	0.2	false
5	MANU	Bool	0.3	false	5	MANU	Bool	0.3	false
6	+vite	Bool	0.4	false	6	+vite	Bool	0.4	false
7	-vite	Bool	0.5	false	7	-vite	Bool	0.5	false
8	Gain	Real	2.0	-0.5	8	Gain	Real	2.0	0.5
9	Ti	Time	6.0	T#1S	9	Ti	Time	6.0	T#1S
10	Pulse_TM	Time	10.0	T#100ms	10	Pulse_TM	Time	10.0	T#100ms
11	Break_TM	Time	14.0	T#3s	11	Break_TM	Time	14.0	T#3s

Figure IV.3 : Bloc de variables  
GTA\_Puissance

Figure IV.4 : Bloc de variables  
GTA\_Contre pression

### IV.1.3.2 Bloc de traitement des valeurs analogiques FC1

La transformation d'une valeur analogique en vue d'un traitement dans un API est la même pour les entrées/sorties analogiques. La grandeur mesurée par le capteur sous forme d'un signal électrique sera codée en signal numérique.

Ces valeurs numérisées doivent être normalisées par un traitement, afin de faire la conversion des entrées analogiques en vue de leur traitement dans l'API, nous avons créé le bloc « Valeur analogique [FC1] » qui contient les réseaux de mise à l'échelle de chaque capteur illustré dans la figure IV.3 suivante :

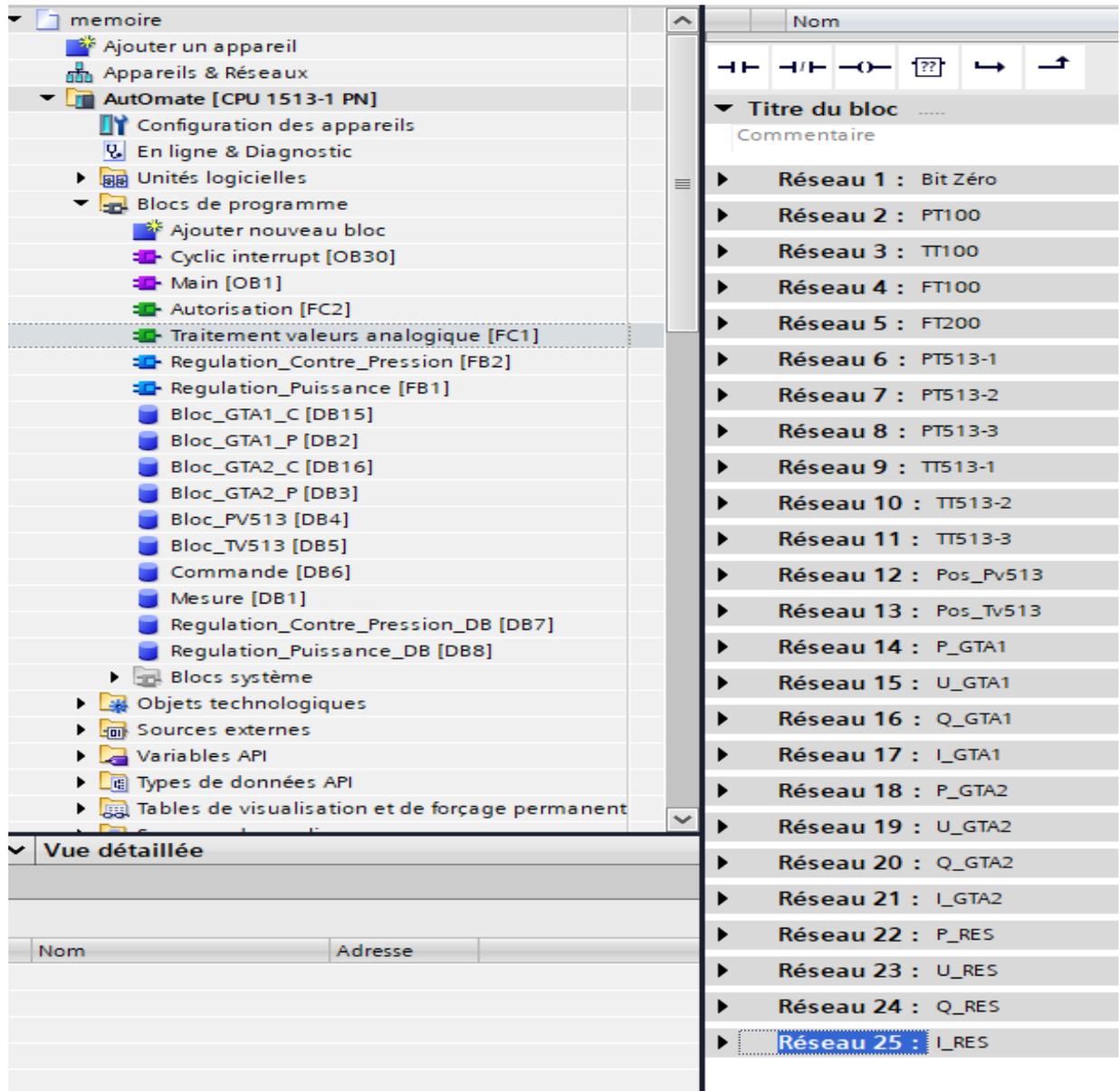


Figure IV.5 : Vue des réseaux du bloc de traitement de valeurs

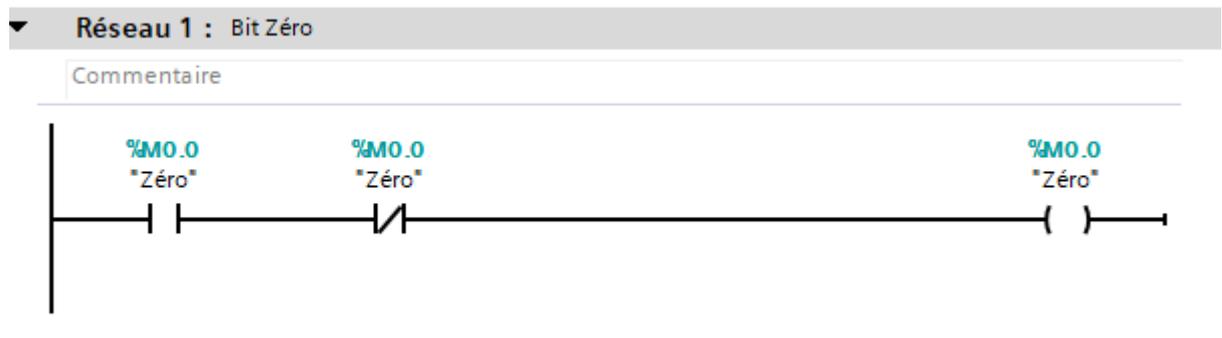


Figure IV.6 : Bit Zéro

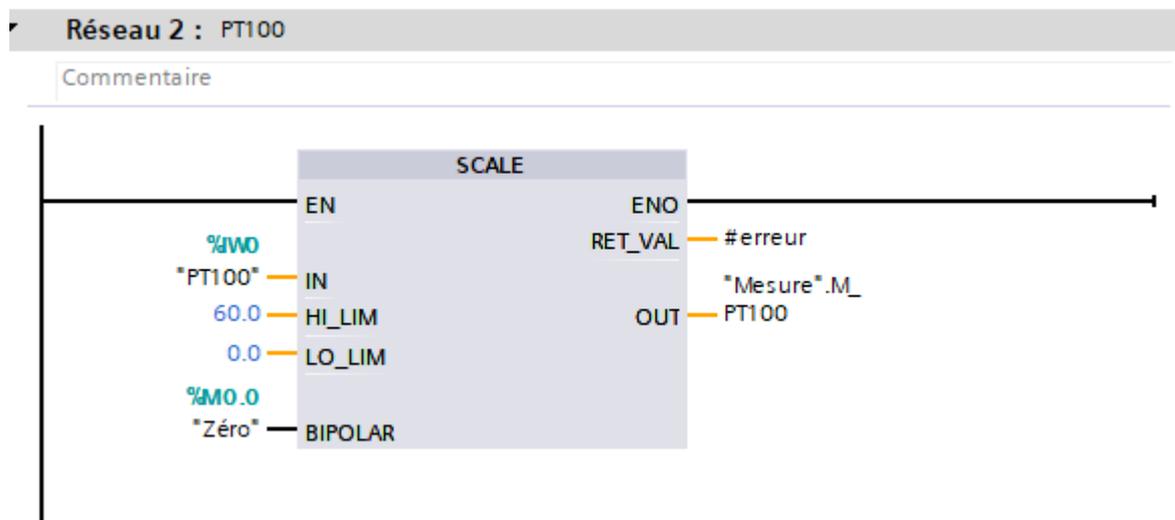


Figure IV.7 : Mesure PT\_100

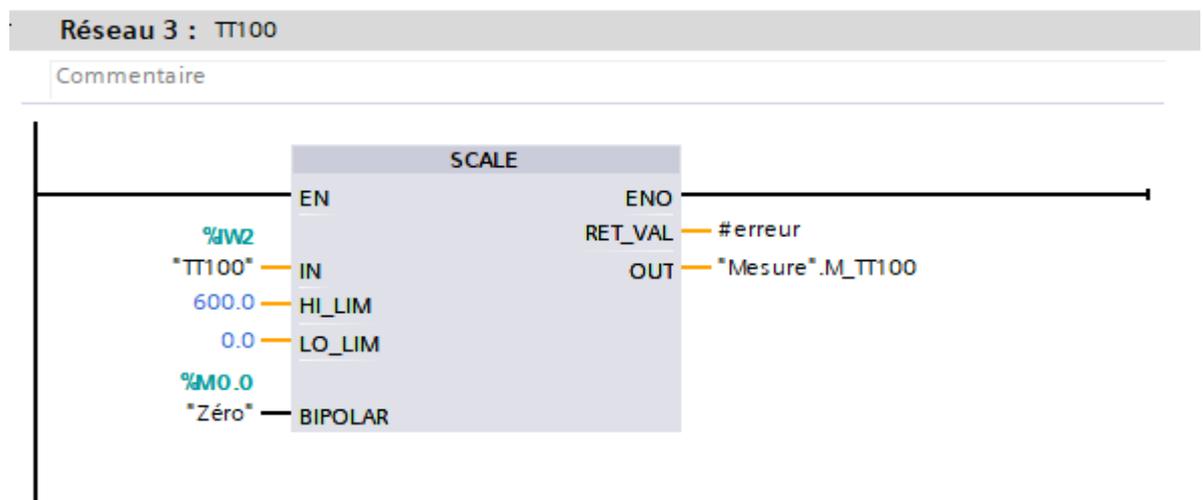


Figure IV.8 : Mesure TT100

L'instruction "SCALE" permet de mettre à l'échelle la valeur à l'entrée VALUE en la reproduisant sur une plage de valeurs spécifiées.

### IV.1.3.3 Bloc d'autorisation FC2

Dans le second bloc « Autorisation FC2 » nous avons créé des réseaux qui définissent les autorisations d'exécution des deux modes séparément (**Puissance** et **contre pression**), Le choix des GTAs avec leur commande, Les modes de fonctionnement en **Auto/Manu** des GTAs comme le montre la **Figure IV.9** suivante

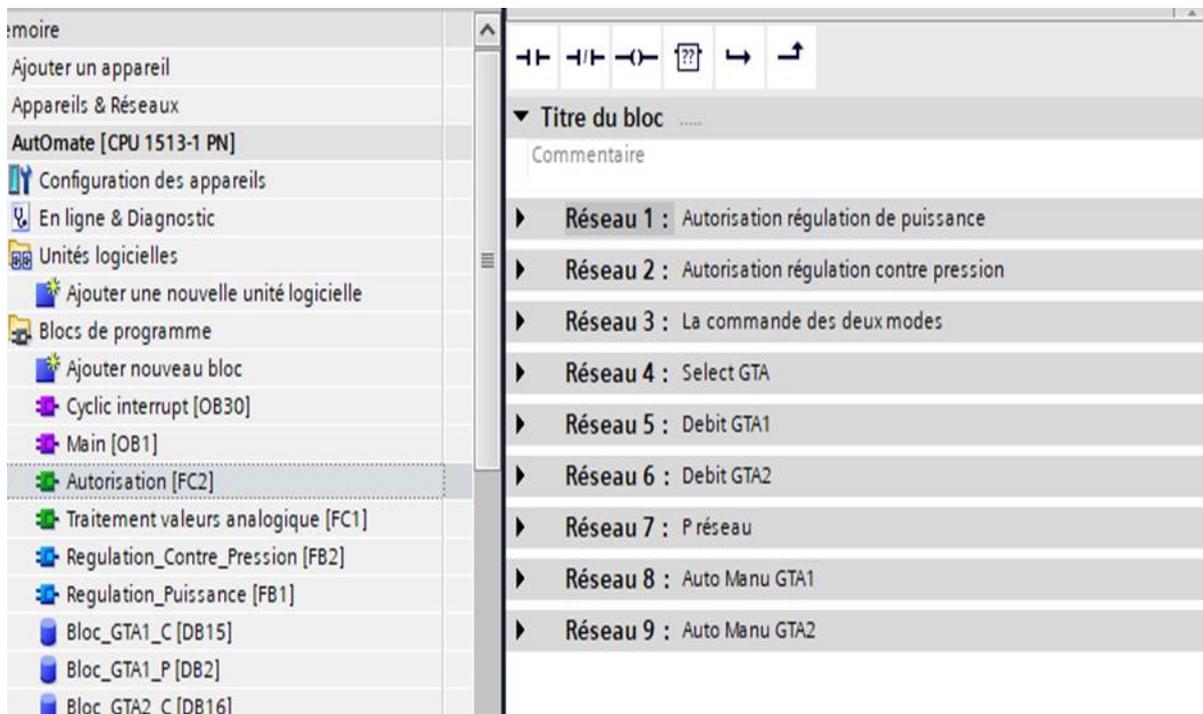


Figure IV.9 : Les différents réseaux du bloc d'autorisation

Les deux réseaux ci-dessous (qui se trouvent dans le Bloc (Autorisation [FC2])) décrivent le programme permettant l'autorisation de régulation en mode puissance et en contre pression

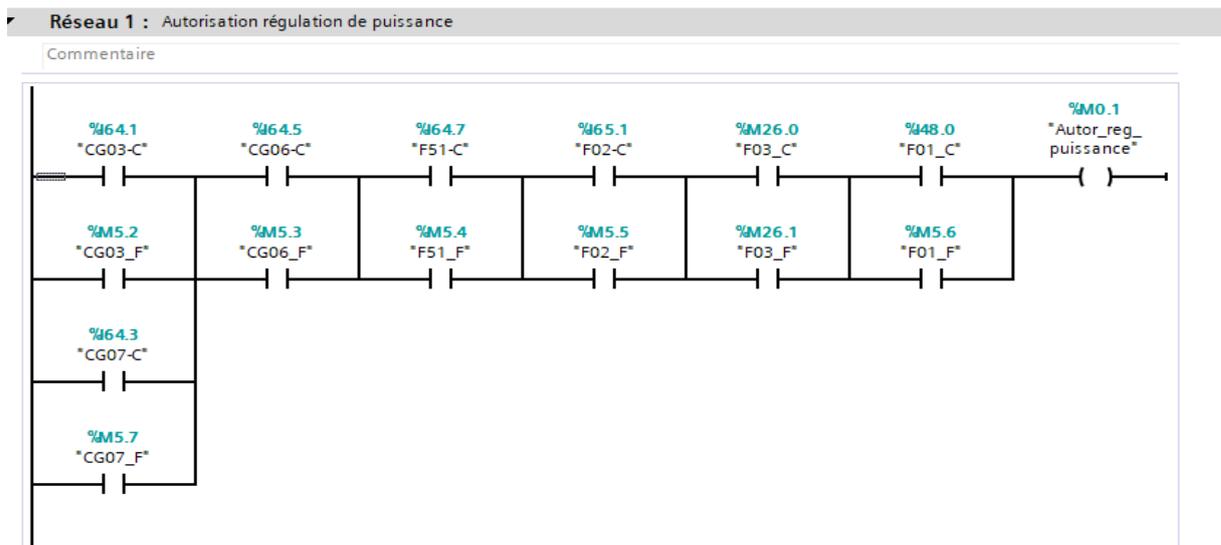


Figure IV.10 : Autorisation régulation puissance

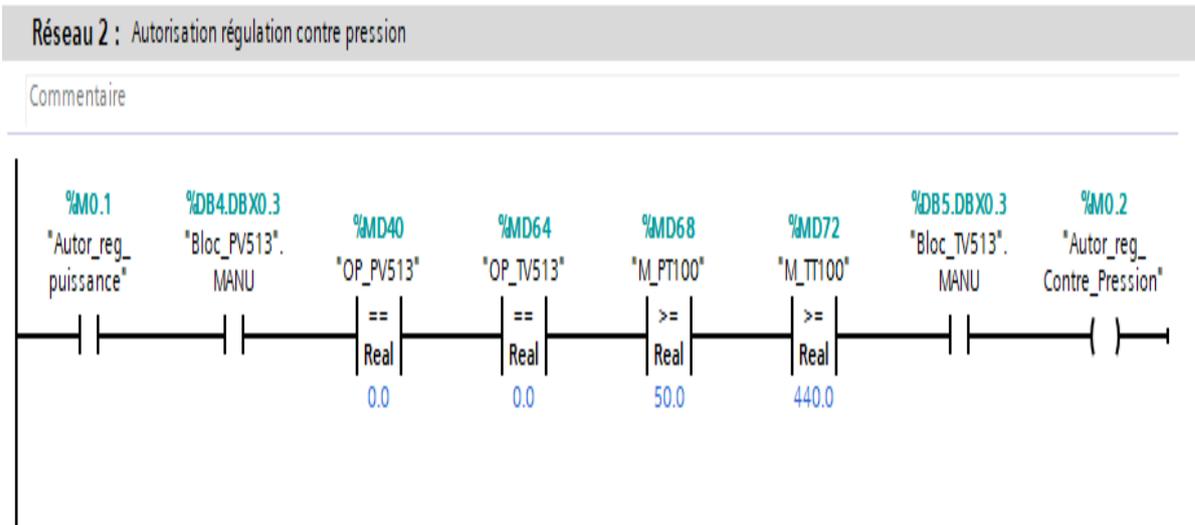


Figure IV.11 : Autorisation régulation contre pression

#### IV.1.3.4 Bloc de régulation en puissance FB1

Nous avons créé ce bloc pour l'exécution des commandes de régulation de puissance.

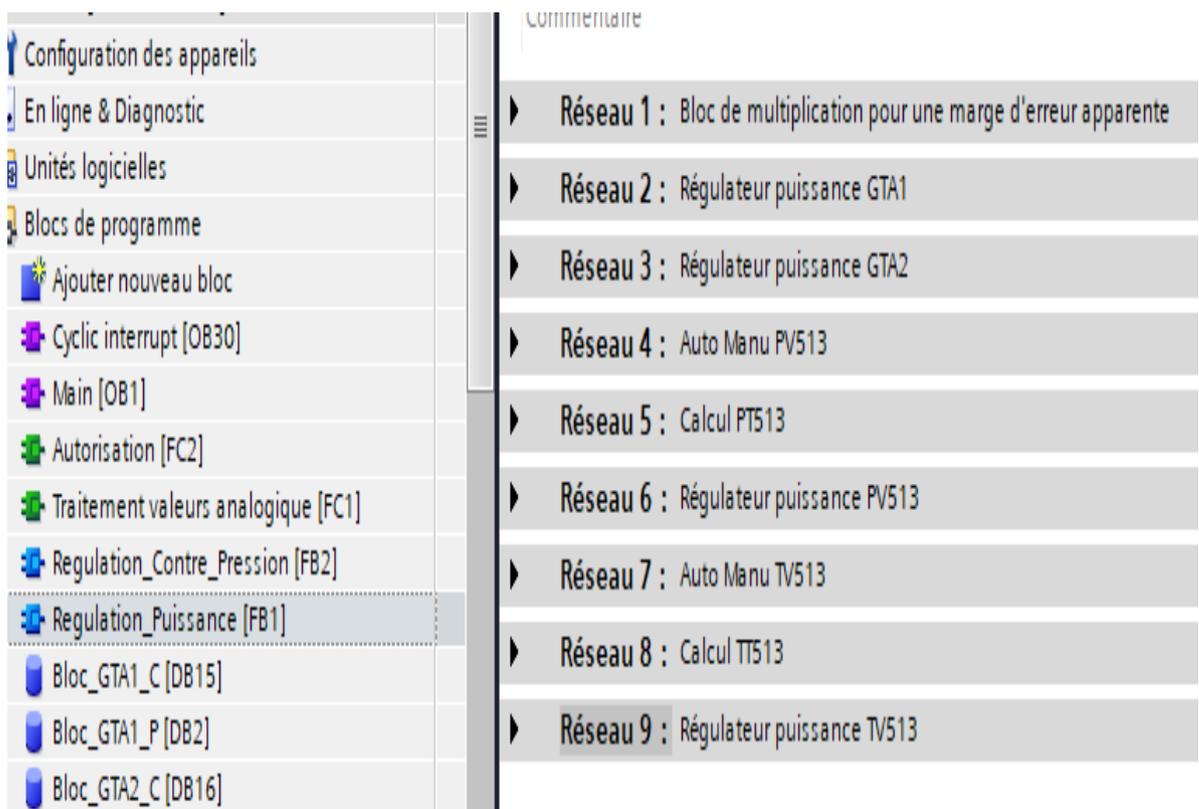


Figure IV.12 : Les réseaux du bloc de régulation puissance

Dans ce chapitre nous avons fait appel au sein de ces réseaux aux régulateurs CONT\_S et CONT\_C

**IV.1.3.4.1 Description du CONT\_S : (Régulateur PI pas à pas)**

L'instruction CONT\_S sert à la régulation des processus techniques à signaux de sortie binaires de la valeur de réglage pour actionneurs intégrés dans les systèmes d'automatisation SIMATIC S7. En paramétrant ce bloc, vous pouvez activer ou désactiver des fonctions partielles du régulateur pas à pas PI afin de l'adapter au système réglé. On a dans la figure suivante le schéma fonctionnel de notre régulateur pas à pas [14]

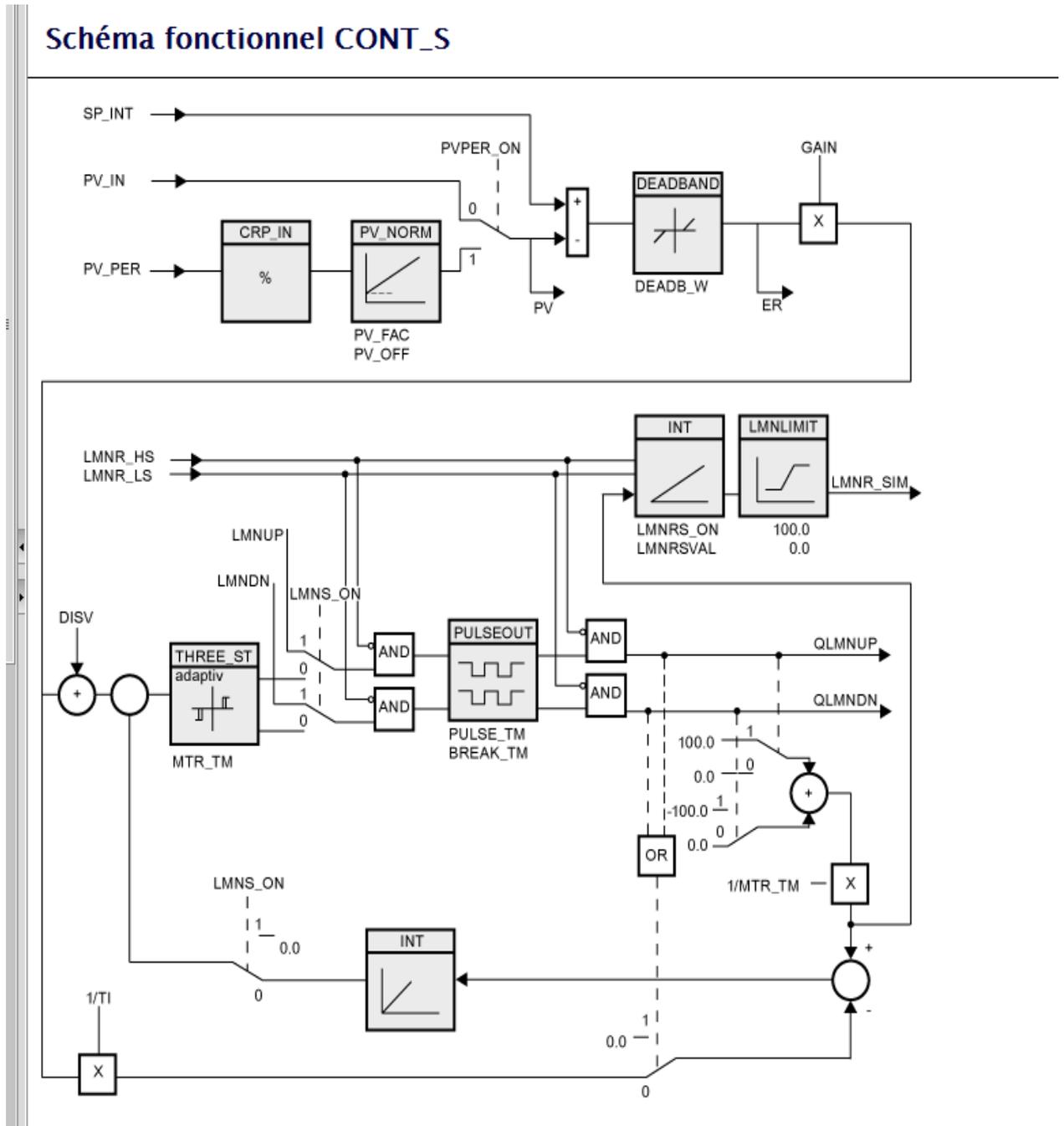


Figure IV.13 : Schéma fonctionnel CONT\_S [16].

### IV.1.3.4.2 Description du CONT\_C (régulateur PID)

L'instruction CONT\_C sert à la régulation de processus techniques possédant des grandeurs d'entrée et de sortie continues sur les systèmes d'automatisation SIMATIC S7. En paramétrant ce bloc, vous pouvez activer ou désactiver des fonctions partielles du régulateur PID afin de l'adapter au système réglé. On a dans la figure suivante le schéma fonctionnel de notre régulateur PID [14].

### Schéma fonctionnel CONT\_C

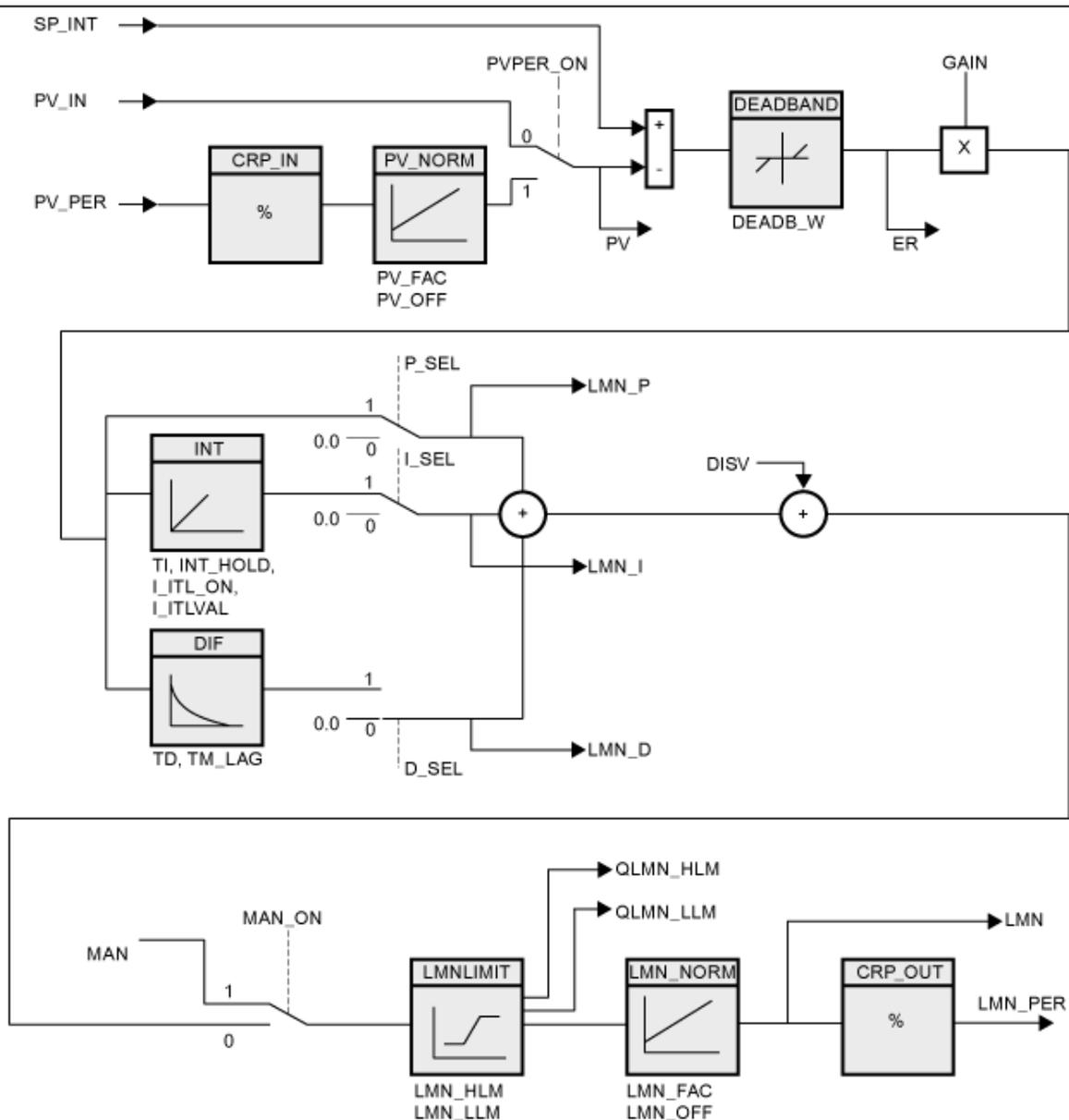


Figure IV.14 : Schéma fonctionnel CONT\_C[14]

### IV.1.3.4.3 Exemple d'application du CONT\_S au sein de notre programme

Au sein du réseau ci-dessous, on réalise la régulation de puissance du GTA1 avec une instruction de consigne de puissance de réseau égale Zéro en utilisant un régulateur PI pas à pas afin de pouvoir augmenter et diminuer la puissance de groupe grâce au Woodward à chaque instant voulu cela par impulsion (Lorsque notre GTA est en mode Manu) si non notre régulation se fera en Auto.

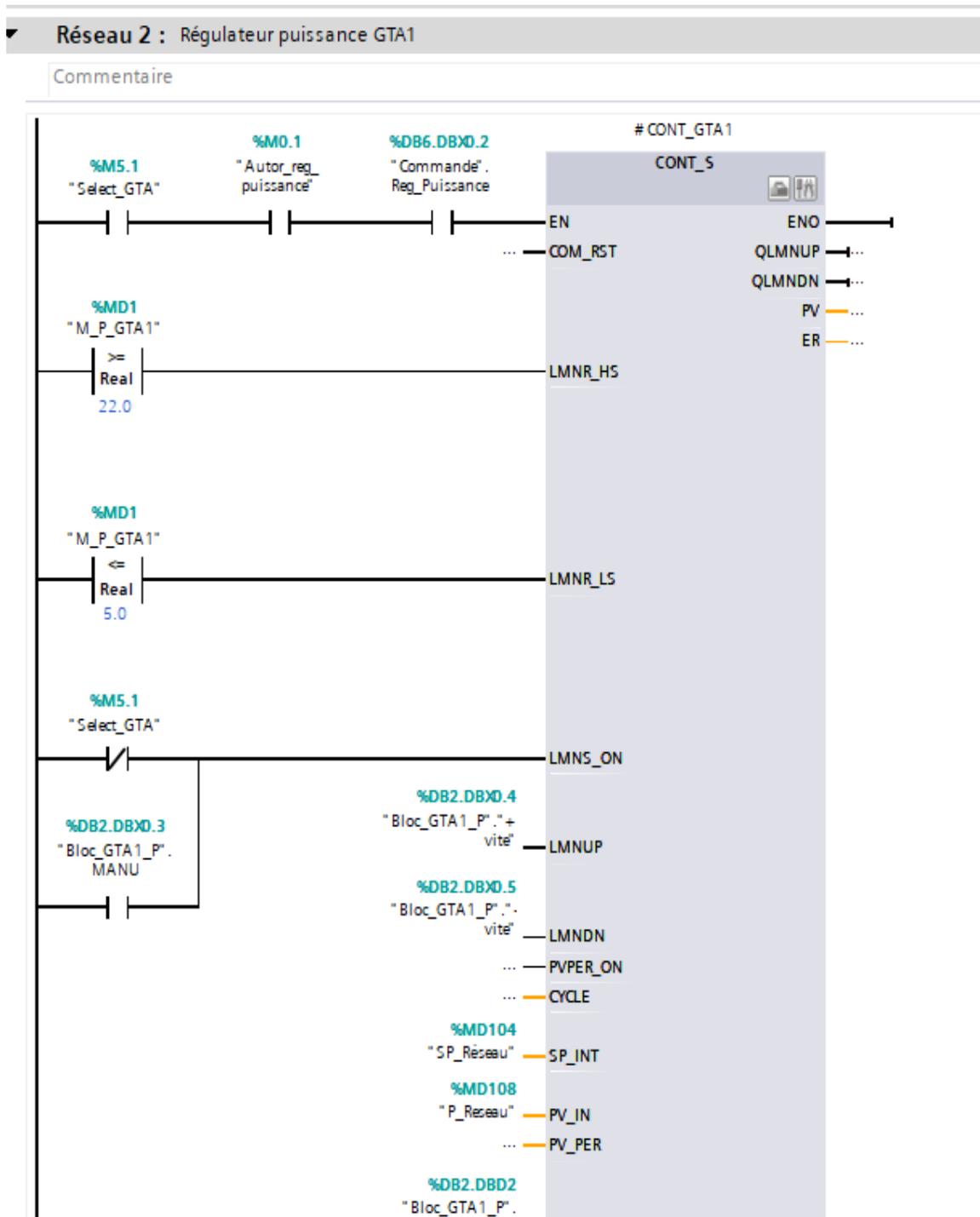


Figure IV.15 : Régulateur pas à pas GTA1 Partie 1 du réseau

Partie 2 du même réseau au-dessus

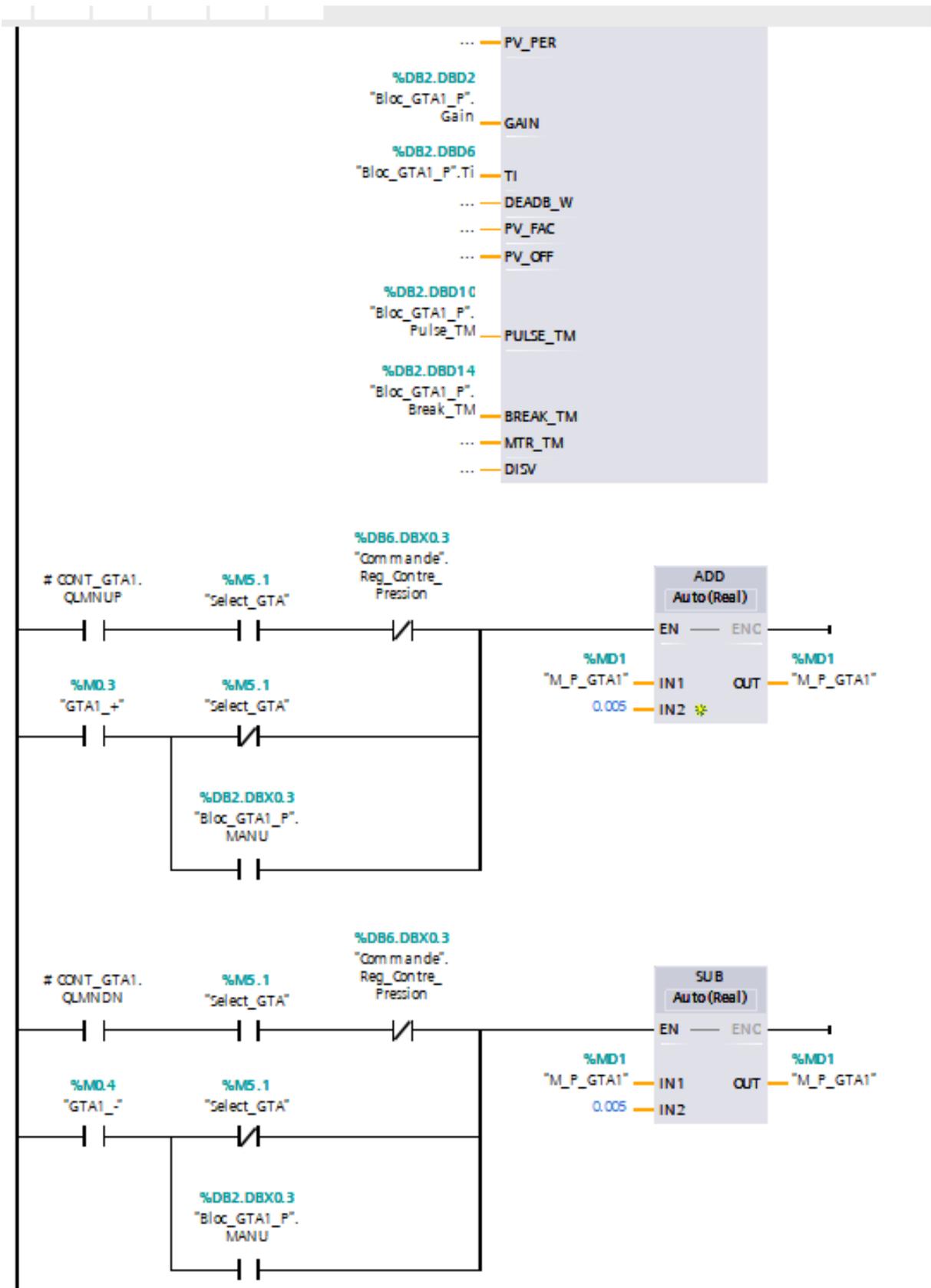


Figure IV.16 : régulateur pas à pas GTA1 partie 2

### IV.1.3.4.4 Exemple d'application du CONT\_C au sein de notre programme

Au sein du réseau ci-dessous, on réalise la régulation de la pression avec une instruction de consigne de pression qu'on attribue manuellement utilisant un régulateur PID pouvoir augmenter et diminuer la pression et atteindre la valeur désirée.

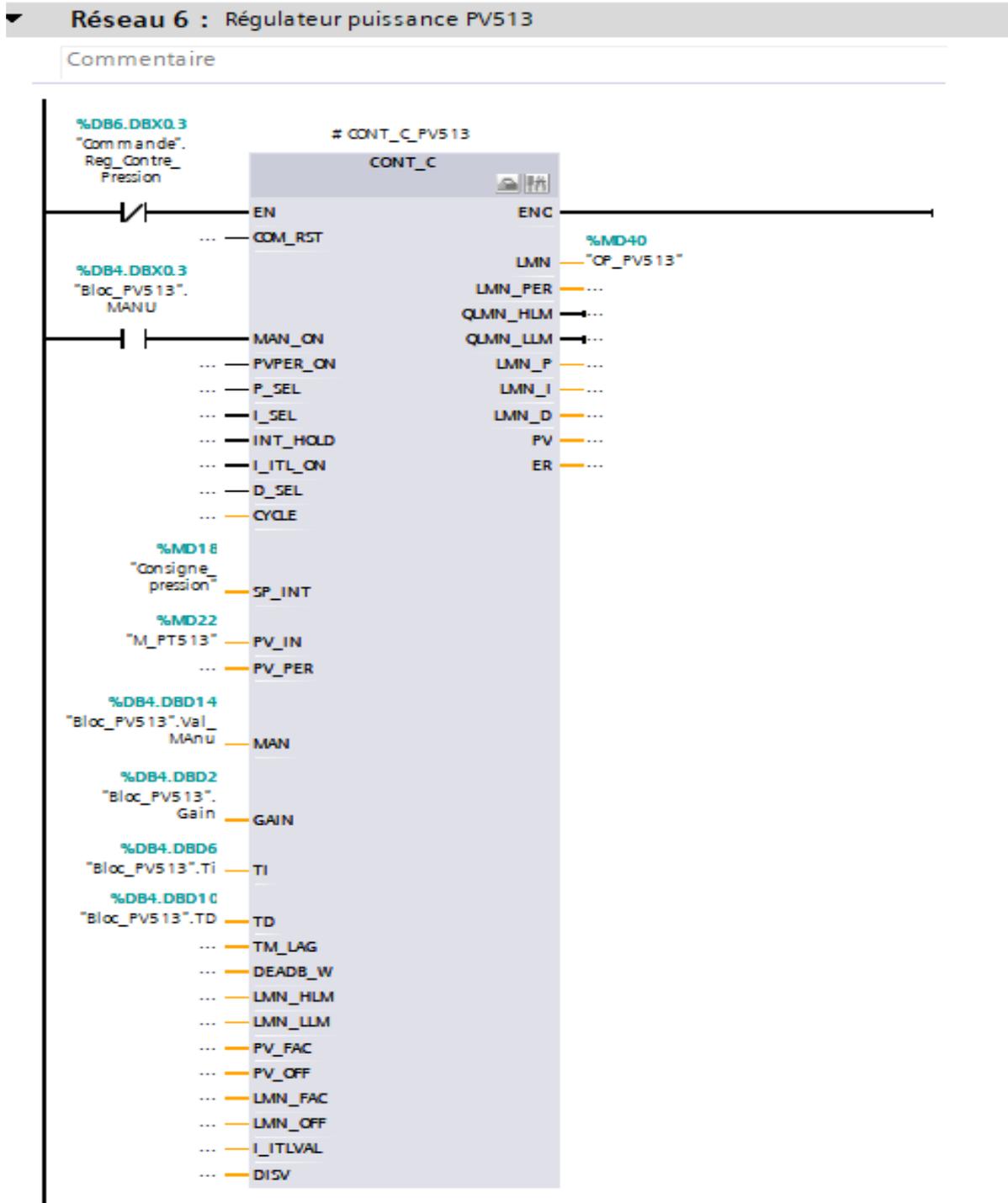


Figure IV.17 : Régulateur PID pour PV513

### IV.1.3.4.5 Auto/Manu PV513

Le réseau si dessous (qui se trouve dans le Bloc (Régulation de puissance [FB1])) décrit le programme permettant la sélection du mode automatique ou du mode manuel de régulation de la vanne.

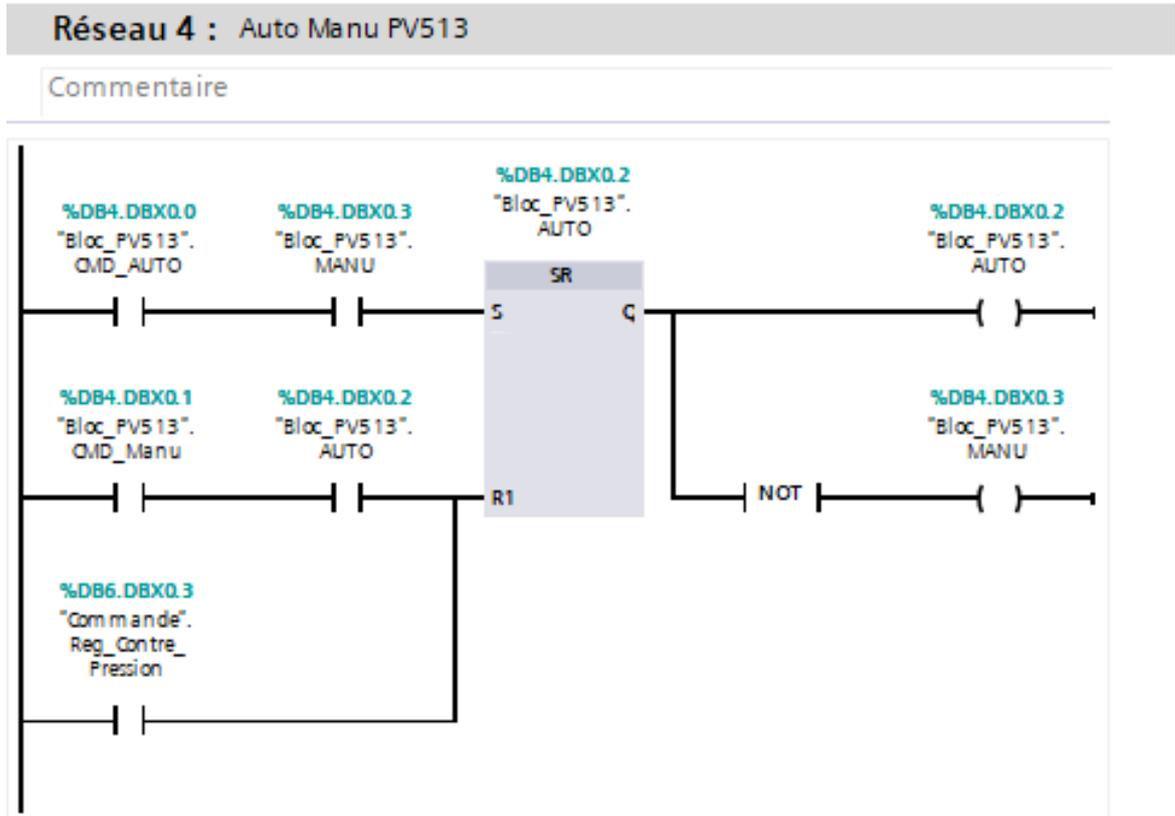


Figure IV.18 : Auto/Manu PV513

### IV.1.3.5 Bloc de régulation contre pression FB2

Nous avons créé ce bloc pour l'exécution des commandes de régulation de puissance. La figure ci-dessous montre les réseaux contenus de bloc de régulation.

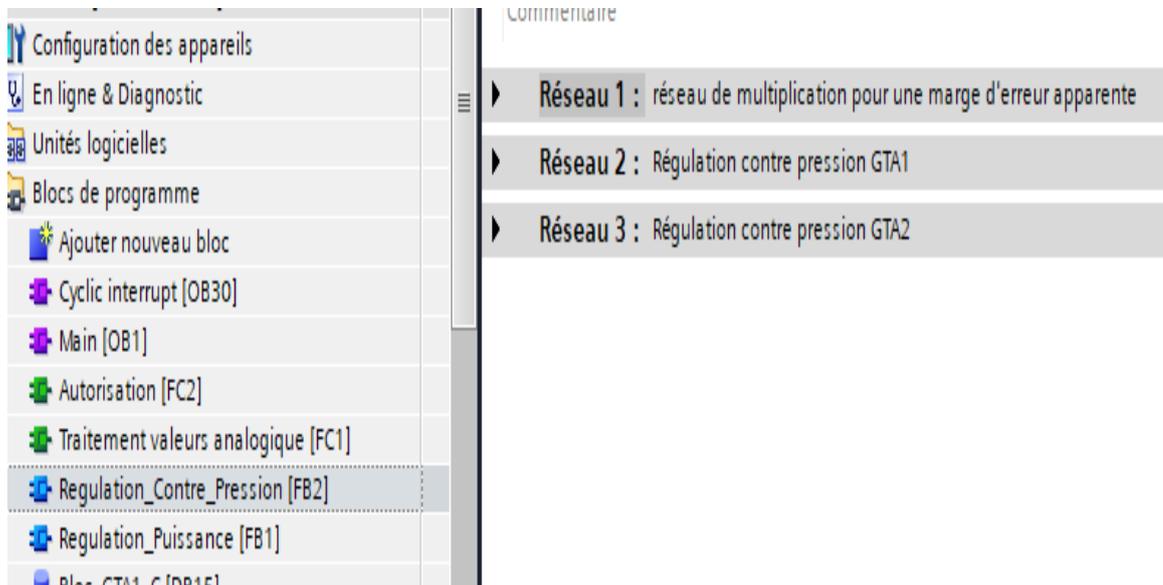


Figure IV.19 : Bloc de régulation contre pression

Pour les réseaux 2 et 3 de régulation des deux turbines nous avons utilisés les mêmes régulateurs qu'au sein du mode de puissance (régulateur pas à pas) qui seront possible de visualiser dans l'Annexe.

## IV.2 Supervision et simulation

### IV.2.1 Introduction

Dans le cadre d'une évolution conduisant à une automatisation de plus en plus globale, l'automate est de moins en moins acheté « nu ». Et même si c'est le cas, il doit pouvoir se connecter à d'autres matériels à processeur et dialoguer avec les agents d'exploitation.

Avec le développement des API, de nouvelles gammes d'interfaces sont apparues. Ces dernières permettent d'élargir les possibilités de dialogue via des échanges de messages numériques et alphanumériques, ainsi avec une représentation des machines et d'installation par l'imagerie animée. C'est ce qu'on appelle la supervision.

Le système de supervision donne de l'aide à l'opérateur dans la conduite du processus. Son but est de présenter à l'opérateur les valeurs et les résultats des différentes grandeurs utilisées dans les processus industriels.

Dans cette deuxième partie du chapitre, nous allons faire la supervision de notre programme avec la création de notre interface Homme/machine.

### IV.2.2 Critère choix de l'IHM

Une interface homme machine doit toujours répondre à des critères spécifiques :

- ✚ Souplesse et robustesse.
- ✚ L'outil doit s'adapter à l'homme et non l'inverse.
- ✚ L'outil doit rendre le comportement du système prévisible.
- ✚ Il doit diminuer le temps de recherche d'une information.
- ✚ Facilite la prise d'informations.

Dans notre projet, nous avons opté pour une IHM (interface homme machine) de type 1200 Comfort celle utilisée et possédée déjà au sein de l'industrie.

### IV.2.3 Etapes de mise en œuvre

Pour créer une interface Homme/Machine, il faut avoir préalablement pris connaissance des éléments de la centrale automatisée, ainsi que le logiciel de programmation de l'automate utilisé. L'interface de supervision IHM est réalisée sous TIA Portal.

### IV.2.4 WinCC sur TIA portal

WinCC (TIA portal) est un logiciel d'ingénierie pour la configuration de pupitres SIMATIC, de PC industriels SIMATIC et de PC standard par le logiciel de visualisation.

Le SIMATIC WinCC dans le TIA Portal fait partie d'un nouveau concept d'ingénierie intégré qui offre un environnement d'ingénierie homogène pour la programmation et la configuration de solutions de commande, de visualisation et d'entraînement.

C'est le logiciel pour toutes les applications IHM allant de solutions de commande simples avec des Basic Panels aux applications SCADA pour systèmes multipostes basés sur PC.

### IV.2.5 Conduite de réalisation de la supervision

Voici les points qui résument le déroulement réel de la réalisation de la supervision, que nous avons pu exécuter :

- ✚ La configuration et le paramétrage du matériel.
- ✚ La création de la table des variables IHM.
- ✚ La création des vues.
- ✚ La conception de l'architecture des vues.
- ✚ Etablissement d'une liaison directe entre les outils de supervision.
- ✚ Compilation et Simulation.

## IV.2.6 Configuration et paramétrage du matériel

La figure ci-dessous est une représentation de la vue d'ajout d'une IHM

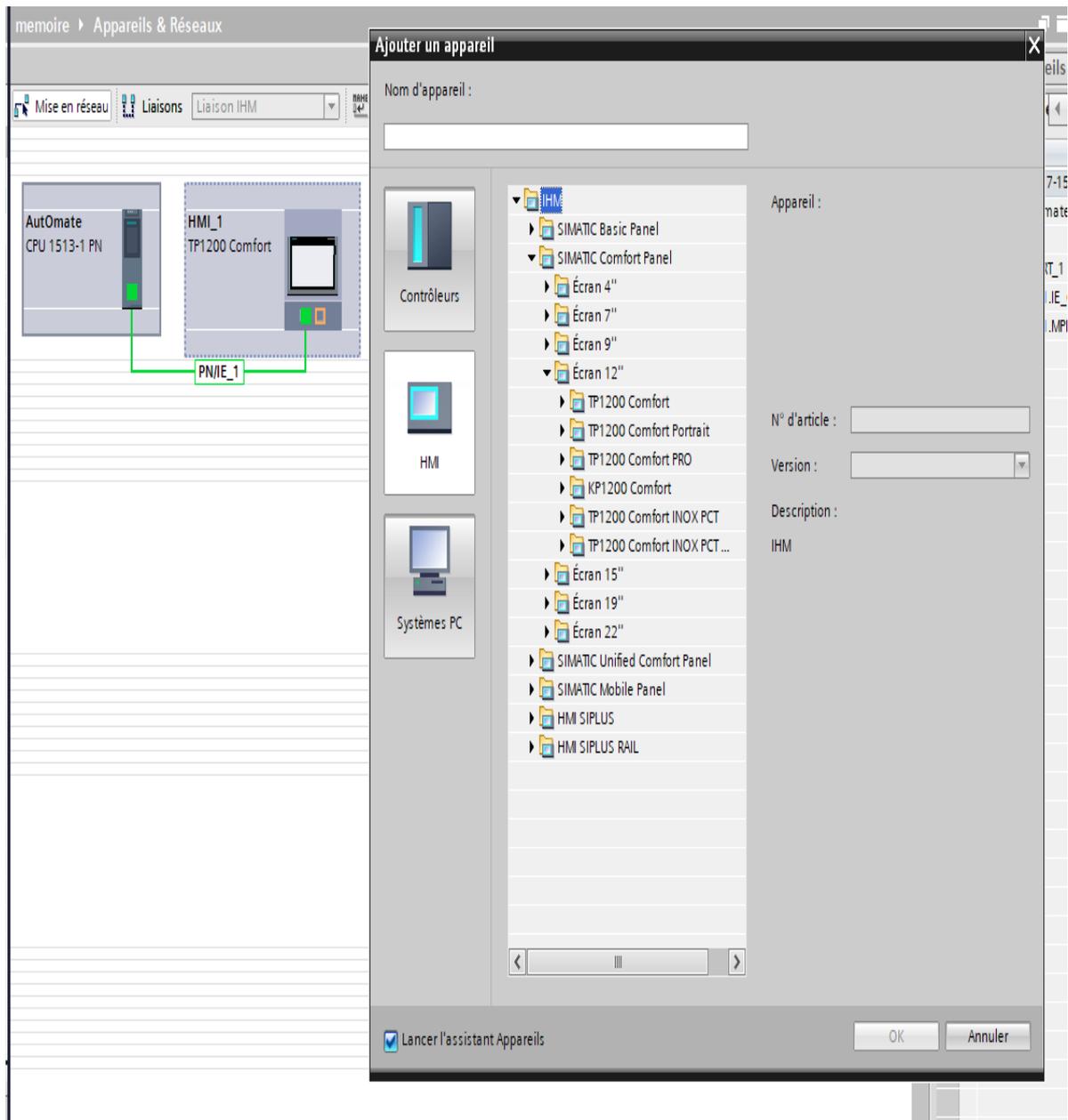


Figure IV.20 : Création d'une IHM

Pour notre projet on s'est inspiré de l'IHM utilisé dans les autres process de lubrification et d'huile HP. Nous avons utilisé une IHM d'un écran de 12 Pouces appelée TP1200 Comfort. Après avoir choisi l'interface sur laquelle nous allons réaliser la supervision, on doit se familiariser avec le logiciel de supervision WinCC Run time Advanced. Ensuite pour la simulation nous avons créé un automate virtuel grâce au logiciel PLCSIM Advanced en ajoutant l'adresse de notre CPU. La simulation pourra se faire directement depuis notre espace de vue créée dans le logiciel de Tia Portal.

### IV.2.7 Création des vues

Une vue peut être composée d'éléments statiques (texte), et d'éléments dynamiques qui varient en fonction de la procédure. Ils indiquent les valeurs du process actuelles à partir de la mémoire de l'automate. Les objets sont des éléments graphiques qui permettent de configurer la présentation des vues, la fenêtre des outils contient différents types d'objets fréquemment utilisés dans les vues des process.

#### Planification de la création de la vue :

Pour cela nous avons planifié la structure de la représentation des GTAs ,Une seule vue nécessaire avec des évènements d'affichage a chaque mode commandé ainsi que leur hiérarchie, l'emplacement de tous les éléments qui constitue l'exécution de ces modes puissance et contre pression (pompes, Vanne de détente et désurchauffe, Chaudière, capteurs de température, capteur de pression, les jeux de barre, et le branchement au réseau) de la façon la plus pratique et la plus efficace possible pour la supervision.

#### Conception de l'architecture des vues :

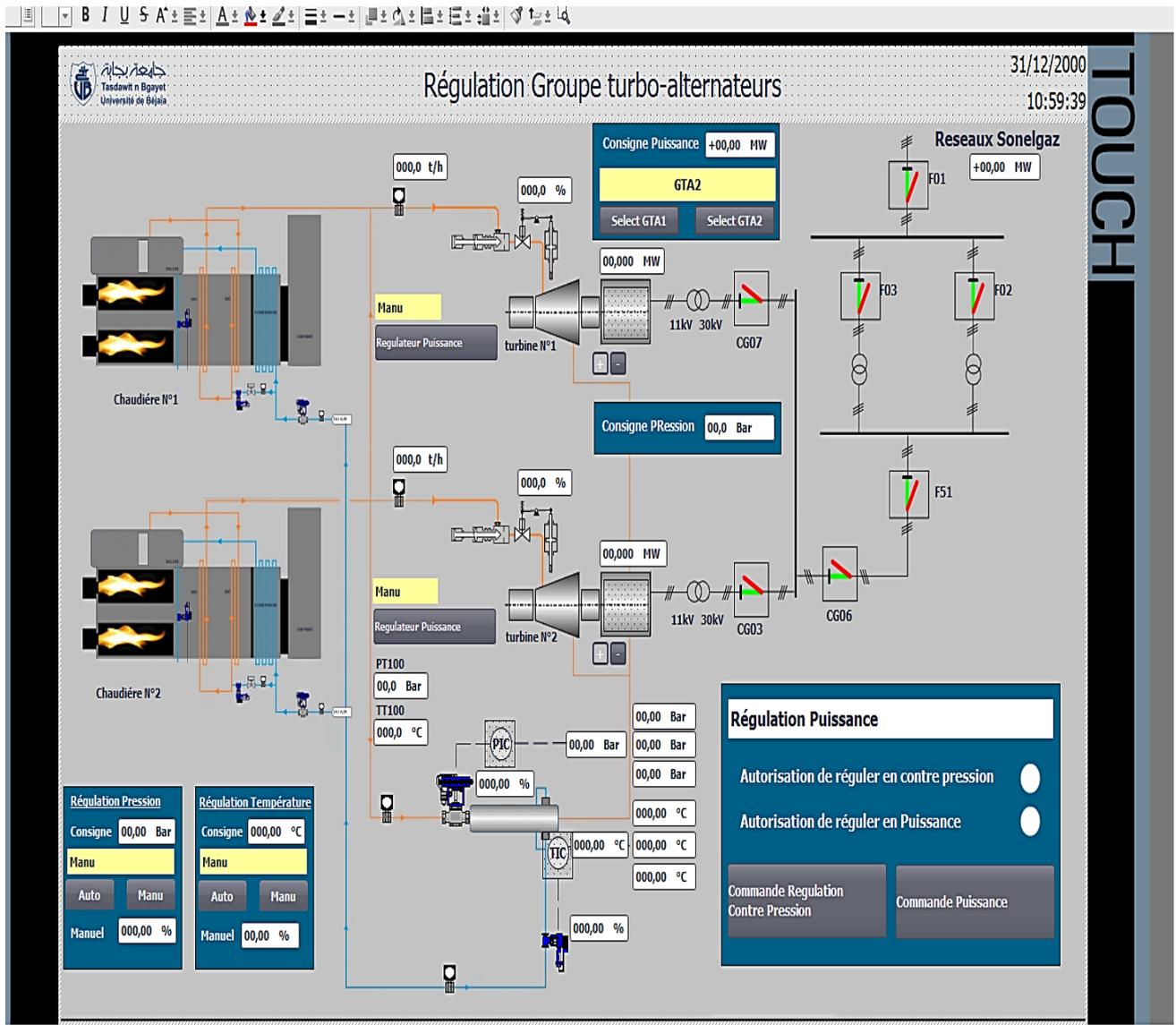
Les modes de fonctionnement des GTAs ont été réalisé avec une seule vue seulement, Cela avec des évènements qui s'affiche à chaque commande de mode utilisé, des tableaux d'affichage instantanée sur les valeurs des variable utilisés au sein de chaque GTA tel que le courant, La puissance réactive, Cos Q) et des boutons précis utilisé au sein de chaque mode (Auto/Manu) ou l'augmentation de puissance des GTA grâce au Woodward.

### IV.2.8 Le simulateur de programme PLCSIM

L'application de simulation de modules S7-PLCSIM permet d'exécuter et de tester le programme dans un Automate Programmable (AP) qu'on simule dans un ordinateur ou dans une console de programmation. La simulation étant complètement réalisée au sein du logiciel STEP7, il n'est pas nécessaire qu'une liaison soit établie avec un matériel S7 quelconque (CPU ou module de signaux). L'AP S7 de simulation permet de tester des programmes destinés aux CPU S7-300 et aux CPU S7-400, et de remédier à d'éventuelles erreurs.

S7-PLCSIM dispose d'une interface simple permettant de visualiser et de forcer Les différents paramètres utilisés par le programme (comme, par exemple, d'activer ou de désactiver des entrées). Tout en exécutant le programme dans l'AP de simulation,

**IV.2.9 Schéma final de supervision :**



**Figure IV.21 : Schéma final de supervision**

**Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons présenté la procédure à suivre pour la création de notre programme sous TIA PORTAL V18, un aperçu des blocs contact a été donné ainsi que des comparateurs et des régulateurs (PI pas à pas et PID) utilisés lors de la programmation, ce dernier sera implanté au sein de notre automate S7-1500.

La partie IHM nous permettra de contrôler et de commander notre unité à distance et ce grâce à une connexion de type MPI. La création de notre IHM exige une bonne connaissance du fonctionnement de notre système et du langage avec lequel est programmé l'automate afin de communiquer.

## Conclusion générale

Après avoir effectué cette étude sur l'automatisation des modes de fonctionnement des groupes turbo-alternateurs du complexe CEVITAL, en utilisant l'automate programmable S7-1500 et le logiciel de programmation TIA PORTAL V18 de Siemens,

Notre principal objectif était de réaliser un équilibre de flux énergétique entre Cevital et Sonelgaz (zéro consommation d'énergie) et une baisse considérable des prix de factures d'électricité et pour cela nous avons conclu que la réussite d'un système de contrôle-commande dépend principalement d'une analyse approfondie du processus à commander et du choix adéquat de l'équipement à utiliser. Inspiré de la fameuse citation de KAPLON et NORTON qui dis « **If you can't measure it, you can't manage it** ».

Grace au système de régulation que nous avons mis en place, L'industrie pourra disposer de la quantité nécessaire d'énergie en fonction de ses besoins cela par le mode de puissance générée par les deux GTAs et les objectifs du business case seront respectés et les prix a payé réduits., comme l'a cité Mr **Taiichi Ohno** « **Les coûts n'existent pas pour être calculés, ils existent pour être réduits** ». En outre, la mise en place de la régulation en contre-pression leur permettra de fournir une quantité de pression adaptée aux besoins des autres process à la sortie de la turbine.

Notre séjour au sein de l'unité d'énergie du complexe agroalimentaire CEVITAL a été extrêmement bénéfique, car il nous a permis de mieux comprendre l'ampleur du projet et de prendre conscience des responsabilités qui incombent aux ingénieurs sur le terrain. Cela nous a donné un aperçu concret des défis auxquels nous serons confrontés.

Nous aspirons à ce que notre travail constitue une solution améliorée pour la problématique soulevée et serve de fondement solide pour notre future carrière professionnelle.

En conclusion, nous envisageons d'améliorer notre travail du point de vue économique en développant des modules complémentaires d'entrées/sorties pour l'automate existant. De plus, nous espérons vivement que notre contribution à la régulation de la production d'énergie sera mise en œuvre au sein de l'entreprise.

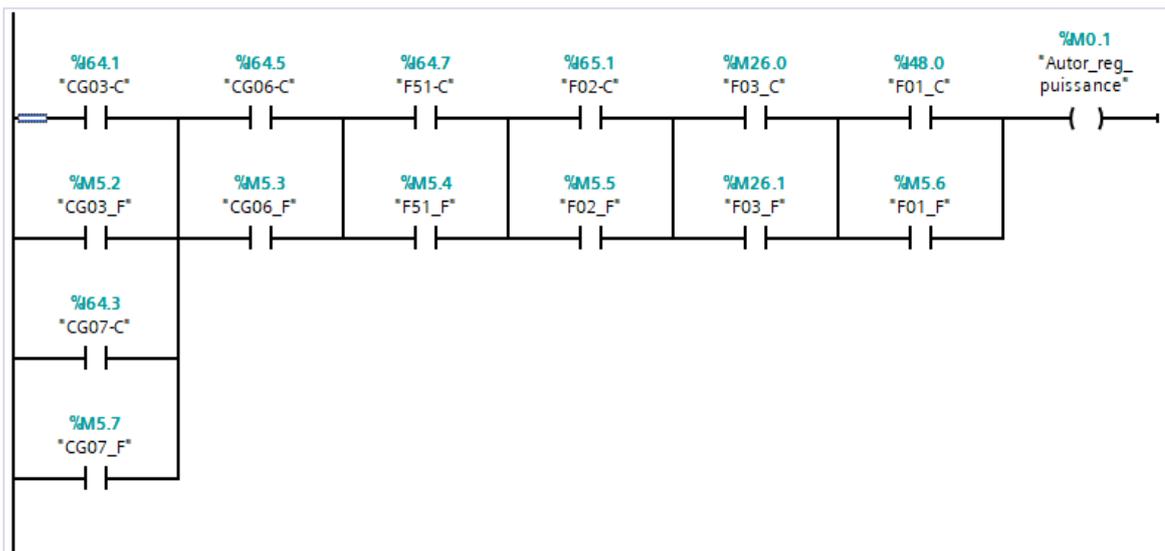
## Références Bibliographiques

- [1] M FATAH Amir « Etude du fonctionnement des centres de production dans un système de marché libre de l'énergie électrique » thèses doctorat, université de Batna 2011
- [2] A. Kerboua « Machine électriques a courant alternatif » cours 1 ère années master option ingénieur des systèmes électriques, universités de Mascara 2014/2015.
- [3] G. CHATEIGNER, M. BOES, D. BOUIX, J. VAILLANT, D. VERKINDERE : « Manuel de génie électrique. », édition DUNOD, Paris, janvier 2006, suite du tirage : juin 2007, 610 pages. ISBN : 978-2-10-048499-7.
- [4] Manuel d'installations, d'utilisation et de maintenance
- [5] G. SEGUIER et F. NOTELET « Electrotechnique industrielle » Edition 1986
- [6] documentation de complexe Cevital
- [7] <http://silectris.pt/docs/enerdis/triad2.pdf>
- [8] G. Michel « Les API (ARCHITECTURE ET APPLICATION DES AUTOMATES)
- [9] N. Kandi, « AUTOMATES PROGRAMMABLES INDUSTRIELS », document de formation IAP Boumerdes
- [10] « AUTOMATES PROGRAMMABLES INDUSTRIELS » Pour Gea Pdf [2012].  
PROGRAMMABLES INDUSTRIELS ». Dunod, Paris [1987].
- [11] MANUEL SIEMENS, LOGICIEL STEP7, [2004].
- [12] M. Bertrand, « AUTOMATES PROGRAMMABLES INDUSTRIELS » techniques de l'ingénieur, S8015
- [13] PROGRAMMATION DES AUTOMATES S7-300, INTRODUCTION AU LOGICIEL TIA PORTAL].
- [14] Système d'information du logiciel TIA PORTAL.

# **Annexes**

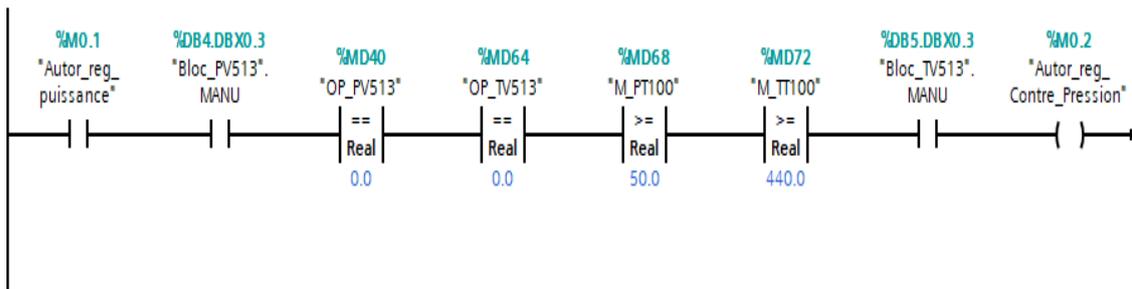
### Réseau 1 : Autorisation régulation de puissance

Commentaire



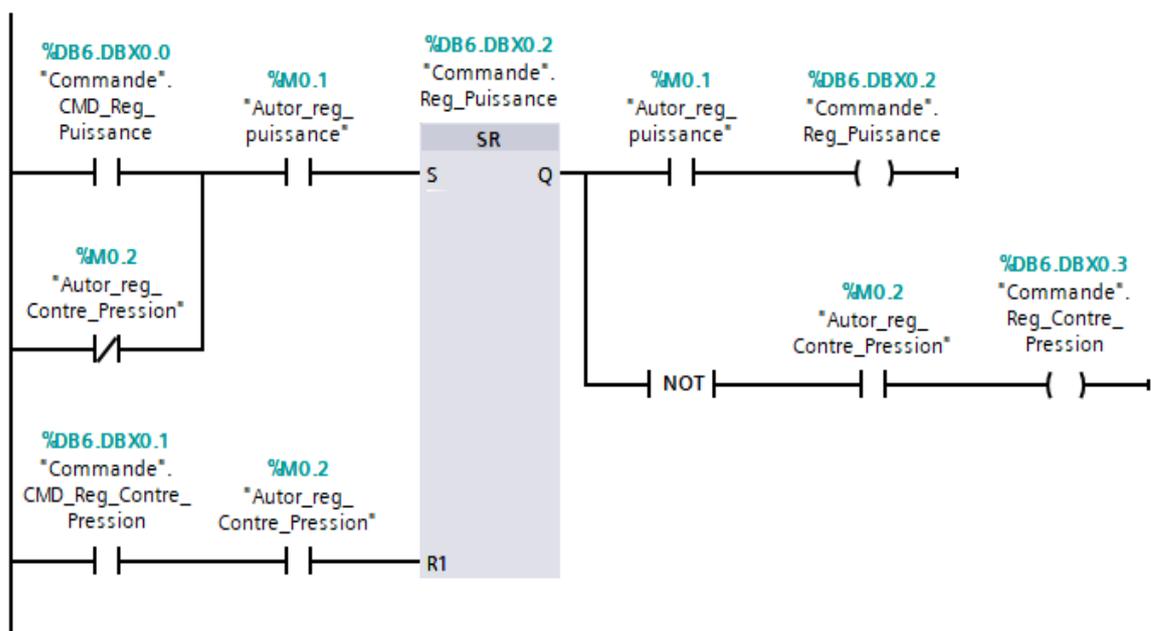
### Réseau 2 : Autorisation régulation contre pression

Commentaire



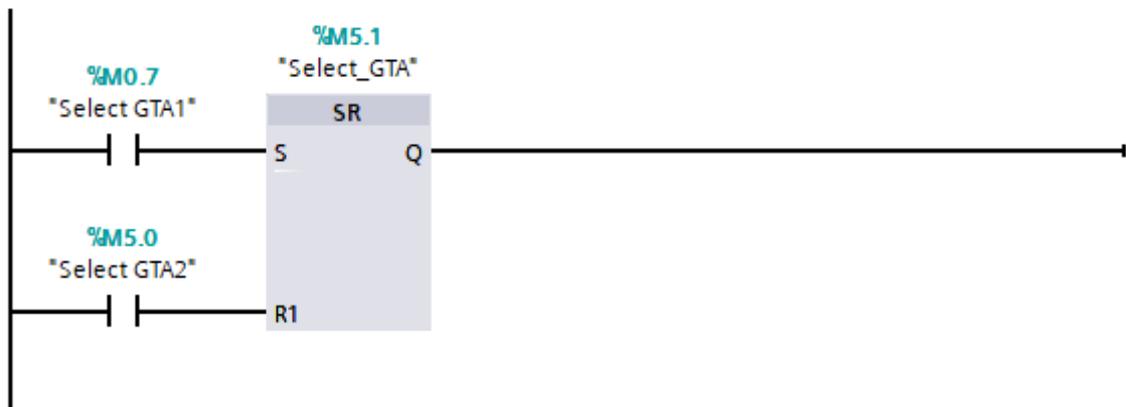
### Réseau 3 : La commande des deux modes

Commentaire



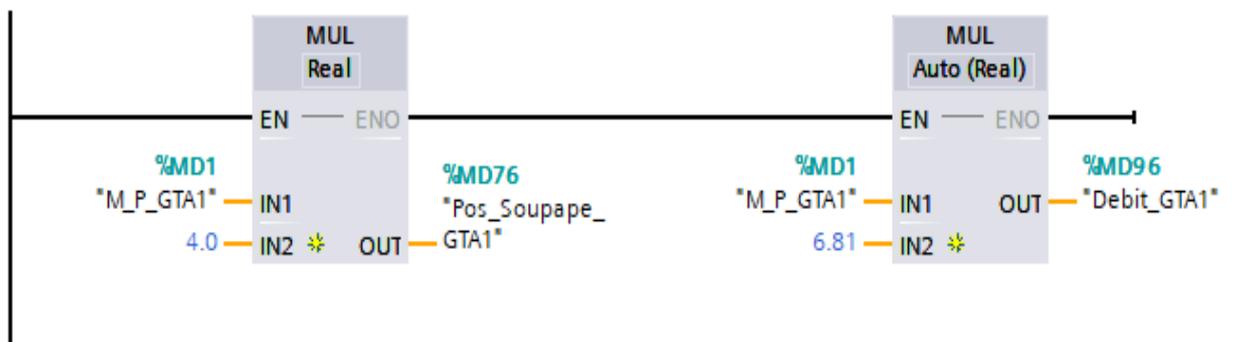
### Réseau 4 : Select GTA

Commentaire



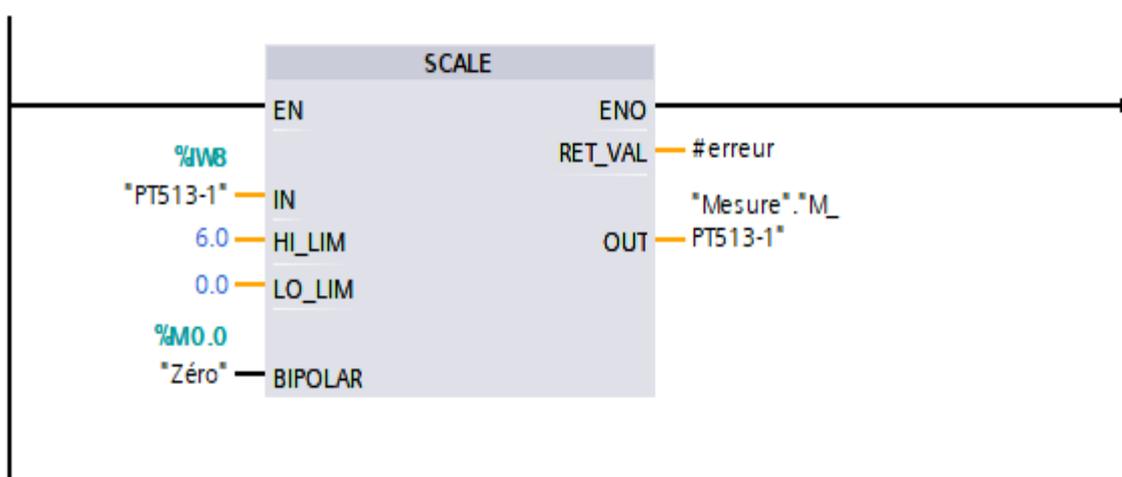
### Réseau 5 : Debit GTA1

Commentaire



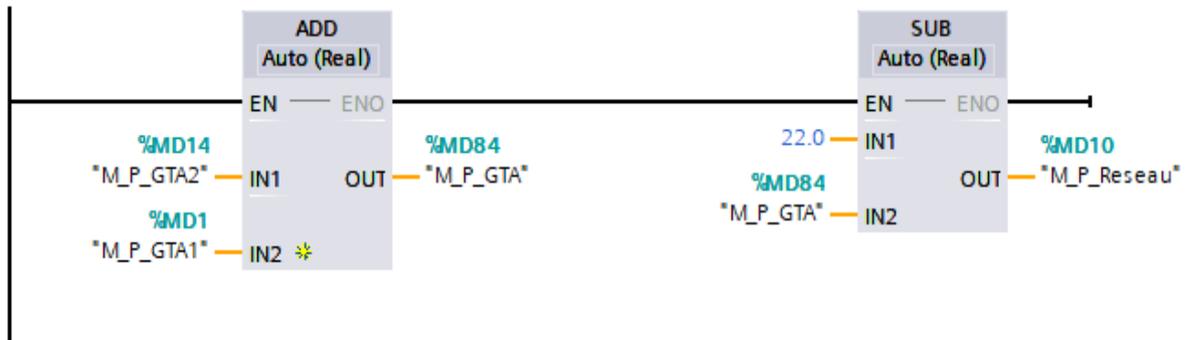
### Réseau 6 : PT513-1

Commentaire



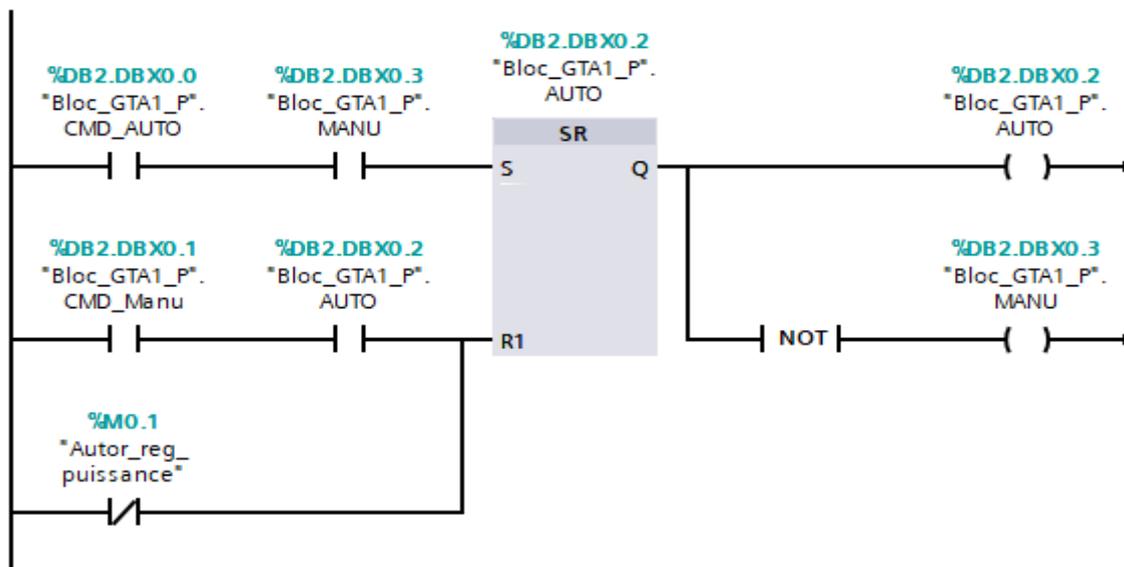
### Réseau 7 : Préseau

Commentaire



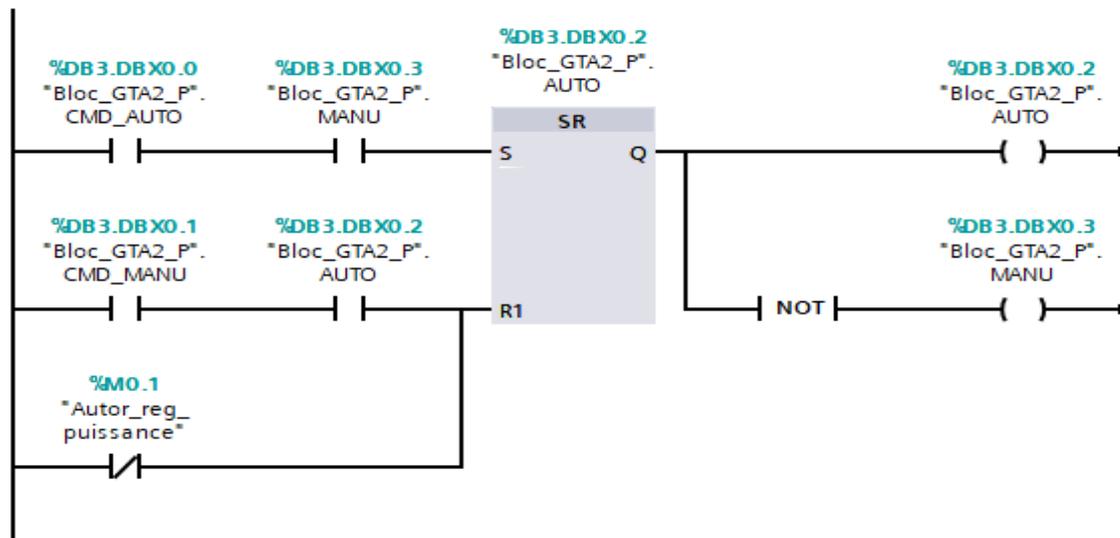
### Réseau 8 : Auto Manu GTA1

Commentaire



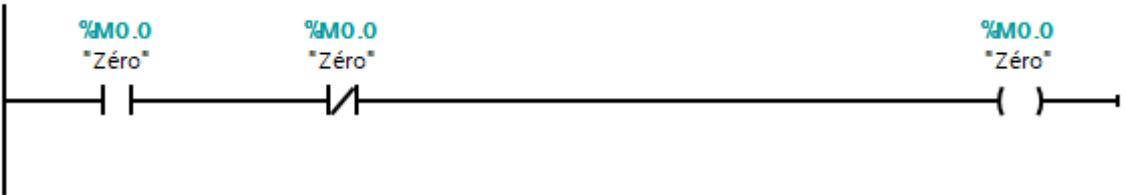
### Réseau 9 : Auto Manu GTA2

Commentaire



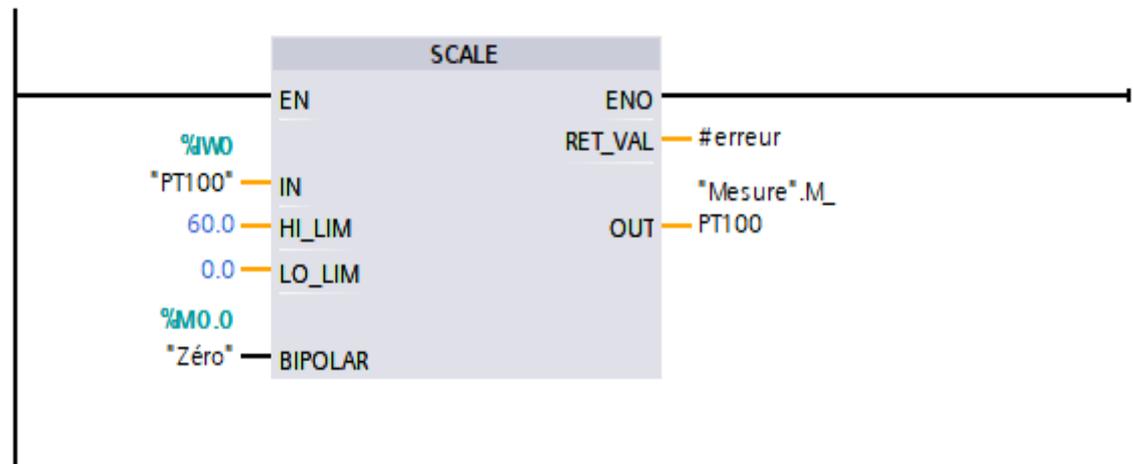
**Réseau 1 : Bit Zéro**

Commentaire



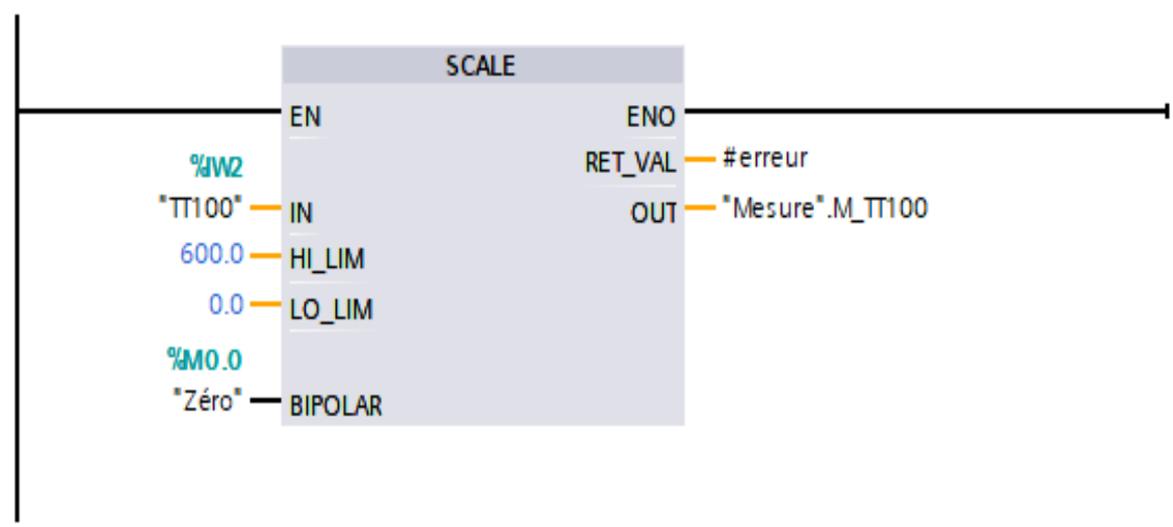
**Réseau 2 : PT100**

Commentaire



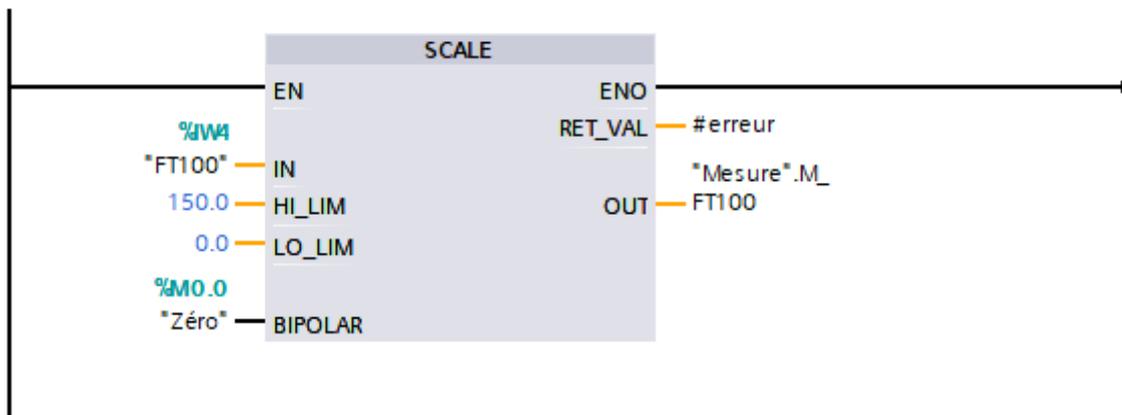
**Réseau 3 : TT100**

Commentaire



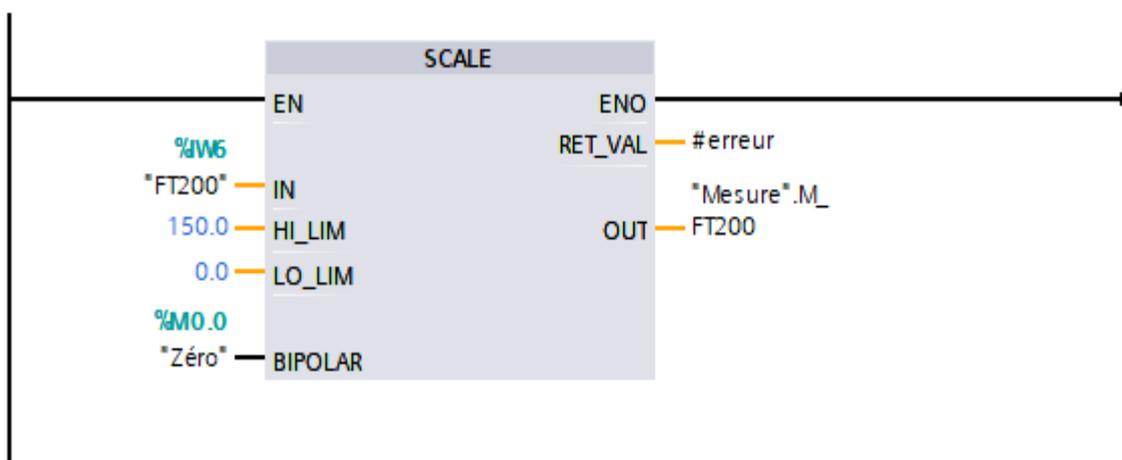
#### Réseau 4 : FT100

Commentaire



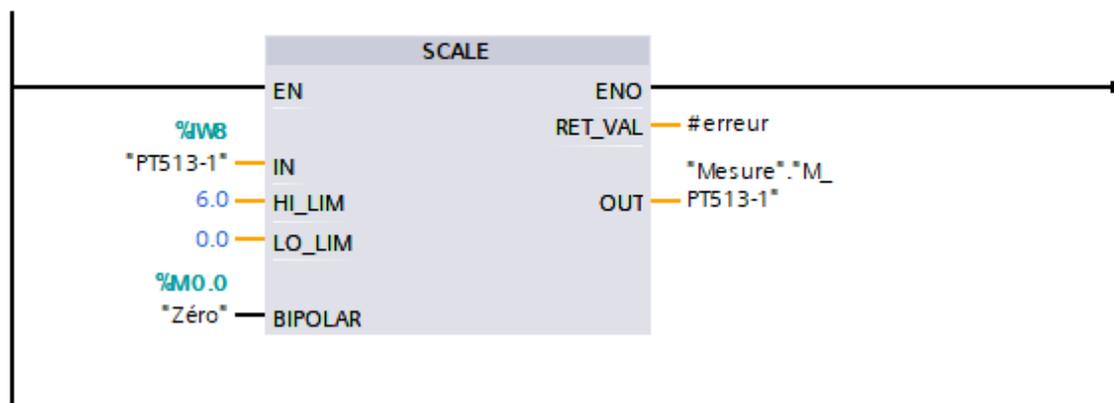
#### Réseau 5 : FT200

Commentaire



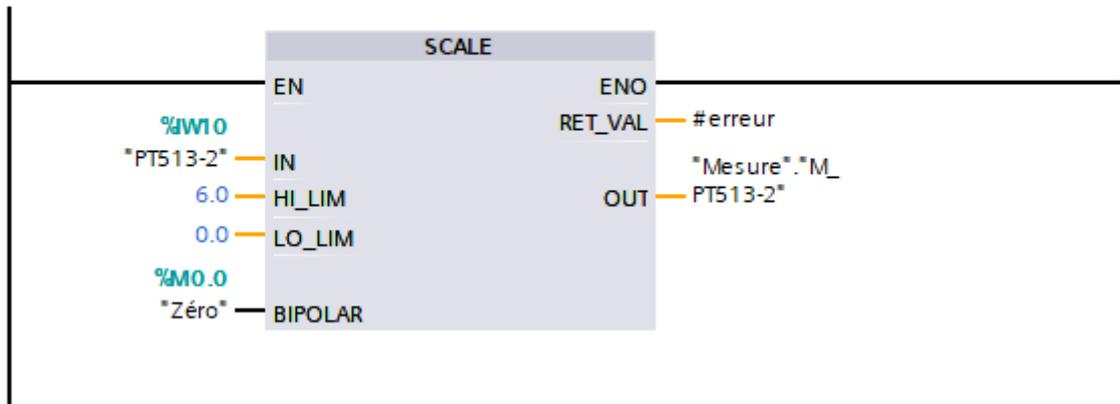
#### Réseau 6 : PT513-1

Commentaire



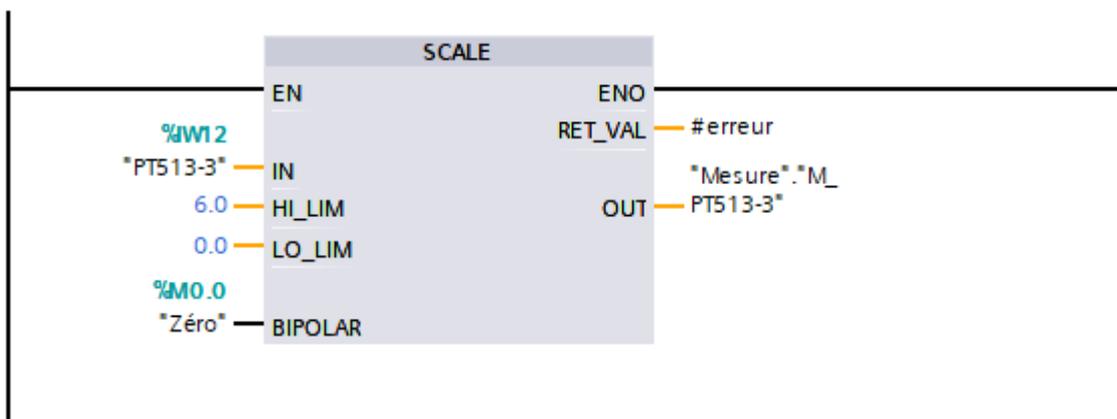
### Réseau 7 : PT513-2

Commentaire



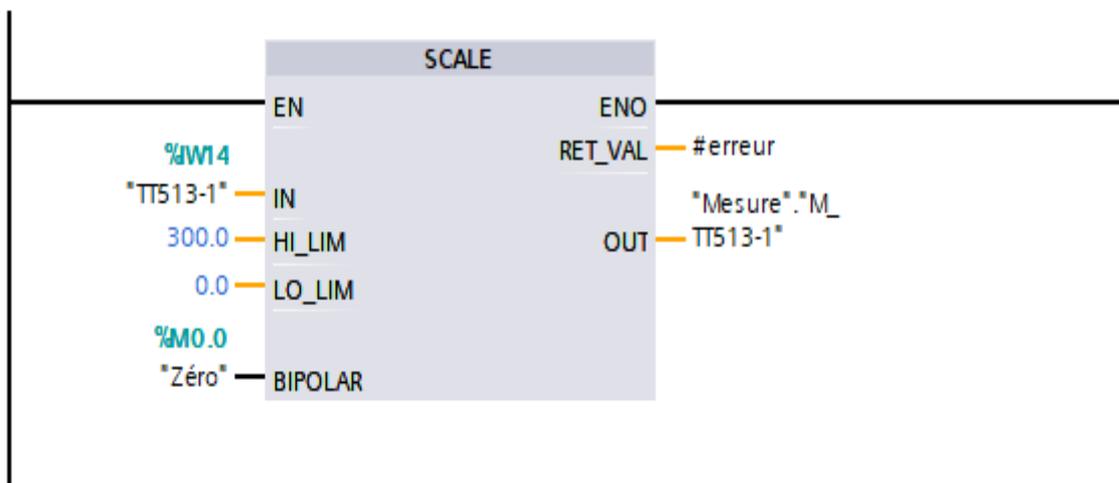
### Réseau 8 : PT513-3

Commentaire



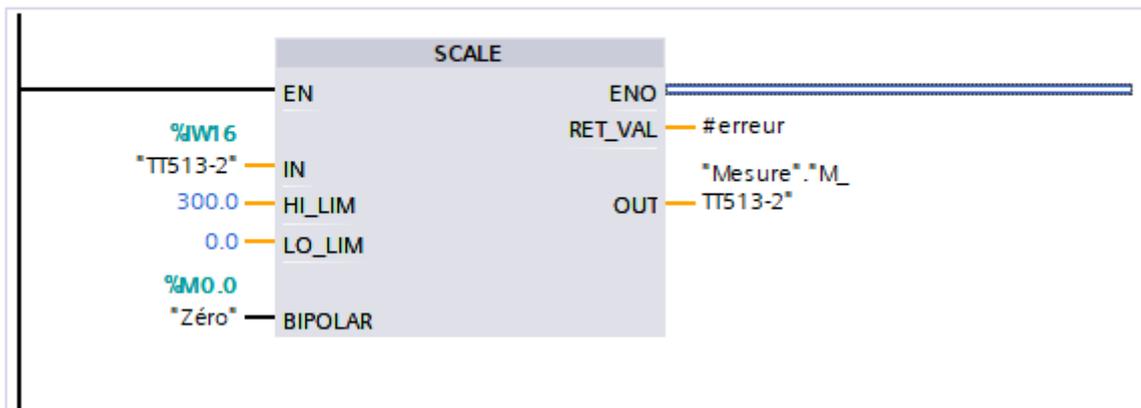
### Réseau 9 : TT513-1

Commentaire



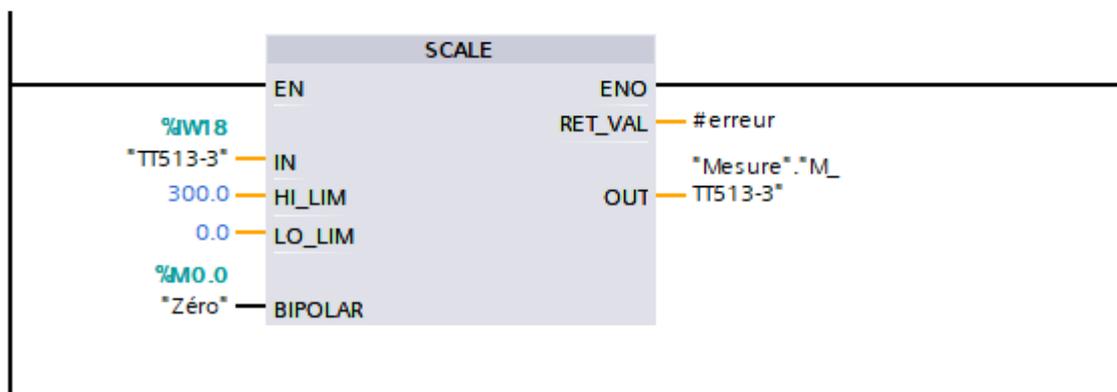
### Réseau 10 : TT513-2

Commentaire



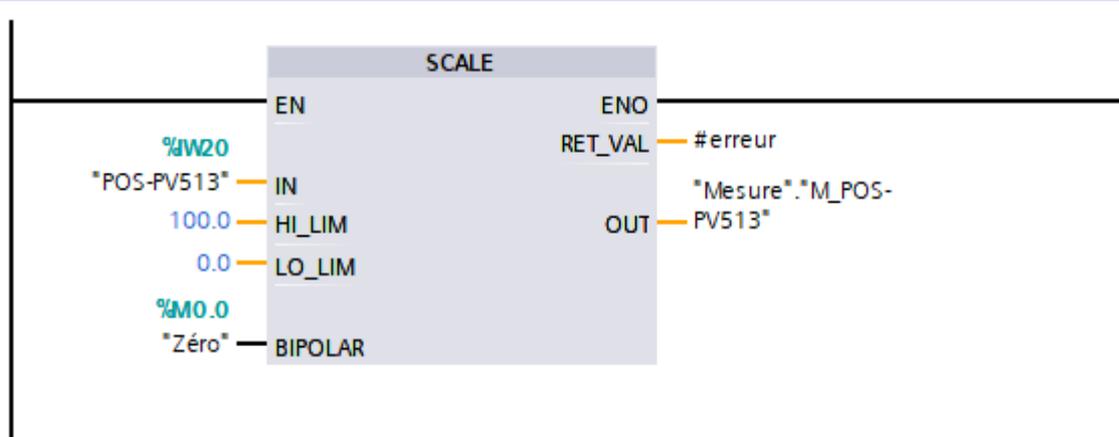
### Réseau 11 : TT513-3

Commentaire



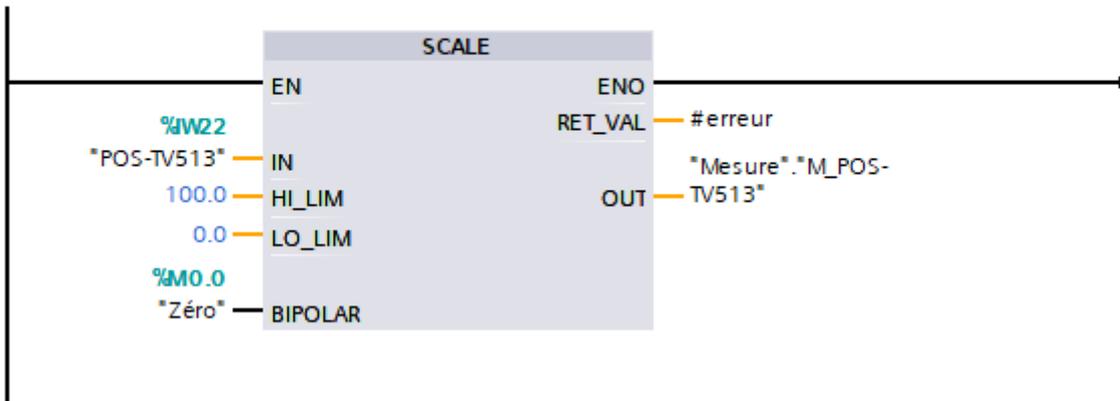
### Réseau 12 : Pos\_Pv513

Commentaire



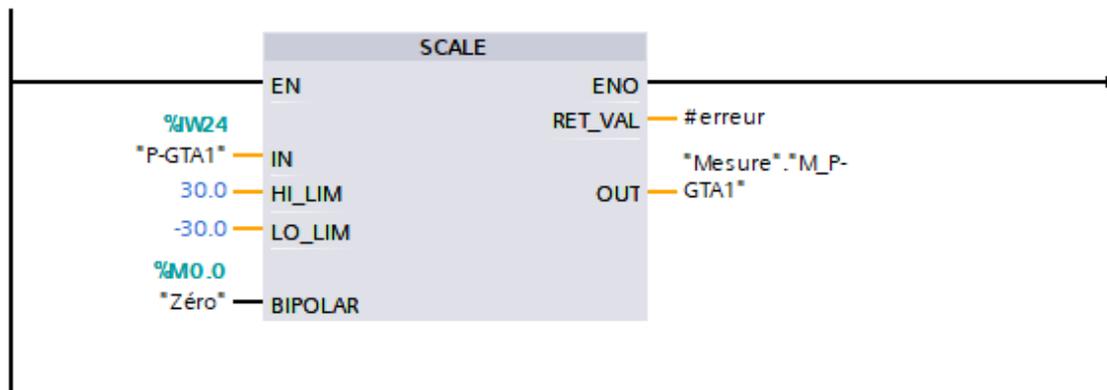
### Réseau 13 : Pos\_Tv513

Commentaire



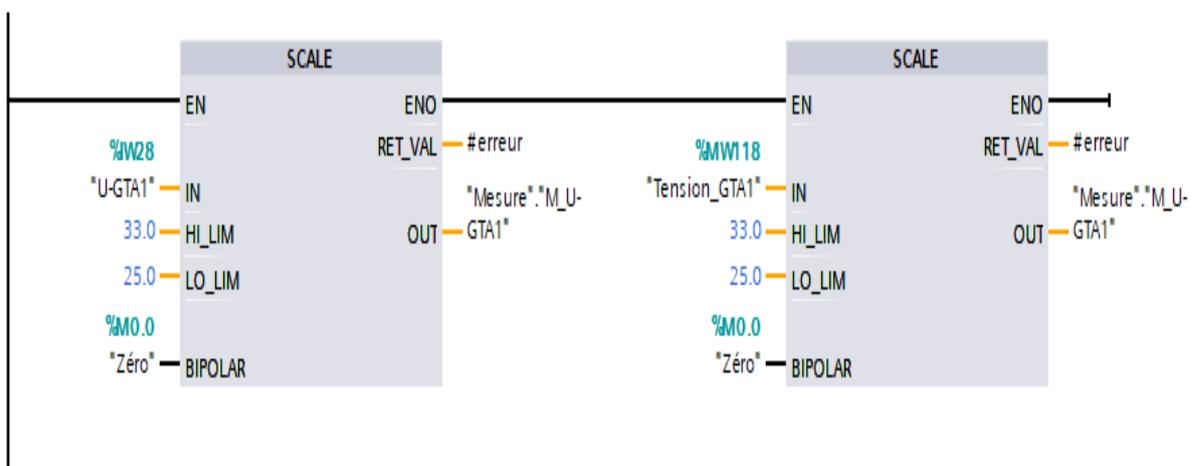
### Réseau 14 : P\_GTA1

Commentaire



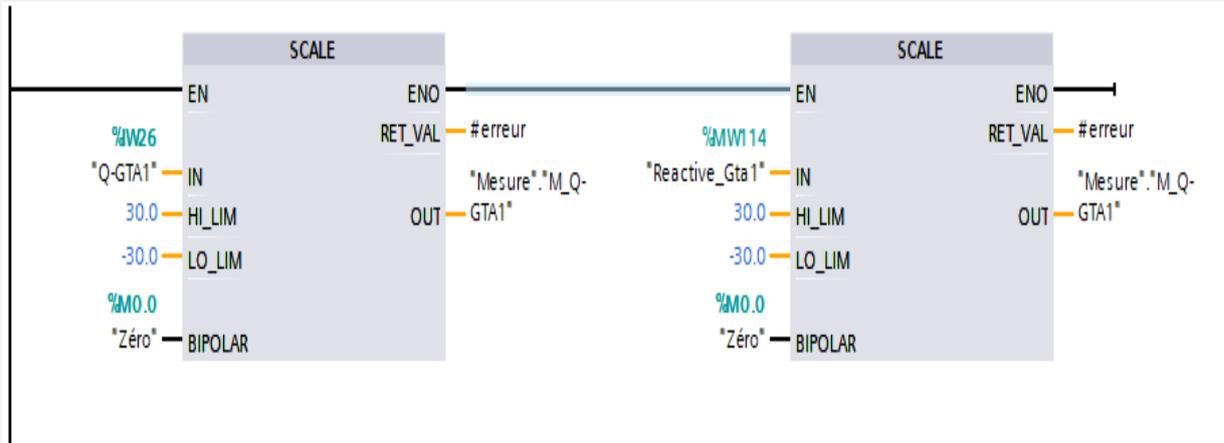
### Réseau 15 : U\_GTA1

Commentaire



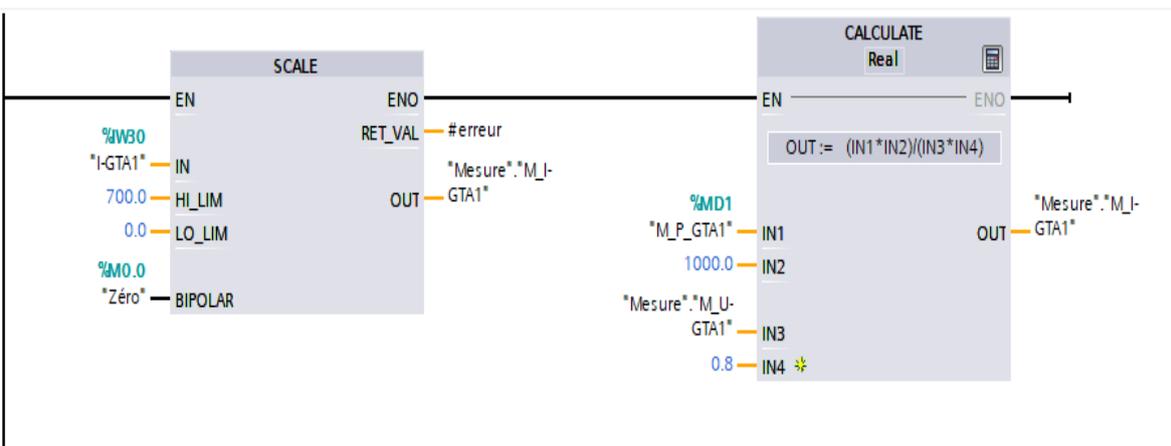
## Réseau 16 : Q\_GTA1

Commentaire



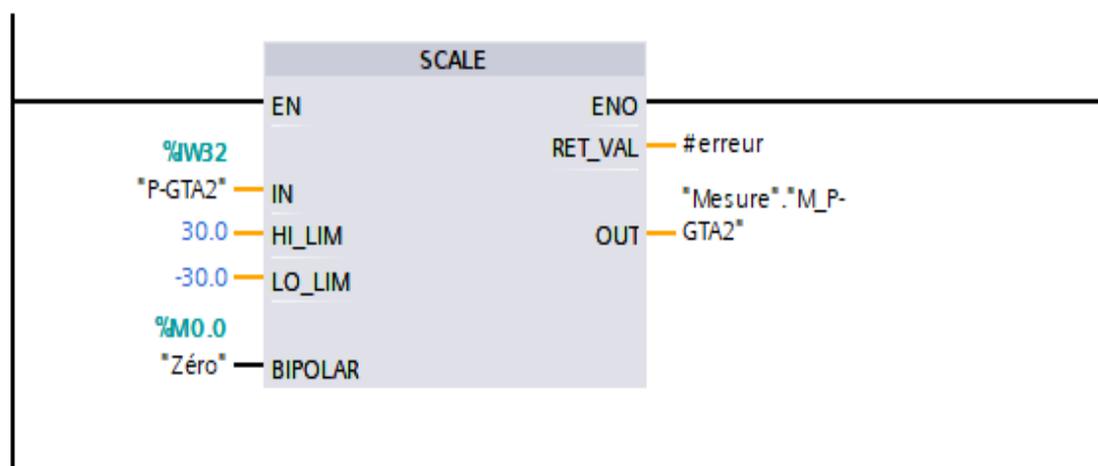
## Réseau 17 : I\_GTA1

Commentaire



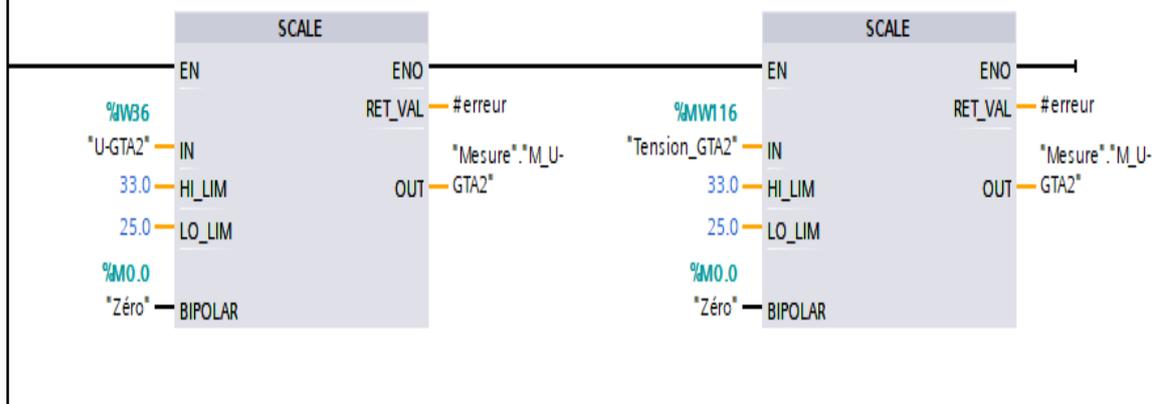
## Réseau 18 : P\_GTA2

Commentaire



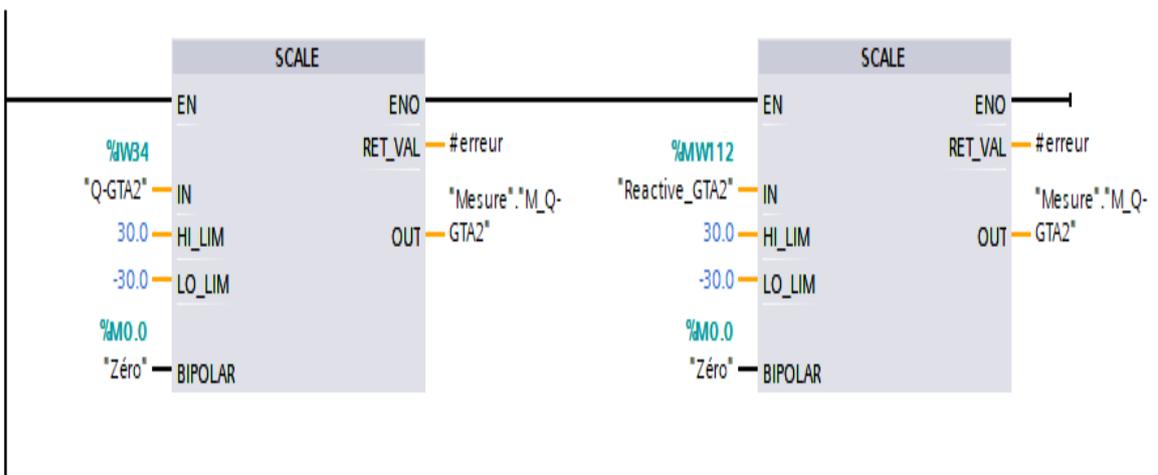
### Réseau 19 : U\_GTA2

Commentaire



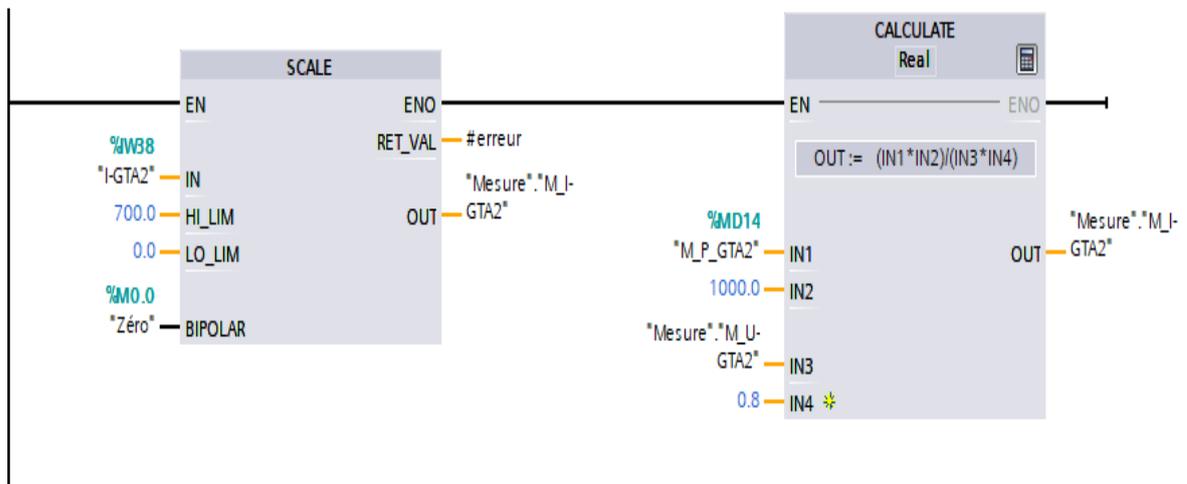
### Réseau 20 : Q\_GTA2

Commentaire



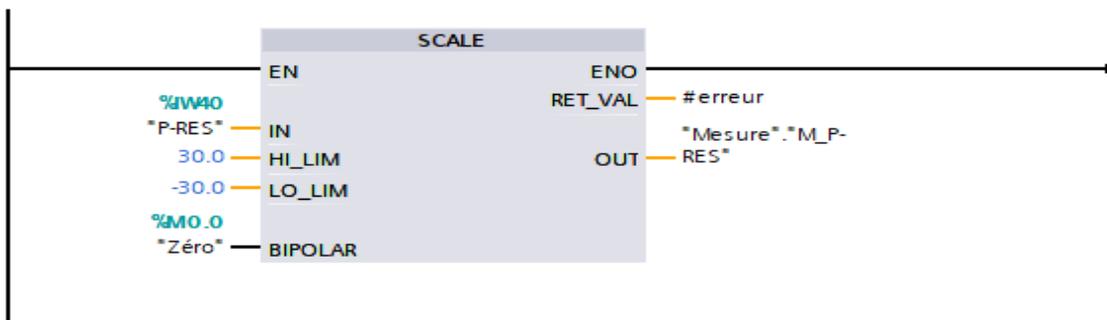
### Réseau 21 : I\_GTA2

Commentaire



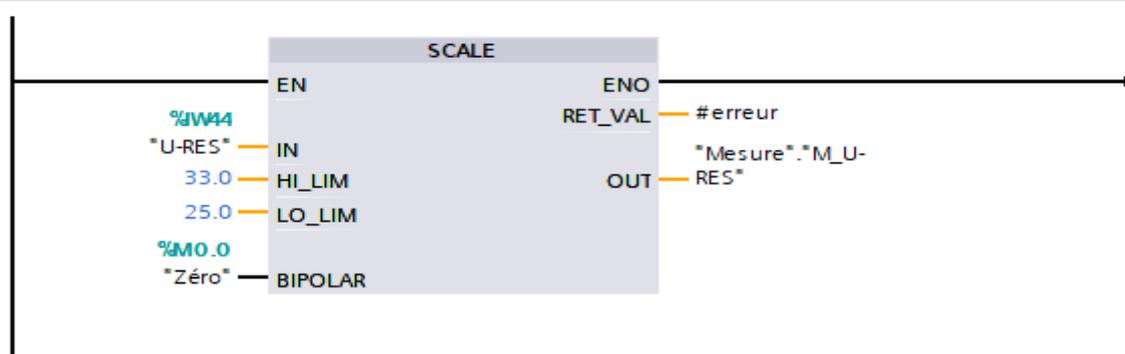
### Réseau 22 : P\_RES

Commentaire



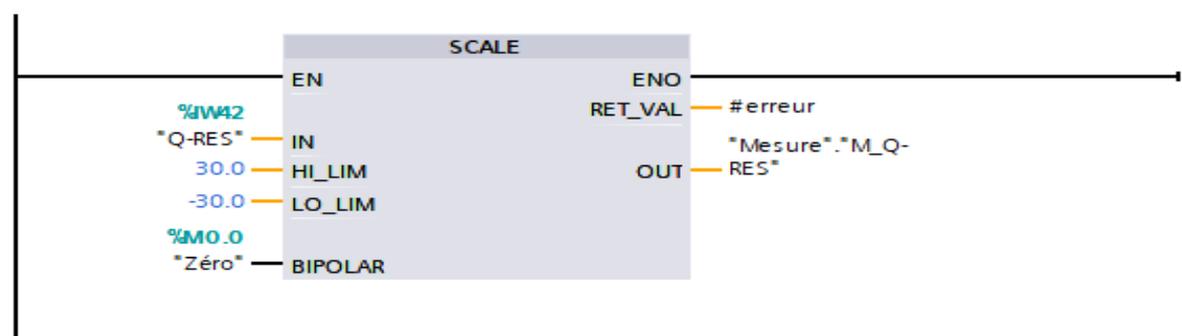
### Réseau 23 : U\_RES

Commentaire



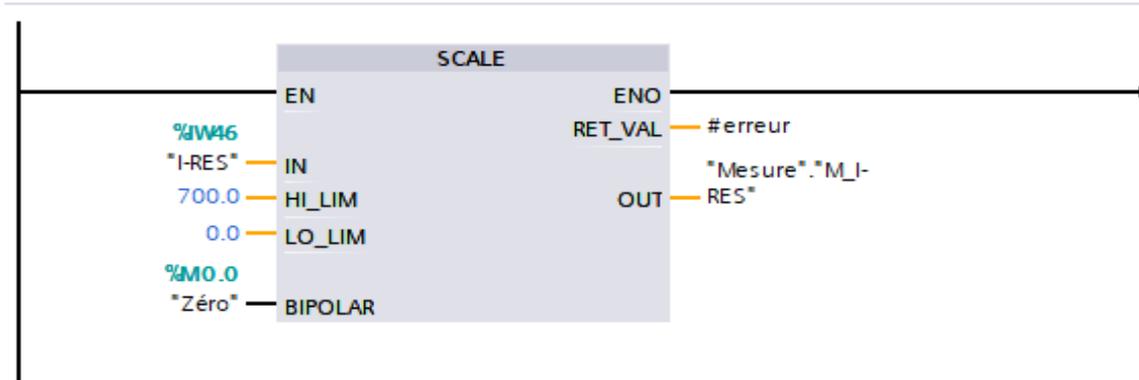
### Réseau 24 : Q\_RES

Commentaire



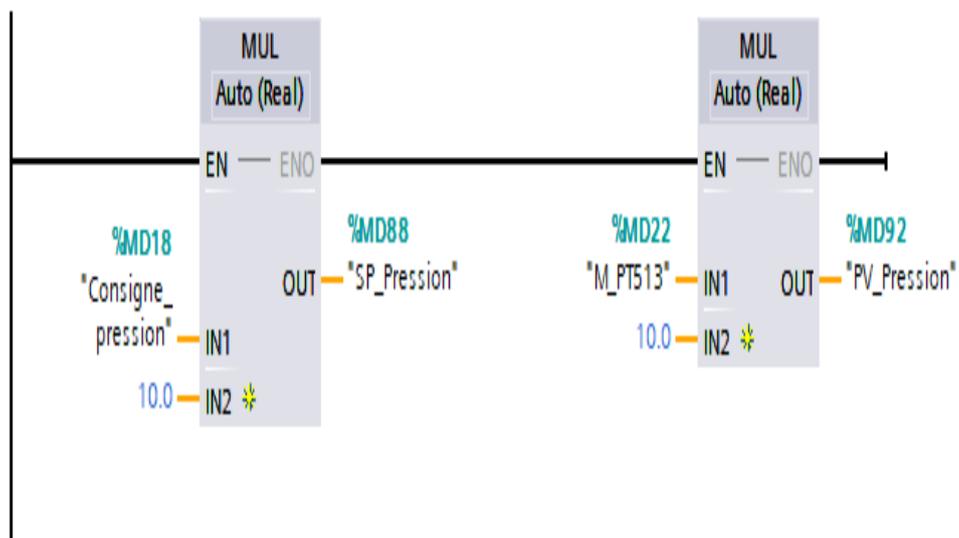
### Réseau 25 : I\_RES

Commentaire

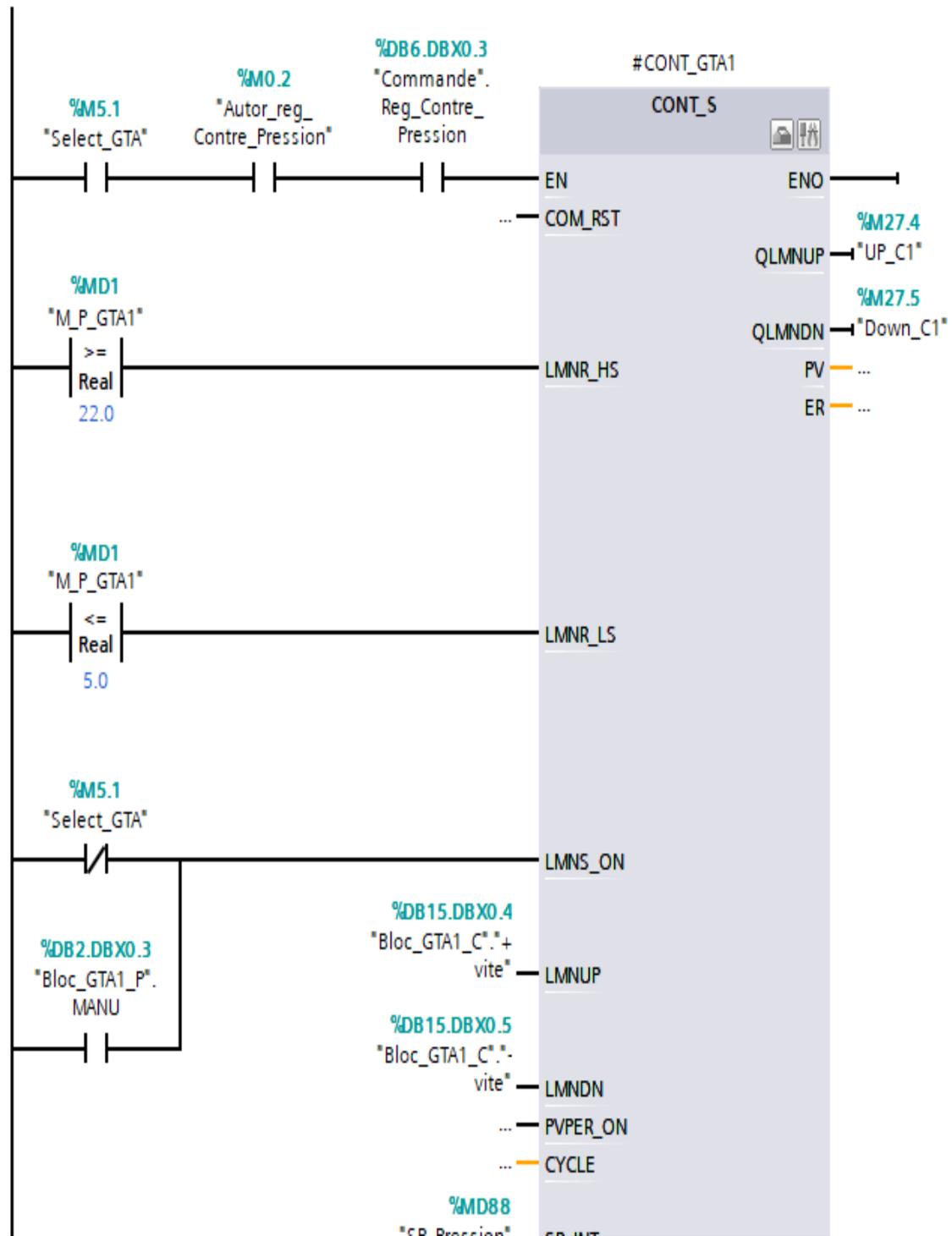


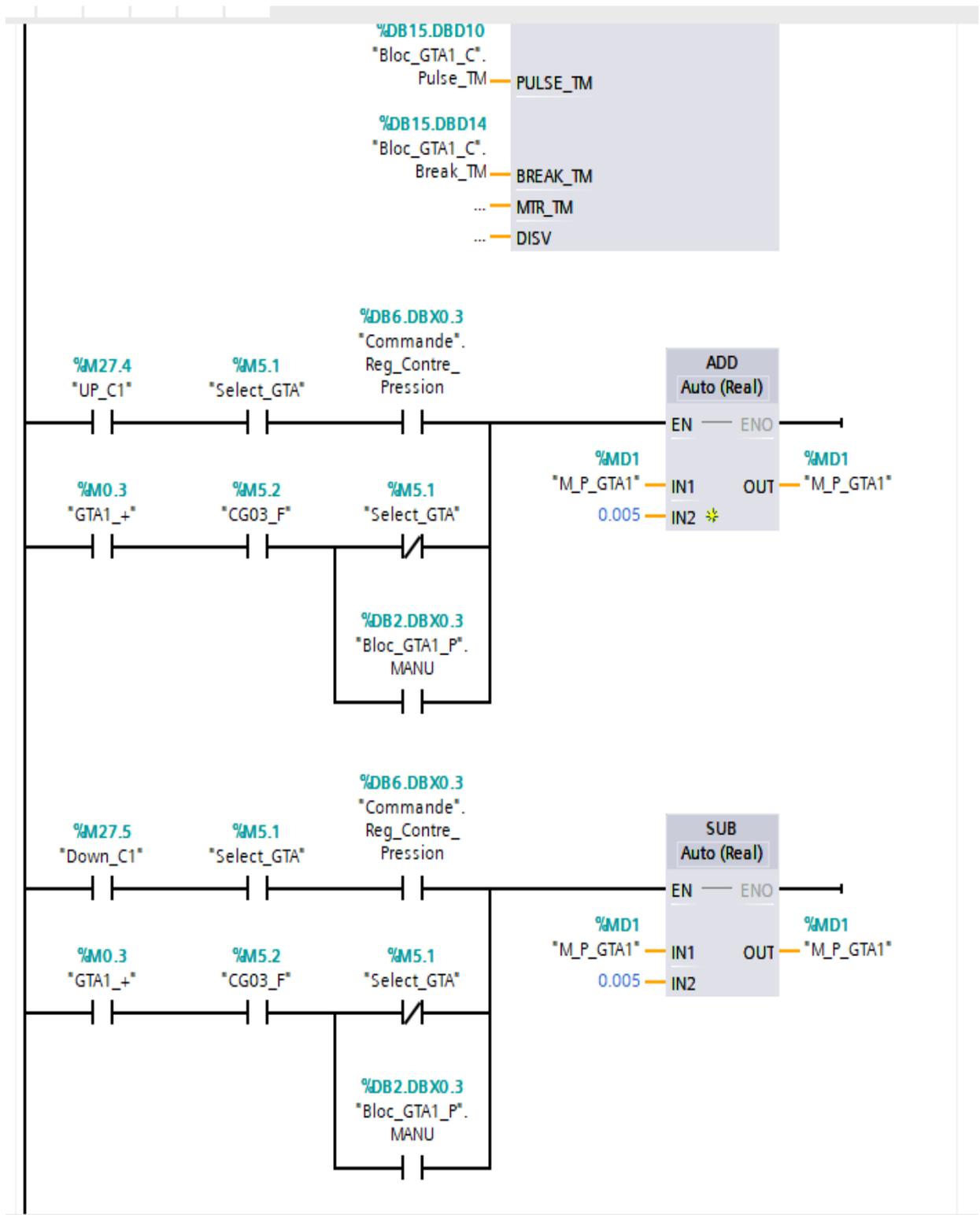
Réseau 1 : Multiplication des deux valeurs pour une marge d'erreur apparente

Commentaire



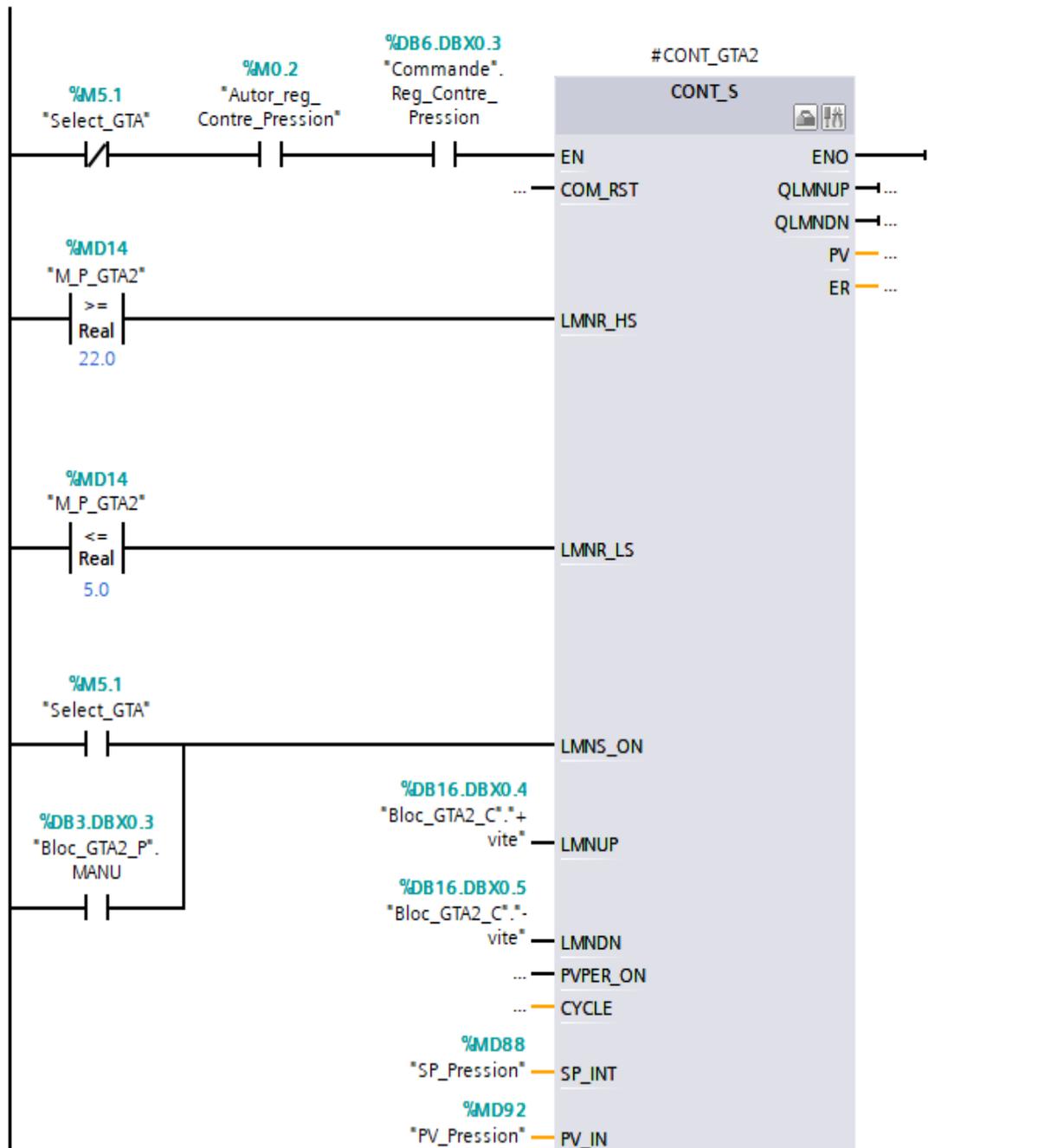
Commentaire

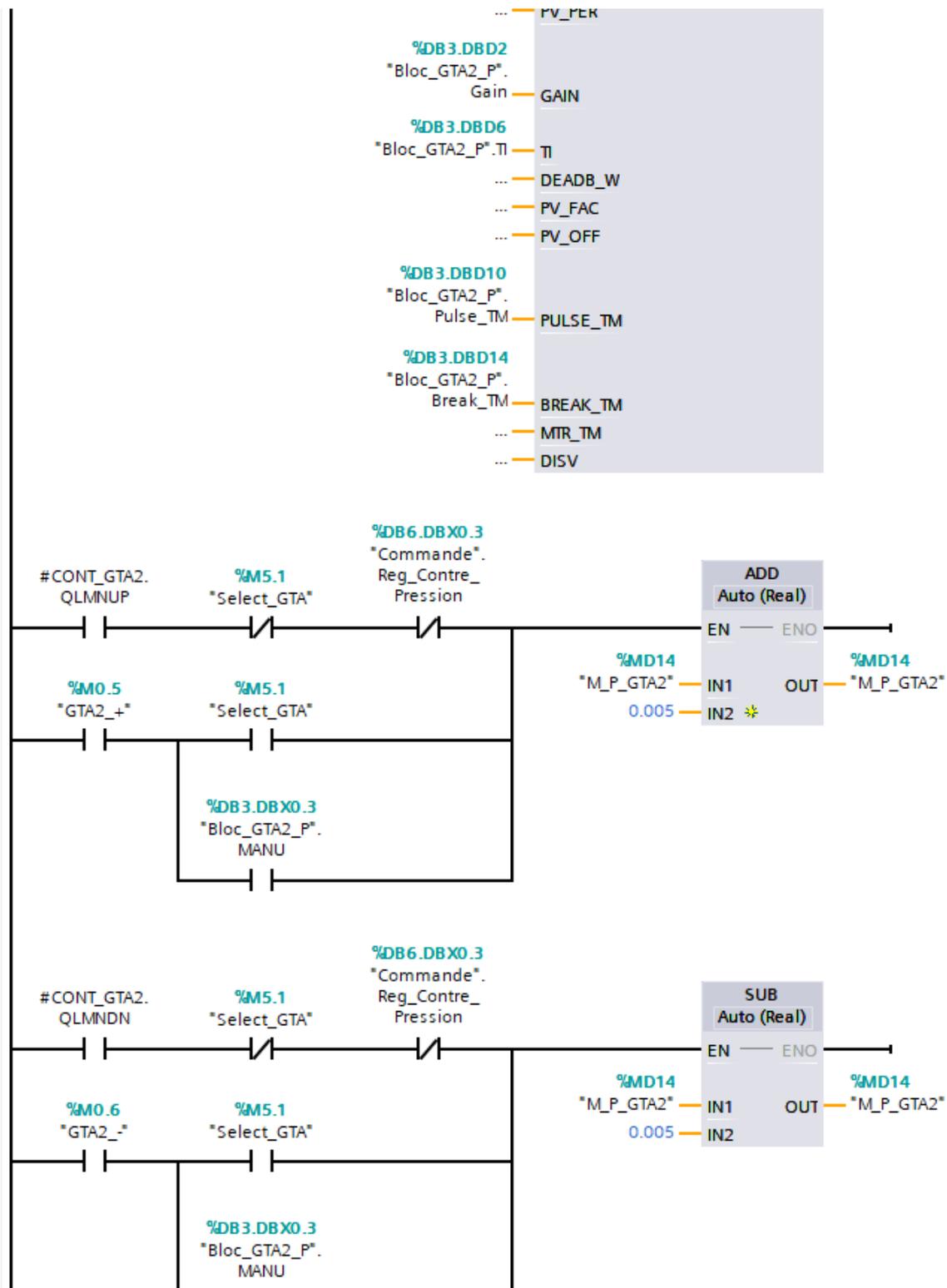




### Réseau 3 : Régulateur Contre pression GTA\_2

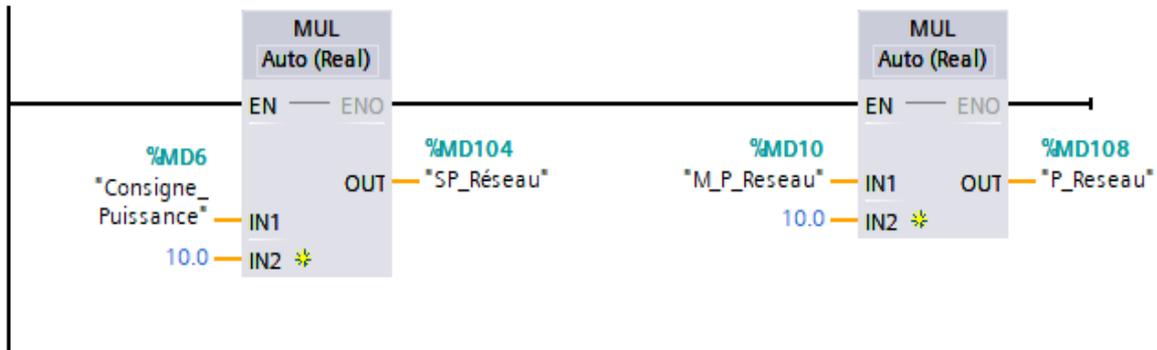
Commentaire





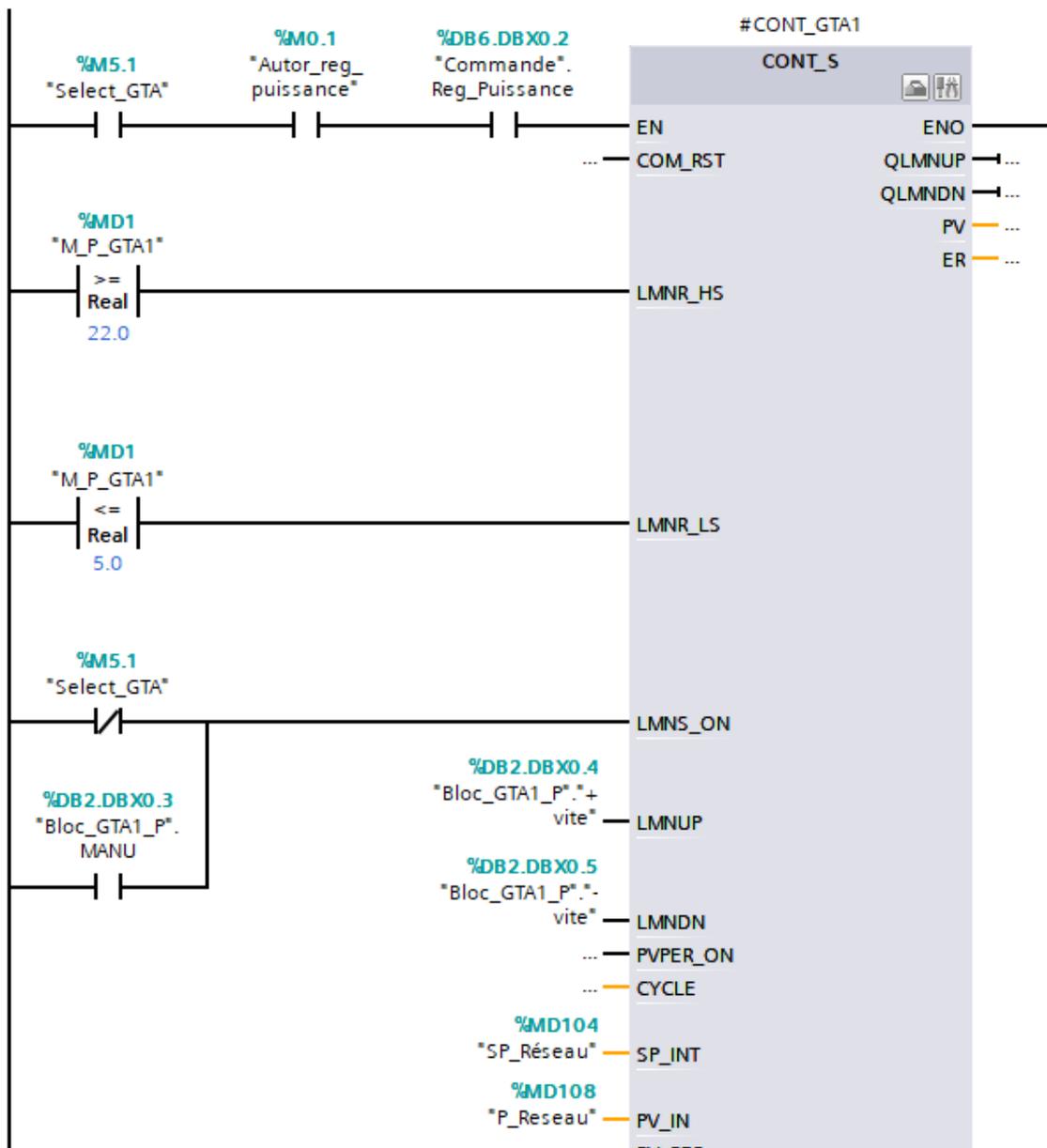
## Réseau 1 : Multiplication des deux valeurs pour une marge d'erreur apparente

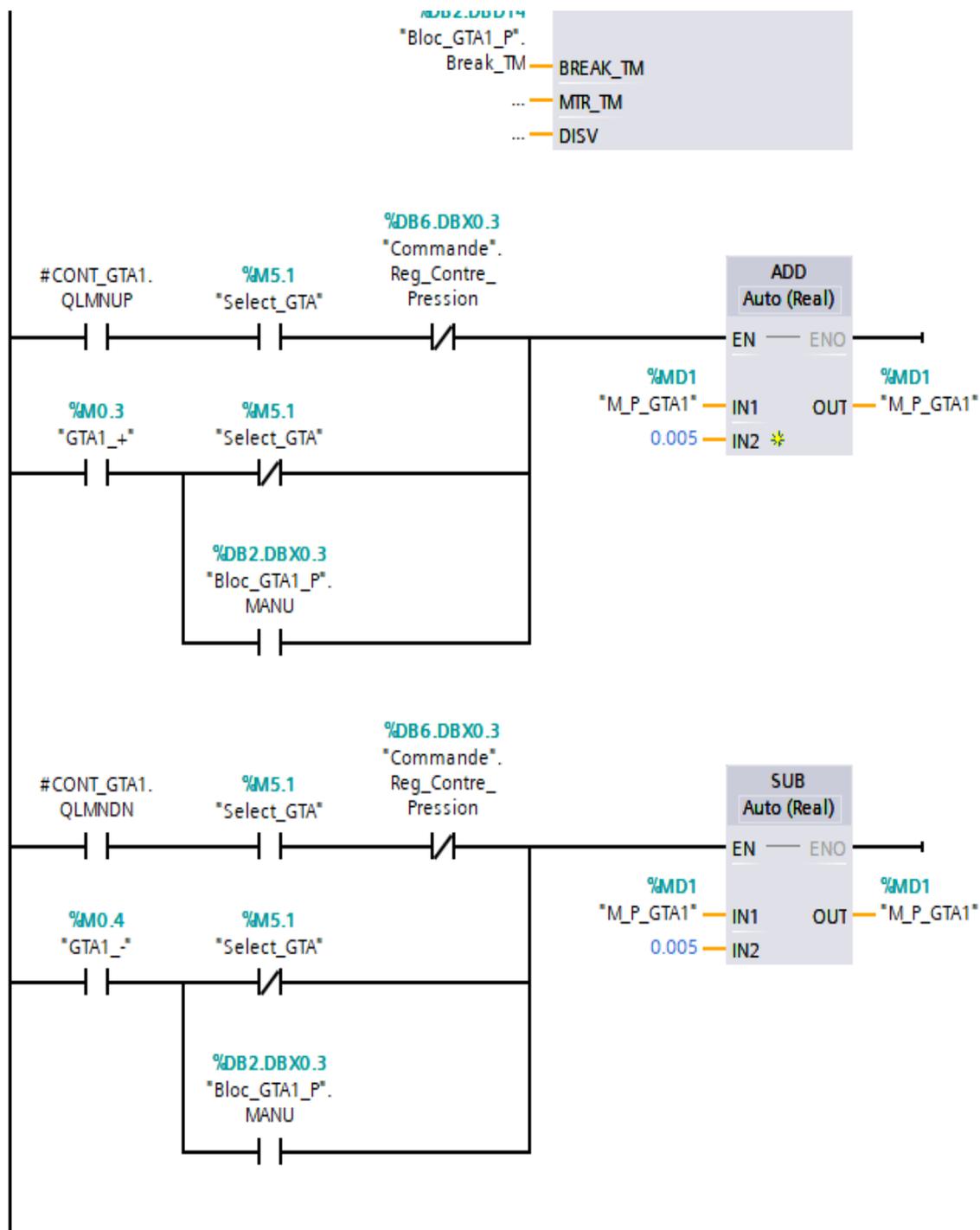
Commentaire



## Réseau 2 : Régulateur puissance GTA1

Commentaire





Bloc_GTA1_C										
	Nom	Type de données	Décalage	Valeur de départ	Rémanence	Accessible ...	Écritu...	Visible da...	Valeur de ...	
1	▼ Static				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2	■ CMD_AUTO	Bool	0.0	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3	■ CMD_Manu	Bool	0.1	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4	■ AUTO	Bool	0.2	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5	■ MANU	Bool	0.3	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6	■ +vite	Bool	0.4	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7	■ -vite	Bool	0.5	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
8	■ Gain	Real	2.0	0.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
9	■ Tl	Time	6.0	T#1S	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10	■ Pulse_TM	Time	10.0	T#100ms	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
11	■ Break_TM	Time	14.0	T#3s	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Bloc_GTA1_P										
	Nom	Type de données	Décalage	Valeur de départ	Rémanence	Accessible ...	Écritu...	Visible da...	Valeur de ...	
1	▼ Static				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2	■ CMD_AUTO	Bool	0.0	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3	■ CMD_Manu	Bool	0.1	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4	■ AUTO	Bool	0.2	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5	■ MANU	Bool	0.3	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6	■ +vite	Bool	0.4	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7	■ -vite	Bool	0.5	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
8	■ Gain	Real	2.0	-0.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
9	■ Tl	Time	6.0	T#1S	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10	■ Pulse_TM	Time	10.0	T#100ms	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
11	■ Break_TM	Time	14.0	T#3s	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Bloc_GTA2_C										
	Nom	Type de données	Décalage	Valeur de départ	Rémanence	Accessible ...	Écritu...	Visible da...	Valeur de ...	
1	▼ Static				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2	■ CMD_AUTO	Bool	0.0	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3	■ CMD_MANU	Bool	0.1	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4	■ AUTO	Bool	0.2	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5	■ MANU	Bool	0.3	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6	■ +vite	Bool	0.4	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7	■ -vite	Bool	0.5	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
8	■ Gain	Real	2.0	0.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
9	■ Tl	Time	6.0	T#1S	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10	■ Pulse_TM	Time	10.0	T#100ms	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
11	■ Break_TM	Time	14.0	T#3s	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Bloc_GTA2_P									
	Nom	Type de données	Décalage	Valeur de départ	Rémanence	Accessible ...	Écritu...	Visible da...	Valeur de ..
1	▼ Static				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	▣ CMD_AUTO	Bool	0.0	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	▣ CMD_MANU	Bool	0.1	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	▣ AUTO	Bool	0.2	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	▣ MANU	Bool	0.3	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	▣ +vite	Bool	0.4	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	▣ -vite	Bool	0.5	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	▣ Gain	Real	2.0	-0.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	▣ Tl	Time	6.0	T#1S	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	▣ Pulse_TM	Time	10.0	T#100ms	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11	▣ Break_TM	Time	14.0	T#3s	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Bloc_PV513									
	Nom	Type de données	Décalage	Valeur de départ	Rémanence	Accessible ...	Écritu...	Visible da...	Valeur de ..
1	▼ Static				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	▣ CMD_AUTO	Bool	0.0	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	▣ CMD_ManU	Bool	0.1	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	▣ AUTO	Bool	0.2	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	▣ MANU	Bool	0.3	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	▣ Gain	Real	2.0	1.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	▣ Tl	Time	6.0	T#3S	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	▣ TD	Time	10.0	T#3S	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	▣ Va _MAnu	Real	14.0	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Bloc_TV513									
	Nom	Type de données	Décalage	Valeur de départ	Rémanence	Accessible ...	Écritu...	Visible da...	Valeur de ..
1	▼ Static				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	▣ CMD_AUTO	Bool	0.0	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	▣ CMD_ManU	Bool	0.1	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	▣ AUTO	Bool	0.2	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	▣ MANU	Bool	0.3	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	▣ Gain	Real	2.0	-0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	▣ Tl	Time	6.0	T#3S	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	▣ TD	Time	10.0	T#3S	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	▣ Va _MAnu	Real	14.0	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Commande									
	Nom	Type de données	Décalage	Valeur de départ	Rémanence	Accessible ...	Écritu...	Visible da...	Valeur de ..
1	▼ Static				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	■ CMD_Reg_Puissance	Bool	0.0	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	■ CMD_Reg_Contre_Pre...	Bool	0.1	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	■ Reg_Puissance	Bool	0.2	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	■ Reg_Contre_Pression	Bool	0.3	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Mesure									
	Nom	Type de données	Valeur de départ	Rémanence	Accessible ...	Écritu...	Visible da...	Valeur de ..	
1	▼ Static			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2	■ M_PT100	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3	■ M_COSQ_GTA1	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4	■ M_TT100	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5	■ M_FT100	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6	■ M_FT200	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7	■ M_COSQ_GTA2	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
8	■ M_PT513-1	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
9	■ M_PT513-2	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10	■ M_PT513-3	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
11	■ M_TT513-1	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
12	■ M_TT513-2	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
13	■ M_TT513-3	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
14	■ M_POS-PV513	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
15	■ M_POS-TV513	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
16	■ M_P-GTA1	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
17	■ M_Q-GTA1	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
18	■ M_U-GTA1	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
19	■ M_I-GTA1	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
20	■ M_P-GTA2	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
21	■ M_Q-GTA2	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
22	■ M_U-GTA2	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
23	■ M_I-GTA2	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
24	■ M_P-RES	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
25	■ M_Q-RES	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
26	■ M_U-RES	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
27	■ M_I-RES	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Regulation_Contre_Pression_DB								
	Nom	Type de données	Valeur de départ	Rémanence	Accessible ...	Écritu...	Visible da...	Valeur de ..
1	← Input			<input type="checkbox"/>				
2	← Output			<input type="checkbox"/>				
3	← InOut			<input type="checkbox"/>				
4	← CONT_GTA1	CONT_S		<input type="checkbox"/>				
5	← CONT_GTA2	CONT_S		<input type="checkbox"/>				
6	← Static			<input type="checkbox"/>				

Regulation_Puissance_DB					
	Nom	Type de données	Valeur de départ	Rémanence	
1	← Input			<input type="checkbox"/>	
2	← Output			<input type="checkbox"/>	
3	← InOut			<input type="checkbox"/>	
4	← CONT_GTA1	CONT_S		<input type="checkbox"/>	
5	← CONT_GTA2	CONT_S		<input type="checkbox"/>	
6	← CONT_C_PV513	CONT_C		<input type="checkbox"/>	
7	← CONT_C_TV513	CONT_C		<input type="checkbox"/>	
8	← Static			<input type="checkbox"/>	