

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne démocratique et populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

جامعة سعد دحلب البلدة  
Université SAAD DAHLAB de BLIDA

كلية التكنولوجيا  
Faculté de Technologie

قسم الآليات والالكتروتقني  
Département Automatique et Electrotechnique

مؤسسة الاسمنت للمتيجة  
La Société des Ciments de la Mitidja



# Mémoire de Projet de Fin d'Études

Présenté par

LOUNISE Abdelkader

&

SEGHIER Oussama

Pour l'obtention du diplôme de master en Automatique option Automatique et Informatique Industrielle (AII).

---

Thème

---

## Mise à niveau de la commande des grilles du refroidisseur Clinker vers le S7-300 au sein du (SCMI).

---

---

Promoteur : BENNILA Noureddine.

Co-promoteur : Djanati Mohamed Amine.



# Remerciements

---

Nous tenons d'abord à remercier notre DIEU le tout puissant, de nous avoir donné le courage et la patience de mener à bien notre projet.

Nos remerciements s'adressent également à Mr BENNILA NOUREDDINE de nous avoir fait l'honneur d'être notre Promoteur, pour nous avoir guidés et encouragés durant ce travail.

Nous tenons à exprimer nos vifs remerciements à notre CO-promoteur Mr. DJANATI MOHAMED LAMINE de La cimenterie de Meftah pour nous avoir encadrés durant notre projet de fin d'études et nous avoir conseillés tout le long de notre travail.

Nous exprimons aussi notre sincère reconnaissance au personnel de la Cimenterie de Meftah, en citant Mr.LAHCINE et Mme LAHCINE Née CHABI et Mr.ABBAD, et tous ceux dont nous ne pourrions pas citer, tous les noms qui ont contribué à ce travail de près ou de loin, particulièrement le service système et automatisation, pour leurs orientations et encouragement tout au long de notre stage.

Nous remercions chaleureusement les membres du jury pour l'honneur qu'ils nous ont fait en acceptant d'évaluer notre projet.

Enfin, nous exprimerons nos profonds remerciements à toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.

Oussama & Abdelkader

*Je dédie ce travail*

*A ma mère que j'aurais aimée qu'elle soit parmi nous, que dieu l'accueille dans son  
vaste paradis.*

*A mon père qui m'a soutenu et encouragé durant ces années d'études.*

*A mon frère, mes sœurs qui ont partagé avec moi tous les moments d'émotion lors  
de la réalisation de ce travail.*

*Sans oublier mon binôme OUSSAMA pour son aide, sa disponibilité, sa patience  
et sa compréhension durant la durée de notre stage et notre projet de fin d'étude.*

*Et toute ma famille et à tous ceux que j'aime.*

*Merci !*

LOUNIS



*Je dédie ce travail*

*En particulier à mes très chers parents qui ont toujours été là pour moi, et qui m'ont donné un magnifique modèle de labeur et de persévérance. J'espère qu'ils trouveront dans ce travail toute ma reconnaissance et tout mon amour.*

*Mes frères pour leur grand amour et leur soutien qu'ils trouvent ici l'expression de ma haute gratitude.*

*Sans oublier mon binôme ABDELKADER pour son aide, sa disponibilité, sa patience et sa compréhension durant la durée de notre stage et notre projet de fin d'étude.*

*Et toute ma famille et à tous ceux que j'aime.*

*Merci !*

SEGHIER

## Listes des acronymes et abréviations

---

**GICA** : Groupe Industriel des Ciment d'Algérie.

**SCMI** : Société du Ciment de la Mitidja.

**KHD** : Nom d'une machine anglaise.

**FCB** : Nom d'une machine anglaise.

**LCB** : Local Commande Box.

**CPU** : Central Processing Unit (Unité centrale de l'automate).

**PLC** : Programmable Logic Controller.

**API** : Automate Programmable Industriel.

**TOR** : Tout Ou Rien.

**PC** : Partie commande.

**PO** : Partie opérative.

**CPU** : Central Processing Unit (unité central de l'automate).

**PS** : Gammes des Alimentations Stabilisées de Siemens.

**CP** : Process Communication. **E/S** : Entrée / sortie.

**IM** : Coupleur.

**SM** : Module de signaux.

**FM** : Module de fonctions.

**PG** : Console de programmation.

**OB** : Bloc d' Organisation.

**FB** : bloc fonctionnel.

**FC** : Fonction.

**DB** : Bloc de Données.

**MPI** : Multi Point Interface.

**PROFITBUS**: Process Field Bus.

**LED**: Light Emitting Diode.

**DO**: Digital Output.

**DI**: Digital Input.

**AI**: Analog Input.

**AO**: Analog Output.

**HMI** : Interface Homme Machine.

**WinCC**: Windows Control Center.

في إطار ختم المحلة النهائية من التعليم العالي والبحث العلمي لنيل شهادة الماستر في تخصص آليات وإعلام آلي صناعي، قمنا بإنجاز هذا العمل الذي عرض في هذه المذكرة، حيث يركز على اقتراح حل للمشكلة الموجودة في البطاقة المتحكم في مبرد الشبكة الناقلة للمادة الأولية للإسمنت، وذلك على مستوى منطقة الإنشاء الواقعة في مصنع الإسمنت للمنتجة.

أولا قمنا بعرض مراحل تصنيع الإسمنت بصفة عامة ثم تعمقنا في شرح المرحلة المعنية بالمشكلة، ولحل هذه الأخير قمنا باستعمال وسيلة أتوماتيكية نقوم من خلالها ببرمجة أوامر الشبكة الناقلة لمسحوق الإسمنت الأولي، ودمجها في البرنامج العام المسير للمنطقة. وهذا بواسطة برمجة المتحكم الآلي القابل للبرمجة SIEMENS S7-300 عن طريق برنامج TIA PORTAL V16 الذي يُمكن المستخدم من استعمال حاسوب خاص WinCC

كما قمنا بوضع نظام للتحكم والمراقبة عن بعد الذي سيسمح للمشغل بالحصول على عرض ديناميكي للعملية والحصول على البيانات (القياسات والإنذارات والمنحنيات)، ويكون لديه القدرة على إجراء الأوامر اللازمة في الوقت المناسب.

**الكلمات المفتاحية:** الأجهزة الأوتوماتيكية، S7-300، SIEMENS، TIA-PORTAL V16، WinCC، المراقبة،

## Résumé

Dans le cadre de notre dernière année du cursus du Master automatique et informatique industriel nous réalisons un projet qui se porte sur la proposition d'une solution de la problématique qui se trouve dans la zone cuisson et plus précisément l'atelier refroidisseur à grilles, au sein de la société SCMI cimenterie de Meftah.

Tout d'abord, nous avons étudié l'instrumentation du système. Par la suite, nous avons mis en avant un programme en utilisant un automate SIEMENS S7 300 avec le logiciel TIA PORTAL V16. Enfin, nous avons réalisé un système de contrôle-commande grâce au logiciel WinCC.

Notre travail a permis de régler un problème de commande à l'aide des méthodes de l'automatisme et de réaliser une supervision qui permettra à l'opérateur d'avoir un affichage dynamique du processus, d'acquérir des données (mesures, alarmes, courbes) et d'effectuer les bonnes commandes au bon moment.

**Mots clés :** instrumentation, automatisation, SIEMENS, S7-300, supervision, WinCC, TIA PORTAL V16.

## Abstract

The work presented in this master's thesis goes at the suggestion of a solution for the problematic, which is located in the cooking zone and more precisely the grate cooler workshop unit within the SCIM cement factory in Meftah.

Firstly, we've been studying the system's instrumentation. After that, we have elaborated a program using a programmable logic controller SIEMENS S7 300 with the TIA PORTAL V16 software. Lastly, we've realized a control-command's system thanks to the software WinCC.

Our work permitted us to solve an order problem using some automation methods and to achieve a supervision that will allow the operator to have a dynamic display of the process, to acquire data (measurements, alarms, curves) and to perform the right orders at the right moment.

**Key Words:** instrumentation, automation, SIEMENS, S7-300, supervision, WinCC. TIA PORTAL V16

# Table des matières

---

<b>Introduction générale</b> .....	1
<b>Chapitre I : Représentations de la cimenterie de MEFTAH</b>	
1.1 Introduction .....	2
1.2 La situation géographique de la cimenterie .....	2
1.3 Le processus de fabrication .....	3
1.4 Description de la ligne de production.....	3
1.4.1 La zone carrière .....	4
1.4.2 La zone CRU .....	5
1.4.3 La zone cuisson.....	7
1.4.4 La zone Ciment.....	9
1.4.5 La zone expédition.....	9
I.5 Atelier refroidisseur à grille .....	10
I.6 Problématique .....	13
I.7 Cahier des charges.....	14
I.8 Conclusion .....	14
<b>Chapitre 2 Instrumentation de l’atelier refroidisseur à grilles</b>	
2.1 Introduction .....	16
2.2 Instrumentation du système de refroidisseur à grilles .....	16
2.2.1 Partie Opérative.....	16
2.2.2 Partie Commande : .....	26
2.3 Communication : .....	34
2.3.1 Outils de communications : .....	35
Conclusion.....	43
<b>Chapitre 3 Programmation du système de l’atelier refroidisseur à grilles</b>	
3.3 Introduction .....	45

# Table des matières

---

3.2L'architecture de notre projet.....	45
3.3Fonctionnement.....	45
3.3.2Description générale du fonctionnement de notre projet.....	46
3.4Configuration matériel (Partie Hardware) : .....	47
3.4.1Choix du matériel.....	48
3.5Programmation de PLC (partie software).....	49
3.5.1 Blocs de code : .....	49
3.5.2 Organisation et programmation des blocs : .....	51
3.5.3Les blocs d'organisation Ob.....	58
3.6Création de la table des variables : .....	60
3.7Communication entre s7 300 et s7 400.....	62
3.7.1 Configuration de l'adresse IP de cpu dans tia portal :.....	62
3.7.2 Définir la liaison dans step7 entre les deux cpu : .....	63
3.7.3 Configuration de ladres IP de cpu 300 dans stap 7 :.....	63
3.8Simulation de programme par PLCSIM .....	64
Conclusion.....	65

## **Chapitre 4 Supervision de l'atelier refroidisseur à grille**

4.1Introduction .....	68
4.2La supervision .....	68
4.3Réalisation de la supervision : .....	68
4.3.1Etablissement d'une liaison HMI : .....	68
4.3.2La supervision avec HMI KTP1000 :.....	69
4.4Présentation Graphiques :.....	69
4.5Les variables HMI.....	70
4.6Les vues.....	71
4.6.1Création d'une vue.....	71

# Table des matières

---

4.7La vue principale : .....	72
4.7.1La vue choix du mode.....	73
4.7.2La vue des paramètres.....	73
4.7.3La vue des courbes.....	75
4.7.4La vue des grilles de refroidisseur .....	76
4.7.5La vue des alarmes.....	76
4.8 Conclusion.....	77
<b>Conclusion générale</b> .....	78
Annexe A.....	79
Bibliographie.....	91

### Chapitre I : Représentations de la cimenterie de MEFTAH

<b>Figure I.1</b> : Situation géographique de la cimenterie de MEFTAH. ....	2
<b>Figure I.2</b> : Schéma de processus de fabrication du ciment. ....	3
<b>Figure I.3</b> : Extraction et transport de la matière première. ....	4
<b>Figure I.4</b> : Concassage et transport. ....	5
<b>Figure I.5</b> : La zone CRU .....	5
<b>Figure I.6</b> : Hall de pré homogénéisation. ....	6
<b>Figure I.7</b> : Broyage a cru.....	6
<b>Figure I.8</b> : La cuisson.....	7
<b>Figure I.9</b> : Le four rotatif .....	8
<b>Figure I.10</b> : refroidisseur à grille.....	8
<b>Figure I.11</b> : Broyage ciment.....	9
<b>Figure I.12</b> : Expédition en sac.....	10
<b>Figure I.13</b> : Expédition en vrac. ....	10
<b>Figure I.14</b> : local commande box (LCB) .....	13

### Chapitre 2 Instrumentation de l'atelier refroidisseur à grilles

<b>Figure 2.1</b> -Déférente type de vérin.....	17
<b>Figure 2.2</b> -Les différents types de vérins .....	18
<b>Figure 2.3</b> -schéma synoptique du vérin de la grille de refroidisseur.....	18
<b>Figure 2.4</b> -Vérins double effet .....	20
<b>Figure 2.5</b> -schéma de fonctionnement d'un vérin double effet.....	20
<b>Figure 2.6</b> -synoptique d'un distributeur proportionnel .....	21
<b>Figure 2.7</b> -Servo-valve de la commande hydraulique de la grille du refroidisseur .....	21
<b>Figure 2.8</b> -corp d'un Distributeur proportionnel.....	22
<b>Figure 2.9</b> -schéma d'une boucle de contrôle sarvo-valve.....	22

<b>Figure 2.10</b> -schéma de fonctionnement .....	23
<b>Figure 2.11</b> -Dispositif de mesure de position.....	24
<b>Figure 2.12</b> -démontage de capture de position balluf .....	25
<b>Figure 2.13</b> -schéma de fonctionnement de dispositif de mesure de position .....	25
<b>Figure 2.14</b> -Les différents composants d'un API .....	26
<b>Figure 2.15</b> : L'automate programmable S7-400.....	27
<b>Figure 2.16</b> -Vue sur l'automate s7-300.....	28
<b>Figure 2.17</b> -Les différents composants d'un API de notre projet.....	30
<b>Figure 2.18</b> -Vue de face du module .....	32
<b>Figure 2.19</b> -Principe du codage de capture position .....	33
<b>Figure 2.20</b> - Exemple d'un réseau de communication .....	34
<b>Figure 2.21</b> -les différentes applications dans TIA PORTAL.....	36
<b>Figure 2.22</b> -vue du portail .....	37
<b>Figure 2.23</b> -vue du projet .....	38
<b>Figure 2.24</b> -Adresses des modules E/S .....	39
<b>Figure 2.25</b> -Interface de simulation PLCSIM.....	41
<b>Figure 2.26</b> -Interface de simulation SIMATIC WINCC.....	42
<b>Chapitre 3 Programmation du système de l'atelier refroidisseur à grilles</b>	
<b>Figure 3.1</b> - Architecture réseau de l'atelier refroidisseur à grilles de notre projet .....	45
<b>Figure 3.2</b> : Configuration du matériel .....	48
<b>Figure 3.3</b> : Vue du rack.....	49
<b>Figure 3.4</b> : Fenêtre d'ajout d'un nouveau bloc .....	50
<b>Figure 3.5</b> : Fenêtre de bloc OB1 .....	50
<b>Figure 3.6</b> : les liaisons entre les blocs .....	51
<b>Figure 3.7</b> : affichage des blocs utilisés.....	52



<b>Figure 3.7</b> : schéma synoptique de calculer la vitesse de grille .....	52
<b>Figure 3.8</b> : Vue des réseaux du bloc FC1 .....	53
<b>Figure 3.9</b> : Vue interne de bloc FC1 .....	53
<b>Figure 3.10</b> : graphe des paramètres des rampes .....	54
<b>Figure 3.11</b> : Vue des réseaux du bloc FC2 .....	54
<b>Figure 3.12</b> : Vue interne du bloc FC2 .....	54
<b>Figure 3.13</b> : Vue interne du bloc FC3 .....	55
<b>Figure 3.14</b> : Vue interne du bloc FC4 .....	56
<b>Figure 3.15</b> : Vue interne du bloc FC5 .....	56
<b>Figure 3.16</b> : Vue bloc de db4 .....	57
<b>Figure 3.17</b> : Vue bloc de db5 .....	57
<b>Figure 3.18</b> : Vue des réseaux de l'OB1 .....	58
<b>Figure 3.19</b> : Vue interne de l'OB1 .....	58
<b>Figure 3.20</b> : Vue mise à l'échelle de consigne vitesse de grille .....	59
<b>Figure 3.21</b> : Vue unscale de la consigne envoyer vers la servovalve.....	59
<b>Figure 3. 22</b> : Vue mise à l'échelle de mesure position de vérin .....	60
<b>Figure 3.23</b> : table des variables .....	61
<b>Figure 3.24</b> : architecture de Communication entre s7 300 et s7 400.....	62
<b>Figure 3.26</b> : Vue de création une nouvelle liaison .....	63
<b>Figure 3.27</b> : Vue de configuration de ladres IP de cpu 300 .....	63
<b>Figure 3.28</b> : Vue de fonction Get et Put.....	64
<b>Figure 3.29</b> : Vue de la simulation du l'OB1 par le PLC-SIM .....	64
<b>Figure 3.30</b> : Vue de la simulation du l'OB1 par le PLC-SIM.....	65

## Chapitre 4 Supervision de l'atelier refroidisseur à grille

<b>Figure 4.1</b> : Liaison PLC-HMI .....	68
<b>Figure 4.2</b> : Ajout de HMIKTP1000 .....	69

## Liste des figures

---

<b>Figure 4.3:</b> Vue de la présentation graphique.....	69
<b>Figure 4.4:</b> Exemple d'une bibliothèque statique.....	70
<b>Figure 4.5:</b> Exemple d'une bibliothèque dynamique.....	70
<b>Figure 4.6 :</b> La table des variables HMI.....	71
<b>Figure 4.7:</b> Les différentes vues de notre projet. ....	72
<b>Figure 4.8:</b> La vue principale du procès. ....	72
<b>Figure 4.9:</b> La vue choix du mode.....	73
<b>Figure 4.10:</b> La vue du paramètre.....	73
<b>Figure 4.11:</b> La vue des courbes.....	75
<b>Figure 4.12:</b> La vue des grilles de refroidisseur.....	76
<b>Figure 4.13:</b> Tables des alarmes.....	77
<b>Figure 4.14.:</b> la vue des alarmes.....	77

### Chapitre 3 Programmation du système de l'atelier refroidisseur à grille

<b>Tableau 3.1</b> : Différents type de variables contenues dans TIA Portal .....	61
---	----

**Chapitre I :**  
**Représentations de la**  
**cimenterie de**  
**MEFTAH**

L'évolution rapide des techniques d'automatisation et de supervision a permis de contourner la plupart des problèmes rencontrés dans le monde industriel, et fournit plusieurs solutions pour améliorer la productivité et la maintenance ainsi que la sécurité des systèmes industriels dans le but de minimiser les coûts et maximiser les profits.

Le ciment est parmi les plus importants matériaux de construction de nos jours. C'est un produit issu de la nature, qui a subi diverses améliorations avec le temps, en effet, c'est un liant hydraulique sous forme de fine poudre minérale qui a la particularité de durcir (phénomène de prise) en présence d'eau. Après durcissement, le ciment hydraté conserve sa résistance et sa stabilité même au contact de l'eau.

Plus 96% des capacités de production de ciment en Algérie sont le fait de deux grands groupes, GICA (public) et Lafarge-Holcim. Ces derniers produisent respectivement 13.5 millions de tonnes et 11.1 millions de tonnes. Ces entreprises ont recours aux techniques de production les plus récentes basées sur l'automatisation et la supervision.

La capacité de production de l'Algérie, qui compte 17 cimenteries en service, est passée de 20 à 25 millions de tonnes entre de 2015 et 2017 grâce à la réception de plusieurs projets d'extension ou de nouvelles cimenteries. Si la production nationale a augmenté, la demande a suivi la même courbe ces dernières années. Celle-ci est en effet passée de 20 millions de tonnes en 2010 à 26 millions de tonnes en 2016. Pour couvrir cette demande la cimenterie GICA est dans l'obligation de produire davantage de quantité tout en offrant une bonne qualité de produit.

Le but principal de notre projet consiste à proposer une solution à une problématique liée au système de l'atelier de refroidisseur à grilles au niveau de la zone cuisson au sein de la cimenterie de Meftah.

Dans ce cadre, nous avons organisé notre plan de travail en quatre chapitres qui se résume comme suit :

- Le premier chapitre présente le processus de fabrication du ciment, le développement de l'atelier refroidisseur à grilles en détails, la problématique et le cahier des charges.
- Le deuxième chapitre décrit l'instrumentation de cet atelier.
- Le troisième chapitre traite la partie programmation et la solution de la problématique.
- Le quatrième chapitre aborde la partie supervision de l'atelier refroidisseur à grilles.
- En dernier, notre travail se clôture avec une conclusion générale.

# Chapitre I : Représentations de la cimenterie de MEFTAH

## 1.1 Introduction

La Société des Ciments de la Mitidja (S.C.M.I) est une filiale du Groupe Industriel des Ciments de l'Algérie (G.I.C.A.). Elle comprend une seule unité : la cimenterie de MEFTAH. La S.C.M.I a été réalisée dans le cadre du plan quadriennal de « 1970-1973 ». Elle fait partir des premières cimenteries installées en Algérie.

Ce chapitre va comporter une présentation de la cimenterie de MEFTAH afin de donner une idée générale sur les différentes étapes de la production de ciment.

## 1.2 La situation géographique de la cimenterie

La Cimenterie de MEFTAH est localisée à proximité de la route nationale n°29, Reliant la commune de MEFTAH à celle de Khemis-El-Khechna. Elle est implantée dans la commune de MEFTAH, Daira de Meftah, Wilaya de Blida. Elle est située à 27km au sud est d'Alger. Elle est à une dizaine de kilomètres de la gare de Oued Smar et à une quinzaine de kilomètres de l'aéroport international d'Alger. [1] voir Figure I.1



**Figure I.1 : Situation géographique de la cimenterie de MEFTAH.**

# Chapitre I : Représentations de la cimenterie de MEFTA

## 1.3 Le processus de fabrication

Le ciment est un produit industriel fabriqué par broyage, mélange du clinker, du gypse et d'ajouts. Le clinker qui est le principal constituant des ciments est un produit semi fini obtenu par la cuisson d'un mélange des matières premières à haute température (1450 °C).

Ce mélange des matières premières est broyé finement avant la cuisson pour obtenir une farine qui contient certains composants (éléments chimiques) dont les propriétés bien définies. [1] voir Figure I.2

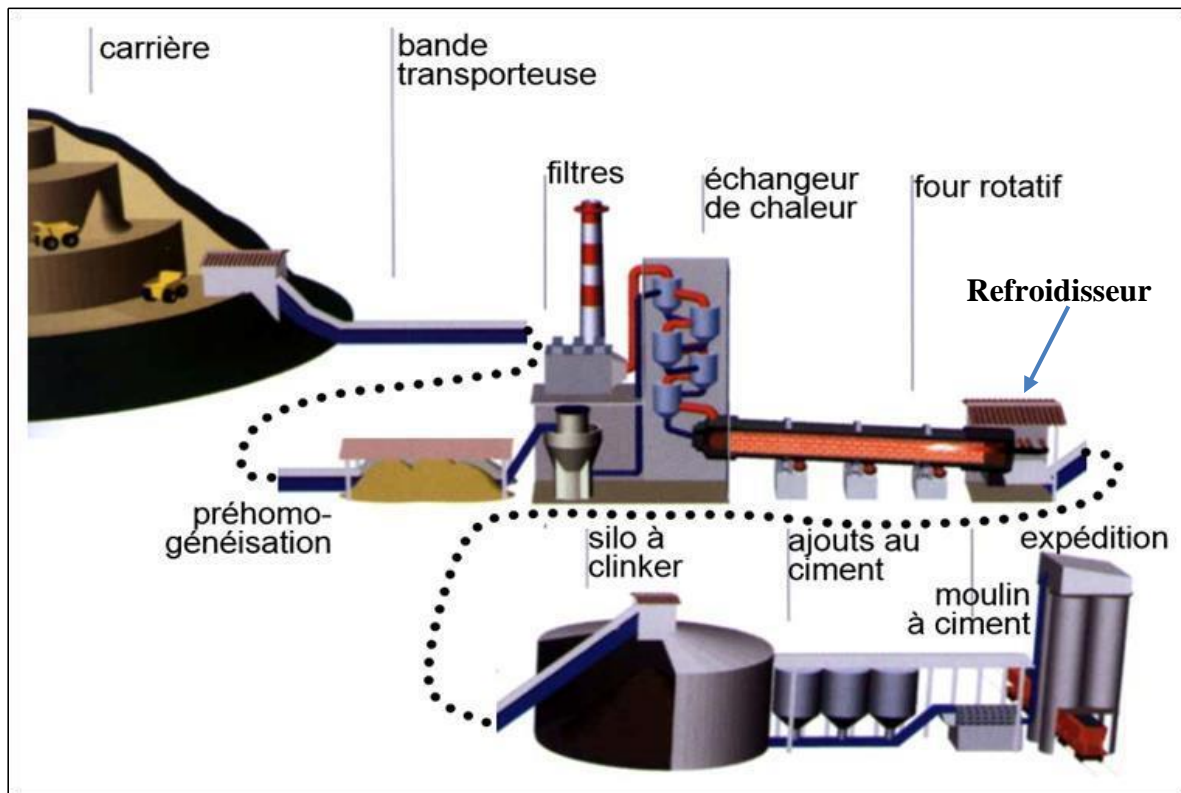


Figure I.2 : Schéma de processus de fabrication du ciment.

## 1.4 Description de la ligne de production

L'usine possède une seule ligne de production, par voie sèche. Cette dernière est divisée en cinq zones, comme suit :

- Zone I : Carrière de calcaire.
- Zone II : Cru.
- Zone III : Cuisson.

# Chapitre I : Représentations de la cimenterie de MEFTAH

---

- Zone IV : Ciment.
- Zone V : Expédition. [1]

## 1.4.1 La zone carrière

Dans cette zone, on trouve :

### a. Extraction et transport de la matière première

La cimenterie de MEFTAH exploite deux carrières à ciel ouvert par des pelles mécaniques ou encore par ripage au bulldozer : voir Figure I.3

- Une carrière de calcaire qui se situe à 1 km de l'usine.
- Une carrière d'argile qui se situe à 4km de l'usine.



**Figure I.3 :** Extraction et transport de la matière première.

### b. Le concassage

Le calcaire est envoyé vers l'atelier de concassage. Les deux concasseurs FCB 450 T/h et KHD 1000 T/h réduisent les matériaux à une taille maximum de 80 mm. La roche est ensuite échantillonnée en continu pour déterminer la quantité des différents ajouts nécessaires (oxyde de fer, alumine, silice) et atteindre ainsi la composition chimique idéale. Le calcaire et l'argile sont ensuite transportés par les tapis T0, T1, T2 et T3 vers deux halls différents de pré-homogénéisation où la matière est stockée en couches horizontales superposées puis reprise verticalement. [1] voir Figure I.4



# Chapitre I : Représentations de la cimenterie de MEFTAH

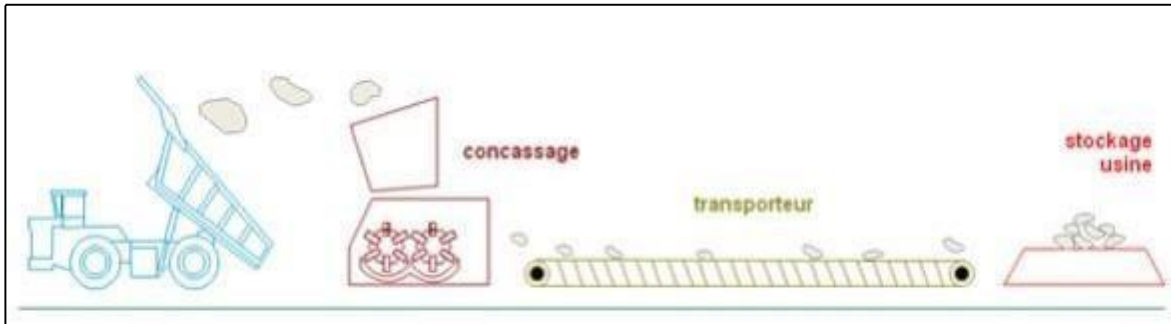


Figure I.4 : Concassage et transport.

## 1.4.2 La zone CRU



Figure I.5 : La zone CRU

### a. La pré-homogénéisation

En général, deux constituants sont utilisés pour la préparation du cru : le calcaire et l'argile. Après le concassage de ces deux constituants de base on obtient une granulométrie de « 0 à 25mm ». Une prise d'échantillon sera réalisée pour effectuer les analyses afin de déterminer la composition. Les deux composants sont acheminés vers l'usine par des transporteurs couverts, puis les matières premières sont stockées dans deux halls de pré homogénéisation. voir Figure I.6

- **Hall calcaire** : Le grappeur portique sert à gratter le calcaire, il se déplace en translation d'un tas à l'autre et jetant la matière sur un tapis afin de la transporter à trémie calcaire.

# Chapitre I : Représentations de la cimenterie de MEFTA

---

- **Hall ajout :** On trouve deux grappeurs semi portiques qui servent à gratter les ajouts (argile, fer et sable). Ils jettent les produits sur deux bandes transporteuses différentes.



**Figure I.6 :** Hall de pré homogénéisation.

## **b. Broyeurs a cru**

Pour favoriser les réactions chimiques ultérieures, les matières premières doivent être séchées et broyées très finement (quelques microns) dans un broyeur à boulets. A la sortie de broyeur, les matières premières sont parfaitement homogénéisées et séchées afin d'obtenir la farine. Celle-ci peut être introduite directement dans le four sous forme pulvérulente. [1] voir Figure I.7



**Figure I.7 :** Broyage a cru.

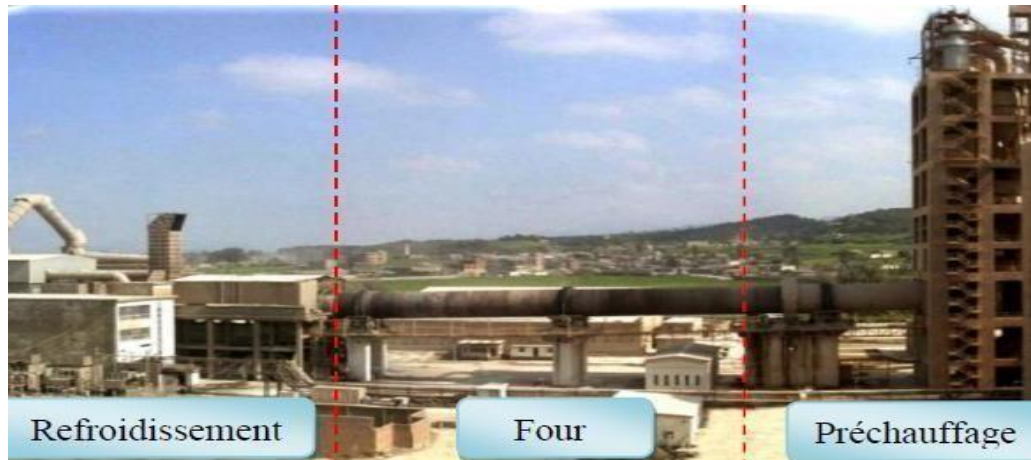
# Chapitre I : Représentations de la cimenterie de MEFTA

---

## 1.4.3 La zone cuisson

La ligne de cuisson est constituée (voir Figure I.8):

- D'un pré chauffeur.
- D'un four rotatif.
- D'un refroidissement.



**Figure I.8 :** La cuisson

### a. Préchauffage ou cyclones

Les gazes réchauffent la poudre cru qui circule dans les cyclones. La poudre s'échauffe jusqu'à 800°C environ et perd donc son gaz carbonique (CO<sub>2</sub>) et son eau.

### b. Four rotatif

La cuisson se fait à une température voisine de 1450 °C dans un four rotatif, long cylindre tournant de 1,5 à 3 tours/minute et légèrement incliné. A cette température appelée température de clintélisation, des réactions physicochimiques se produisent et donnent lieu à la formation d'un produit qu'on appelle le clinker. voir Figure I.9

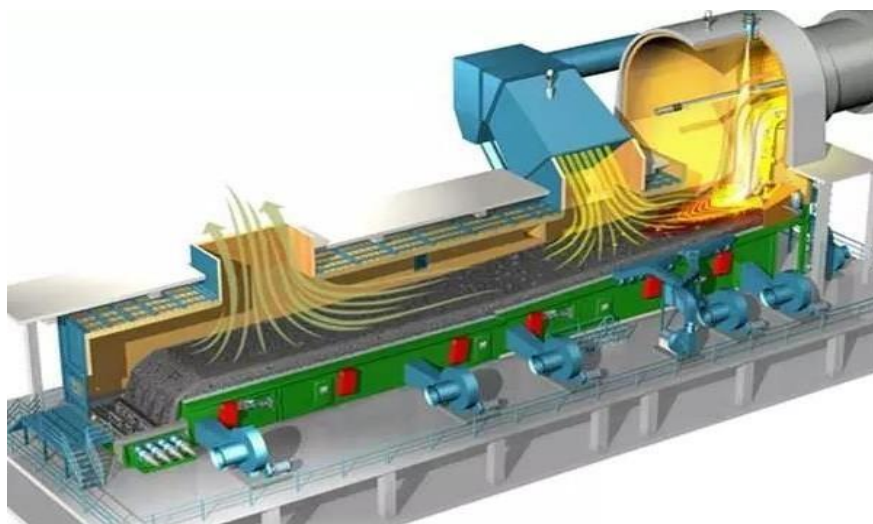


**Figure I.9 :** Le four rotatif

### c. Refroidissement

Le clinker à sa sortie du four est encore chaud ( $800^{\circ}\text{C}$ ), pour le manutentionner dans les bonnes conditions, il est nécessaire de le refroidir jusqu'à une température permettant sa manipulation.

Un refroidisseur à grille permet d'assurer la trempe des nodules incandescents et de les ramener à une température d'environ  $100$  degrés. [1] voir Figure I.10



**Figure I.10 :** refroidisseur à grille



# Chapitre I : Représentations de la cimenterie de MEFTA

## 1.4.4 La zone Ciment

### a. le remplissage des trémies

Le gypse est transporté vers la trémie de récupération par des camions. Il sera transporté sur le tapis T19 qui déverse sur T20. A l'aide d'un élévateur gypse, ce dernier sera stocké dans le silo de stockage gypse de capacité de 5000 T.

### b. Broyage ciment

Le broyage de clinker qui se fait au niveau de l'atelier de broyage Ciment, est l'opération qui consiste à moudre le mélange principalement clinker et gypse dont les proportions déterminées aussi finement que possible pour obtenir un produit appelé ciment artificiel, c'est-à-dire un liant hydraulique. Plus le ciment est fin, meilleure sera sa résistance une fois mis en œuvre. Donc, le paramètre auquel une attention particulière doit être portée pendant l'opération de broyage, c'est le contrôle de la finesse du produit. [1] voir Figure I.11

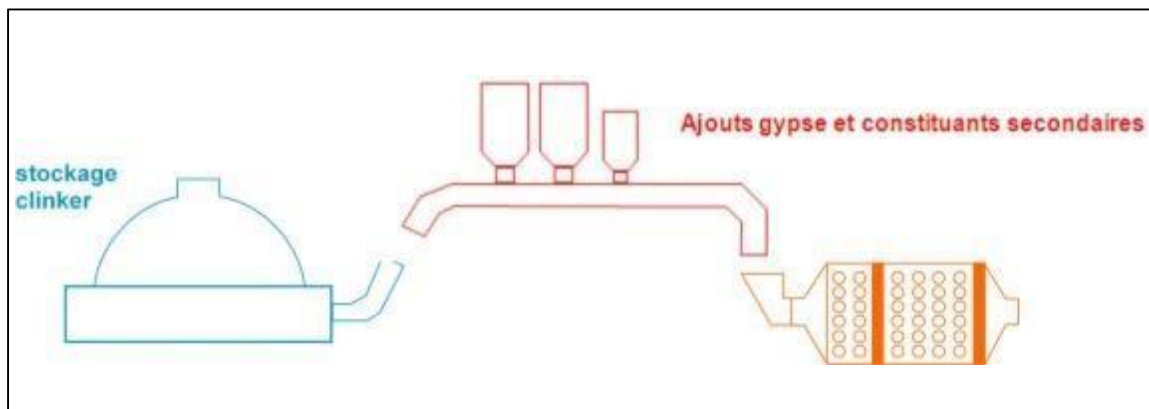


Figure I.11 : Broyage ciment.

## 1.4.5 La zone expédition

Le ciment est stocké dans huit silos avec une capacité de 500T chacun. L'expédition du ciment se fait en sac ou en vrac.

☞ **Expédition en sac** : Elle est réalisée par quatre ensacheuses avec un débit de 90 T/h. chacune possède huit becs pour le remplissage des sacs. Les sacs de 50 Kg sont chargés sur des camions à bennes. voir Figure I.12

# Chapitre I : Représentations de la cimenterie de MEFTAH

☞ **Expédition en vrac** : le remplissage se fait par un flexible branché au fond d'une trémie et qui est dirigé par l'opérateur pour mettre à l'intérieur de la bouche de cocotte des camions pour les remplir. [1] voir Figure I.13



**Figure I.12** : Expédition en sac.



**Figure I.13** : Expédition en vrac.

## I.5 Atelier refroidisseur à grille

Dans l'usine de ciment il y a une sous atelier qui s'appelle refroidisseur la technologie utilisée c'est le refroidisseur à grilles, dans cette sous atelier elle existe trois grille.

Chaque grille de refroidisseur est commandée par deux vérins hydrauliques. L'ensemble hydraulique avec ses éléments fonctionnels doit être installé dans un local séparé adjacent au refroidisseur à grille.

# **Chapitre I : Représentations de la cimenterie de MEFTA**

---

Les éléments les plus essentiels pour le déplacement des grilles sont les ensembles moteur/pompe, les blocs de commande continue de la vitesse de la grille, les vannes proportionnelles à réaction rapide ainsi que les vérins hydrauliques.

On trouve deux vérins différentiels parallèles (durant la sortie du vérin la zone du piston est pressurisée et durant sa rétraction la zone du segment du piston est sous pression) qui sont tous les deux commandés par une vanne proportionnelle à réaction rapide

La pression requise pour le circuit est fournie par une pompe à piston axial auto-commandée, dont le tuyau de pression, après passage par une valve anti-retour, arrive à la vanne proportionnelle à réaction rapide. La disposition de la commande de la pompe a été conçue pour deux fonctions se recouvrant :

## **A) Débit constant de transport**

La pompe, en fonction de la position d'ouverture de la vanne proportionnelle, se règle d'elle-même au débit pré réglé et le garde constant La pompe reçoit le signal de commande du clapet détecteur de charge.

## **B) Compensation de la pression**

La pompe revient au débit minimal quand le vérin se trouve en position finale avant retour, provoquant ainsi une augmentation de pression au-dessus de la pression maxi de fonctionnement.

Le débit requis pour le nombre de courses est donné par la commande en marche de la vanne proportionnelle. Le débit est déterminé par la valeur du signal de commande compris entre 4 et 20 mA.

Le clapet de pression de fonctionnement, définit la pression maxi de fonctionnement. En atteignant cette valeur, la pompe revient en arrière sous l'effet du contrôleur de pression et compense ainsi les pertes d'huile dues aux fuites.

Deux détecteurs de proximité installés sur les vérins permettent de limiter la longueur de la course.

# Chapitre I : Représentations de la cimenterie de MEFTA

---

Le nombre de courses est compté à partir des impulsions du détecteur avant et transmis sous forme 4-20 mA au système centralisé.

Les détecteurs de proximité limitent la longueur de la course. Dès que le détecteur avant a été atteint, la vanne proportionnelle commute en position inverse. Pendant ce temps, le vérin est dépressurisé. Afin d'empêcher que le châssis mobile pousse le piston au-delà du détecteur arrière et donc provoque l'aspiration de Pair sur le joint de la tige du piston, un ensemble de clapet antiretour est branché sur la vanne proportionnelle. Ceci assure la compensation de la charge.

Après un temps du fonctionnement, qui doit être pré réglé, les vérins hydrauliques sont poussés vers l'avant dans leurs positions avant finales (réalignement).

L'huile est conditionnée par un dispositif comprenant un refroidissement intégré, des éléments chauffants et de filtrage. Le liquide hydraulique revient vers son réservoir, à travers les filtres du conduit de retour équipé d'indicateurs de contamination, mécaniques et électriques.

La pompe à engrenages assure un recyclage et un filtrage permanents du liquide hydraulique vers le réservoir. La température de l'huile est surveillée par un thermostat. Le refroidissement est assuré par un refroidisseur à huile/air. La température de fonctionnement du liquide hydraulique peut être lue sur le thermomètre monté sur le bac.

Les robinets à papillon montés sur les conduits d'aspiration entre pompes et réservoir de liquide, empêchent toute possibilité de démarrage des pompes par inadvertance (ce qui est important pour les travaux de maintenance de toutes sortes).

Le clapet de sécurité est réglé à la pression maxi de fonctionnement (pression de sécurité pompe). Ceci assure que la pression maxi de fonctionnement ne sera pas dépassée, ce qui empêche la détérioration du châssis mobile.

L'interrupteur de niveau surveille le niveau de remplissage du liquide. Quand le premier contact de l'interrupteur est atteint, le défaut "manque d'huile" est signalé. Les pompes s'arrêtent quand le deuxième contact est atteint (niveau très bas).

La pression de fonctionnement des pompes peut être lue sur les manomètres. [2]



## I.6 Problématique

La cimenterie comporte cinq zones, Et Parmi ces zones on a la zone de cuisson, plus exactement sur l'atelier aval four ou se trouve le refroidisseur à grilles du clinker, dans cet atelier existe trois grille. Cet atelier implique un système automatisé pour commander le mouvement de chaque grille.

Le problème qui se pose c'est qu'on a :

- Les grilles sont commandées par une carte électronique non programmable qui s'appelle LCB (local commande box). voir Figure I.14



**Figure I.14-** local commande box (LCB)

- La carte LCB est obsolète (n'existe pas sur le marché)
- La mesure de vitesse (course/min) c'est un calculé par écoulement de temps entre les 2 fin course.
- On n'a pas la position instantanée des vérins (grilles)
- Le temps d'intervention est trop long (temps du diagnostic).

# **Chapitre I : Représentations de la cimenterie de MEFTA H**

---

## **I.7 Cahier des charges**

L'objectif de ce projet est d'étudier l'atelier refroidisseur à grilles en essayant de proposer une nouvelle solution au problème rencontré qui sera :

- Remplacement la carte électronique LCB Par un automate programmable S7 300.
- Remplacement les 2 fins course par un capteur de position instantanée.
- tout en programmant le reste de l'atelier refroidisseur à grilles à l'aide de logiciel TIA-PORTAL.

## **I.8 Conclusion**

On a abordé dans ce chapitre les étapes de processus de fabrication du ciment qui sont : Extraction de la matière première et concassage, ajouts de l'argile, préparation de la matière (Pré-homogénéisation, Pré-broyage et séchage, Broyage, Homogénéisation), cuisson (Préchauffage, Four, Refroidissement), préparation du ciment (Dosage, Broyage, Homogénéisation), expédition (Sac, Vrac). Et on a expliqué en détails le système de l'atelier refroidisseur à grilles.

Pour obtenir un ciment économique et de très bonne qualité il faut respecter les étapes citées précédemment pour définir et entretenir le bon déroulement du procédé et définir l'instrumentation nécessaire pour un bon fonctionnement. Et cette instrumentation fera l'objet du chapitre suivant.

**Chapitre 2**  
**Instrumentation de**  
**l'atelier refroidisseur**  
**à grilles**

## 2.1 Introduction

Notre travail est sur la zone cuisson plus exactement sur l'atelier aval four ou se trouve le refroidisseur du clinker, Le chapitre précédent explique d'une manière générale la fonction de l'équipement « refroidisseur à grilles ». Cet atelier implique un système automatisé.

### ❖ Les systèmes automatisés

Un système automatisé est celui qui se décompose d'une manière générale de deux parties :

- **Une partie opérative : (PO)**
  - C'est le sous-ensemble qui effectue les actions physiques, mesures des grandeurs physiques et rend compte à la partie commande. Elle est généralement composée d'actionneurs, de capteurs, d'effecteurs et d'un bâti.
  
- **Une partie commande : (PC)**
  - C'est le sous-ensemble qui effectue les opérations de calcul et transmet les ordres à la partie opérative.
  - C'est le sous-ensemble qui traite l'information pour assurer le pilotage et la coordination des tâches [3].

Alors dans ce chapitre, on va aborder l'instrumentation du système de refroidisseur à grilles.

## 2.2 Instrumentation du système de refroidisseur à grilles

L'instrumentation est la mise en œuvre d'instruments de mesures, d'actionneurs, régulateurs pour crée une chaîne d'acquisition de commande sur un processus.

Elle est très utilisée dans le domaine de l'industrie, la recherche et le développement car elle est nécessaire pour l'automatisation, la régulation et les suivis des processus industriels.

L'instrumentation comprend la partie opérative (pré-actionneurs, actionneurs... etc.).

### 2.2.1 Partie Opérative

Cette partie est divisée en trois parties :

- Les actionneurs.
- Les pré-actionneurs.
- Les capteurs.

# Chapitre 2 Instrumentation de l'atelier refroidisseur à grilles

---

## a. Actionneurs :

Un actionneur est l'organe de la partie opérative, un actionneur électrique est un objet qui transforme l'énergie qui lui est fournie en un phénomène physique qui fournit un travail, modifie le comportement ou l'état d'un système [4].

Il existe une multitude d'actionneurs, mais les plus utilisés dans l'industrie sont les vérins pneumatiques, vérins hydrauliques et les moteurs électriques.

### a.1 Les vérins :

#### a.1.1 Qu'est-ce qu'un vérin et que fait-il ?

Un vérin est un organe qui transforme l'énergie d'un fluide (généralement de l'huile) sous pression en travail mécanique. Ce travail peut être produit par un déplacement linéaire ou angulaire (cependant, on convient d'appeler **moteurs** les organes qui fournissent une rotation de plusieurs tours).

Les vérins sont le plus généralement constitués par des pièces, considérées comme indéformables, qui se déplacent les unes par rapport aux autres. Cependant, il existe des vérins constitués par des enveloppes déformables par effet de pression. Le plus souvent, un vérin prend appui sur un bâti et déplace un élément mobile (voir **Figure 2.1**).



**Figure 2.1**-Différents types de vérins

Cette définition pourrait englober les cylindres de moteurs à vapeur, à combustion et pneumatiques, mais la notion de vérin sous-entend généralement un mouvement relativement lent [5].

# Chapitre 2 Instrumentation de l'atelier refroidisseur à grilles

## a.1.2 Les différents types de vérins :

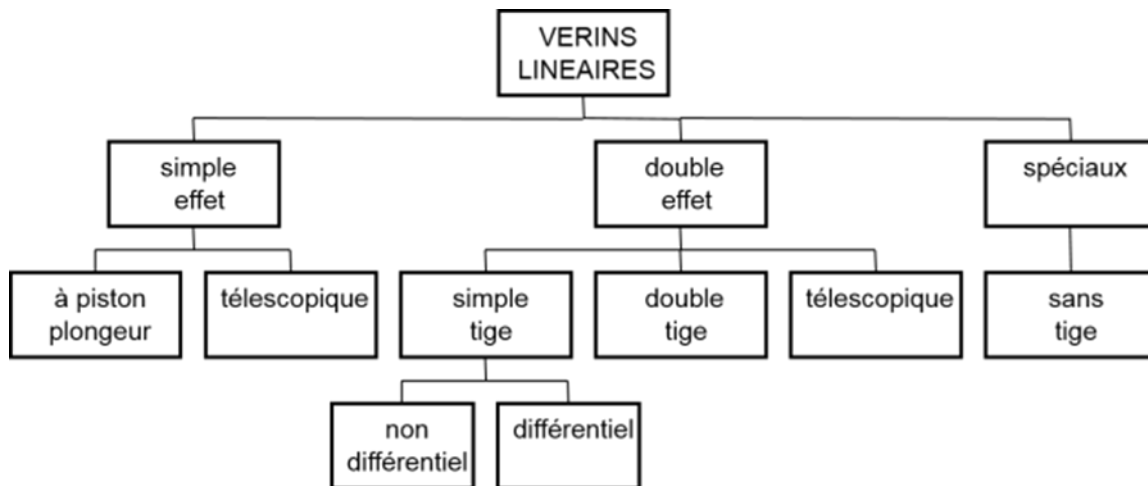


Figure 2.2-Les différents types de vérins [6]

## a.1.3 Caractéristiques de conception :

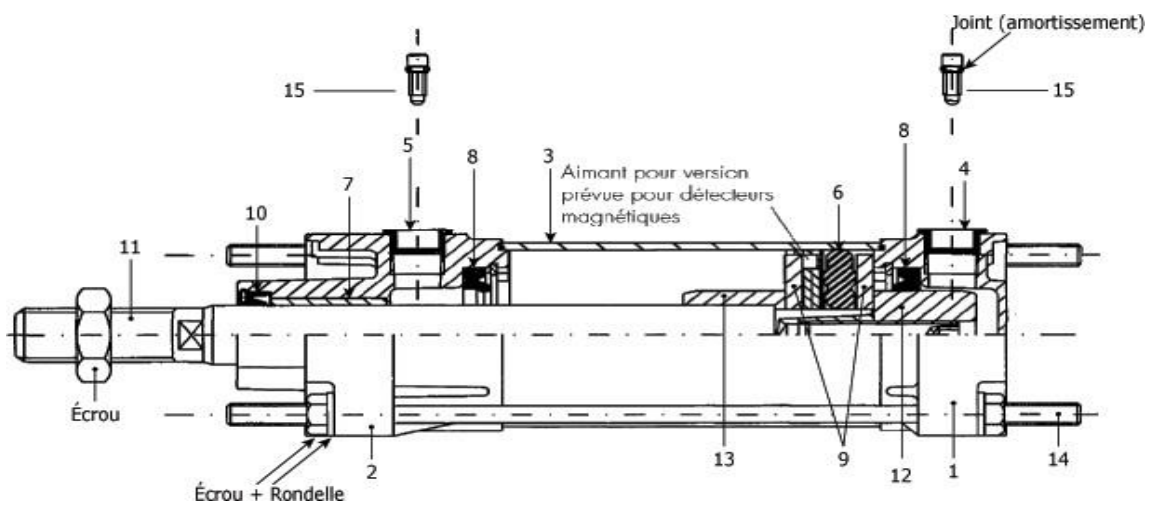


Figure 2.3-schéma synoptique du vérin de la grille de refroidisseur [7]

- |                 |                            |                         |
|-----------------|----------------------------|-------------------------|
| 1- Fond arrière | 6- Joint de piston         | 11- Tige                |
| 2- Fond avant   | 7- Douille autolubrifiante | 12- Amortisseur arrière |
| 3- Tube         | 8- Joint d'amortissement   | 13- Amortisseur avant   |

## Chapitre 2 Instrumentation de l'atelier refroidisseur à grilles

---

- |                             |                   |                    |
|-----------------------------|-------------------|--------------------|
| 4- Entrée d'huile (arrière) | 9- Piston         | 14- Tirant         |
| 5- Entrée d'huile (avant)   | 10- Joint racleur | 15- Vis de réglage |

### ➤ Vous retrouverez sur chaque vérin :

- un orifice d'alimentation et un orifice d'échappement (de sortie). C'est par ce dernier que l'huile est introduite ou expulsé pour faire entrer ou sortir la tige.
- un fond. C'est essentiel pour l'étanchéité de la chambre arrière.
- un nez. Il s'agit ce coup-ci d'une pièce essentielle pour l'étanchéité de la chambre avant et sert à guider la tige.
- une tige. Elle sert à pousser ou tirer. Elle a pour objectif de transmettre la force et le mouvement.
- un corps. C'est le cylindre du vérin qui est plus ou moins long. C'est à l'intérieur que le piston va coulisser.
- un piston. Il est solidaire de la tige et transforme l'énergie pneumatique en mouvement.
- une chambre avant. Une fois remplie d'air, la tige rentre car le piston est poussé.
- une chambre arrière. À l'inverse, elle fait ressortir la tige [8].

Dans notre projet en utilisé le type de vérin double effet.

### a.1.4 Vérins double effet :

Le vérin double effet est un vérin hydraulique dont le piston peut se déplacer dans les deux sens sous l'action du fluide sous pression. Il s'agit du vérin le plus utilisé industriellement.

Les vérins hydrauliques double effet comportent deux orifices d'alimentation ; la pression du fluide hydraulique est ainsi appliquée alternativement de chaque côté du piston. L'énergie hydraulique se transforme alors en énergie mécanique et entraîne un déplacement dans un sens puis dans l'autre.

Si le vérin double effet peut être utilisé sur de nombreux types de machines de construction, il est particulièrement adapté pour les presses hydrauliques et les hacheuses, l'ouverture ou la fermeture des tiroirs et les applications de levage et de descente en raison de son mouvement linéaire [9]. voir Figure 2.4



Figure 2.4-Vérins double effet

### a.1.5 Principe de fonctionnement d'un vérin double effet :

Lorsque l'huile hydraulique comprimée agit sur le piston par le flasque arrière, la tige sort. La rentrée de la tige a lieu lorsque la pression agit sur l'autre face du piston par l'orifice avant tout en permettant l'évacuation de l'huile emprisonnée par l'orifice arrière.

Le vérin à double effet développe un effort autant à la sortie qu'à la rentrée de la tige. Son emploi s'avère donc universel pour effectuer tous les genres de travaux. Par contre, sa consommation d'huile équivalente au double de celle d'un vérin à simple effet constitue son principal inconvénient [7]. voir **Figure 2.5**

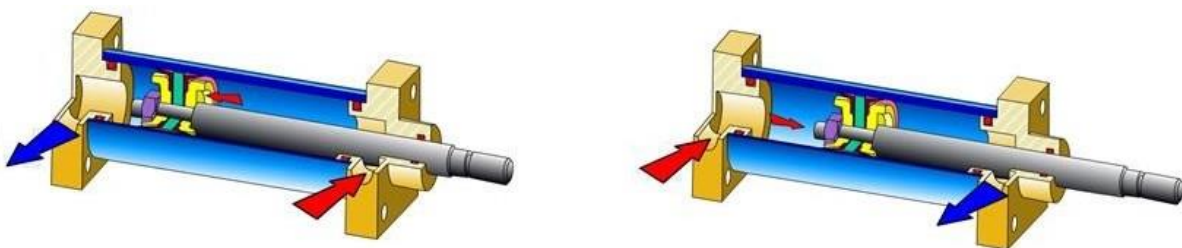


Figure 2.5-schéma de fonctionnement d'un vérin double effet



### b. Pré actionneurs :

#### b.1 Distributeur proportionnel (servo-valve) :

##### b.1.1 Mise en situation :

Pendant longtemps, les hydrauliciens n'ont eu pour résoudre les problèmes de distribution que deux possibilités :

a) le distributeur tout ou rien qui ne permet aucune modulation du débit.

b) la servo-valve qui permet cette modulation mais souvent de manière inadaptée parce que trop complexe. Aujourd'hui, ce problème est résolu grâce au distributeur proportionnel. Le principe de fonctionnement est la création d'une force électromagnétique permettant le recouvrement des orifices, proportionnellement au signal de commande géré par une électronique "interface"[10]. voir Figure 2.6

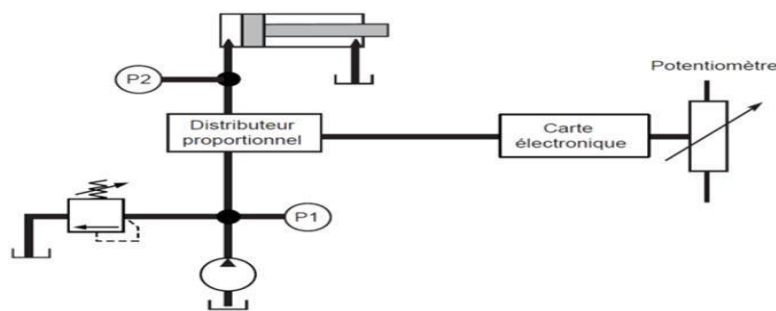


Figure 2.6-synoptique d'un distributeur proportionnel

##### b.1.2 Définition :

Le Distributeur proportionnel ou servo-valve est un dispositif de commande automatique permettant l'asservissement de son ouverture. Il a comme rôle de contrôler les vérins en utilisant leur position [11]. voir Figure 2.7



Figure 2.7-Servo-valve de la commande hydraulique de la grille du refroidisseur

## Chapitre 2 Instrumentation de l'atelier refroidisseur à grilles

Les servo-valves sont un proche parent de la valve proportionnelle et sont basées sur un moteur électrique à couple qui produit une petite déviation proportionnelle au courant électrique à travers sa bobine. Ils utilisent généralement la rétroaction entre les bobines principale et pilote pour donner un contrôle précis. Un dispositif typique est illustré à la Figure 2.8. Il s'agit d'un petit tiroir pilote relié directement au moteur couple. Le tiroir pilote se déplace à l'intérieur d'un manchon coulissant, lié mécaniquement au tiroir principal.

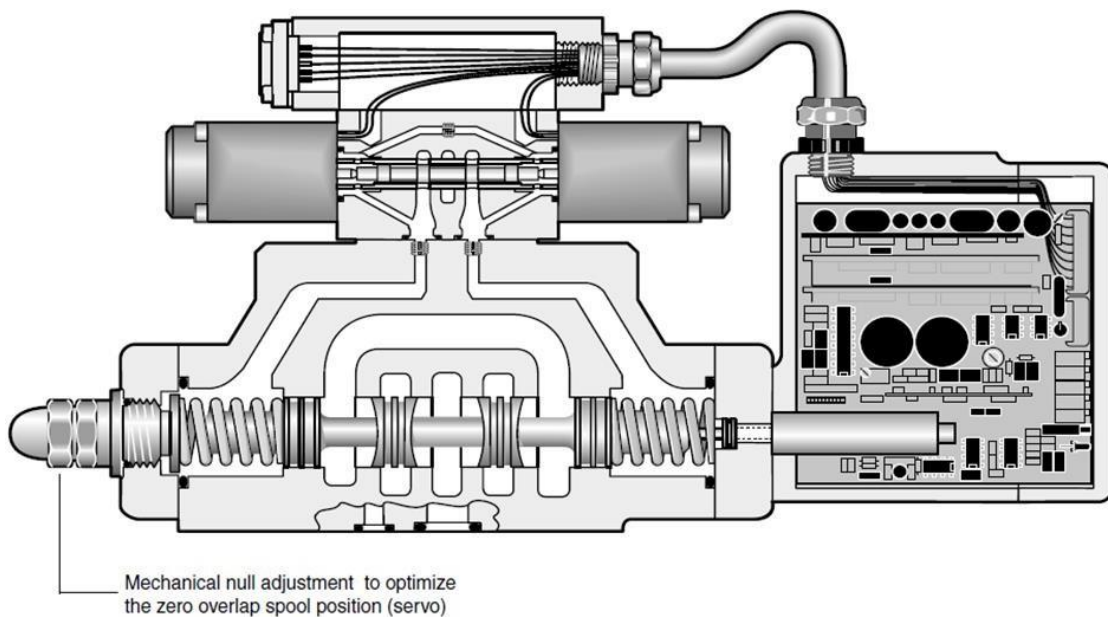


Figure 2.8-corp d'un Distributeur proportionnel [12]

Les servovalves sont généralement utilisées dans le cadre d'une boucle de contrôle externe dans un système de contrôle de rétroaction. Le principe d'un système d'asservissement est illustré à la Figure 2.9, où une variable de la centrale (vitesse ou position, par exemple) doit être contrôlée. La variable de l'installation est mesurée par un transducteur approprié et comparée électroniquement à la valeur souhaitée pour donner un signal d'erreur. Celui-ci est amplifié et utilisé comme signal de commande pour la servovalve[13].

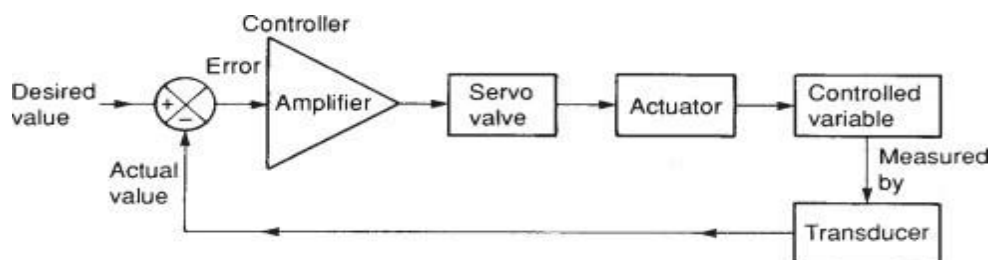


Figure 2.9-schéma d'une boucle de contrôle sarvo-valve

### b.1.3 Principe de fonctionnement :

Sous l'effet du courant de commande, la bobine (3) déplace le tiroir (2) qui module le débit grâce à l'ouverture ainsi créée [10]. voir Figure 2.10

Dans le mode de fonctionnement de servo-valve, la position du tiroir peut être contrôlée. Le signal de commande appliqué est proportionnel à la position de tiroir. Le signal de commande est envoyé à l'électronique de la valve, ainsi un capteur de position mesure la position réelle du tiroir et transfère cette information au servo-valve, pour comparer la position réelle avec le signal de commande. Il est paramétré, activé et surveillé à l'aide de l'interface du bus de terrain intégrée (PROFIBUS) [11].

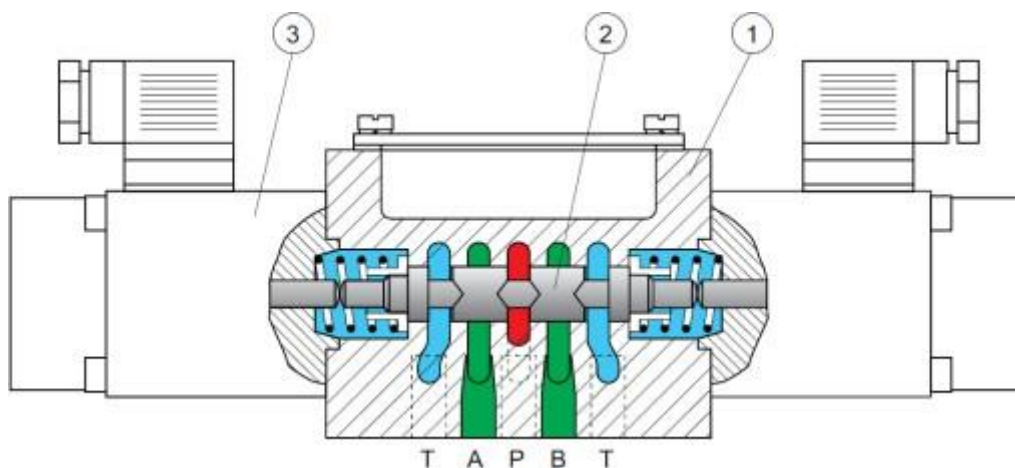


Figure 2.10-schéma de fonctionnement [11]

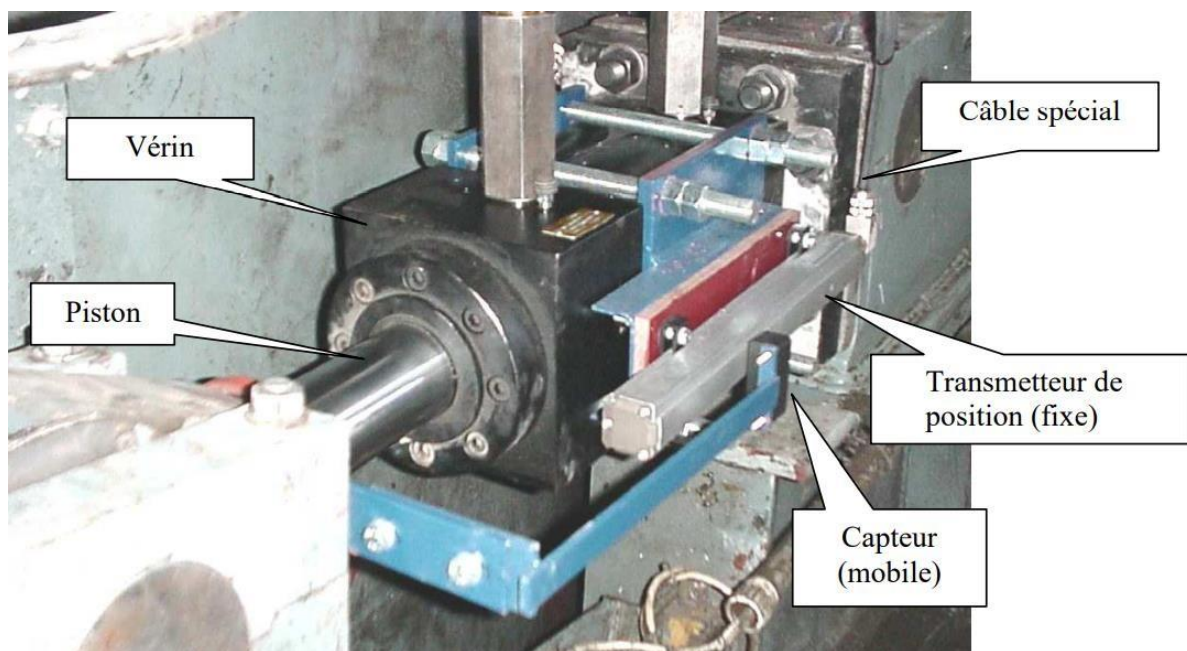
### c. Capteurs :

Un capteur est un appareil capable de détecter une information (phénomène) physique dans l'environnement (présence d'objet, chaleur, lumière, bruit ...) et de la retransmettre sous forme signal (généralement un signal électrique) [14].

Le capteur utilisé dans la commande de la grille de refroidisseur est un capteur intelligent qui mesure la position exacte de la grille.

### c.1 Dispositif de mesure de position (balluff) :

Chaque coffret de commande de grille contient un module spécial appelé le SM-338 (On en parle dans la partie commande branche hardware) est lié à un Dispositif de mesure de position (Figure 2.11: Dispositif de mesure de position). Il se compose d'un transmetteur de mesure installé dans un profilé, un capteur et un câble spécial pour le raccordement au coffret de commande local [15].



**Figure 2.11-**Dispositif de mesure de position

Le capteur de déplacement Micropulse BTL est un système robuste destiné à être utilisé dans des conditions d'environnement extrêmes avec des plages de mesure comprises entre 25 et 7620 mm. L'élément de mesure est protégé par un tube en acier inoxydable résistant aux hautes pressions. Ce système est particulièrement adapté au contrôle de position des vérins hydrauliques. voir Figure 2.12

Ses caractéristiques sont :

- Haute sécurité des données: données de sortie sont vérifiées pour la validité et la plausibilité.
- Très haute résolution, respectabilité et linéarité.

## Chapitre 2 Instrumentation de l'atelier refroidisseur à grilles

- Immunité aux chocs, vibrations et contamination.
- un signal de sortie absolu.
- Tension d'alimentation : 24 V DC.
- Résistance à la pression : 600 bars.
- Longueurs nominales standard : 25 et 7620 mm.
- température de service :  $-40...+85\text{ }^{\circ}\text{C}$  [16].

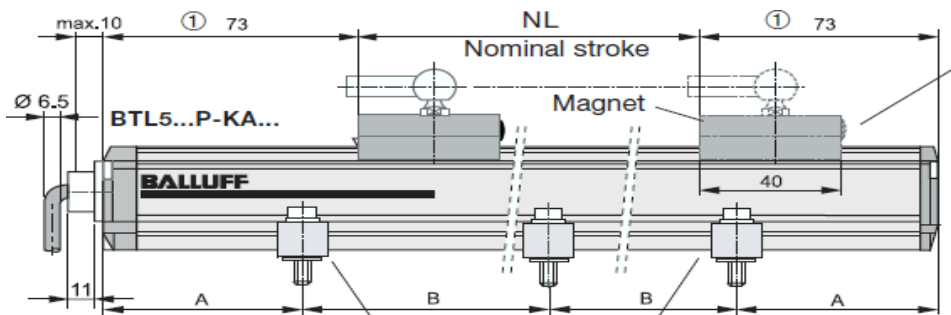


Figure 2.12-démontage de capture de position balluff

### c.1.1 Principe de fonctionnement :

Le dispositif de mesure de position absolue utilise le principe de la magnétostriction. Le temps d'exécution d'une impulsion de torsion est mesuré, ce qui est généré par le transmetteur de mesure de position. L'impulsion de torsion sortante sera renvoyée par le capteur (aimant permanent) qui est attaché à la partie mobile du refroidisseur [15], voir Figure 2.13

Les indications de mesure position sont transférées en permanence au coffret de S7-300 via une interface de données série. La mesure de la position est sans contact [16].

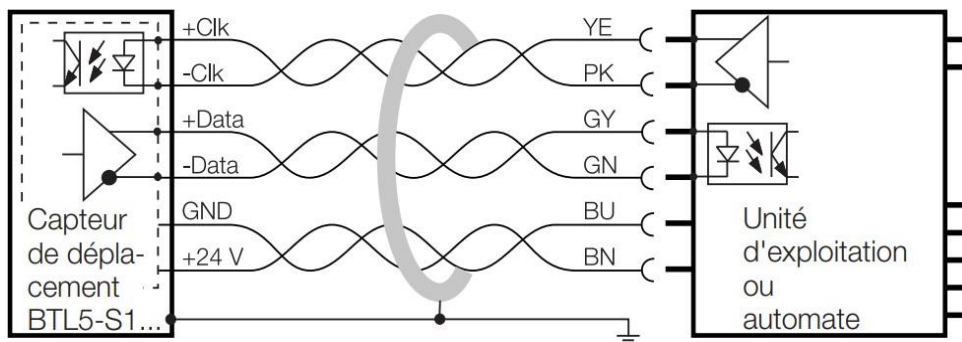


Figure 2.13-schema de fonctionnement de dispositif de mesure de position [16]

## 2.2.2 Partie Commande :

Cette partie est divisée en deux branches :

- Hardware.
- Software.

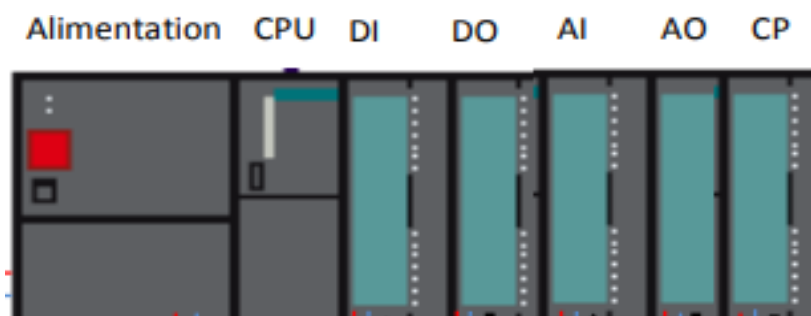
### a- Hardware

Un API est un dispositif électronique programmable destiné à automatiser des processus tels que la commande de machines au sein d'une usine et à piloter des robots industriels par exemple.

Les caractéristiques principales un automate programmable industriel se présente sous la forme d'un ou plusieurs :

- Coffret, rack, baie ou cartes
- Compact ou modulaire.
- Tension d'alimentation.
- Taille de mémoire du sauvegarde (EPROM, EEPROM, pile, ...).
- Nombre d'entrées / sorties.
- Modules complémentaires (analogique, communication,).
- Langage de programmation.

Chaque module d'entrée/sortie comporte un bornier de raccordement et un ensemble des LEDs pour visualiser l'état logique de chaque voie [17]. voir **Figure 2.14**



**Figure 2.14**-Les différents composants d'un API



## Chapitre 2 Instrumentation de l'atelier refroidisseur à grilles

### a.1 L'automate programmable SIEMENS S7-400 :

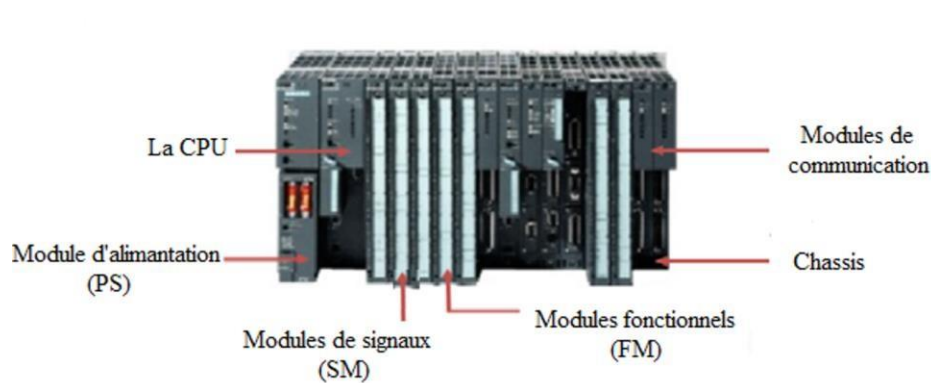
Siemens fabrique et développe des Automates Programmables Industriels depuis plus de 30 ans. Cette expérience a été capitalisée dans la conception de la famille S7.

Le S7-400 est une plateforme d'automatisation conçue à la fois pour l'industrie manufacturière et le génie des procédés. Il se distingue grâce à ses hautes performances, sa puissance de communication et ses grandes capacités de mémoire. Il peut s'adapter à toutes les applications spécifiques telles que la disponibilité élevée et la sécurité.

Le S7-400 trouve son application dans tous les secteurs tels que les industries automobiles, agro- alimentaires, chimiques et pétrolières, traitement des eaux et des déchets et bien d'autres encore [17]. voir Figure 2.15

#### a.1.1 Caractéristiques techniques :

- ◆ Unités centrales (CPU) de capacités différentes.
- ◆ Module d'alimentation PS (Power Supply), pour la conversion des tensions réseau alternatives ou continues en tension de 5V ou 24V.
- ◆ Module de signaux SM pour entrées et sorties numériques et analogiques.
- ◆ Modules de fonction FM assurant les fonctions de positionnement, régulation et comptage.
- ◆ Les modules CP (port de communication) permettent de raccorder une CPU aux différents réseaux [17].



**Figure2.15:** L'automate programmable S7-400.

## Chapitre 2 Instrumentation de l'atelier refroidisseur à grilles

### a.1.2 Les avantages de l'API S7-400 :

- **Modulaire** : le bus de fond de panier performant et les interfaces intégrables sur la CPU permettent une exploitation de nombreuses lignes de communication.
- **Constitution** : Le S7-400 peut être configuré sans règles de placement par simple adjonction de modules. Il peut également fonctionner sans ventilation et permet le changement de modules E/S sous tension.
- **Diagnostic** : Le système contrôle en permanence le bon fonctionnement du système.

**Multitraitement** : L'exploitation simultanée de plusieurs CPU permet de fractionner les tâches par spécialité ainsi que le traitement prioritaire des tâches

### a.2 L'automate S7-300

Le S7-300 est une plate-forme d'automatisation pour les solutions système qui se concentre sur l'ingénierie des procédés et se caractérise principalement par sa modularité et ses réserves de performances représentées dans la Figure 2.15



Figure 2.16-Vue sur l'automate s7-300



## Chapitre 2 Instrumentation de l'atelier refroidisseur à grilles

---

Le système d'automatisation S7-300 est de conception modulaire. Il dispose d'une gamme complète de modules qui peuvent être combinés individuellement. [17] Un système comprend les éléments suivants comme représenté dans la Figure 3 :

- **Module d'alimentation (PS) :**

Pour connecter le SIMATIC S7-300 à une tension d'alimentation de 120/230V AC ou 24 V DC. La CPU permet de lire les états des signaux, exécuter le programme utilisateur et commander les sorties ainsi qu'alimenter le bus de fond de panier du s7-300 en 5V.

- **Modules de signaux (SM) :**

Pour entrer/sortie numérique (DI/DO) et analogique (AI/AO) Ils assurent le rôle d'interface entre la CPU et le processus, en récupérant les informations sur l'état de ce dernier et en coordonnant les actions. Plusieurs types de modules sont disponibles sur le marché selon l'utilisation souhaitée:

1. Modules TOR: l'information traitée ne peut prendre que deux états (vrai/faux, 0 ou 1) C'est le type d'information délivrée par une cellule photoélectrique, un bouton poussoir ...etc.
2. Modules analogiques: l'information traitée est continue et prend une valeur qui évolue dans une plage bien déterminée. C'est le type d'information délivrée par un capteur (débit, niveau, pression, température... etc.).

- **Processeurs de communication (CP) :** pour liaisons bus et liaisons point à point.

- **Modules de fonction (FM) :** ils ont spécialisé pour les tâches exigeantes telles que le comptage, le positionnement et la commande de came.

Les éléments suivants peuvent également être utilisés en fonction des besoins :

- **Modules d'interface (IM) :** Pour connecter des contrôleurs centraux et des unités d'extension. Le contrôleur central du SIMATIC S7-300 peut être exploité avec jusqu'à 21 unités d'extension voir Figure 2.16



**Figure 2.17**-Les différentes composants d'un API de notre projet[17].

### a.3 Module SM 338

#### a.3.1 Présentation du produit

Le SM 338 est un module de codage de position pour le S7-300 programmable manette. Le module est connecté au bus P de l'automate programmable, et ses paramètres sont assignés par le CPU. Le SM 338 appartient à la famille des modules de signalisation.

Le codage de position est effectué par des capteurs à ultrasons. Ces capteurs offrent les principaux avantages suivants :

- Pas d'usure
- Classe de protection élevée
- Précision constante quelle que soit la longueur du capteur
- Coûts réduits pour des capteurs plus longs (> 500 mm)
- Jusqu'à quatre points de mesure (aimants) par capteur possibles

- L'interface de capteur numérique (RS 422) est insensible aux interférences et permet des lignes jusqu'à 50 m de longueur.

Le SM 338 ne conditionne pas les données. Sa seule fonction est d'alimenter CPU avec valeurs de comptage. Huit jetons sont disponibles pour l'acquisition de valeurs mesurées.

Jusqu'à quatre capteurs peuvent être connectés sur le module SM 338, et chaque capteur peut contenir jusqu'à quatre points de mesure. La somme des points de mesure sur tous les capteurs connectés ne doivent pas dépasser 8 [18].

### a.3.2 Modes de fonctionnement

Les capteurs connectés au module peuvent fonctionner en synchrone ou en asynchrone mode. Cela nécessite que les paramètres des capteurs sélectionnés soient attribués de manière appropriée.

### a.3.3 Fonctionnalité

Le module SM 338 est équipé des fonctions suivantes :

- Chaque capteur peut être paramétré séparément.
- Temps de cycle et temps de cycle de mesure paramétrables séparément (et avec des longueurs différentes).
- L'activation globale d'une alarme de fin de cycle (c'est-à-dire une alarme de processus) peut être paramétrée.
- L'activation globale des alarmes de diagnostic est paramétrable.
- L'activation des diagnostics en fonction du capteur peut être paramétrée.
- L'activation par capteur de la surveillance de rupture de fil est paramétrable.
- Surveillance du firmware via chien de garde
- Affichage des états d'erreur via deux LED
- Les paramètres du module peuvent être réaffectés pendant le fonctionnement normal.

Le principal domaine d'application du SM 338 est celui des machines de traitement des matières plastiques. En particulier avec les machines de moulage par injection et de soufflage, les ultrasons les capteurs sont de plus en plus utilisés pour le codage de position. Le SM 338 est le lien direct entre le capteur et l'automate programmable S7-300 [18].

### a.3.4 Disposition

Le SM 338 est installé dans un boîtier compact en plastique. Ce logement est monté sur le rail de votre automate programmable.

- **L'arrière** : Les deux connecteurs enfichables à l'arrière relient le module au bus P.
- **Le devant** : Tous les autres éléments de connexion et d'indication sont situés à l'avant du module. La figure 2-17 montre l'emplacement de ces éléments.

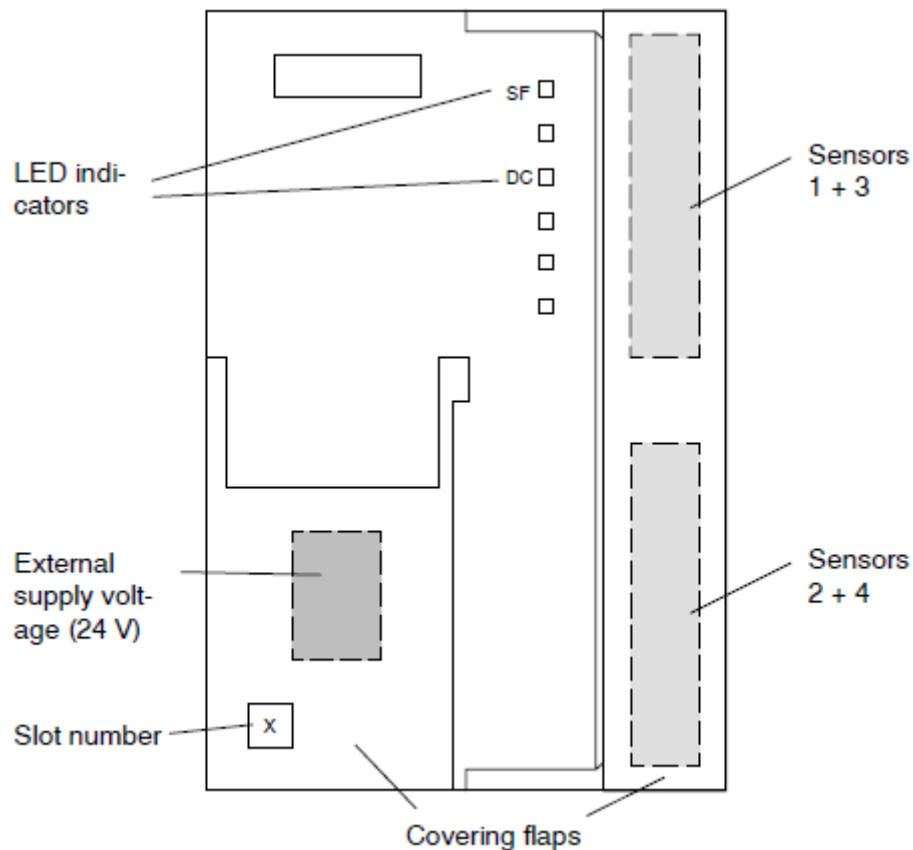


Figure 2.18-Vue de face du module [18]

### a.3.5 Principe de mesure

Une impulsion START est envoyée par le SM 338 via l'interface RS 422. Le capteur électronique renvoie un écho de cette impulsion au SM 338. L'impulsion START génère une impulsion de courant dans l'électronique du capteur. Cette impulsion de courant se déplace de l'électronique du capteur vers l'extrémité de la barre de mesure.

La Figure 2.18 montre un diagramme de l'interaction entre le module et le capteur.

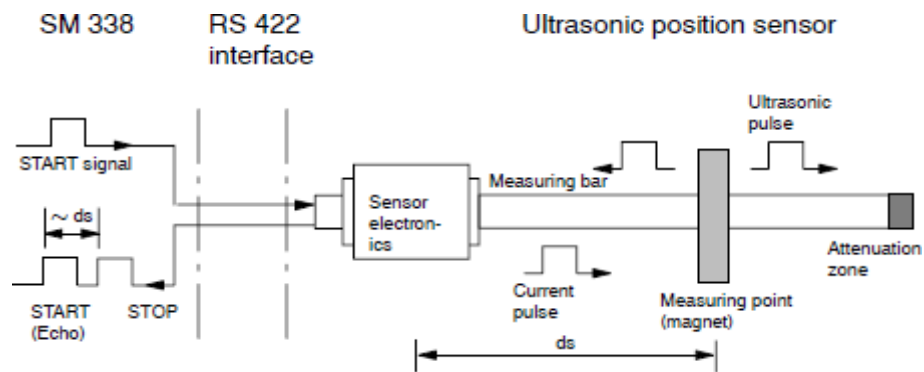


Figure 2.19-Principe du codage de capture position

Le champ magnétique mobile avec l'impulsion de courant et l'aimant permanent champ du point de mesure commencent à s'influencer mutuellement. Une impulsion ultrasonore est générée à la position du point de mesure (c'est-à-dire, principe magnétostrictif).

Cette impulsion ultrasonore se propage en direction de l'extrémité de la barre et de l'électronique du capteur. Le pouls est atténué en bout de barre. Le capteur l'électronique convertit cette impulsion en un signal électrique (c'est-à-dire l'impulsion STOP).

Le temps entre l'écho de l'impulsion START et l'impulsion STOP est proportionnel à la distance. Ce temps est acquis par le SM 338 et retransmis [18]

### a.3.6 Diagnostic du SM 338 ; POS-INPUT

Le SM 338 met des messages de diagnostic à disposition. C.-à-d. que tous les messages de diagnostic sont toujours préparés sans leur intervention par le SM 338.

### a.3.7 Actions après message de diagnostic dans TIA-PORTAIL

Chaque message de diagnostic débouche sur les actions suivantes :

- Le message de diagnostic s'inscrit dans le diagnostic du module et est transmis à la CPU.
- La LED SF du module s'allume.
- Si vous avez paramétré "Validation alarme de diagnostic" avec TIA-PORTAIL, une alarme de diagnostic se déclenche et l'OB 82 est appelé.

# Chapitre 2 Instrumentation de l'atelier refroidisseur à grilles

## a.3.8 Message de diagnostic via la LED SF

Le SM 338 vous signale les erreurs via la LED SF (LED d'erreur groupée). La LED SF s'allume dès qu'un message de diagnostic est déclenché par le SM 338. Elle s'éteint lorsque tous les défauts sont éliminés.

La LED SF s'allume aussi pour des défauts externes (court-circuit de l'alimentation des capteurs), indépendamment de l'état de la CPU (sous tension).

La LED SF s'allume brièvement lors du démarrage, pendant le test automatique du SM 338 [18].

## 2.3 Communication :

L'API ne se limite pas à communiquer avec le processus qu'il pilote via ses modules d'E/S. Figure 2.19. Parmi les autres types de relations susceptibles d'être assurées, nous en citerons seulement :

- Communication avec un opérateur par un pupitre ou un terminal industriel.
- Affichage local de valeurs numériques ou de messages.
- Échanges d'informations avec d'autres API ou systèmes de commande.
- Échanges d'informations avec une supervision.
- Échanges d'informations avec un processeur maître, ou, au contraire, avec des esclaves, dans le cadre d'un réseau. [17]

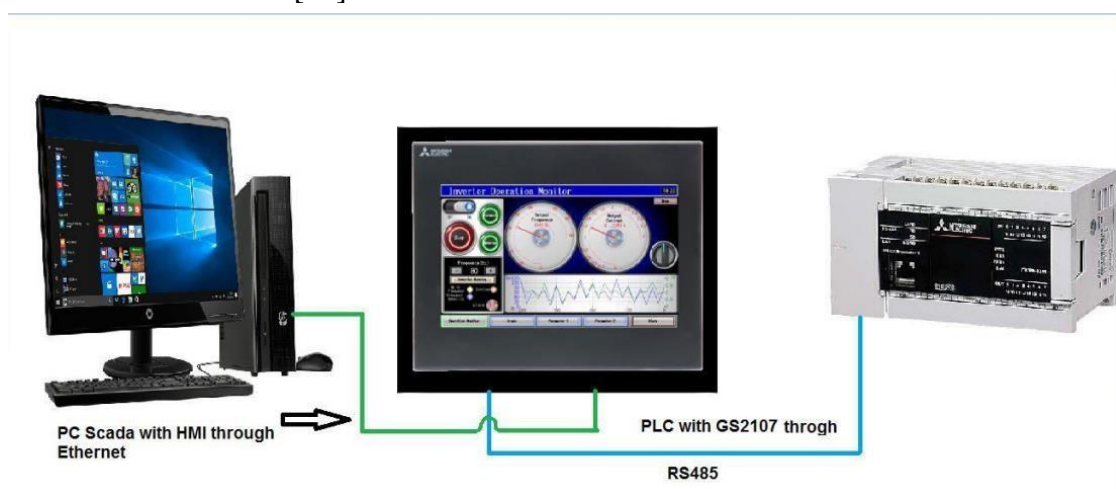


Figure 2.20- Exemple d'un réseau de communication

### 2.3.1 Outils de communications :

Différents réseaux sont proposés en fonction des exigences de la communication industrielle, ils sont listés ci-après par ordre croissant de leur performance :

- MPI.
- PROFIBUS.
- Ethernet Industriel.
- **MPI :**

Le réseau MPI (Multi Point Interface) sert pour les interconnexions de faible étendue aux niveaux terrain et cellule. Son utilisation reste cependant circonscrite aux automates SIMATIC S7 à la conception destinée à servir d'interface de programmation. Les échanges via MPI sont limités par la vitesse, aussi la distance entre les deux stations ne doit pas être trop élevée.

#### ➤ **PROFIBUS :**

Le réseau PROFIBUS (Process Field Bus), voué de par sa conception aux nouveaux terrains et cellules. Système de communication ouvert (non propriétaire), le PROFIBUS sert à la transmission de volumes de données, petits et moyens, entre un nombre restreint de correspondants, type de communication caractérisé par un échange de données cycliques rapides.

#### ➤ **Ethernet industriel :**

Ethernet industriel est un réseau de communication au niveau des cellules et de supervision, il permet l'échange de masses de données sur de longues distances entre un grand nombre de stations. Il est le réseau le plus puissant pour la communication industrielle, il nécessite peu de manipulations de configuration et est aisément extensible [17].

### b- Software

#### b.1 Logiciel utilisé pour programmer l'API S7-300 (TIA-PORTAL) :

##### b.1.1 Programmation des API :

La programmation des API peut s'effectuer de deux manières possibles :

- Avec une console de programmation (PG) relié par un câble spécifique
- Avec un PC et un logiciel approprié.

##### b.1.2 Description du logiciel TIA PORTAL :

L'API S7-300 est programmable à l'aide d'un PC avec le logiciel TIA PORTAL sous WINDOWS. La plateforme Totally Integrated Automation Portal (TIA 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 et SIMATIC Wincc.

##### b.1.3 SIMATIC STEP7 sur TIA PORTAL:

SIMATIC STEP 7 Basic (TIAPORTAL) est une version économique et allégée du logiciel pour contrôleur STEP7 (Professional Controller Software) dans le TIA Portal, pouvant être utilisé à la fois pour l'ingénierie des microcontrôleurs SIMATIC S7-300 et la configuration des SIMATIC HMI Basic Panels, étant donnée que WinCC Basic fait partie intégrante de l'ensemble des logiciels [15]. Les applications disponibles Le logiciel TIA PORTAL, met à la disposition des utilisateurs différents applications, représentés dans la Figure 2.20 ci-dessous :

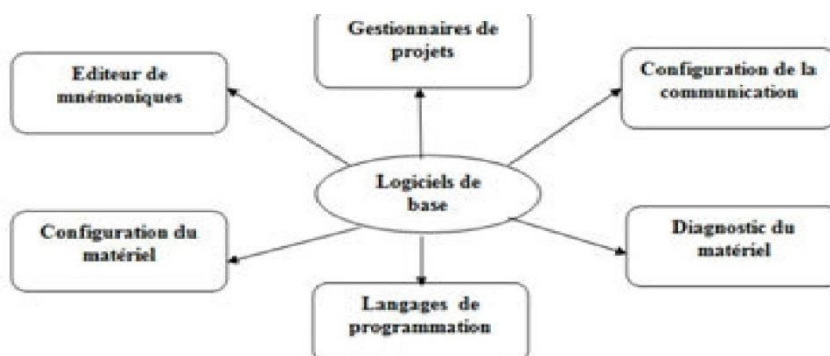


Figure 2.21-les différentes applications dans TIA PORTAL



## Chapitre 2 Instrumentation de l'atelier refroidisseur à grilles

- **Vue du portail et vue du projet :**

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

- La vue du Portal : elle est axée sur les tâches à exécuter et sa prise en main est très rapide.
- 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 peuvent être visualisés dans une seule et même vue[17].

- **Vue du portail :**

Chaque portail permet de traiter une catégorie de tâche (actions). La fenêtre affiche la liste des actions (comme le montre la Figure 2.21) pouvant être réalisées pour la tâche sélectionnée[17].

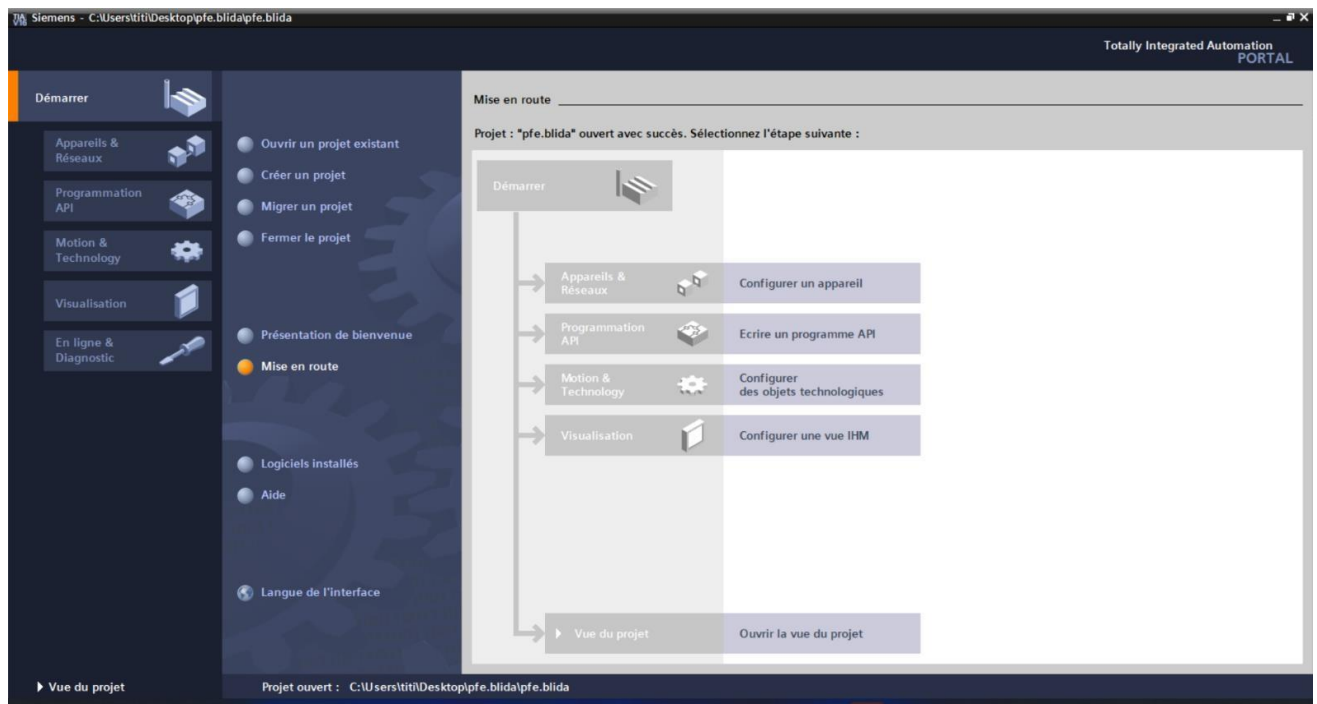


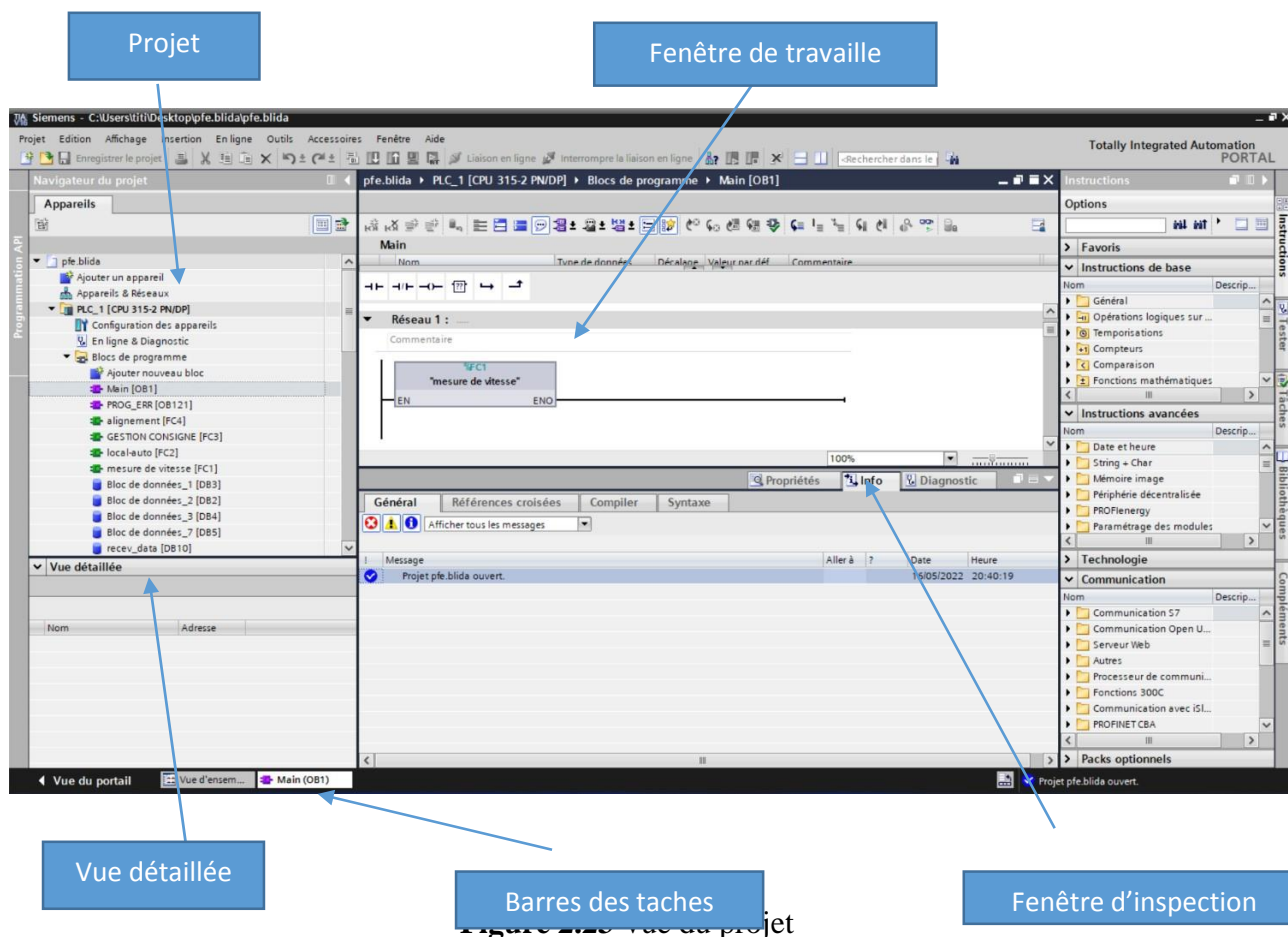
Figure 2.22-vue du portail

- **Vue du projet :**

L'élément « projet » contient l'ensemble des éléments et des données nécessaires pour mettre en œuvre la solution d'automatisation souhaitée. La fenêtre de travail 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, des HMI, ... La fenêtre d'inspection permet de visualiser des informations complémentaires sur un objet sélectionné ou sur les actions en cours

## Chapitre 2 Instrumentation de l'atelier refroidisseur à grilles

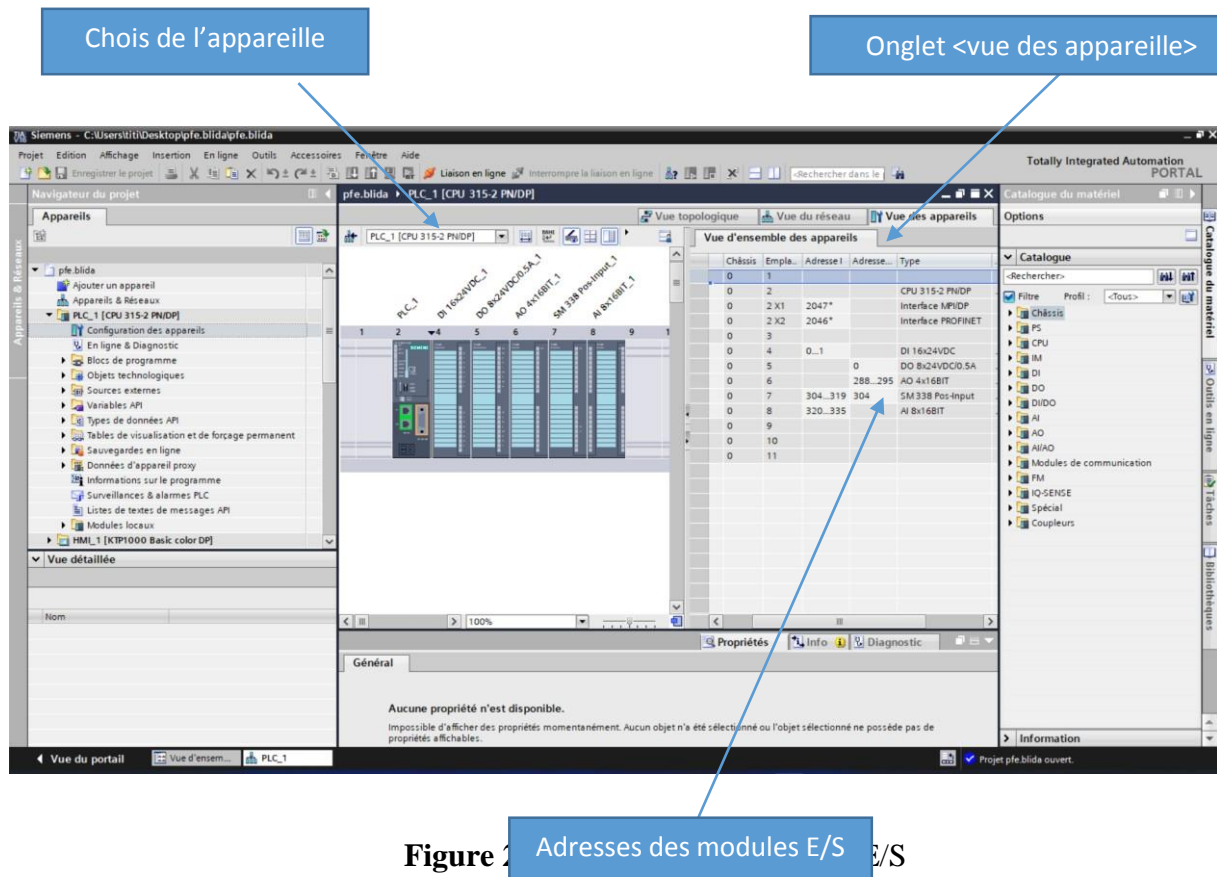
d'exécution (propriété du matériel sélectionné, messages d'erreurs lors de la compilation des blocs de programme ...). Cet environnement de travail contient énormément de données. Il est possible de masquer ou réduire certaines de ces fenêtres lorsque l'on ne les utilise pas. Il est également possible de redimensionner, réorganiser, désancrer les différentes fenêtres [17]. Une vue d'un projet est montrée dans la Figure 2.22 suivante :



- **Adressage des E/S :**

Pour connaître l'adressage des entrées et sorties présents dans la configuration matériel, il faut 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 » et de sélectionner l'appareil voulu. In sélectionne le CPU puis à l'aide des deux petites flèches, on fait apparaître l'onglet « vue d'ensemble des appareils ». Les adresses des entrées et sorties apparaissent. On peut les modifier en entrant une nouvelle valeur dans la case correspondante [17]. Figure 2.23

# Chapitre 2 Instrumentation de l'atelier refroidisseur à grilles



## • Adressage symbolique et absolue :

Dans TIA Portal, toutes les variables globales (entrées, sorties, mémentos...) possèdent une adresse symbolique et une adresse absolue.

- Adresse absolue : elle représente l'identificateur d'opérande (I, O, M...) et son adresse et numéro de bit.
- Adresse symbolique : elle correspond au nom que l'utilisateur a donné à la variable (ex : Bouton Marche). Le lien entre les adresses symbolique et absolue se fait dans la table des variables API. Lors de la programmation. On peut choisir d'afficher les adresses absolues, symboliques ou encore les deux simultanément.

### b.1.4 Table des variables API :

C'est dans la table des variables API que l'on va pouvoir déclarer toutes les variables et les constantes utilisées dans le programme. Lorsque l'on définit une variable API, il faut définir :

## Chapitre 2 Instrumentation de l'atelier refroidisseur à grilles

---

- Un nom : c'est l'adressage symbolique de la variable.
- Le type de donnée : BOOL, INT...
- L'adressage absolu : par exemple Q1.5 On peut également insérer un commentaire qui nous renseigne sur cette variable. Le commentaire peut être visible dans chaque réseau utilisant cette variable [17].

### b.1.5 Langage de programmation de TIA PORTAL :

Le logiciel TIA PORTAL permet la programmation L'API S7-300 en :

- GRAFCET (SFC) : Ce langage de programmation de haut niveau permet la programmation aisée de tous les procédés séquentiels.
- Schéma blocs (FBD) : Ce langage permet de programmer graphiquement à l'aide de blocs, représentant des variables, des opérateurs ou des fonctions. Il permet de manipuler tous les types de variables.
- Schéma à relais (LD) : Ce langage graphique est essentiellement dédié à la programmation d'équations booléennes.
- Texte structuré (ST) : Ce langage est un langage textuel de haut niveau. Il permet la programmation de tout type d'algorithme plus ou moins complexe.
- Liste d'instructions (IL) : Ce langage textuel de bas niveau est un langage à une instruction par ligne. Il peut être comparé au langage assembleur.
- Le schéma à contacts (CONT): est un langage de programmation graphique. Le langage CONT permet de suivre facilement le trajet du courant entre les barres d'alimentation en passant par les contacts, les éléments complexes et les bobines[17].

### b.1.6 S7-PLCSIM :

Le logiciel de simulation d'automate S7-PLCSIM, Figure 2.24, intégré dans l'atelier logiciel TIA PORTAL, permet le test dynamique des programmes de toute configuration automate SIMATIC S7 sans disposer du matériel cible. Il permet de réduire, de manière significative, les temps de mise en service des installations grâce à la mise au point et l'optimisation anticipée des programmes automatés

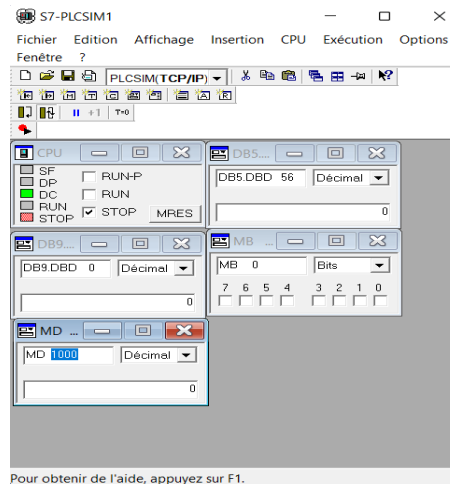


Figure 2.25-Interface de simulation PLCSIM [17]

### ➤ Runtime :

L'application RUNTIME associé au logiciel WinCC de TIA PORTAL nous permet de compiler le projet construit et simuler son fonctionnement et cela nous aide à voir les erreurs faites et les fixer avant de mettre le projet en marche [17]

### ➤ La Supervision sous WinCC Basic :

#### • Définition de la supervision :

La supervision est une technique industrielle permettant de suivre, contrôler et visualiser le bon fonctionnement des systèmes automatisés. Elle facilite aussi le travail en donnant à l'opérateur la possibilité d'observer et analyser le système en temps réel et cela permet une intervention rapide au cas d'une panne ou un défaut au niveau du système.

#### • Avantages de la supervision :

Un système de supervision donne de l'aide à l'opérateur dans la conduite du procès, son but est de présenter à l'opérateur des résultats expliqués et interprétés et son avantage principal est : [17]

- Surveiller le procès à distance.
- La détection des défauts.
- Le diagnostic
- Le traitement des alarmes.

## Chapitre 2 Instrumentation de l'atelier refroidisseur à grilles

- **Interface homme/machine :**

Un système IHM, constitue l'interface entre l'homme (opérateur) et le processus (machine/installation). Le contrôle, proprement dit du processus, est assuré par le système d'automatisation. Il existe, par conséquent, une interface entre l'opérateur et WinCC basic (sur le pupitre opérateur) et une interface entre WinCC basic et le système d'automatisation.

### b.1.7 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 (Figure 2.25) 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. Ce logiciel convient pour toutes les applications IHM allant de solutions de commande simples avec des Basic Panels aux applications SCADA pour système multipostes basés sur PC [17].

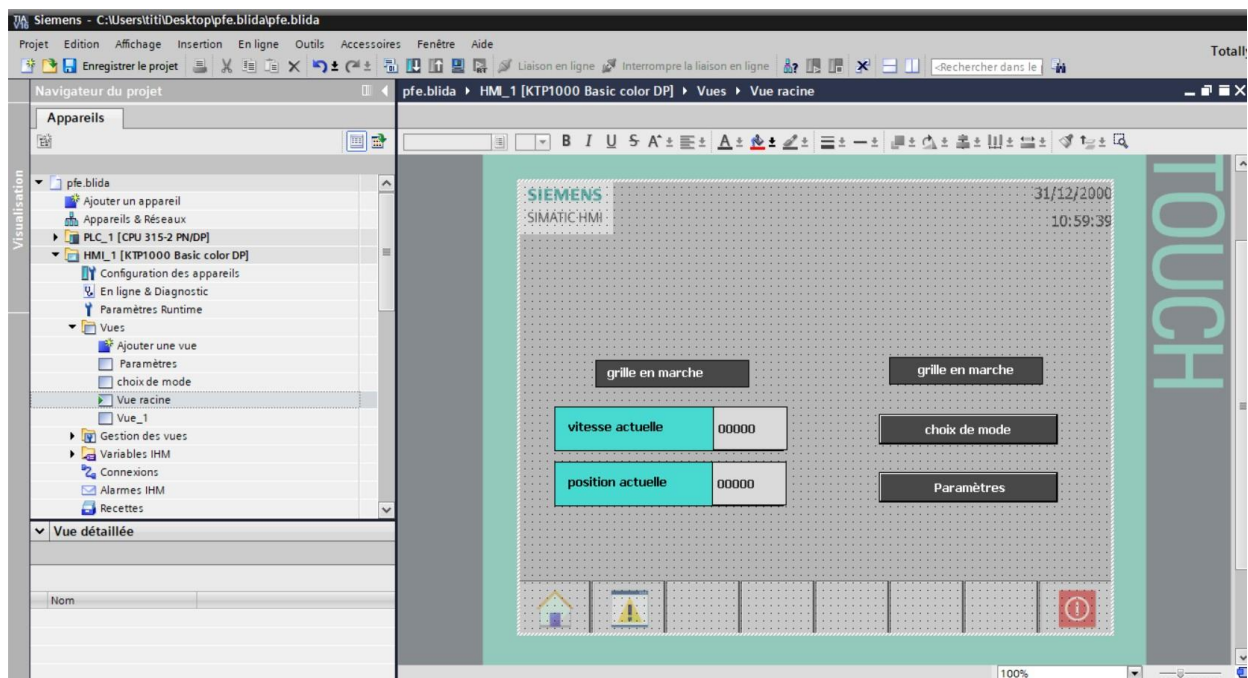


Figure 2.26-Interface de simulation SIMATIC WINCC

## **Chapitre 2 Instrumentation de l'atelier refroidisseur à grilles**

---

### **Conclusion**

Dans ce chapitre nous avons présenté les différents équipements de l'atelier refroidisseur à grilles et expliqué clairement le principe de fonctionnement de chaque composant (capteurs, actionneurs, pré-actionneurs ...etc.) et sa position dans l'atelier, et on a présenté aussi l'automate S7-400, l'automate S7-300, communication et le logiciel TIA-PORTAL.

La programmation de l'atelier refroidisseur à grilles et la solution de la problématique exposée sera présentée dans le prochain chapitre

# **Chapitre 3**

## **Programmation du système de l'atelier refroidisseur à grilles**



# Chapitre 3 Programmation du système de l'atelier refroidisseur à grilles

## 3.3 Introduction

L'automatisme a comme but la recherche des simples solutions non complexes et efficaces afin de faciliter le diagnostic et rendre le fonctionnement d'un système donné assez simple que possible, et Afin de piloter notre refroidisseur à grilles , nous allons réaliser un programme et l'implanter dans l'automate S7-300 grâce au logiciel de conception de programmes pour des systèmes d'automatisation TIA PORTAL de SIEMENS.

Ce chapitre va aborder la partie la plus importante de notre projet. Cette partie consiste à :

- L'architecture de notre projet.
- Décrire le principe de fonctionnement de notre projet.
- Déclarer la partie matérielle.
- Décrire les différentes parties de programme en utilisant les logiciels TIA-PORTAL.
- Communication entre s7 300 et s7 400

## 3.2 L'architecture de notre projet

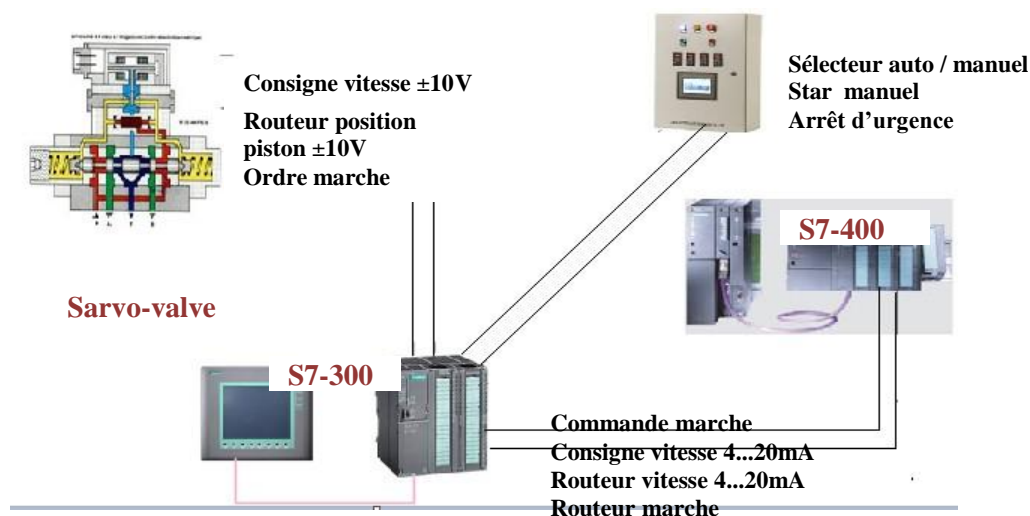


Figure 3.1- Architecture réseau de l'atelier refroidisseur à grilles de notre projet

## 3.3 Fonctionnement

Il est possible de faire marcher toutes les grilles du refroidisseur de clinker par :

### 3.3.1 Conditions de démarrage

La commande de la vanne proportionnelle et du mouvement de la grille de refroidisseur et/ou de purge du circuit hydraulique est possible, si les pompes hydrauliques sont en fonctionnement et que le coffret de S7-300 est alimenté. Pour un fonctionnement automatique, c'est-à-dire un fonctionnement avec changement automatique de direction, le dispositif de mesure de position doit également être opérationnel.

# Chapitre 3 Programmation du système de l'atelier refroidisseur à grilles

---

## 3.3.2 Description générale du fonctionnement de notre projet

En fonctionnement en mode distance, le coffret de S7-300 convertit le signal de sortie de la boucle de contrôle : « hauteur de la couche de clinker » (ou « pression de référence de la couche de clinker ») en un signal de contrôle qui modifie la vitesse de la grille par l'intermédiaire de la vanne hydraulique proportionnelle. La consigne externe du coffret varie de 0... 25 coups/min (ce qui correspond à une vitesse de grille 4... 20 mA) est convertie un signal analogique de  $\pm 0... 20$  mA. Selon la valeur et le signe, ce signal de commande ouvrir la vanne proportionnelle pour une course vers l'avant ou vers l'arrière.

Pour calculer et générer le signal de commande de la vanne proportionnelle, il est nécessaire d'exécuter un cycle de programme de 5 ms.

Fonctionnement du vérin :

- En avant : Le piston sort du vérin
- En arrière : Le piston rentre dans le vérin
- Position avant : Position avec piston sorti
- Position arrière : Position avec piston rentré
- Coup : Mouvement cyclique composé d'un mouvement en avant et d'un mouvement en arrière du piston

Sans signal de commande du coffret de S7-300, la vanne proportionnelle reste en position zéro et l'huile n'alimente pas les vérins hydrauliques, la grille ne bouge pas.

Les fonctions du coffret de S7-300 de grille sont :

- Alimentation de l'équipement électronique de la vanne proportionnelle.
- Commande de la vanne proportionnelle ((0...20mA) selon la valeur de consigne active pour la réalisation du mouvement en avant et en arrière de la grille.
- Pour Générer le signal réel de la course (4... 20 mA) par calcul de la durée du mouvement du piston pour un coup et indication de la valeur sur le pupitre opérateur en coups/min.
- Boucle de contrôle fermé pour une longueur de course constante, indépendante de la grille actuelle de vitesse dans les modes de fonctionnement « À distance » et « Local-automatique ».
- Fonctionnement en mode locale via le pupitre opérateur, les touches et les boutons poussoirs.
- Générer de rampes d'accélération et le freinage de la grille afin d'éviter les coups de bélier dans le circuit hydraulique lors de l'inversion de mouvement.

# Chapitre 3 Programmation du système de l'atelier refroidisseur à grilles

---

- Réduction de la valeur de signal de commande de la vanne proportionnelle en marche arrière afin de réduire la vitesse de course en raison d'une résistance mécanique plus faible et une surface de piston réduite.
- Allocation de temps pour la durée du réalignement de la grille lors de la synchronisation mécanique des deux vérins hydrauliques.
- Conserver une vitesse de grille minimale dans le cas où la valeur de consigne active est inférieure à la valeur minimale enregistrée. Ainsi, un arrêt éventuel de la grille peut être évité.
- Acquisition et évaluation de la position réelle du vérin hydraulique, qui est reçu du dispositif de mesure de position grâce à une interface numérique de mesure.
- Surveillance en continu du mouvement de la grille. Interruption de la commande de la vanne proportionnelle en cas de panne.
- Réalisation d'opérations synchrones pour refroidisseur de clinker avec plusieurs grilles.
- Génération et l'évaluation des signaux d'interface avec le système en amont (système de contrôle du refroidisseur).

La vitesse maximale de la grille dépend principalement des valeurs de réglage des rampes et de la longueur de la course. Il est possible, que les paramètres enregistrés ne permettent pas d'atteindre la vitesse de grille maximale indiquée.

## 3.4 Configuration matériel (Partie Hardware) :

C'est une étape très importante, qui correspond à l'agencement des châssis et des modules. Ces derniers sont fournis avec des paramètres définis par défaut en usine. Après avoir créé le projet nous obtenons l'affichage de la Figure 3.2 Ensuite, nous cliquons sur « configurer un appareil » puis sur la commande « ajouter ». Pour choisir le matériel SIMATIC S7-300, on introduit la hiérarchie suivante : [1]

- On commence par le choix du rack selon la station choisie. Pour la station SIMATIC S7-300, on aura 'RACK-300' et on le glisse dans le châssis.
- Après avoir choisie le RACK, on lui glisse la CPU convenable au projet dans l'emplacement N°2.
- L'emplacement N°1 est réservé pour l'alimentation et le N°3 réservé comme adresse logique pour un coupleur dans une configuration multi-châssis.
- Les autres emplacements sont réservés pour les modules entrés / sortis

# Chapitre 3 Programmation du système de l'atelier refroidisseur à grilles



Figure 3.2 : Configuration du matériel

## 3.4.1 Choix du matériel

Le choix du matériel S7-300 nous conduit à introduire les paramètres suivants :

- **Choix de l'alimentation**

Le choix d'alimentation se fait selon le bilan énergétique de consommation de tous les modules utilisés et selon la conception de sécurité des installations électriques. Dans la cimenterie ; on a choisi un module d'alimentation « PS 307 10 A1 ».

- **Choix de la CPU**

On a choisi la CPU 315 PN/DP pour les raisons suivant :

- Disponibilité sur le marché.
- Contient une communication PROFINET pour pouvoir communiquer avec système DCS S7-400.
- Contient une communication MPI pour connecter HMI.

- **Choix des modules entrés/sortis**

A partir de l'emplacement n°4, il est possible de monter jusqu'à 08 modules de signaux (SM), processeurs de communication (CP) ou modules fonctionnels (FM). Nous y mettons les modules d'entrées et de sorties analogiques et numériques. D'après l'identification des E/S il y a :

- **Modules d'entrées/sorties TOR :**

L'ensemble des entrées TOR dénombré pour notre projet représente 3 entrées. Nous avons donc choisi :

# Chapitre 3 Programmation du système de l'atelier refroidisseur à grilles

- Un module de 16 entrées numériques / DI 16\*24 VDC

Le nombre de sorties TOR évalué pour notre projet représente 5 sorties. Nous avons donc choisi :

- Un Module de 8 sorties / DO 8x24VDC/0.5A\_1

## ➤ Modules entrées/sorties analogique :

L'ensemble des entrées analogiques choisies pour notre projet représentent 3 entrées. Nous avons donc choisi un module de 8 entrées :

- Un Module d'entrées Analogique / AI 8\*16BIT

L'ensemble des sorties analogiques choisies pour notre projet représentent 2 sorties. Nous avons donc choisi un module de 4 sorties :

- Un Module de sorties Analogique / AO 4\*16BIT

Donc, les cartes des E/S sont comme suit (Figure 3.3) :

## 3.5 Programmation de PLC (partie software)

### 3.5.1 Blocs de code :

Le dossier 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. La fenêtre d'ajout est montrée dans la Figure 3.4. [1]

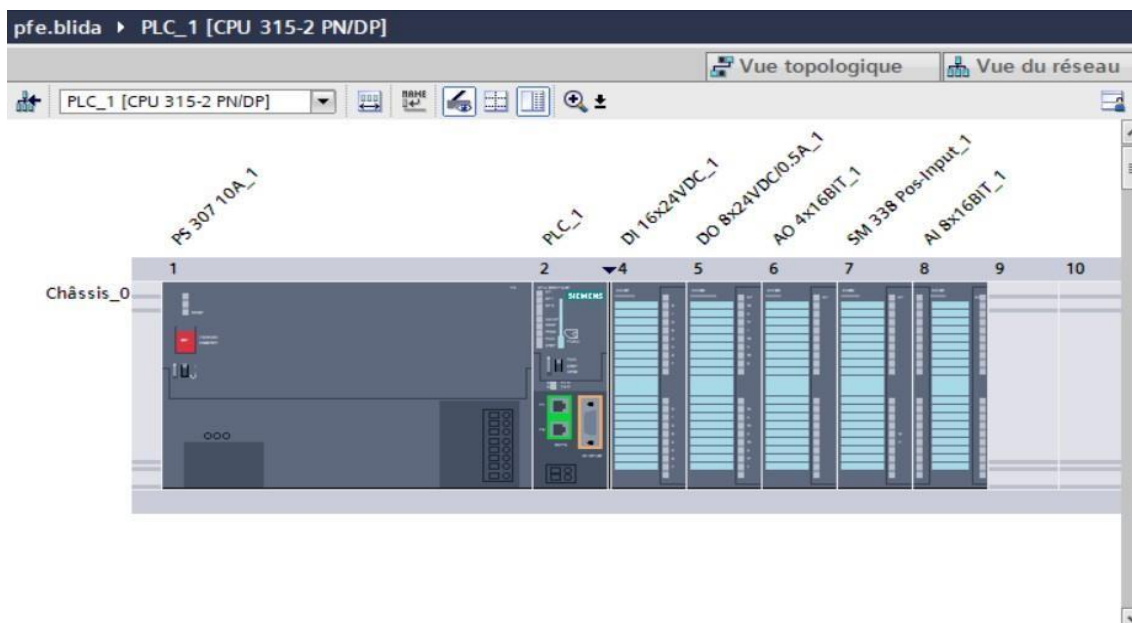


Figure 3.3 : Vue du rack

# Chapitre 3 Programmation du système de l'atelier refroidisseur à grilles

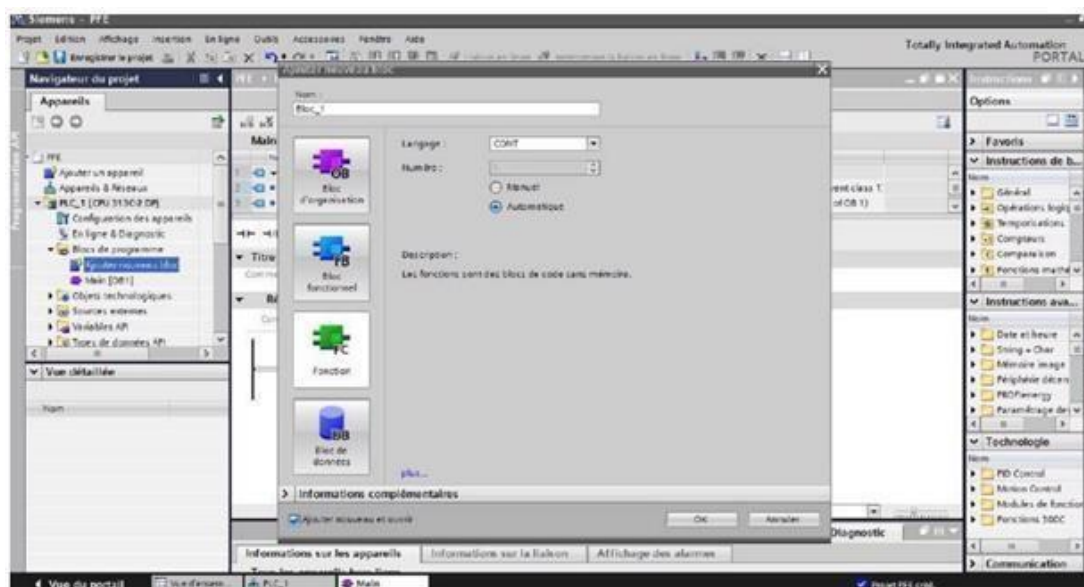


Figure 3.4 : Fenêtre d'ajout d'un nouveau bloc

## ➤ Bloc 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, ce 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, la Figure 3.5 présente un bloc d'organisation.

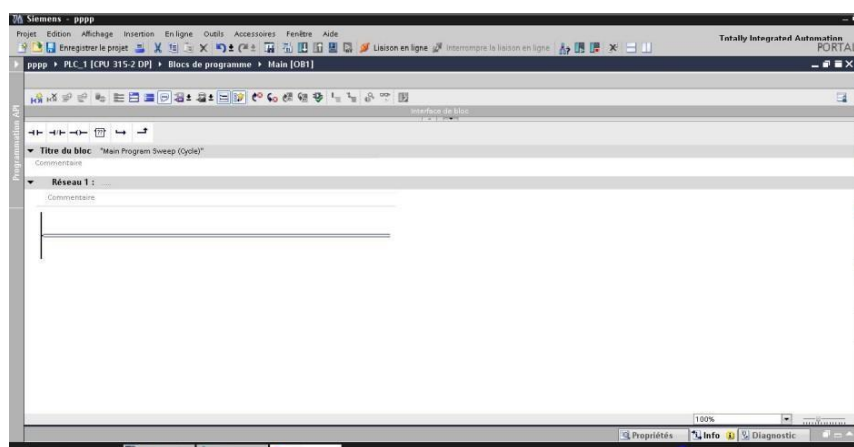


Figure 3.5 : Fenêtre de bloc OB1

# Chapitre 3 Programmation du système de l'atelier refroidisseur à grilles

## ➤ 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. [1]

## ➤ 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 utilisées par la suite par d'autres blocs. [1]

## ➤ Les fonctions (FC), (SFC) :

Le bloc 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 utilisés pour des fonctions spéciales, intégrées dans la CPU S7, elle est appelée à partir du programme. [1] La Figure 3.6 montre les liaisons qui existent entre les blocs.

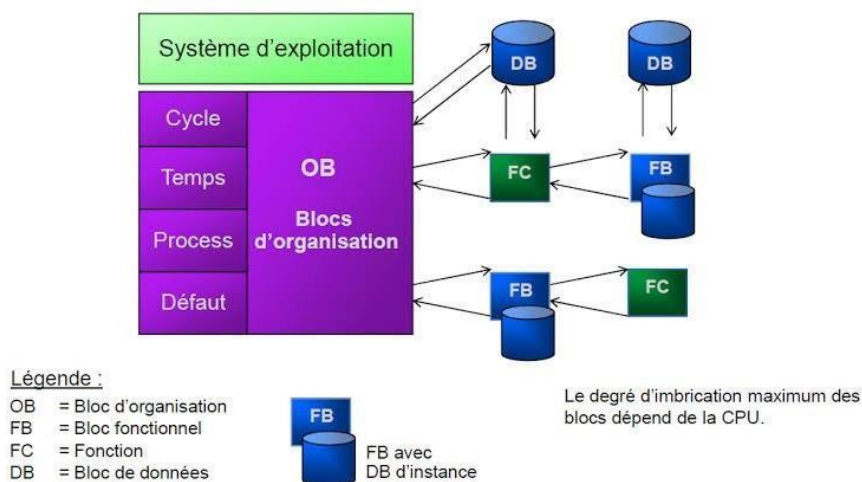


Figure 3.6 : les liaisons entre les blocs

### 3.5.2 Organisation et programmation des blocs :

Dans TIA PORTAL, le projet regroupe la totalité des données et des programmes d'une solution d'automatisme. Un projet n'est pas limité à un programme utilisateur d'un module programmable, mais pourra réunir plusieurs programmes utilisateur pour plusieurs modules programmables sous un nom de projet commun. Pour notre projet, il contient 01 bloc d'organisation OB1, 05 blocs de fonction (FC1...FC5) et bloc de données 5 DB. La programmation des blocs se fait du plus profond sous-bloc vers le bloc principal, le langage choisi pour la programmation et le langage à contact (CONT), nous commençons par programmer les blocs fonctions. Les blocs utilisés sont données par la Figure 3.7 suivante :



# Chapitre 3 Programmation du système de l'atelier refroidisseur à grilles



Figure 3.7 : affichage des blocs utilisés

- **Le bloc FC1 :**

Nous avons créé ce bloc pour programmer la vitesse des grilles, premièrement on a calculé la durée d'aller du vérin entre fin de course avant (MD200) jusqu'à fin de course arrière (MD204) , puis on a calculé entre fin de course arrière jusqu'à fin de course avant. Encore on a fait la somme d'aller plus retour, cette durée représente le temps écoulé d'un seul coup. Avec le temps et la distance des coups on a calculé la vitesse.

La valeur du nombre de coups (coups/min) est basée sur le temps de mouvement de la grille pour une course. La valeur 4... 20 mA correspond à une vitesse de grille de 0... 25 coups/min.

Après chaque course complète, la valeur réelle sera actualisée.

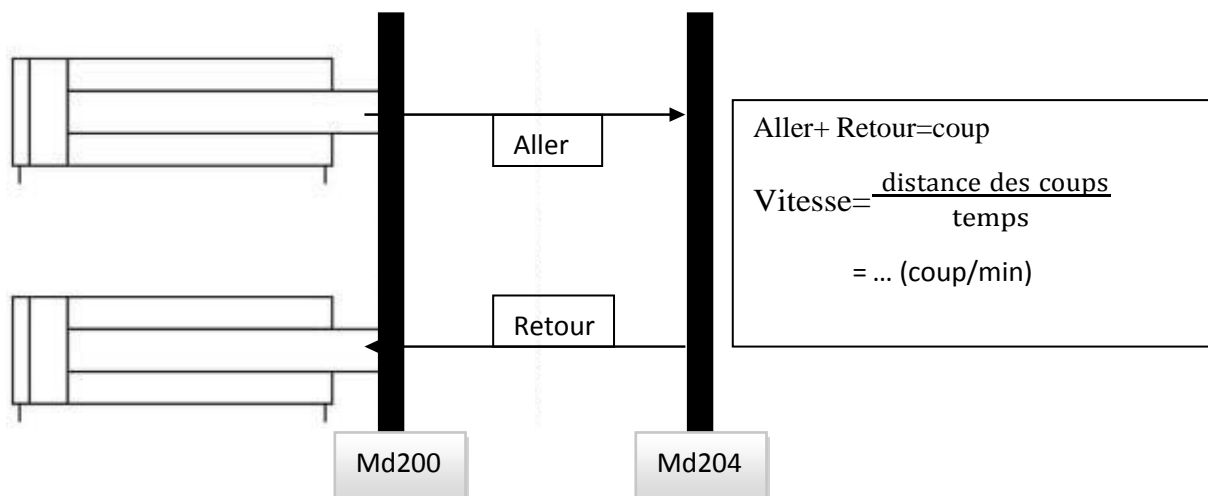


Figure 3.7 : schéma synoptique de calculer la vitesse de grille



# Chapitre 3 Programmation du système de l'atelier refroidisseur à grilles

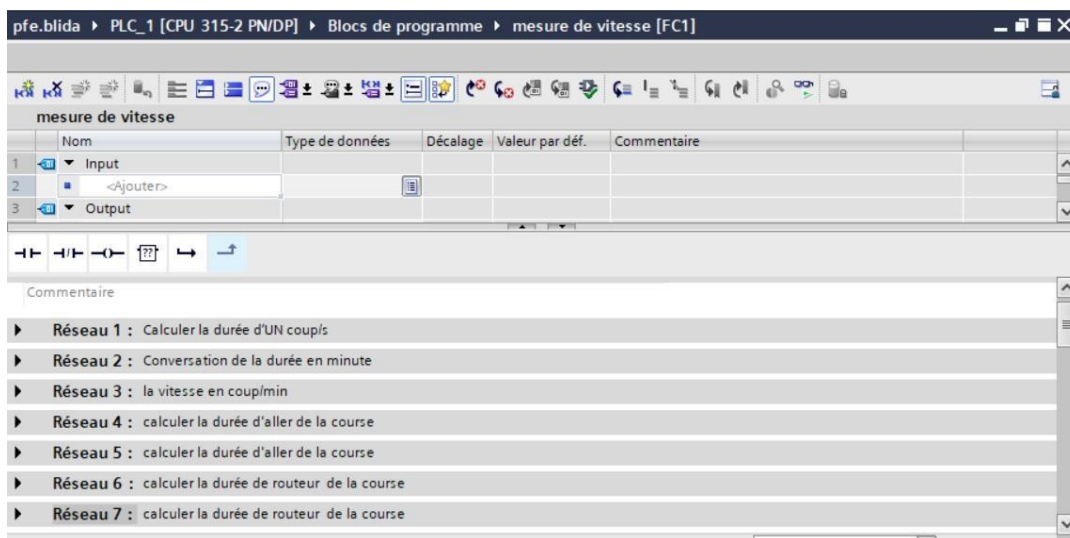


Figure 3.8 : Vue des réseaux du bloc FC1

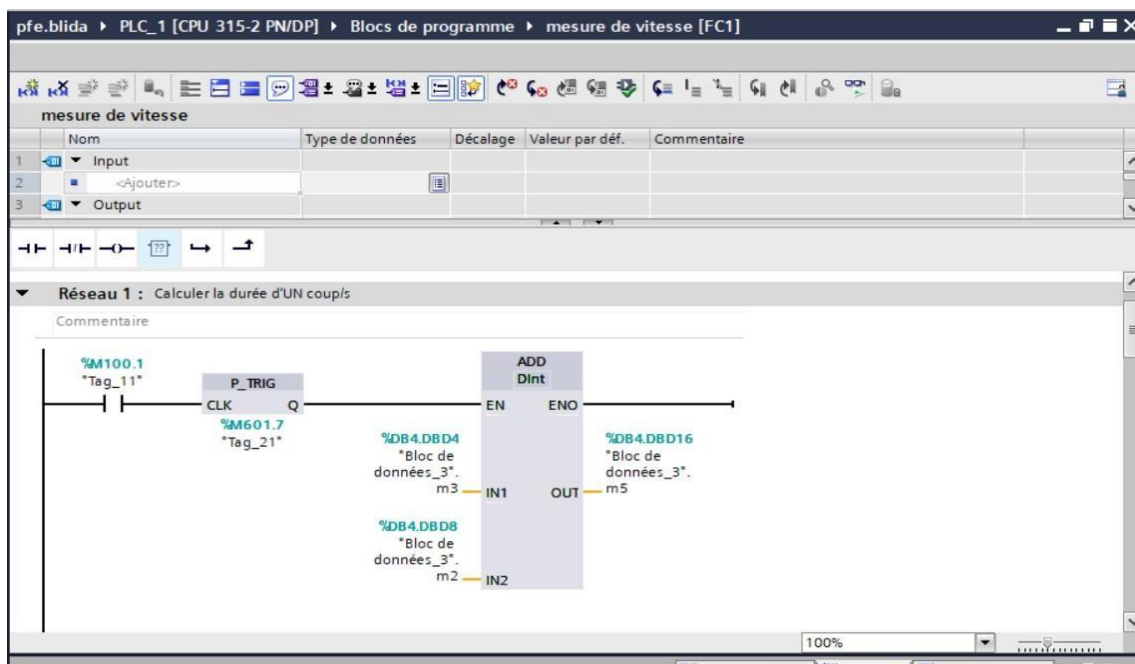


Figure 3.9 : Vue interne de bloc FC1

- **Le bloc FC2 :**

Nous avons créé ce bloc pour gérer la gestion de consigne, Le signal de consigne de la vanne proportionnelle contient des rampes. Par un réglage optimal des rampes, des pics de pression dans le circuit hydraulique sont réduits au minimum. La charge mécanique sur la grille pendant l'accélération et le freinage va également être minimisée par les paramètres optimisés des rampes.

# Chapitre 3 Programmation du système de l'atelier refroidisseur à grilles

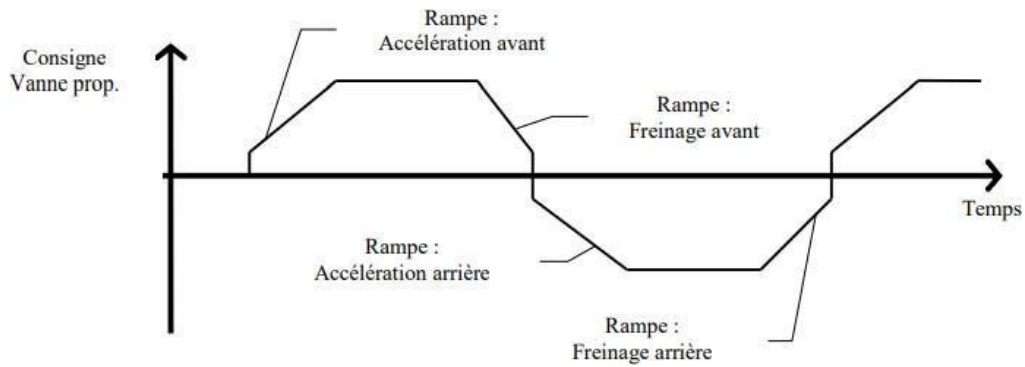


Figure 3.10 : graphe des paramètres des rampes



Figure 3.11: Vue des réseaux du bloc FC2

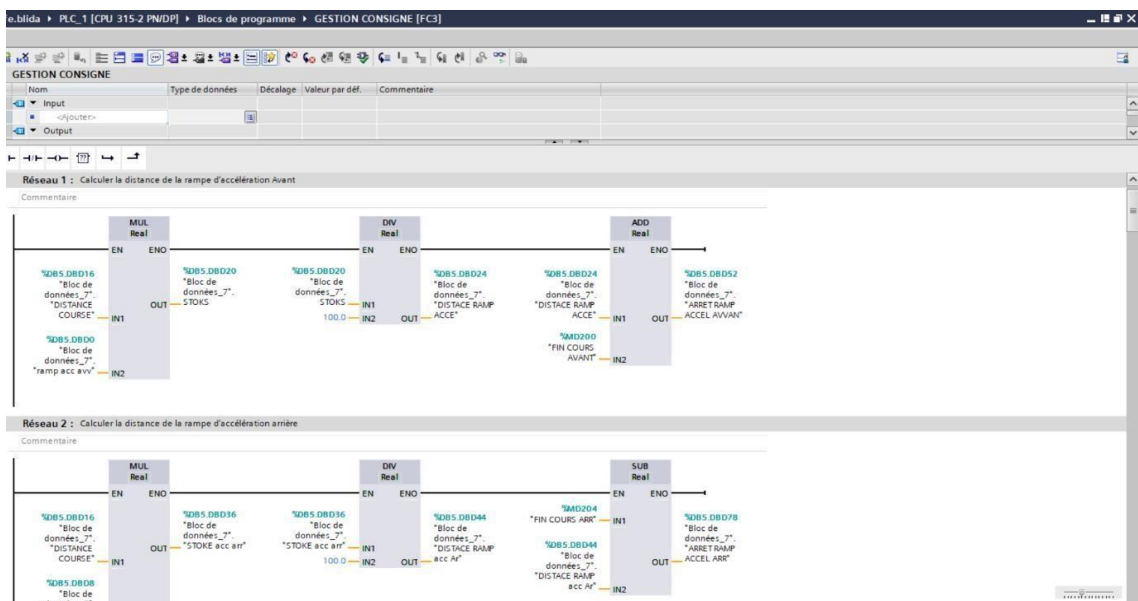


Figure 3.12: Vue interne du bloc FC2

# Chapitre 3 Programmation du système de l'atelier refroidisseur à grilles

- **Le bloc FC3 :**

Le bloc FC4 est utilisé pour programmer la gestion des modes fonctionnement en a deux

- **Mode locale :** activer avec autorisation des systèmes DCS activation locale par HMI en peutchoisir la consigne localement et démarrer la grille pour la maintenance
- **Mode distance :** c'est la fonctionnent normal en état marche d'usine la consigne vitesse viendra depuis la s7 400.

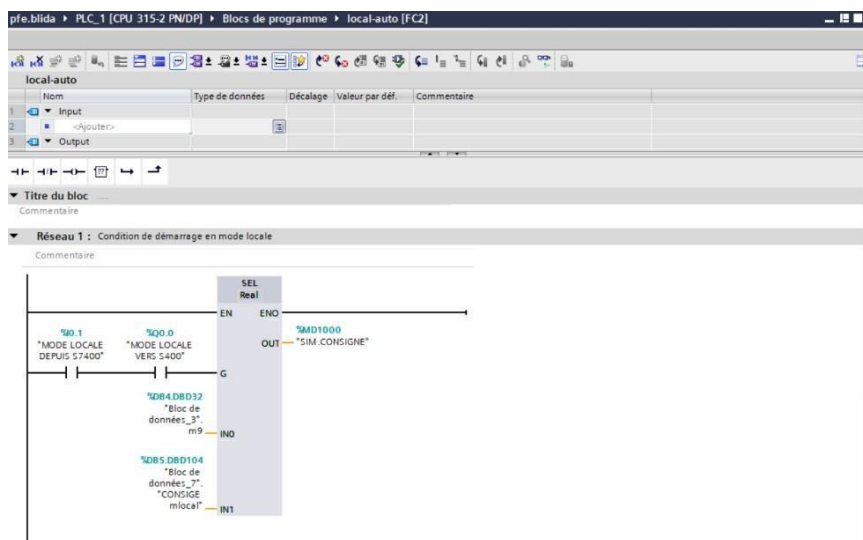


Figure 3.13: Vue interne du bloc FC3

- **Le bloc FC4 :**

Un réalignement mécanique de la grille est lancé automatiquement selon un intervalle de temps enregistré dans HMI. Au cours de ce réalignement de la grille, l'inversion avant sera inhibée et le vérin passera en butée mécanique pendant une durée réglable. Dans cette position, la pression maximale du système est atteinte. Le réalignement mécanique de la grille est nécessaire pour compenser les différences de mouvement des deux vérins. Après ce réalignement, le programme se poursuit comme décrit ci-dessus. La valeur de consigne pour la vanne proportionnelle sera influencée via les paramètres de rampe réglable pendant le mouvement de freinage et d'accélération.

# Chapitre 3 Programmation du système de l'atelier refroidisseur à grilles

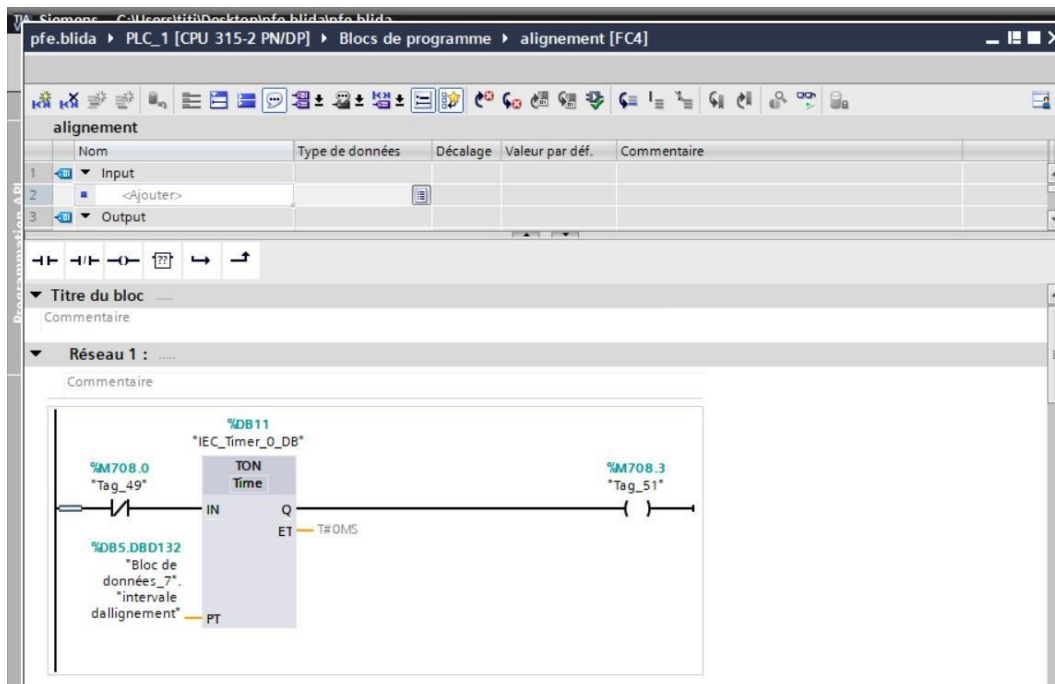


Figure 3.14: Vue interne du bloc FC4

- **Le bloc FC5**

Est une fonction programmée pour simuler le capteur position grille entre 0-100mm. Pour le but de éclairé la fonctionnement de notre système

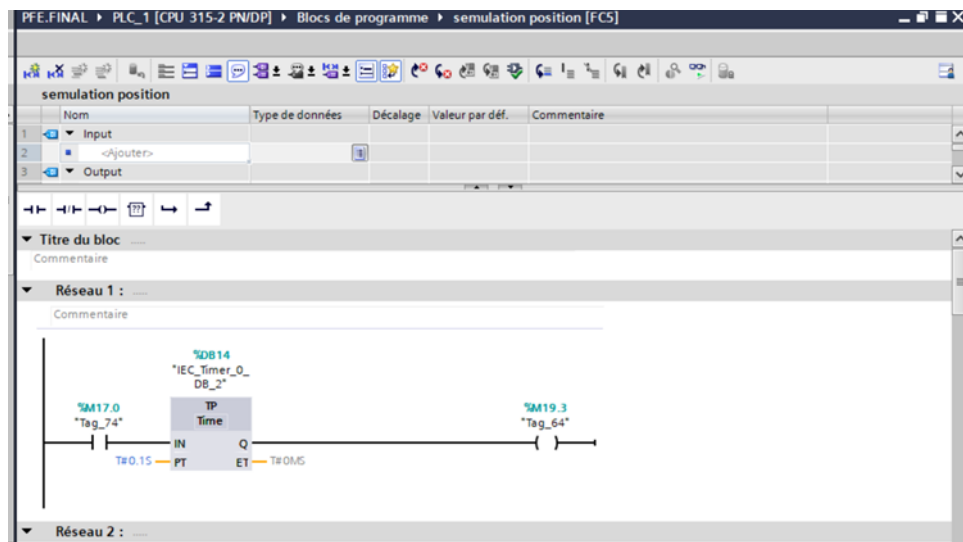


Figure 3.15: Vue interne du bloc FC5

# Chapitre 3 Programmation du système de l'atelier refroidisseur à grilles

- **Le bloc de db4 :**

On a utilisé ce bloc pour stocker les informations de bloc FC1

Nom	Type de données	Décalage	Valeur de départ	Rémanence	Visible da...	Valeur de ..	C...
Static							
m1	DInt	0.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
m3	DInt	4.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
m2	DInt	8.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
m4	DInt	12.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
m5	DInt	16.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
m6	Real	20.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
m7	Real	24.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
m8	Real	28.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
m9	Real	32.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
m10	Word	36.0	16#0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
m11	Struct	38.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
m12	Word	54.0	16#0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Figure 3.16 : Vue bloc de db4

- **Le bloc de db5 :**

On a utilisé ce bloc pour stocker les informations de bloc FC2

Nom	Type de données	Décalage	Valeur de départ	Rémanence	Visible da...	Valeur de ..	Commentaire
Static							
ramp acc avv	Real	0.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
ramp fre avv	Real	4.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
ramp acc arr	Real	8.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
ramp fre arr	Real	12.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
DISTANCE COURSE	Real	16.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
STOKS	Real	20.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
DISTANCE RAMP ACCE	Real	24.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
STOKS FRE AVV	Real	28.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
DISTANCE RAMP FRE Av	Real	32.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
STOKE acc arr	Real	36.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
stoke fre arr	Real	40.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
DISTANCE RAMP acc Ar	Real	44.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
DISTANCE RAMP fre Ar	Real	48.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
ARRET RAMP ACCEL A...	Real	52.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
MESURE POSITION	Real	56.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
A	Real	60.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
B	Real	64.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
C	Real	68.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
D	Real	72.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
E	Bool	76.0	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
F	Bool	76.1	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
M	Bool	76.2	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
N	Bool	76.3	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
ARRET RAMP ACCEL ARR	Real	78.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Figure 3.17 : Vue bloc de db5

# Chapitre 3 Programmation du système de l'atelier refroidisseur à grilles

## 3.5.3 Les blocs d'organisation Ob

### ➤ Ob1 bloc main :

Dans ce Bloc on a appelé tous les fonctions FC programmé et aussi la mise à l'échelle de mesure position de vérin et la consigne vitesse de grille.

Ainsi unscale de la consigne envoyé vers la servovalve.

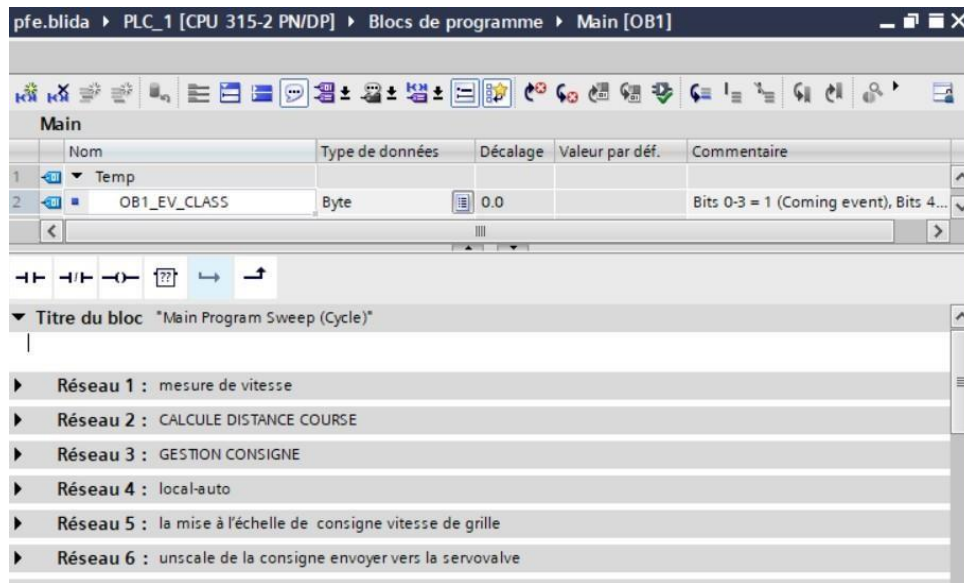


Figure 3.18: Vue des réseaux de l'OB1

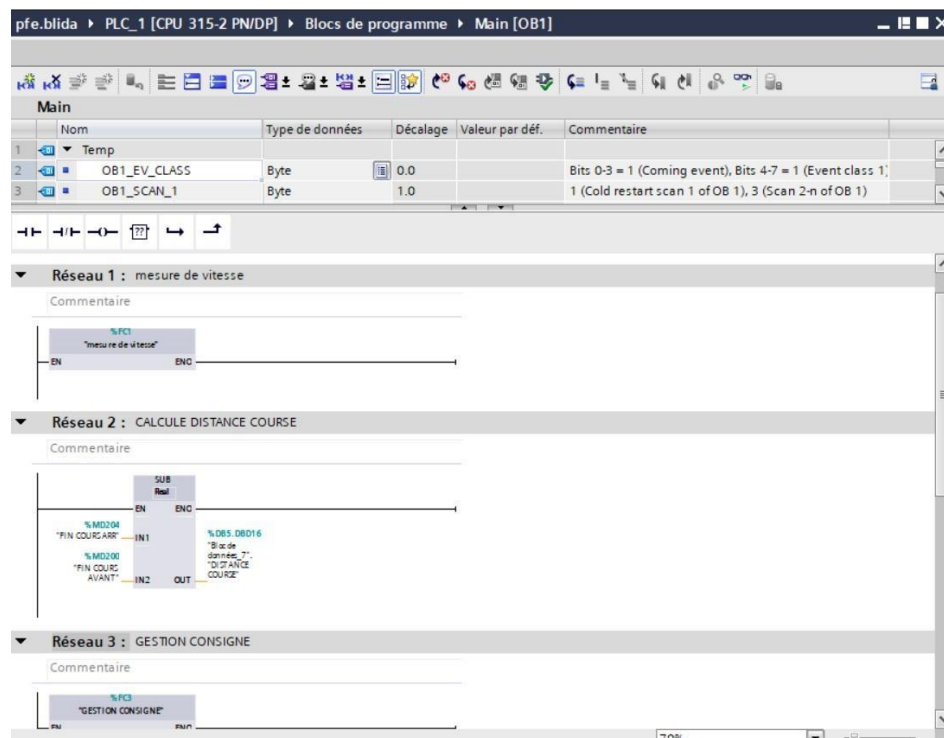


Figure 3.19: Vue interne de l'OB1



# Chapitre 3 Programmation du système de l'atelier refroidisseur à grilles

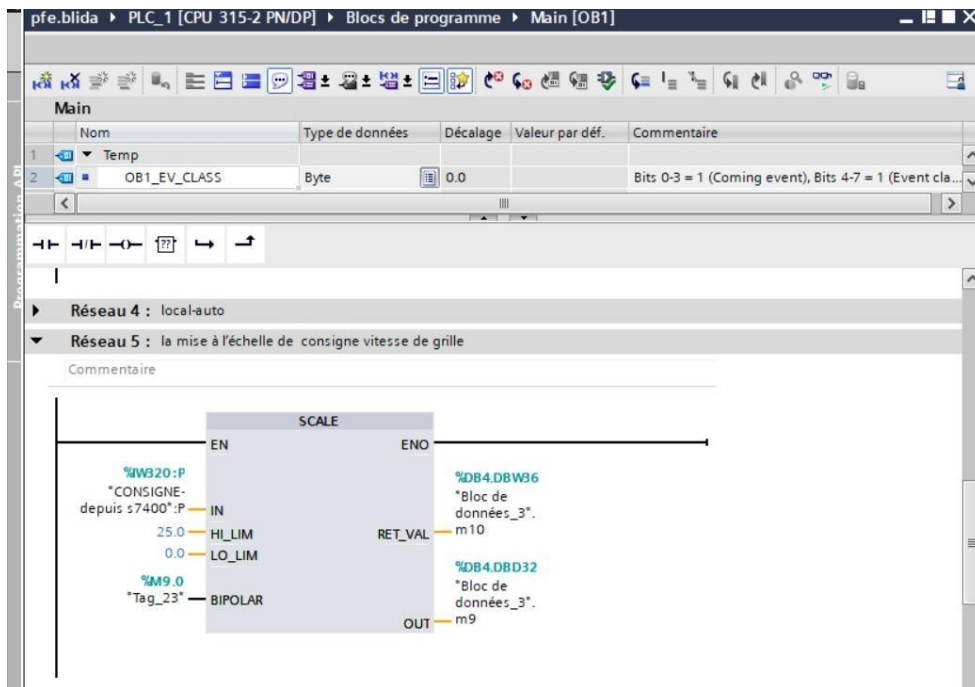


Figure 3.20: Vue mise à l'échelle de consigne vitesse de grille

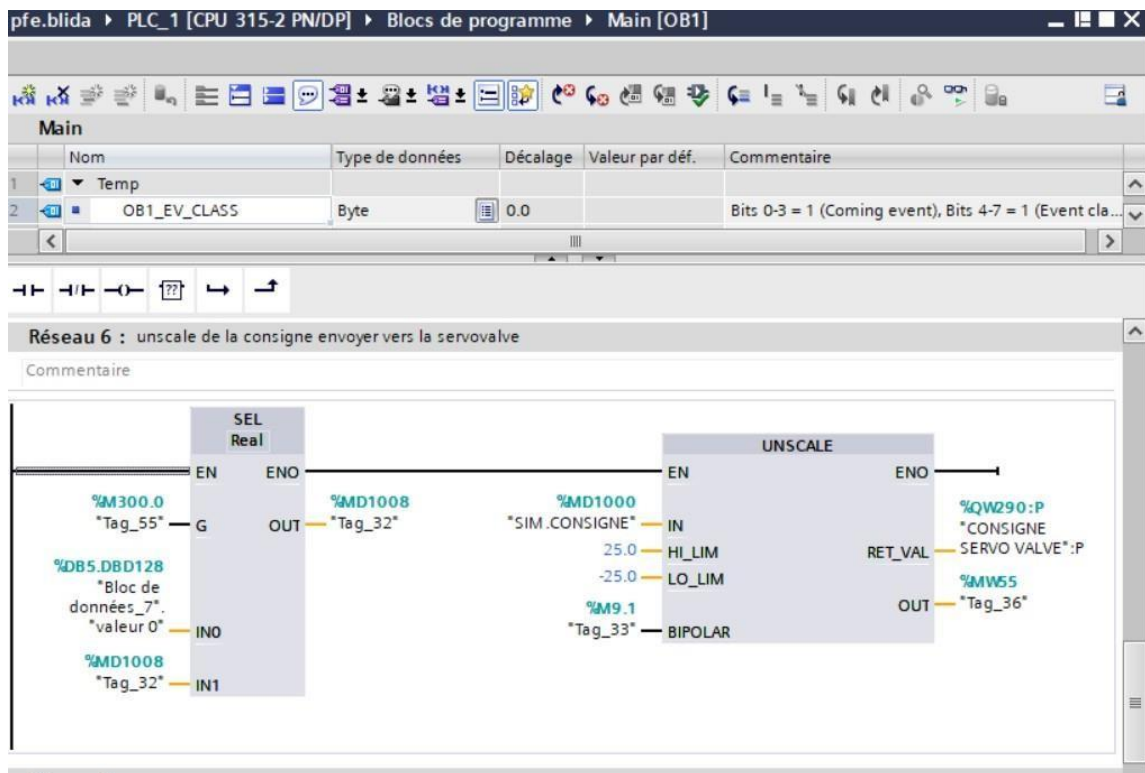


Figure 3.21: Vue unscale de la consigne envoyer vers la servovalve

# Chapitre 3 Programmation du système de l'atelier refroidisseur à grilles

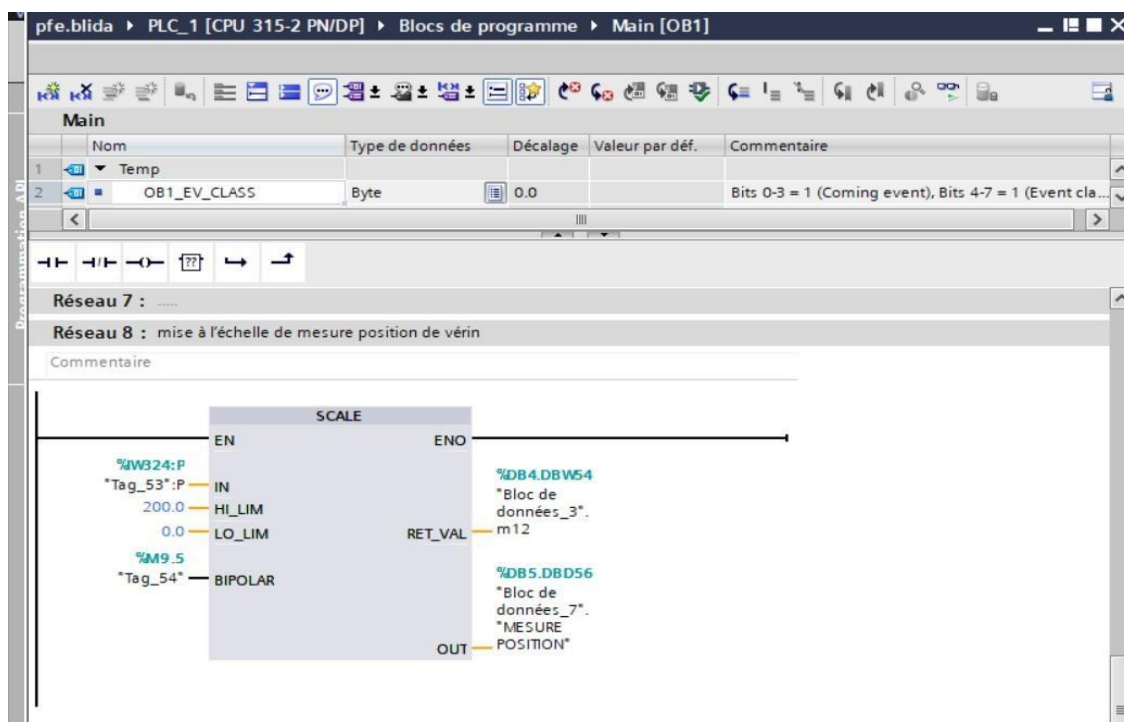


Figure 3. 22: Vue mise à l'échelle de mesure position de vérin

## ➤ Ob121 :

Si un bloc qui n'est pas disponible est appelé sur une CPU S7-300/400, la CPU passe normalement à l'état ARRÊT. Le tampon de diagnostic indique le FB, FC ou DB qui manquait. Vous pourrez alors charger le bloc manquant et redémarrer la CPU.

Si toutefois vous ne souhaitez pas que la CPU passe à l'état ARRÊT en cas de bloc manquant ou qu'elle ne passe à l'état ARRÊT que si des types de bloc ou des numéros de blocs définis manquent, vous pouvez spécifier le comportement souhaité dans l'OB121.

Il suffit d'ailleurs de charger l'OB121 comme bloc vide pour que la CPU continue à fonctionner lorsqu'un bloc manque. Si vous voulez pouvoir décider de manière plus sélective quant la CPU continue à fonctionner ou quand elle passe à l'état ARRÊT, intégrez l'OB121 dans le programme utilisateur. [2]

## 3.6 Création de la table des variables :

Dans l'environnement TIA portal, il faut définir la liste des variables qui vont être utilisées lors de la programmation. L'emploi des mnémoniques à la place des adresses absolues améliore considérablement la lisibilité de programme et devient plus facile à manipuler. On utilise plusieurs types de variable qu'on doit déclarer au préalable. Le tableau suivant résume les types de variables utilisés.



# Chapitre 3 Programmation du système de l'atelier refroidisseur à grilles

Groupe	Types de données	Signification
Type de données binaires	BOOL BYTE WORD DWORD	Les données de ce type occupent 1 bit, 8 bits, 16 bits ou 32 bits
Type de données sur caractère	CHAR	Les données de ce type occupent du jeu de caractère ASCII
Type de données numériques	INT DINT REAL	Les données de ce type permettent de traiter des valeurs numériques
Type de données temporelles	TIME DATE TIME OF-DAY S5TIME	Les données de ce type représentent les diverses valeurs de durée et de date dans le TIA portal

Tableau 3.1 : Différents type de variables contenues dans TIA Portal [3].

Nom	Type de données	Adresse	Réma...	Acces...	Visibl...	Commentaire
VITES-vers s7400	Word	%QW288		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
CONSIGNE-depuis s7400	Int	%IW320		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
ORDRE MARCHÉ DEPUIS S7400	Bool	%I0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
MODE LOCALE DEPUIS S7400	Bool	%I0.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
MODE LOCALE VERS S400	Bool	%Q0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
DEFAULT VERS S7400	Bool	%Q0.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
REPONSE MARCHÉ VERS S7400	Bool	%Q0.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
MARGHE DISTANCE	Bool	%Q0.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
PRESENCE TENSION	Bool	%I0.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
ACTIVE SERVO VALVE	Bool	%Q0.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
CONSIGNE SERVO VALVE	Word	%QW290		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
RETOUR PISTON SERVO VALVE	Word	%IW322		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Tag_1	Bool	%M0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Tag_2	Bool	%M0.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Tag_3	Bool	%M0.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Tag_4	Bool	%M0.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Tag_5	Time	%MD100		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Tag_6	Bool	%M0.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Tag_7	Bool	%M0.6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Tag_8	Bool	%M0.7		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
FIN COURS AVANT	Real	%MD200		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
FIN COURS ARR	Real	%MD204		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Tag_9	Real	%MD300		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Tag_10	Bool	%M100.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Tag_11	Bool	%M100.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Tag_12	Dint	%MD208		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Tag_13	Bool	%M101.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Tag_14	Bool	%M5.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Tag_15	Bool	%M600.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Tag_16	Bool	%M600.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Tag_17	Bool	%M600.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Tag_18	Bool	%M600.7		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Tag_19	Bool	%M600.6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Figure 3.23: table des variables

# Chapitre 3 Programmation du système de l'atelier refroidisseur à grilles

## 3.7 Communication entre s7 300 et s7 400

Pour l'échange des données entre s7 300 et le système DCS S7 400 on a fait une communication profinet entre les deux CPU.

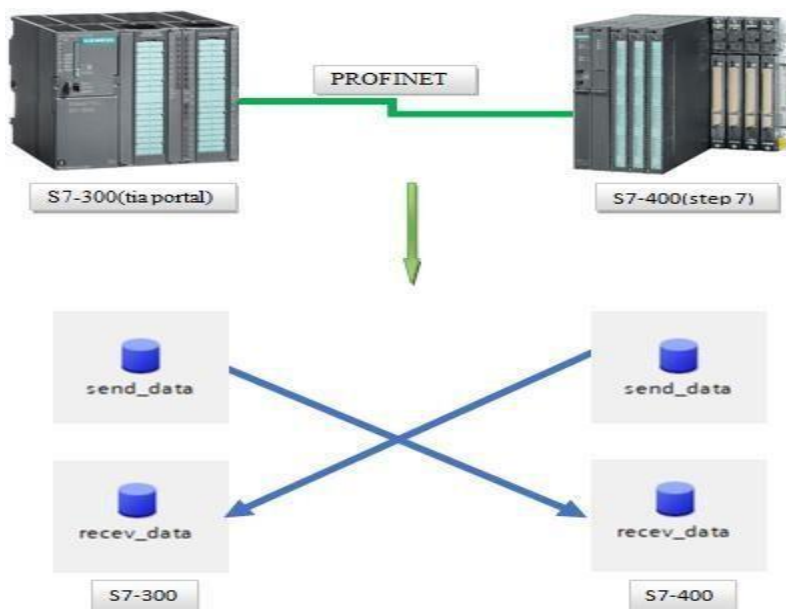


Figure 3.24: architecture de Communication entre s7 300 et s7 400

### 3.7.1 Configuration de l'adresse IP de cpu dans tia portal :

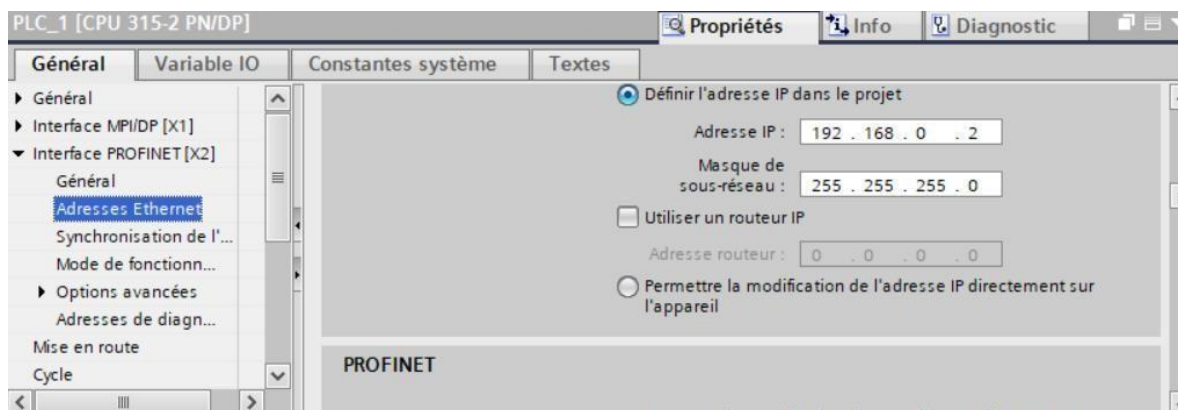


Figure 3.25: Vue configuration de l'adresse IP de cpu

# Chapitre 3 Programmation du système de l'atelier refroidisseur à grilles

## 3.7.2 Définir la liaison dans step7 entre les deux cpu :

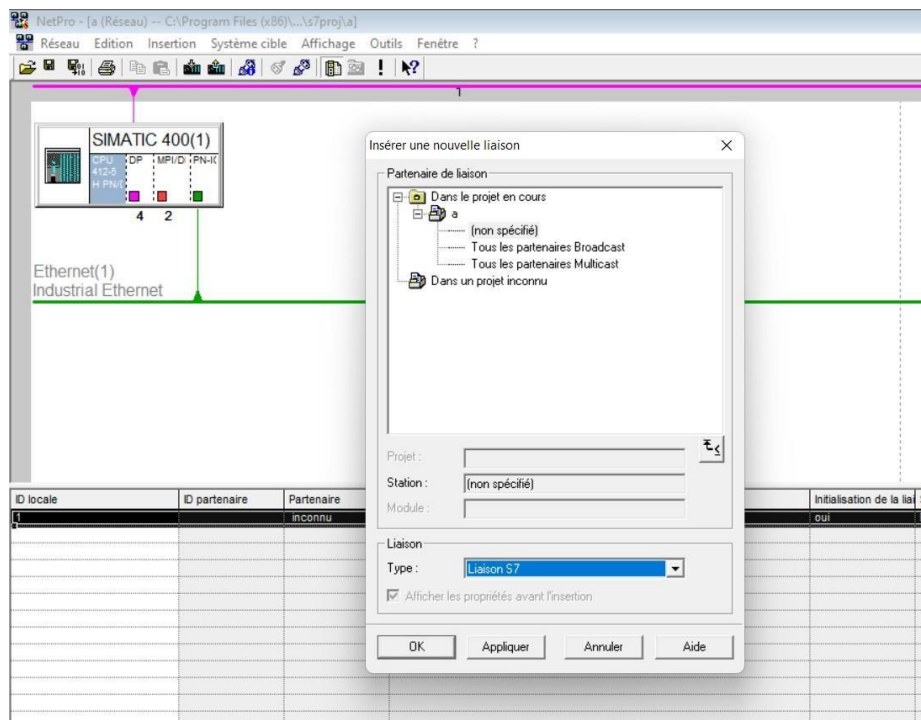


Figure 3.26: Vue de création une nouvelle liaison

## 3.7.3 Configuration de ladres IP de cpu 300 dans stap 7 :

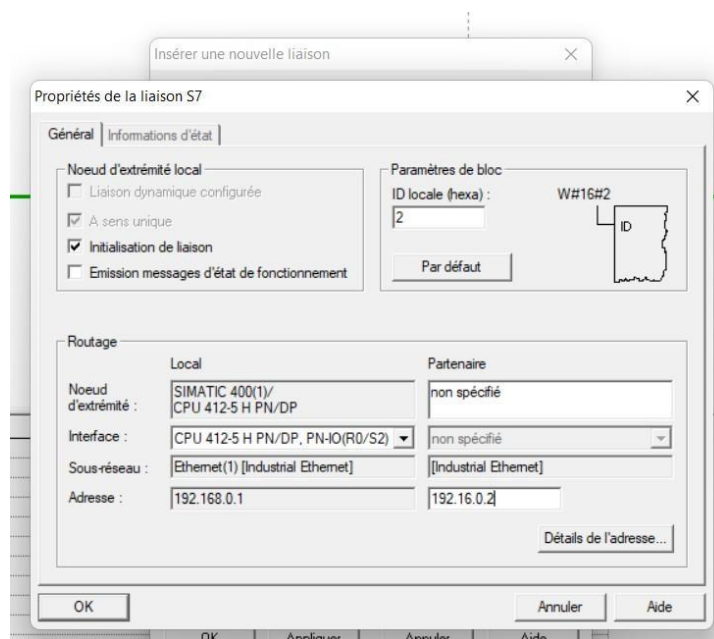


Figure 3.27: Vue de configuration de ladres IP de cpu 300

# Chapitre 3 Programmation du système de l'atelier refroidisseur à grilles

On a utilisé les fonctions Put et Get pour envoyer les données entre les dB

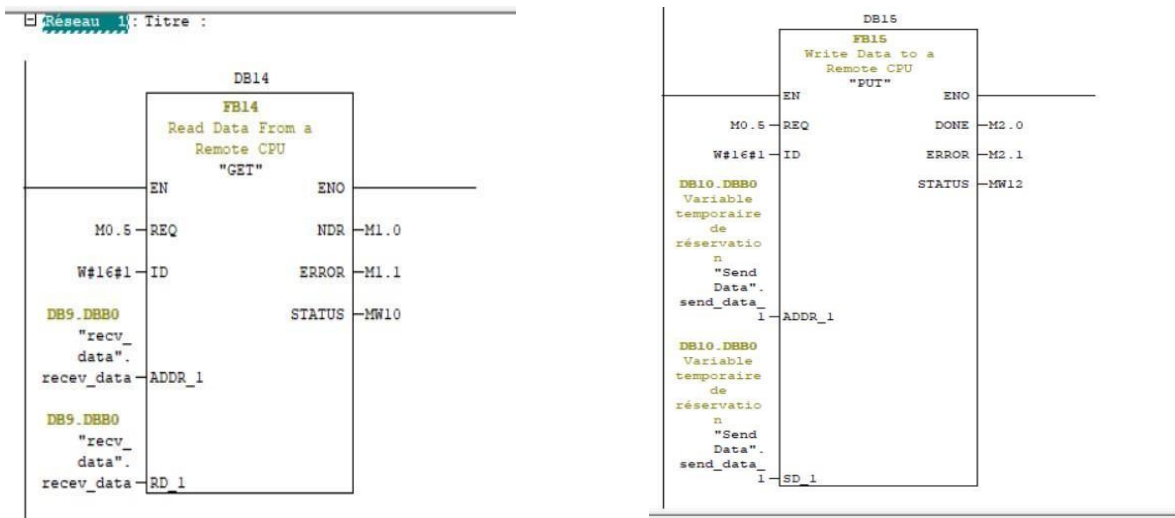


Figure 3.28: Vue de fonction Get et Put

## 3.8 Simulation de programme par PLCSIM

La simulation du programme avec l'application S7-PLCSIM destinés aux CPU S7, sert à créer une liaison directe entre TIA portal et le S7-300, et dans le but d'exécuter et de tester notre programme virtuellement, et remédier à d'éventuelles erreurs. La configuration des appareils fait que la liaison soit du mode MPI et ce à travers la carte PLC-SIM. Les figures IV.32 et IV.33 donnent un aperçu sur la simulation de programme.

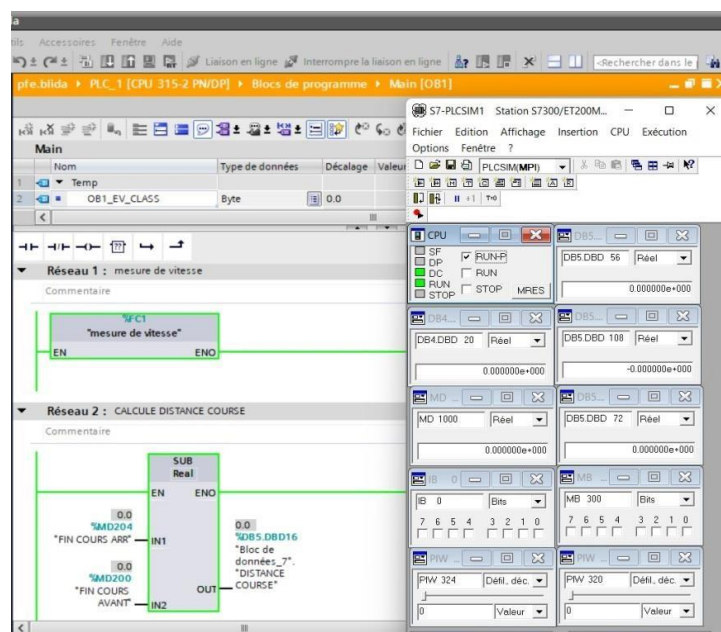


Figure 3.29: Vue de la simulation du l'OB1 par le PLC-SIM

# Chapitre 3 Programmation du système de l'atelier refroidisseur à grilles

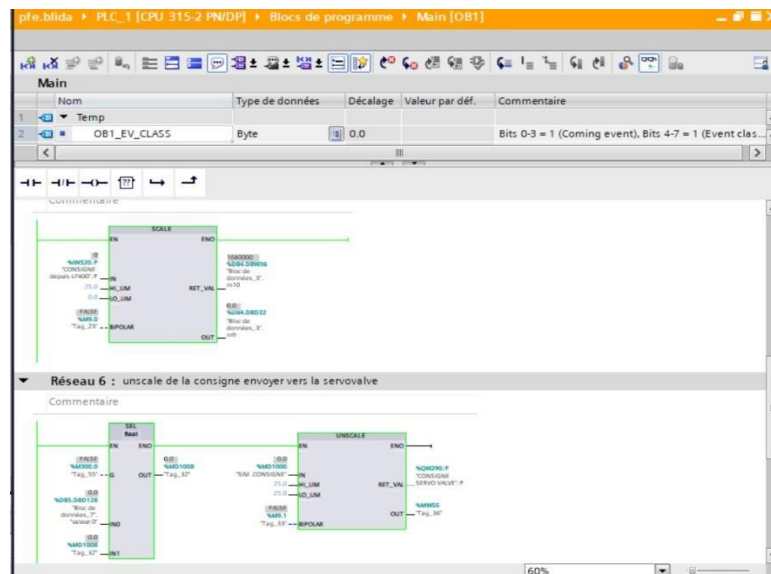


Figure 3.30: Vue de la simulation du l'OB1 par le PLC-SIM

## Conclusion

Au cours de ce chapitre, nous avons bien détaillé pas à pas les étapes de la programmation de notre système dans le TIA PORTAL à la base des blocs FC et on a fait le choix de l'automate programmable, de la CPU et de module.

Dans le prochain chapitre nous allons faire la supervision de système refroidisseur a grille à l'aide de WINCC .

**Chapitre 4**

**Supervision de**

**l'atelier refroidisseur**

**à grille**

# Chapitre 4 Supervision de l'atelier refroidisseur à grille

## 4.1 Introduction

Ce chapitre décrit les différentes étapes qui permettent de réaliser une supervision pour compléter le système d'automatisation de l'atelier de refroidisseur à grille. La supervision se fait à l'aide de Windows Control WinCC de Siemens, un logiciel de désigne et de création des vues de supervisions pour les stations opérateurs et ingénieurs.

## 4.2 La supervision

- La supervision est une technique industrielle de suivi et de pilotage informatique de procédés de fabrication automatisés. La supervision concerne l'acquisition de données (mesures, alarmes, retour d'état de fonctionnement) et des paramètres de commande des processus généralement confiés à des automates programmables.
- La supervision industrielle permet de suivre en temps réel une installation ou une machine industrielle. Elle permet d'avoir un affichage dynamique du processus avec les différentes alarmes, défauts et événements survenant pendant l'exploitation de la machine. Les procédés de supervision actuelle se basent sur les architectures de systèmes distribués permettant la surveillance ou le monitoring à distance.

## 4.3 Réalisation de la supervision :

### 4.3.1 Etablissement d'une liaison HMI :

Il faut tout d'abord créer une liaison HMI entre la CPU et l'HMI à l'aide d'un câble MPI, cela permet la lecture des données qui se trouve dans l'automate. (Figure 4.1)

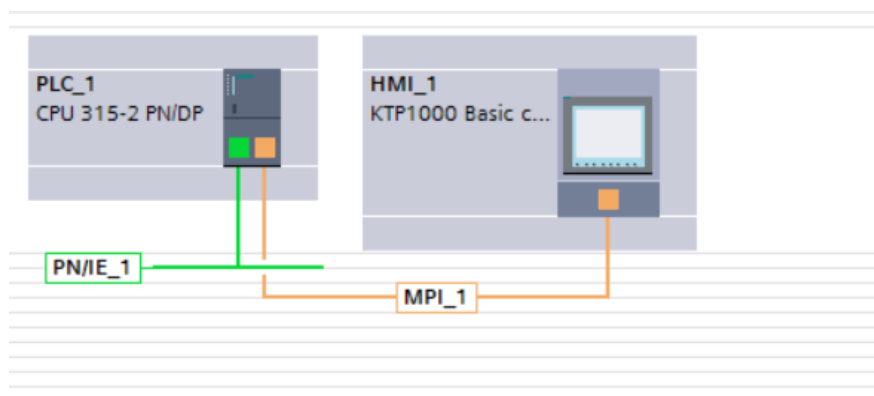


Figure 4.1 : Liaison PLC-HMI



# Chapitre 4 Supervision de l'atelier refroidisseur à grille

## 4.3.2 La supervision avec HMI KTP1000 :

Pour faire la simulation, on a ajouté un panel (interface Homme machine) de type KTP 1000 pour le but d'afficher les mesure et les messages d'alarmes et aussi écrire les paramètres.

La Figure 4.2 suivante montre la vue d'ajout HMI KTP1000.

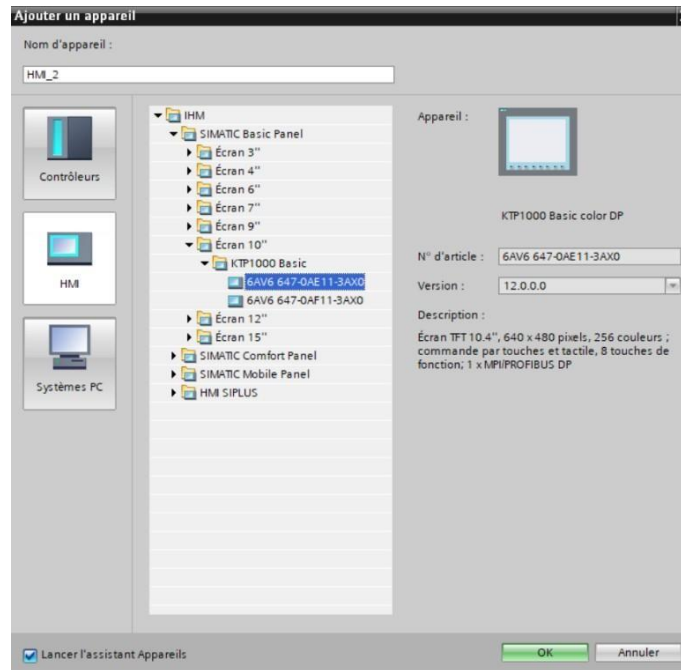


Figure 4.2: Ajout de HMIKTP1000

## 4.4 Présentation Graphiques :

Graphiques Designer se présente comme suit : (Figure 4.3)

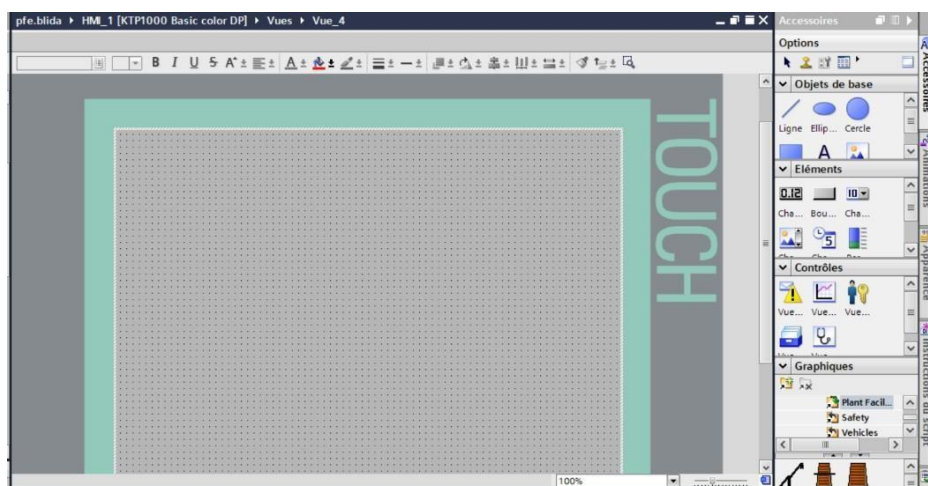


Figure 4.3: Vue de la présentation graphique



# Chapitre 4 Supervision de l'atelier refroidisseur à grille

Graphics Designer contient deux types d'objets :

- **Objets statiques** : il s'agit d'objets de base par exemple des lignes, des cercles, des polygones, du texte statique.

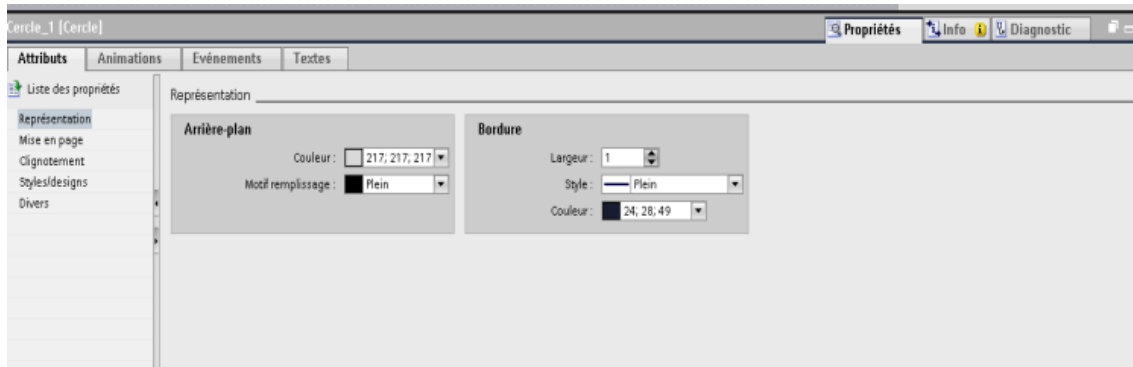


Figure 4.4: Exemple d'une bibliothèque statique

- **Objets dynamiques** : ils sont dynamisés via une liaison à un connecteur de bloc variable par exemple moteurs, clapets, groupes, alarmes et des boutons. (Figure 4.5)

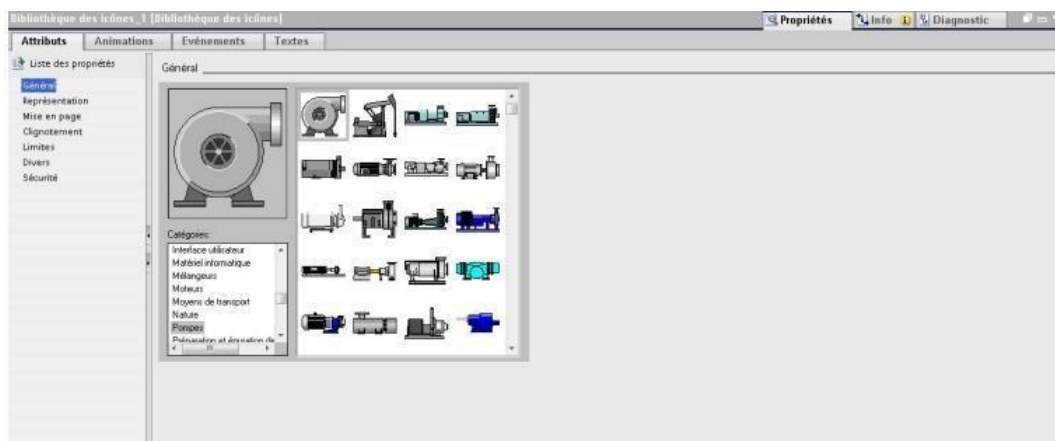


Figure 4.5: Exemple d'une bibliothèque dynamique

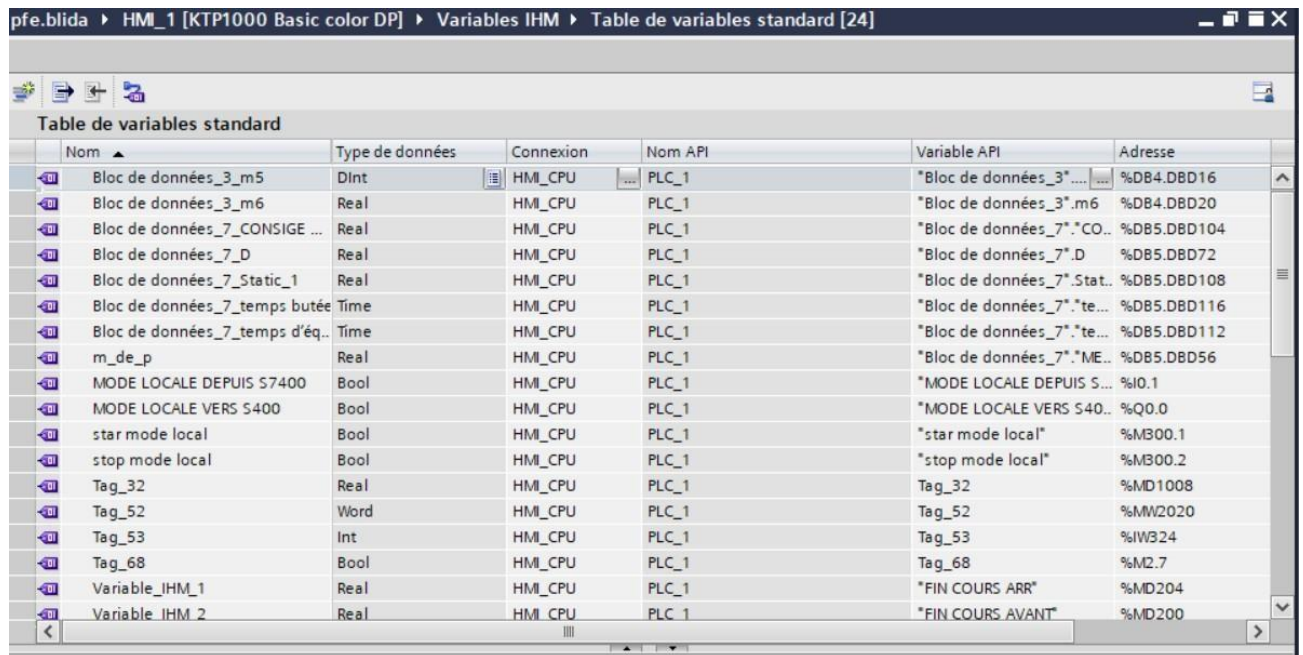
## 4.5 Les variables HMI

Les variables HMI permettent de communiquer et d'échanger des données entre l'HMI et les machines. On distingue deux types de variables, les variables externes et les variables internes :

# Chapitre 4 Supervision de l'atelier refroidisseur à grille

- Les variables externes permettent de communiquer et d'échanger des données entre les composants d'un processus automatisé, entre un pupitre opérateur et un automate.
- Les variables internes ne possèdent aucun lien avec l'automate, elles sont enregistrées dans la mémoire du pupitre.

Une table de correspondance des variables HMI est créée à travers l'onglet VARIABLE. La Figure 4.6 suivante représente une partie de la table de variables HMI de notre projet :



Nom	Type de données	Connexion	Nom API	Variable API	Adresse
Bloc de données_3_m5	Dint	HMI_CPU	PLC_1	"Bloc de données_3"....	%DB4.DBD16
Bloc de données_3_m6	Real	HMI_CPU	PLC_1	"Bloc de données_3".m6	%DB4.DBD20
Bloc de données_7_CONSIGE ...	Real	HMI_CPU	PLC_1	"Bloc de données_7".CO...	%DB5.DBD104
Bloc de données_7_D	Real	HMI_CPU	PLC_1	"Bloc de données_7".D	%DB5.DBD72
Bloc de données_7_Static_1	Real	HMI_CPU	PLC_1	"Bloc de données_7".Stat...	%DB5.DBD108
Bloc de données_7_temps butée	Time	HMI_CPU	PLC_1	"Bloc de données_7".te...	%DB5.DBD116
Bloc de données_7_temps d'éq...	Time	HMI_CPU	PLC_1	"Bloc de données_7".te...	%DB5.DBD112
m_de_p	Real	HMI_CPU	PLC_1	"Bloc de données_7".ME...	%DB5.DBD56
MODE LOCALE DEPUIS S7400	Bool	HMI_CPU	PLC_1	"MODE LOCALE DEPUIS S...	%I0.1
MODE LOCALE VERS S400	Bool	HMI_CPU	PLC_1	"MODE LOCALE VERS S40...	%Q0.0
star mode local	Bool	HMI_CPU	PLC_1	"star mode local"	%M300.1
stop mode local	Bool	HMI_CPU	PLC_1	"stop mode local"	%M300.2
Tag_32	Real	HMI_CPU	PLC_1	Tag_32	%MW1008
Tag_52	Word	HMI_CPU	PLC_1	Tag_52	%MW2020
Tag_53	Int	HMI_CPU	PLC_1	Tag_53	%IW324
Tag_68	Bool	HMI_CPU	PLC_1	Tag_68	%M2.7
Variable_IHM_1	Real	HMI_CPU	PLC_1	"FIN COURS ARR"	%MD204
Variable_IHM_2	Real	HMI_CPU	PLC_1	"FIN COURS AVANT"	%MD200

Figure 4.6 : La table des variables HMI

Chaque ligne correspond à une variable de l'HMI. Elle est spécifiée par : un nom, le type de données, la table de variable, la connexion, le nom de l'API, et adresse, mode d'accès.

L'éditeur 'VARIABLE' affiche toutes les variables du projet.

## 4.6 Les vues

L'interface TIA portal, permet de créer des vues dans le but de contrôler et de commander l'installation. Lors de la création des vues, nous disposons d'objets prédéfinis permettant d'afficher des procédures et de définir des valeurs de processus.

### 4.6.1 Création d'une vue

Les étapes principales pour créer une vue sont :

- Planifier la structure de la représentation du processus

## Chapitre 4 Supervision de l'atelier refroidisseur à grille

- Planifier la navigation entre les divers vues
- Adapter le modèle
- Créer les vues.

Pour le control et la commande du procès, on a développé et configuré 06 vues (Figure 4.7), elles permettent de lire les valeurs de procès ainsi le commander :

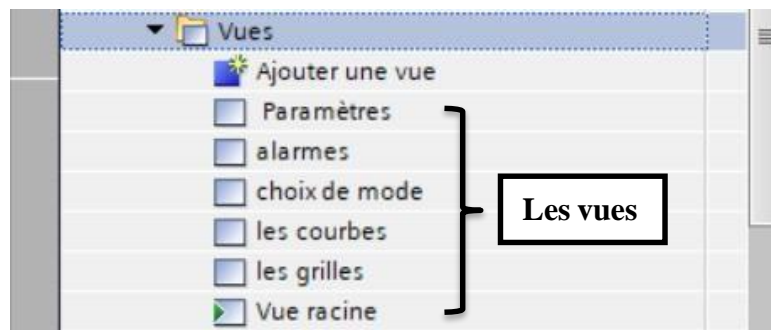


Figure 4.7: Les différentes vues de notre projet.

### 4.7 La vue principale :

C'est la vue principale et qui englobe tous les vues partiels qui sont représentés dans des vues séparées, puis regroupés en cette vue principale. On peut y accéder en appuyant sur le bouton désiré. (Figure 4.8)

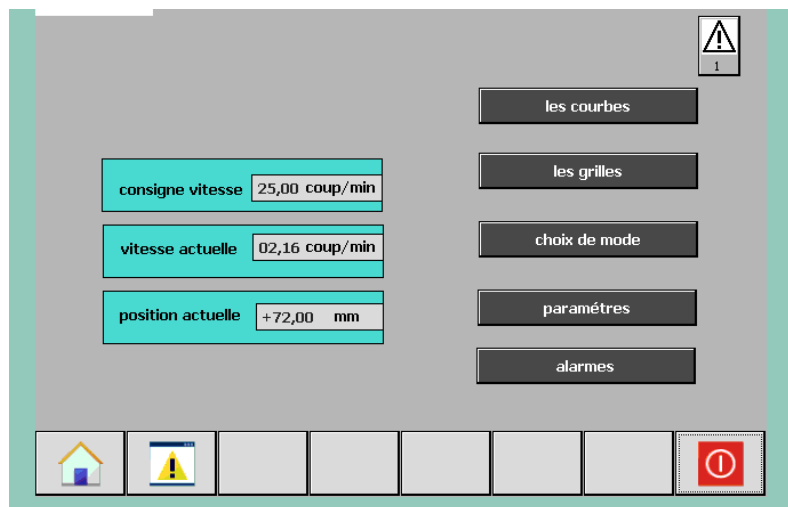


Figure 4.8: La vue principale du procès.

## 4.7.1 La vue choix du mode

Cette vue (Figure 4.9) permet d'établir la sélection du mode de fonctionnement automatique ou manuel.

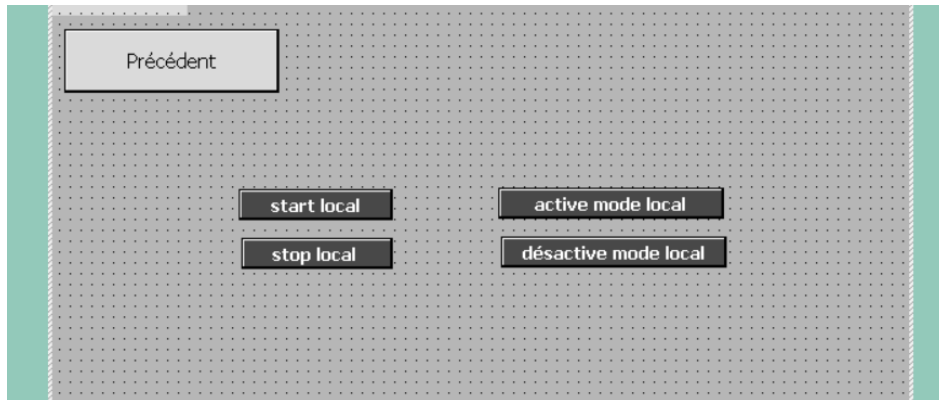


Figure 4.9: La vue choix du mode

## 4.7.2 La vue des paramètres

Cette vue (Figure 4.10) permet d'établir les paramètres nécessaires pour nous permettre de contrôler l'atelier refroidisseur à grille, en saisissant les données appropriées pour assurer le bon fonctionnement de l'atelier.

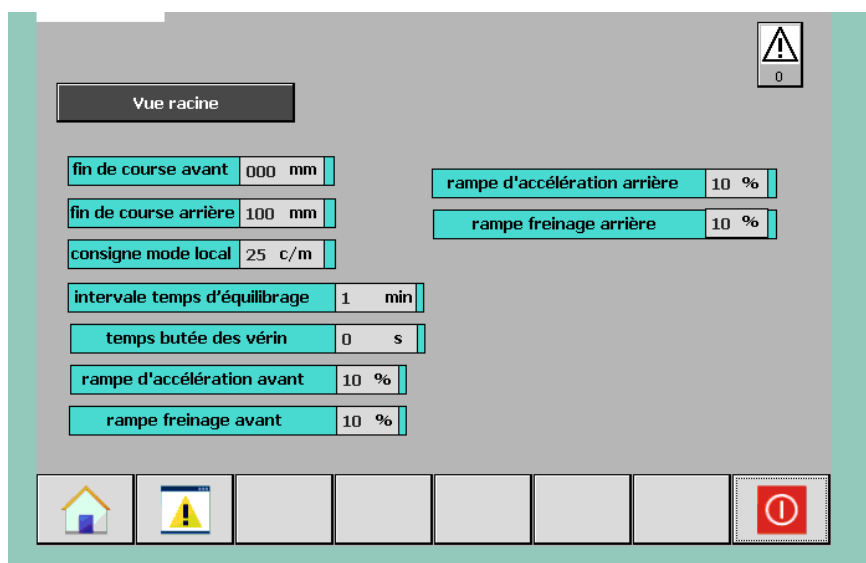


Figure 4.10: La vue du paramètre

## **Chapitre 4 Supervision de l'atelier refroidisseur à grille**

---

### • **Explication des paramètres**

#### **Les fins de cours avant arrière :**

Il est possible de régler les positions extrêmes de la course de vérin hydraulique avec le pupitre opérateur. Cela définit les positions d'inversion de sens vers l'avant et vers l'arrière pour les positions extrêmes de la course du vérin hydraulique. Les positions des fins de course sont actifs dans les modes de fonctionnement "Distance" et "Local".

#### **Intervalle de temps d'équilibrage :**

La durée du réalignement (l'équilibrage) de la grille est le temps où les vérins hydrauliques se déplacent vers l'avant jusqu'à atteindre leurs butées mécaniques.

#### **Temps butés des vérins :**

Au cours du réalignement de la grille, les vérins hydrauliques se mettent en position mécanique vers l'avant pendant la durée de réalignement régler afin d'assurer une synchronisation mécanique des deux vérins hydrauliques.

#### **Consigne mode locale :**

La consigne externe du coffret varie de 0... 25 coups/min (ce qui correspond à une vitesse de grille 4... 20 mA)

#### **Paramètres de rampes :**

Il y a quatre paramètres de rampe :

- rampe d'accélération avant.
- rampe freinage avant.
- rampe d'accélération arrière.
- rampe freinage arrière.

Par un réglage optimal des rampes, des pics de pression dans le circuit hydraulique sont réduits au minimum. La charge mécanique sur la grille pendant l'accélération et le freinage va également être minimisée par les paramètres optimisés des rampes.

# Chapitre 4 Supervision de l'atelier refroidisseur à grille

## 4.7.3 La vue des courbes

Cette vue permet d'établir les courbes de position vérin et des rampes (comme le montre la Figure 4.11) résultant de la saisie des données dans la vue des paramètres. Chaque courbe signifie un paramètre principale Expliqué comme suit :

- Courbe1 : c'est la courbe de position du vérin, Pour obtenir cette courbe il est possible de régler les positions maximales de course du vérin hydraulique à l'aide du panneau de commande. Cela définit les positions avant et arrière des positions de course maximale du vérin hydraulique. Les positions des fins de course sont actives dans les modes de fonctionnement "à distance" et "local".
- Courbe 2 : c'est la courbe des rampes, et il y a quatre paramètres de rampe qui peuvent être ajustés. On a obtenu cette courbe Par un réglage optimal des rampes, les pics de pression dans le circuit hydraulique sont réduits au minimum. La charge mécanique sur la grille pendant l'accélération et le freinage va également être minimisée par les paramètres optimisés des rampes.

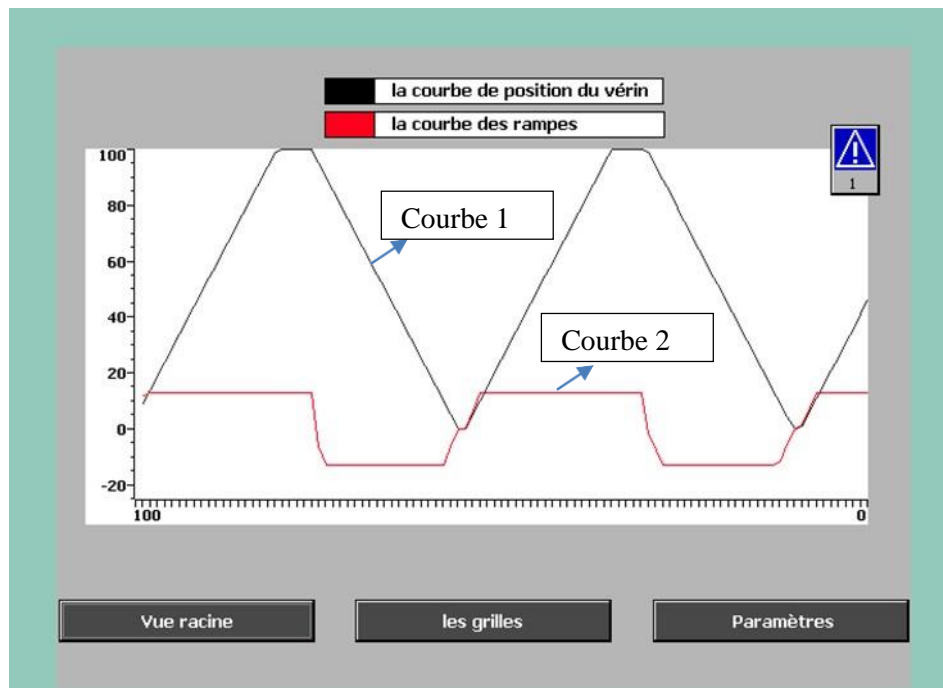


Figure 4.11: La vue des courbes

## Chapitre 4 Supervision de l'atelier refroidisseur à grille

### 4.7.4 La vue des grilles de refroidisseur

C'est une vue détaillée, elle représente le refroidisseur à grille ainsi que les vérins hydraulique Elle représente aussi le transfert de clinker dans les grilles d'une chambre à l'autre.

En plus, on a met sur cette vue des voyants qui permettent de visualiser que la grille en marche et de visualiser l'activation de mode local par un voyant vert. (Figure 4.12)

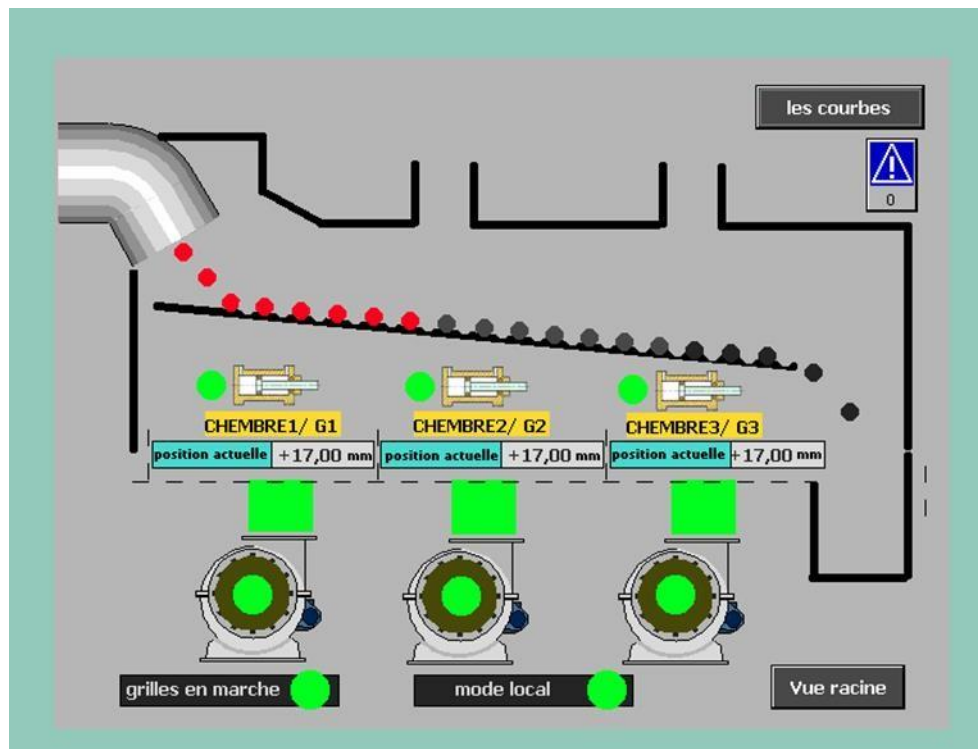


Figure 4.12: La vue des grilles de refroidisseur

### 4.7.5 La vue des alarmes

Le pupitre opérateur déclenche une alarme lorsqu'une certaine valeur analogique (mesure de position ou de vitesse) dépasse le seuil maximum programmé. Pour cela, nous avons configuré des alarmes ANALOGIQUE dans TIA PORTAL V16. Il est possible de rendre obligatoire l'acquiescement des alarmes ANALOGIQUE signalant des états critiques ou dangereux afin de garantir que la personne qui commande l'installation en a bien pris connaissance.

La Figure 4.13 qui suit montre le paramétrage de la classe des alarmes et leurs animations qui sont comme suit :

- lorsque la condition de déclenchement d'une alarme est vraie, un triangle de signalisation apparaît sur la vue principale et le tableau d'alarme s'affiche.

# Chapitre 4 Supervision de l'atelier refroidisseur à grille

- lorsque l'événement qui déclenche l'alarme disparaît, le triangle disparaît.

L'éditeur "Alarmes ANALOGIQUE" affiche les variables utilisés comme le montre la figure IV.46 suivante :

ID	Nom	Texte d'alarme	Classe d'alar...	Variable de d...	Valeur limite	Mode limite
1	Alarme_analogique..	la vitesse dépassée la valeur maxim	Errors	Bloc de do...	10	Supérieure à
2	Alarme_analogique..	la vitesse dépassée la valeur minim	Errors	Bloc de donn...	3	Inférieure à
3	Alarme_analogique..	la position du capteur dépassée la v	Errors	m_de_p	100	Supérieure à
4	Alarme_analogique..	la position du capteur dépassée la v	Errors	m_de_p	0	Inférieure à
<ajouter>						

Figure 4.13: Tables des alarmes

Et la Figure 4.14. représente la vue des alarmes :



Figure 4.14.: la vue des alarmes

## 4.8 Conclusion

Ce chapitre décrit d'une manière détaillée la supervision et la simulation qui ont été développées par l'interface WinCC sous TIA PORTAL. Cette procédure permet de minimiser beaucoup d'efforts pour contrôler un processus et assurer un système automatisé. Nous avons illustré la supervision et ses différentes vues pour assurer la conduite et la surveillance d'un processus en temps réel à l'aide des effets d'animation et d'affichage de messages. Ainsi que la création de fonction de simulation ont prouvé que le système de supervision élaboré répond et communique parfaitement avec le programme réalisé, Tout cela dans le but de répondre à la problématique soulevée lors de notre stage au sein de SCMI MEFTAH.



## Conclusion générale

---

Notre projet de fin d'étude a été effectué au sein de l'entreprise SCMI Meftah, où nous avons pu comprendre et se familiariser avec le processus de fabrication du ciment, depuis les carrières jusqu'au transport de produit fini.

Le travail présenté dans ce mémoire s'est porté sur la proposition d'une solution à une problématique et une supervision à un système d'un atelier de refroidisseur à grilles.

Pour la réalisation de ce projet nous avons suivi les démarches suivantes :

- Subdivision de notre système en plusieurs parties et l'étude de chaque point.
- Etude de l'instrumentation en tenant compte de plusieurs critères.
- Etude d'un système d'automatisation, en faisant un bilan d'entrées/sorties.
- Programmation du système de l'atelier de refroidisseur à grilles sous le logiciel TIA PORTAL V16.
- Réalisation d'un système de supervision qui permettra à l'opérateur de contrôler et de commander le système à travers divers vues.
- Tests de notre solution avec les deux simulateurs PLC SIM et RUN TIME.

Au cours de la réalisation de ce projet, nous avons rencontré les difficultés suivantes :

- Compréhension du problème de la carte électronique LCB.
- La difficulté et le danger d'accès à la zone cuisson.

A travers le projet développé, on a pu comprendre les techniques d'automatisation industriel, les instruments et les équipements mis en œuvre, leurs configurations et installations, et de compléter nos connaissances acquises.

A la fin, nous espérons que notre travail servira à améliorer la conduite des équipements de l'atelier de refroidisseur à grilles également la maintenance de ces équipements et qu'il sera d'un grand apport pour la société SCMI MEFTAH.

**Annexe A**  
**Programme principal**

## Main [OB1]

### Main Propriétés

#### Général

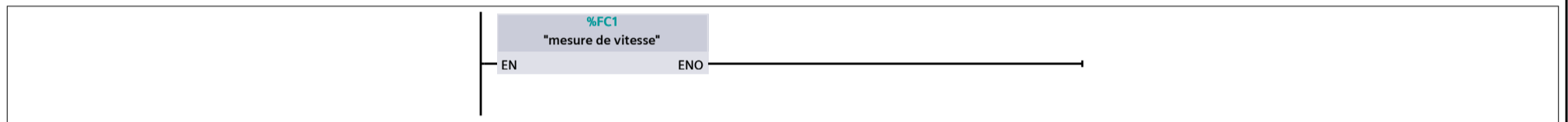
Nom	Main	Numéro	1	Type	OB	Langage	CONT
Numérotation	Manuel						

#### Information

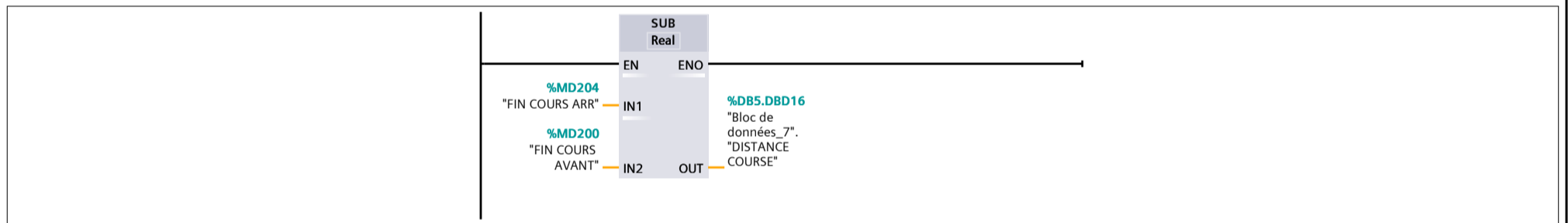
Titre	"Main Program Sweep (Cycle)"	Auteur		Commentaire		Famille	
Version	0.1	ID utilisateur					

Nom	Type de données	Décalage	Valeur par déf.	Commentaire
▼ Temp				
OB1_EV_CLASS	Byte	0.0		Bits 0-3 = 1 (Coming event), Bits 4-7 = 1 (Event class 1)
OB1_SCAN_1	Byte	1.0		1 (Cold restart scan 1 of OB 1), 3 (Scan 2-n of OB 1)
OB1_PRIORITY	Byte	2.0		Priority of OB Execution
OB1_OB_NUMBR	Byte	3.0		1 (Organization block 1, OB1)
OB1_RESERVED_1	Byte	4.0		Reserved for system
OB1_RESERVED_2	Byte	5.0		Reserved for system
OB1_PREV_CYCLE	Int	6.0		Cycle time of previous OB1 scan (milliseconds)
OB1_MIN_CYCLE	Int	8.0		Minimum cycle time of OB1 (milliseconds)
OB1_MAX_CYCLE	Int	10.0		Maximum cycle time of OB1 (milliseconds)
OB1_DATE_TIME	Date_And_Time	12.0		Date and time OB1 started
Constant				

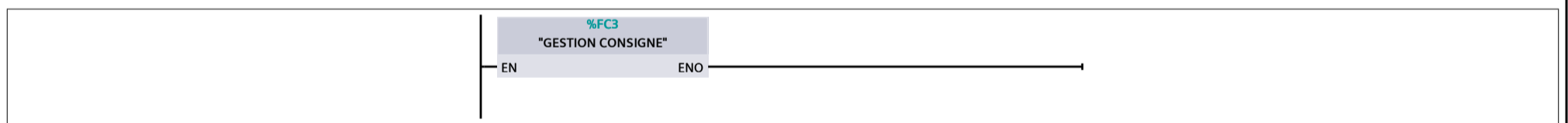
### Réseau 1 : mesure de vitesse



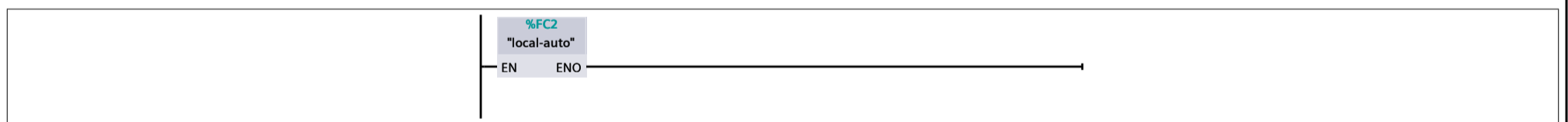
### Réseau 2 : CALCULE DISTANCE COURSE



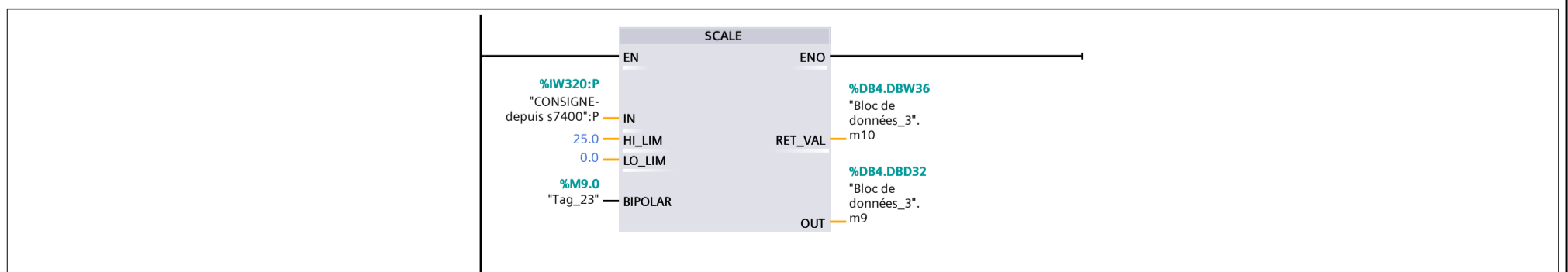
### Réseau 3 : GESTION CONSIGNE



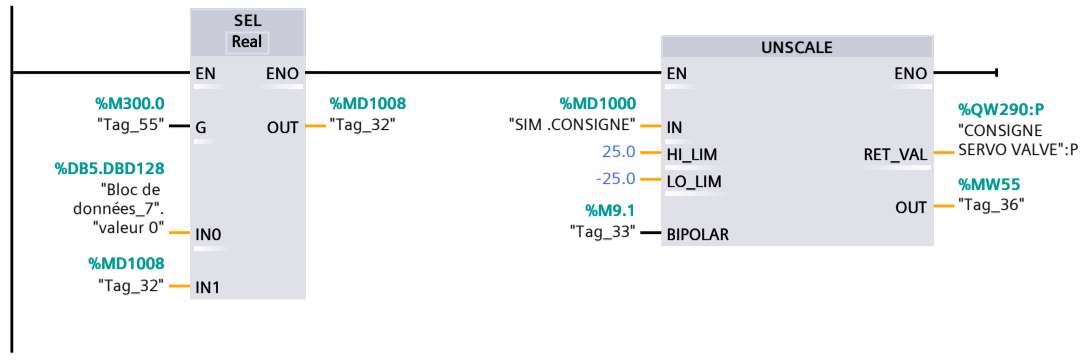
### Réseau 4 : local-auto



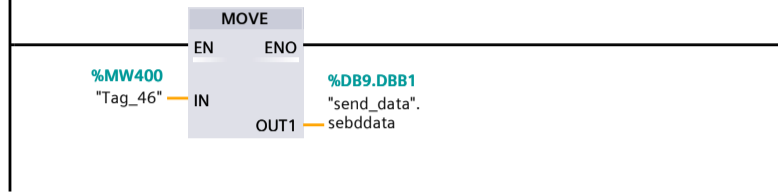
### Réseau 5 : la mise à l'échelle de consigne vitesse de grille



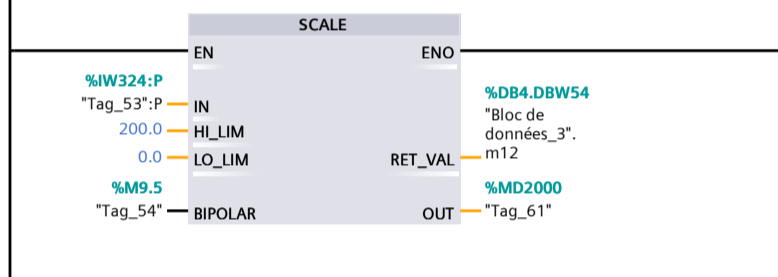
### Réseau 6 : unscale de la consigne envoyer vers la servovalve



Réseau 7 :



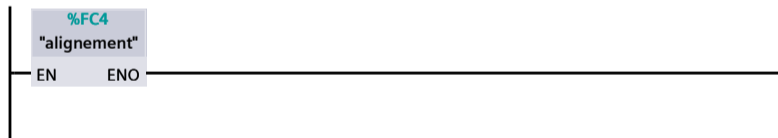
Réseau 8 : mise à l'échelle de mesure position de vérin



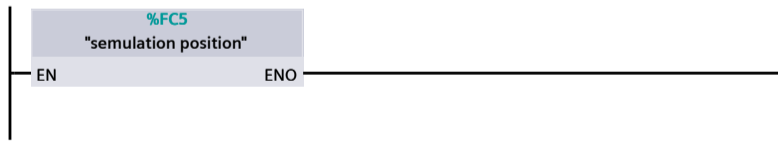
Réseau 9 :



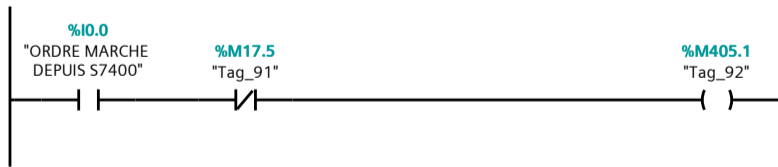
Réseau 10 :



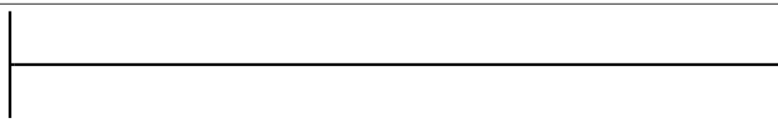
Réseau 11 :



Réseau 12 :



Réseau 13 :



## PROG\_ERR [OB121]

### PROG\_ERR Propriétés

#### Général

Nom	PROG_ERR	Numéro	121	Type	OB	Langage	CONT
Numérotation	Manuel						

#### Information

Titre	"Programming Error"	Auteur		Commentaire		Famille	
Version	0.1	ID utilisateur					

Nom	Type de données	Décalage	Valeur par déf.	Commentaire
▼ Temp				
OB121_EV_CLASS	Byte	0.0		16#25, Event class 2, Entering event state, Internal fault event
OB121_SW_FLT	Byte	1.0		16#XX Software programming fault
OB121_PRIORITY	Byte	2.0		Priority of OB Execution
OB121_OB_NUMBR	Byte	3.0		121 (Organization block 121, OB121)
OB121_BLK_TYPE	Byte	4.0		16#88/8A/8B/8C/8E Type of block fault occurred in
OB121_RESERVED_1	Byte	5.0		Reserved for system
OB121_FLT_REG	Word	6.0		16#XX Specific register that caused fault
OB121_BLK_NUM	Word	8.0		Number of block that programming fault occurred in
OB121_PRG_ADDR	Word	10.0		Address in block where programming fault occurred
OB121_DATE_TIME	Date_And_Time	12.0		Date and time OB121 started
Constant				

## alignement [FC4]

### alignement Propriétés

#### Général

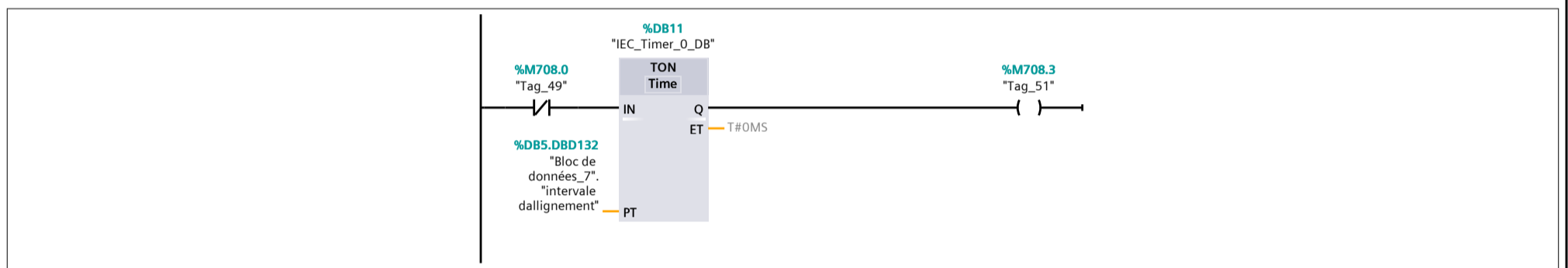
Nom	alignement	Numéro	4	Type	FC	Langage	CONT
Numérotation	Automatique						

#### Information

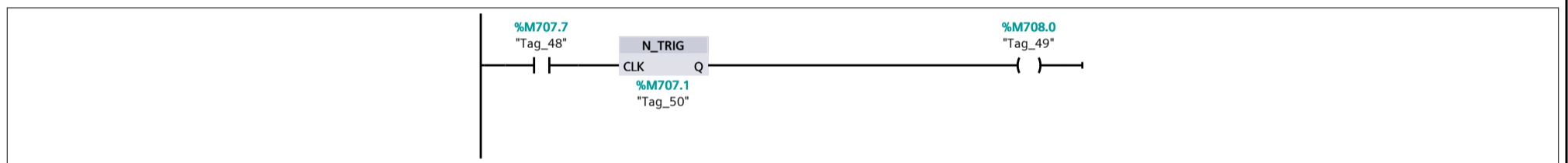
Titre		Auteur		Commentaire		Famille	
Version	0.1	ID utilisateur					

Nom	Type de données	Décalage	Valeur par déf.	Commentaire
Input				
Output				
InOut				
Temp				
Constant				
▼ Return				
alignement	Void			

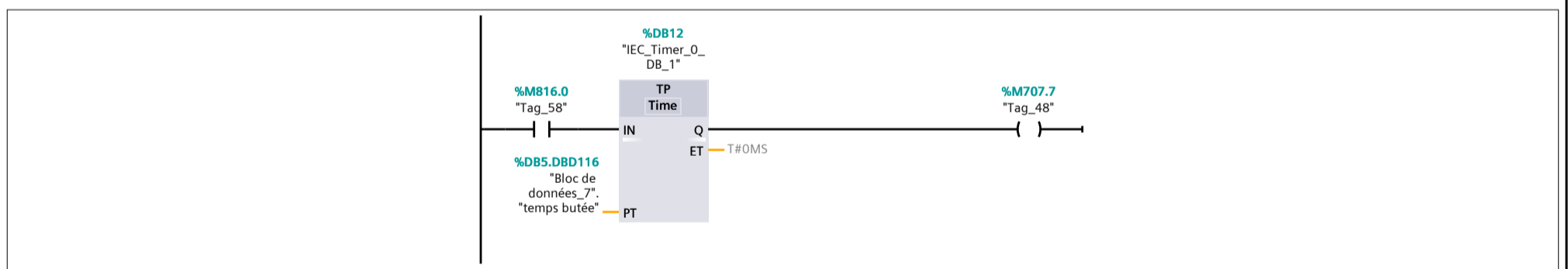
### Réseau 1 :



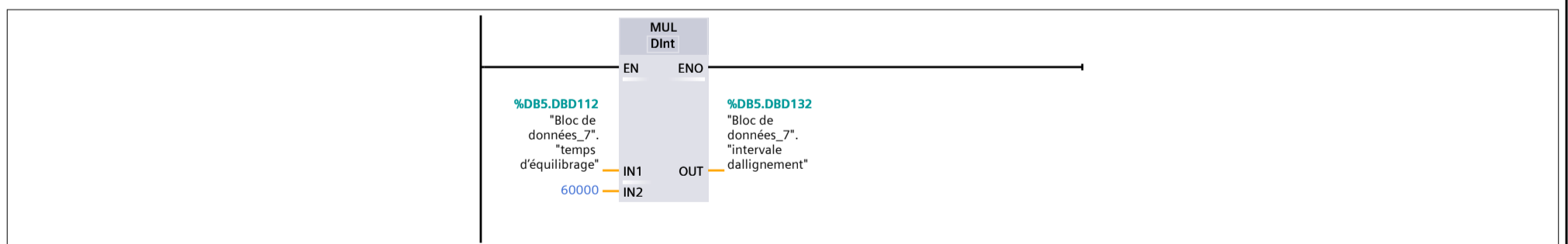
### Réseau 2 :



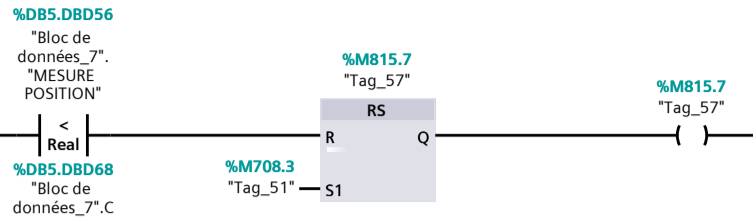
### Réseau 3 :



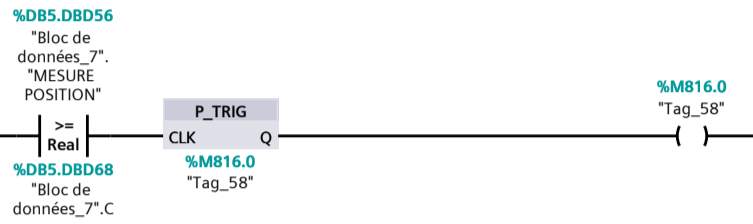
### Réseau 4 :



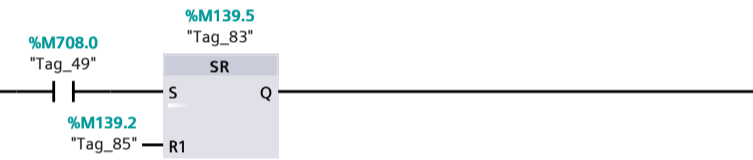
### Réseau 5 :



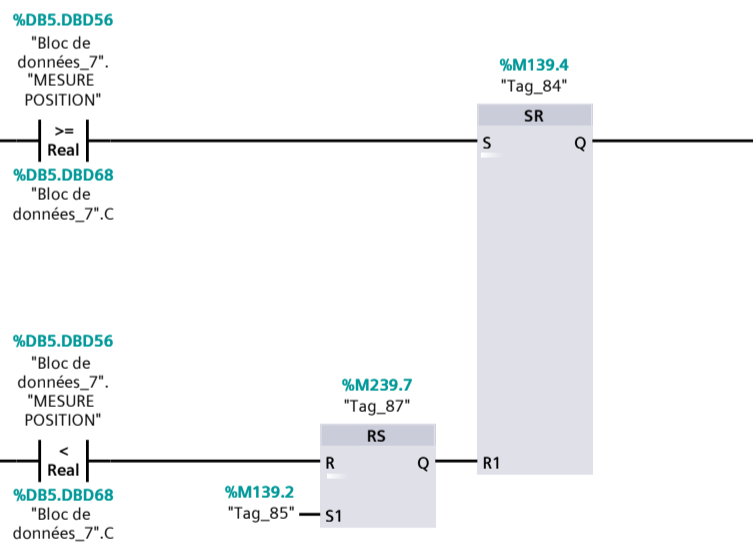
Réseau 6 :



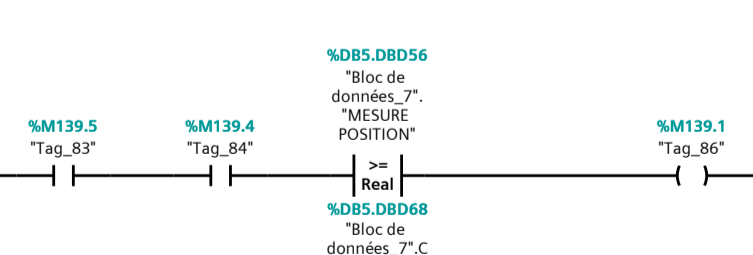
Réseau 7 :



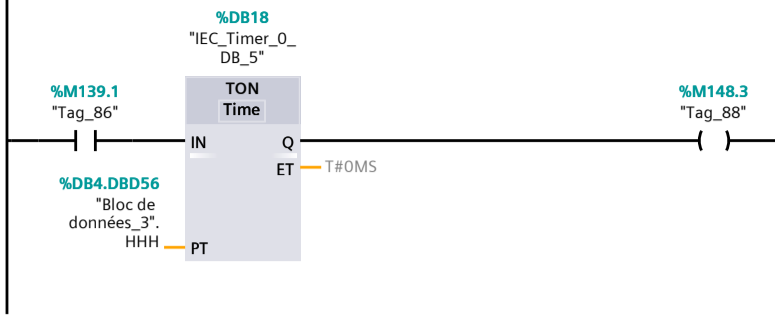
Réseau 8 :



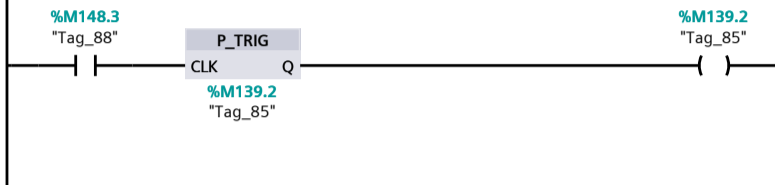
Réseau 9 :



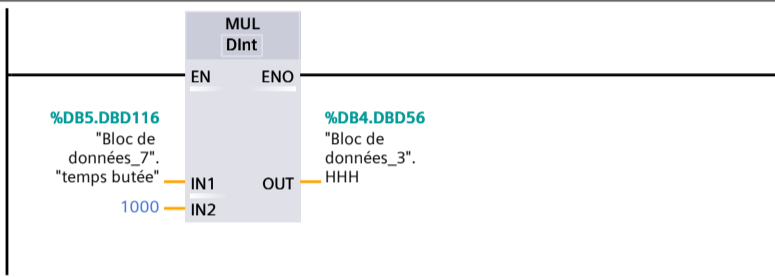
Réseau 10 :



Réseau 11 :



Réseau 12 :





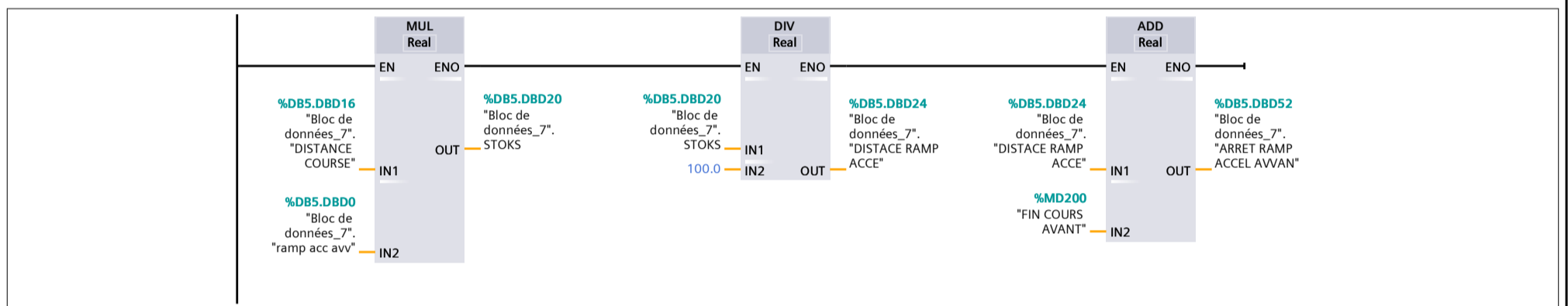
## GESTION CONSIGNE [FC3]

### GESTION CONSIGNE Propriétés

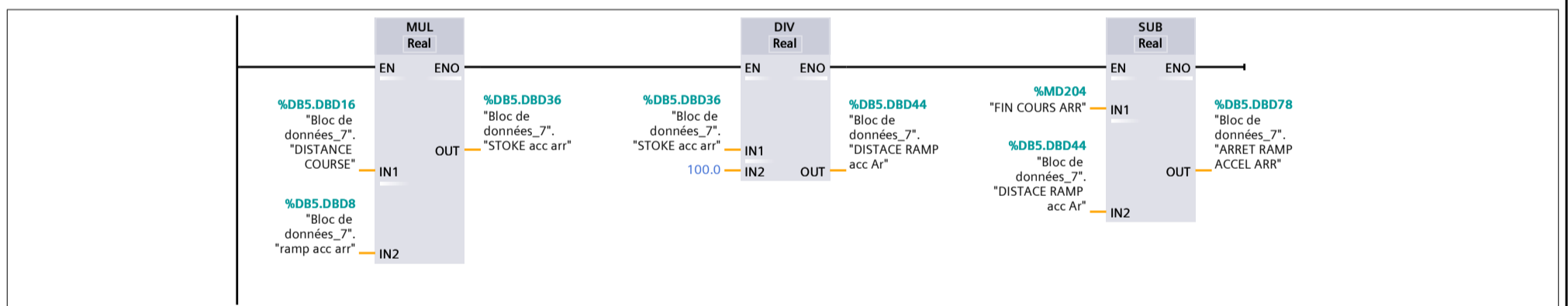
Général							
Nom	GESTION CONSIGNE	Numéro	3	Type	FC	Langage	CONT
Numérotation	Automatique						
Information							
Titre		Auteur		Commentaire		Famille	
Version	0.1	ID utilisateur					

Nom	Type de données	Décalage	Valeur par déf.	Commentaire
Input				
Output				
InOut				
Temp				
Constant				
Return				
GESTION CONSIGNE	Void			

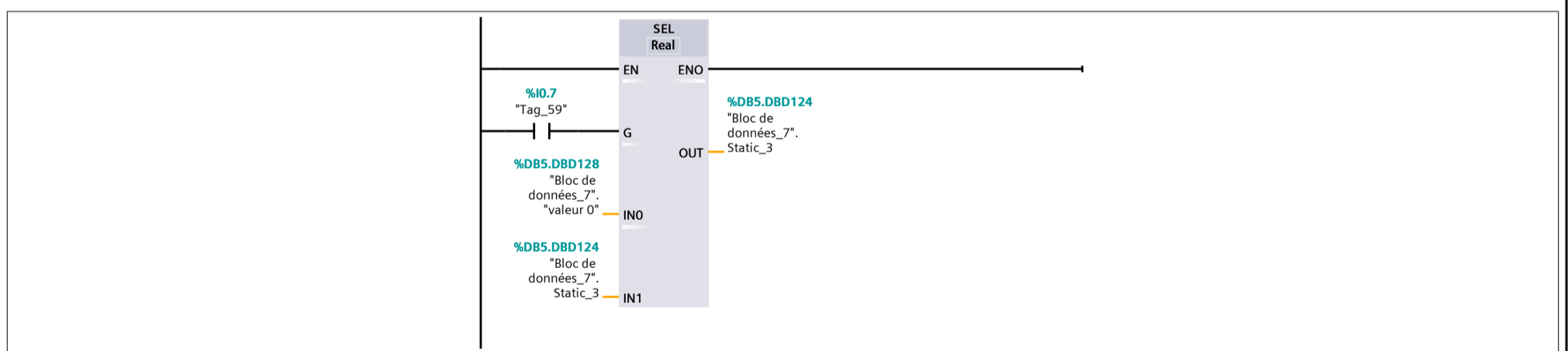
### Réseau 1 : Calculer la distance de la rampe d'accélération Avant



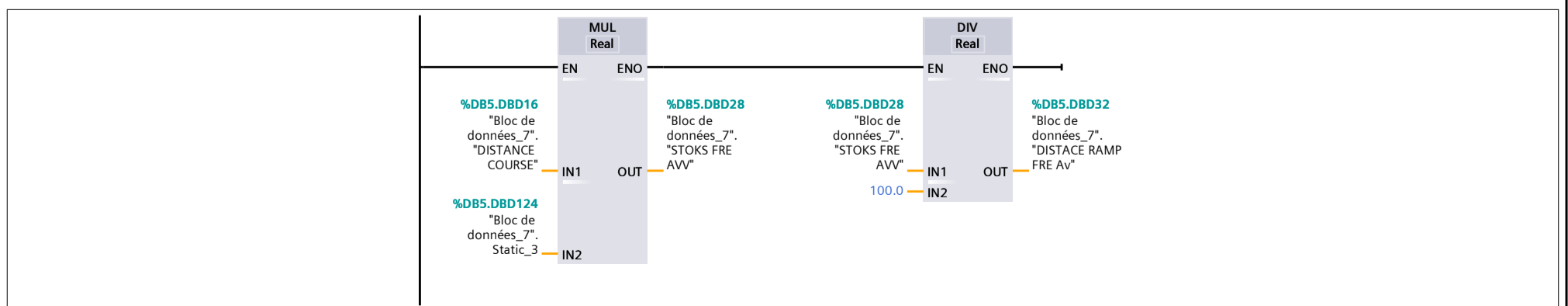
### Réseau 2 : Calculer la distance de la rampe d'accélération arrière



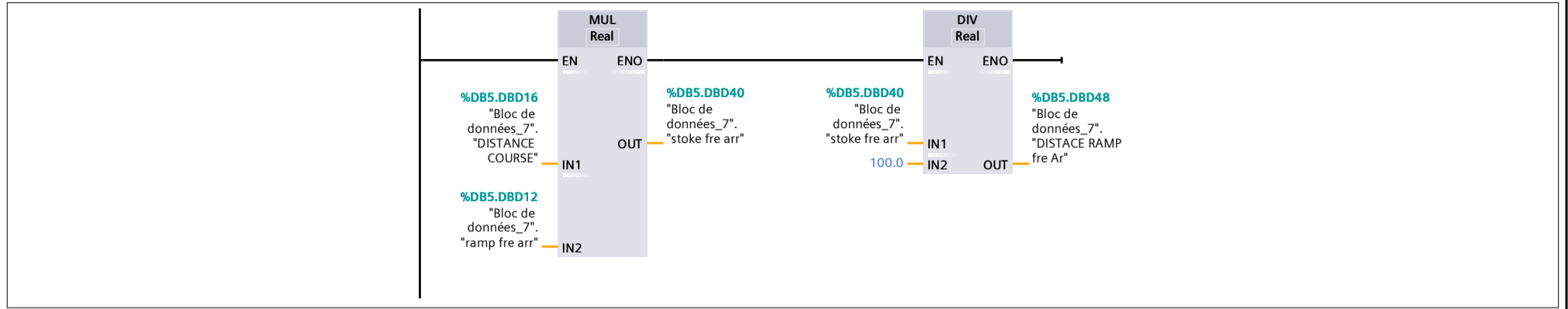
### Réseau 3 : arret mesure si gms stop



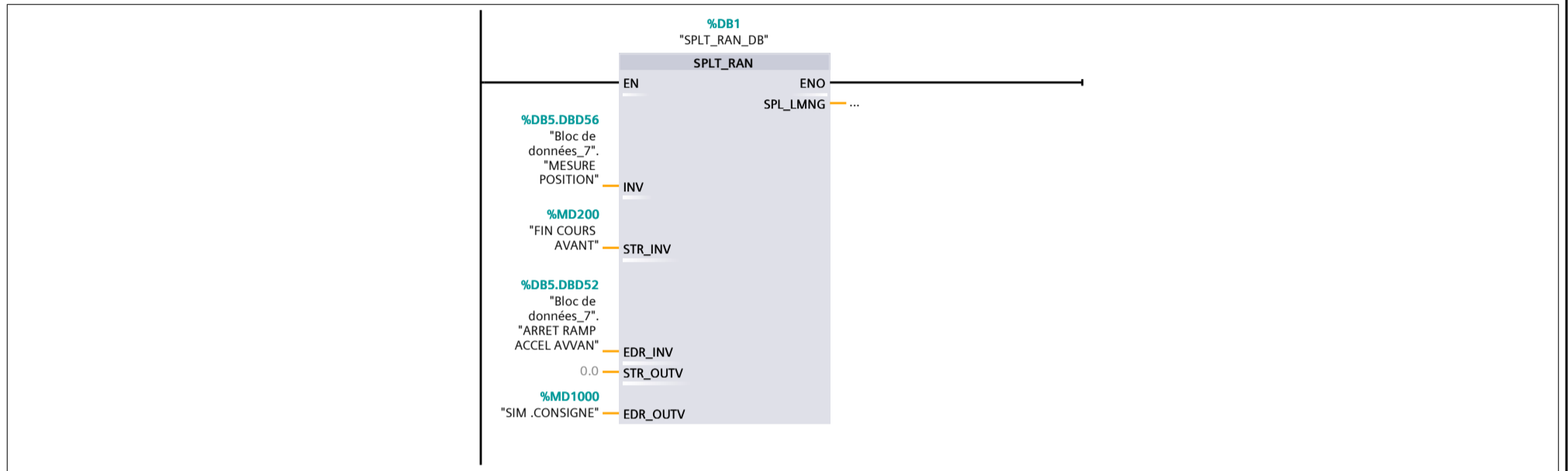
### Réseau 4 : Calculer la distance de la rampe de freinage avant



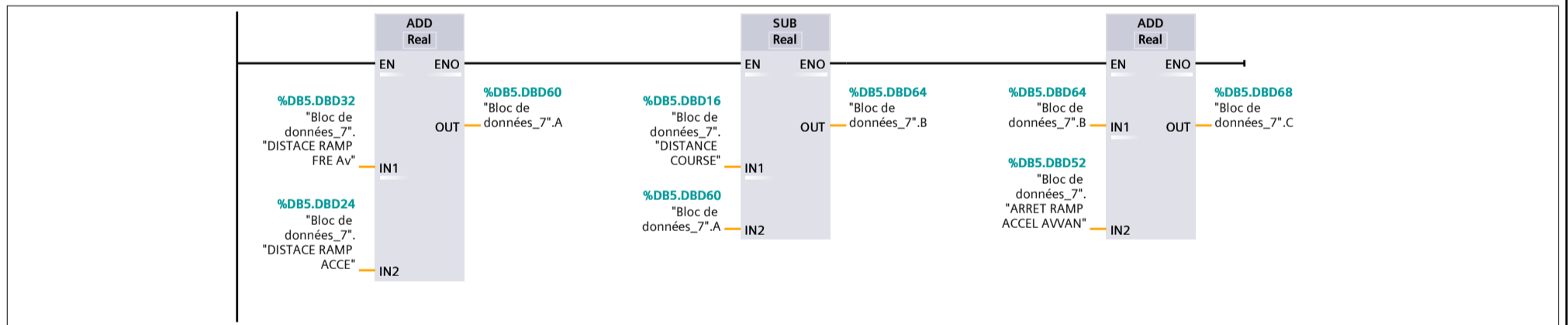
Réseau 5 : Calculer la distance de la rampe de freinage arrière



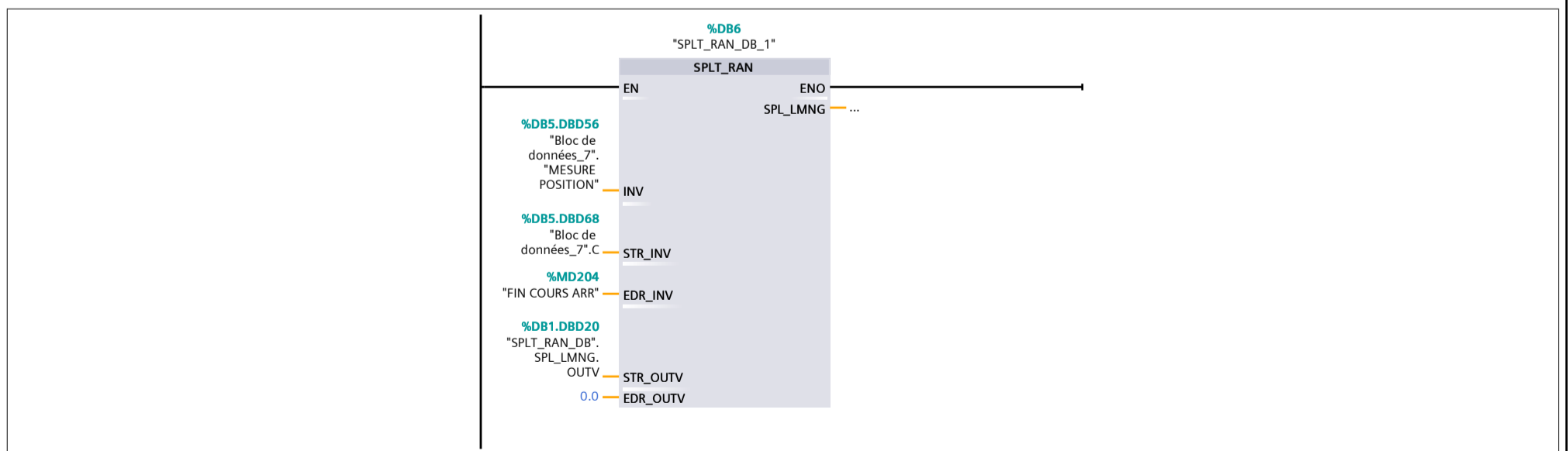
Réseau 6 : Calculer la rampe d'accélération Avant



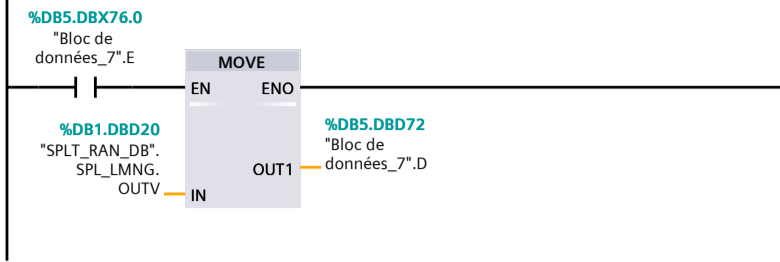
Réseau 7 : La distance entre l'accélération et le freinage et debut freinage



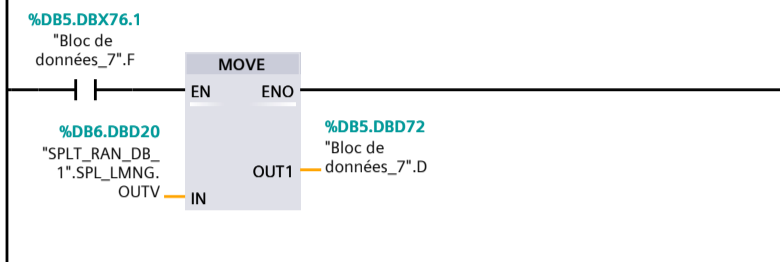
Réseau 8 : Calculer la rampe freinage Avant



Réseau 9 :



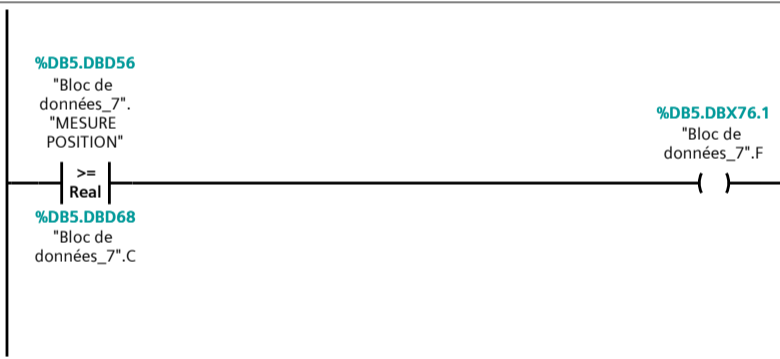
Réseau 10 :



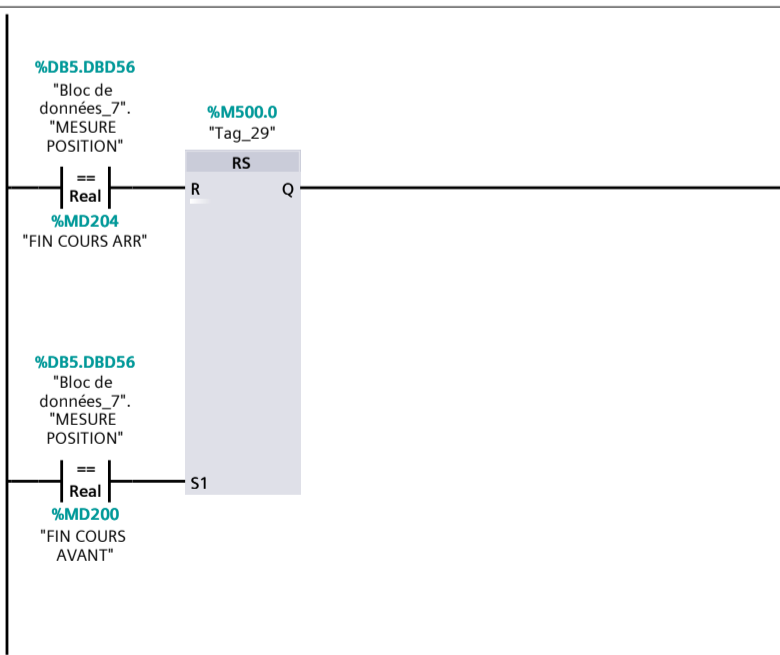
Réseau 11 :



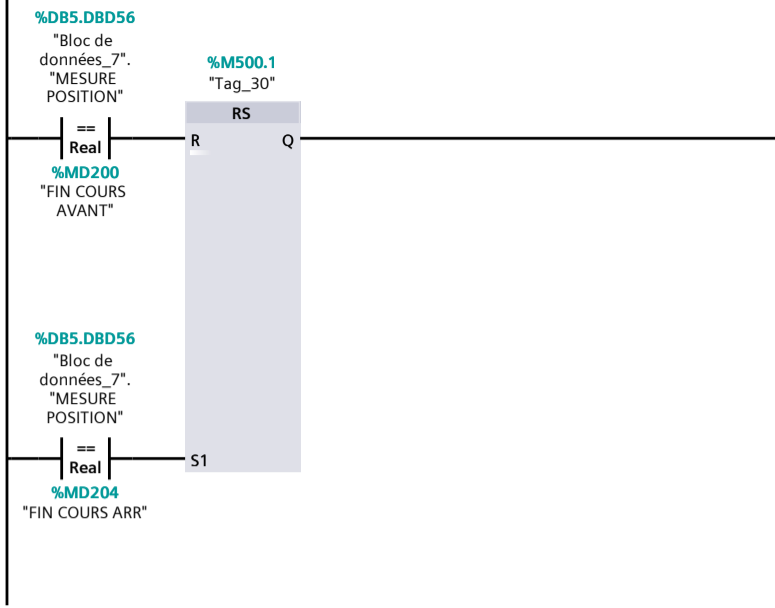
Réseau 12 :



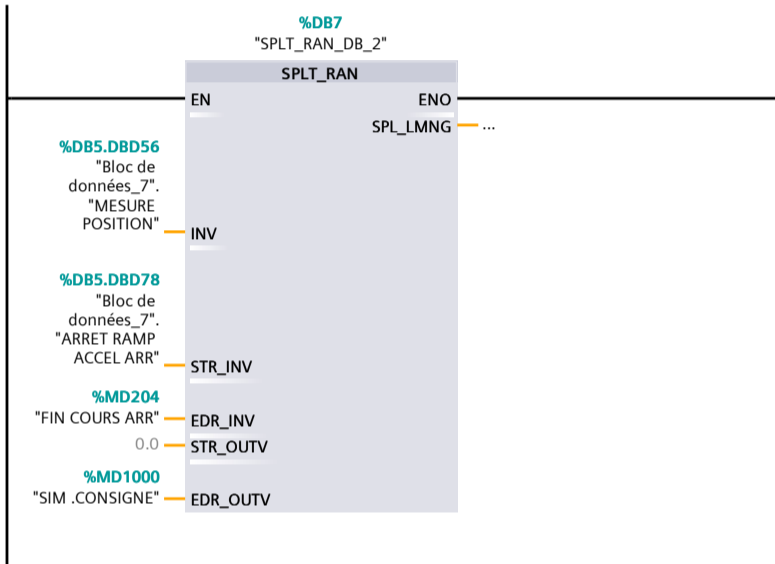
Réseau 13 : EN MODE AVV



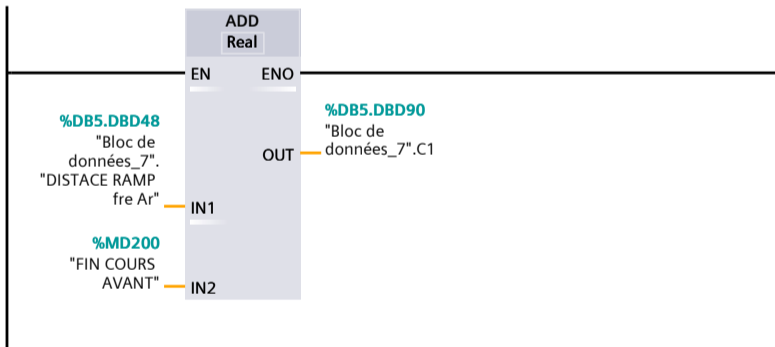
Réseau 14 : EN MODE ARR



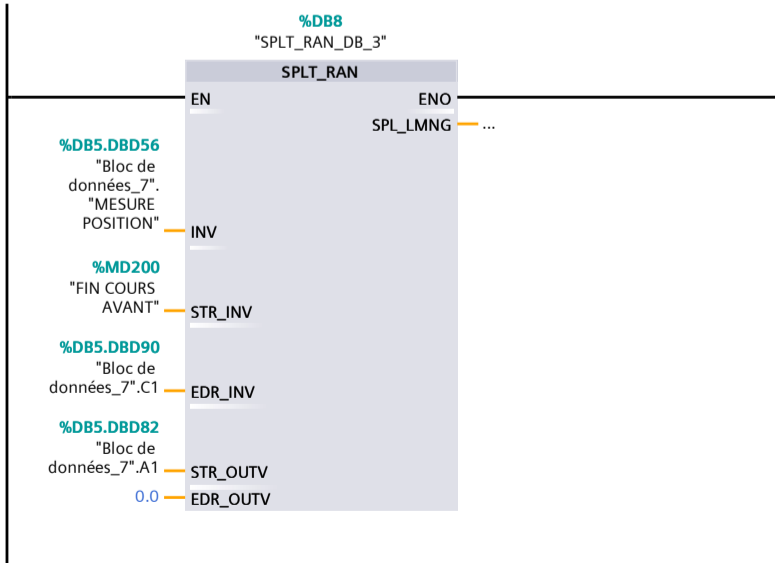
Réseau 15 :



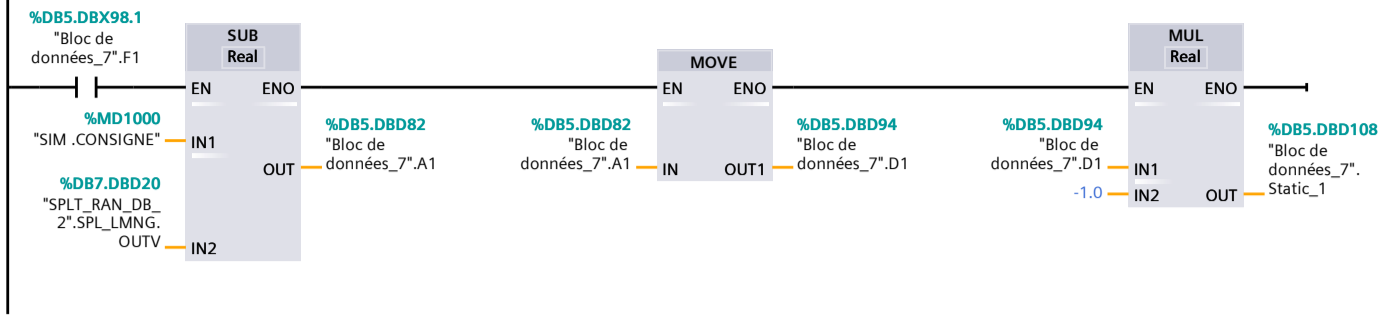
Réseau 16 : debut frienage arriere



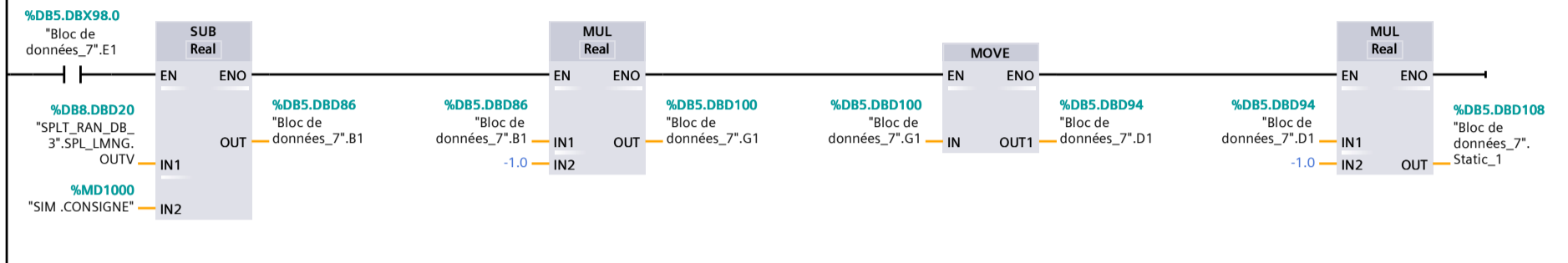
Réseau 17 :



Réseau 18 :



Réseau 19 :



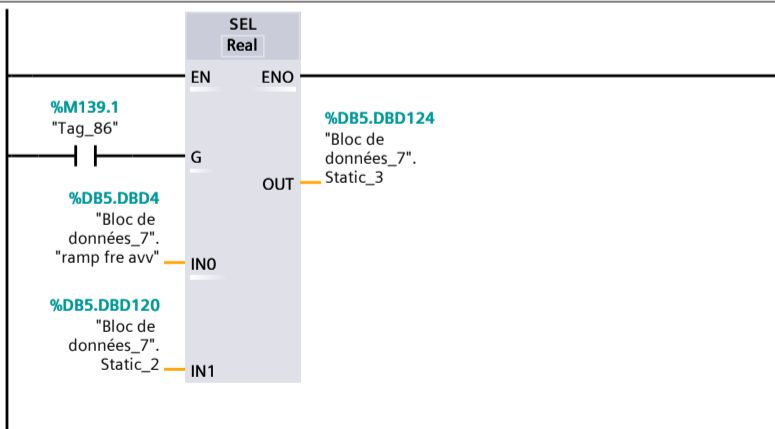
Réseau 20 :



Réseau 21 :



Réseau 22 :



## local-auto [FC2]

### local-auto Propriétés

#### Général

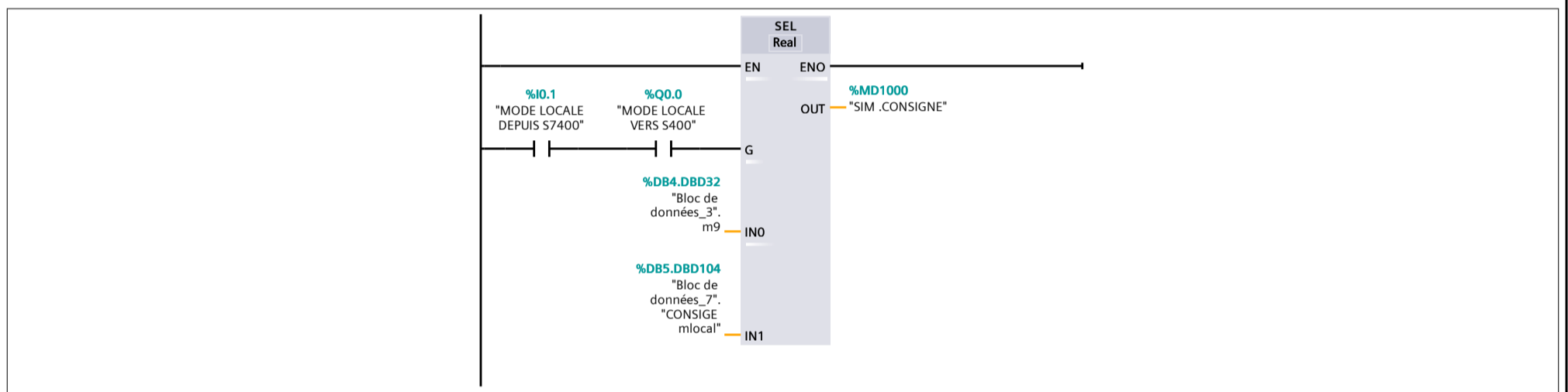
Nom	local-auto	Numéro	2	Type	FC	Langage	CONT
Numérotation	Automatique						

#### Information

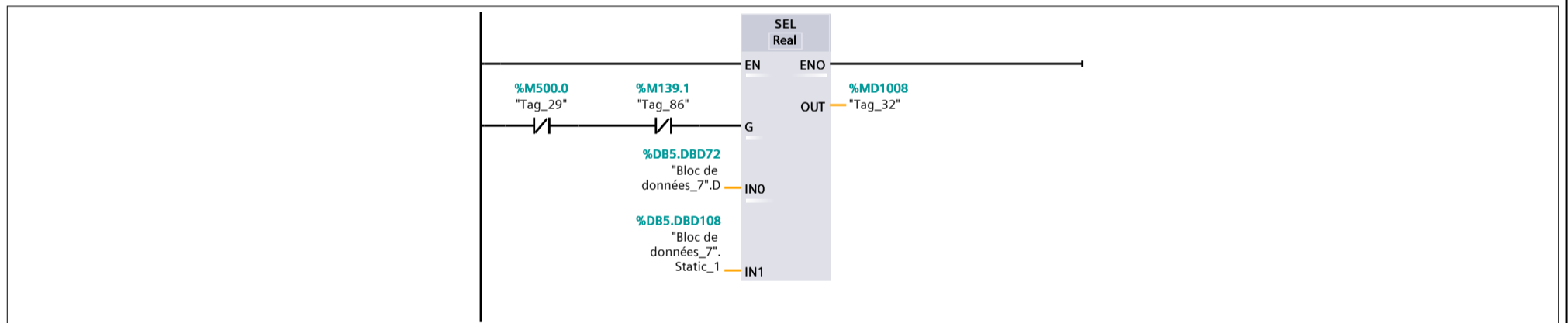
Titre		Auteur		Commentaire		Famille	
Version	0.1	ID utilisateur					

Nom	Type de données	Décalage	Valeur par déf.	Commentaire
Input				
Output				
InOut				
Temp				
Constant				
▼ Return				
local-auto	Void			

### Réseau 1 : Condition de démarrage en mode locale



### Réseau 2 :



## mesure de vitesse [FC1]

### mesure de vitesse Propriétés

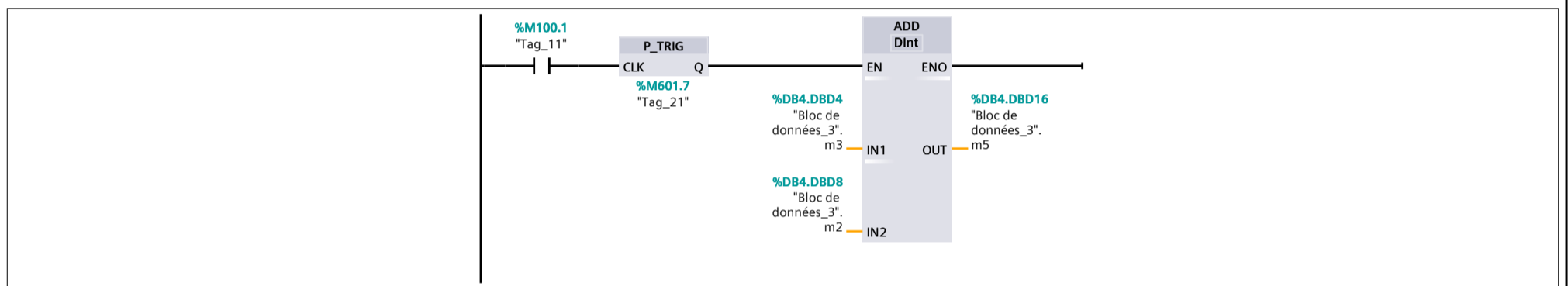
Général							
Nom	mesure de vitesse	Numéro	1	Type	FC	Langage	CONT
Numérotation	Automatique						

### Information

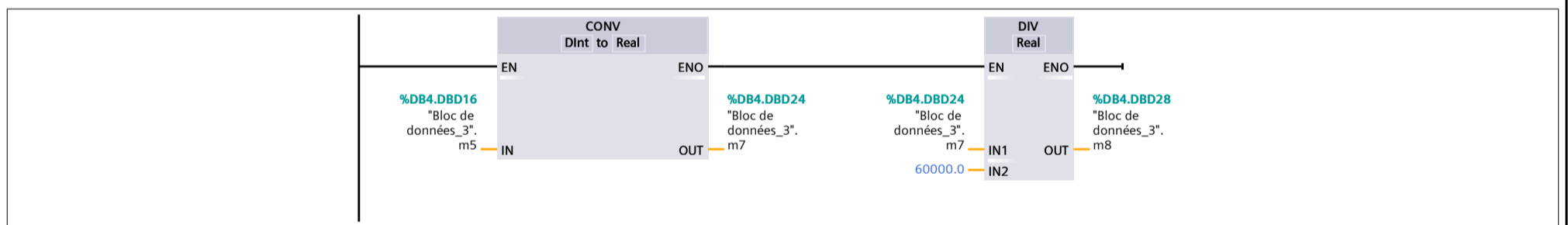
Titre	Auteur	Commentaire	Famille
Version	0.1	ID utilisateur	

Nom	Type de données	Décalage	Valeur par déf.	Commentaire
Input				
Output				
InOut				
▼ Temp				
TT	Bool	0.0		
Constant				
▼ Return				
mesure de vitesse	Void			

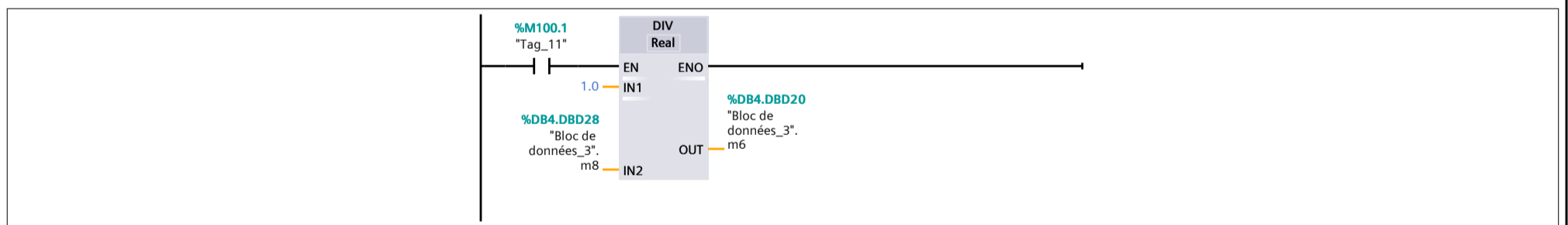
### Réseau 1 : Calculer la durée d'UN coups/s



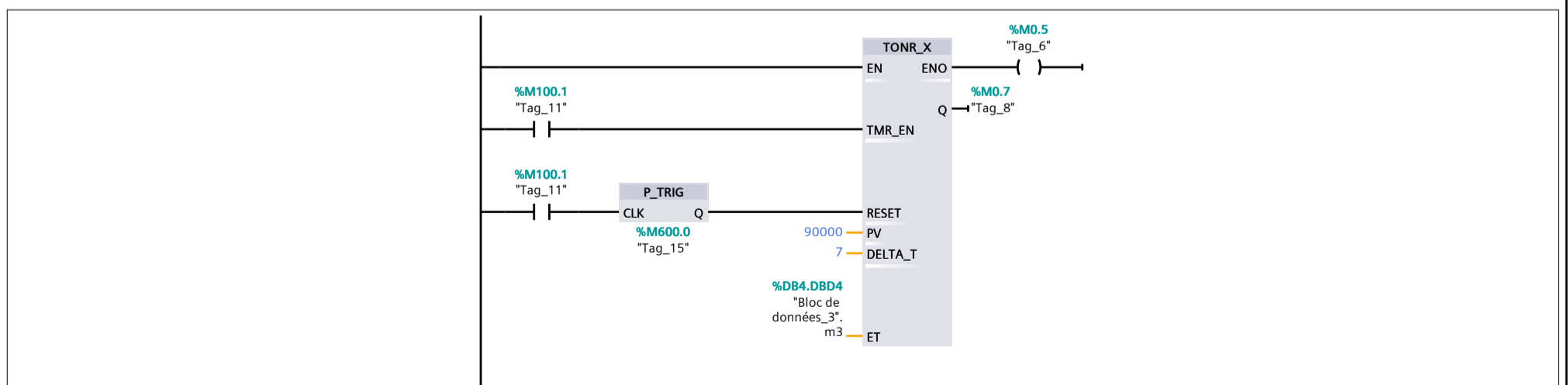
### Réseau 2 : Conversation de la durée en minute



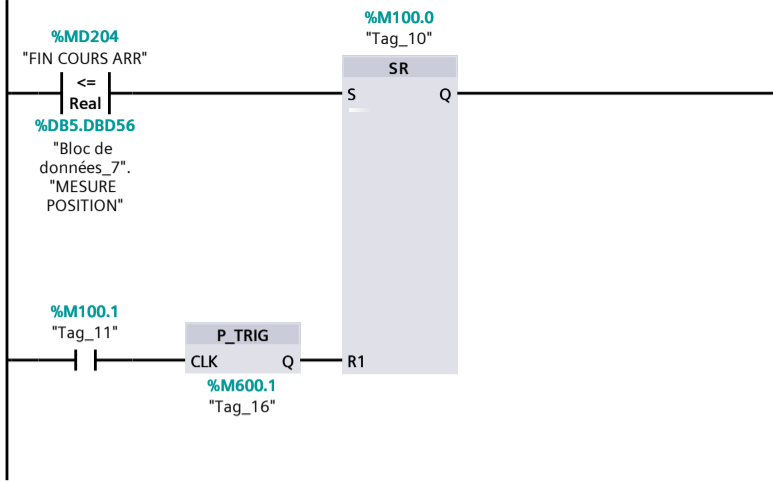
### Réseau 3 : la vitesse en coups/min



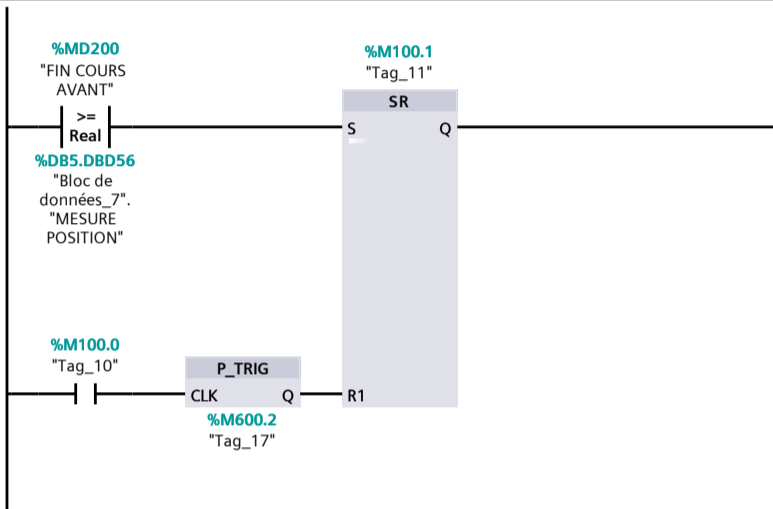
### Réseau 4 : calculer la durée d'aller de la course



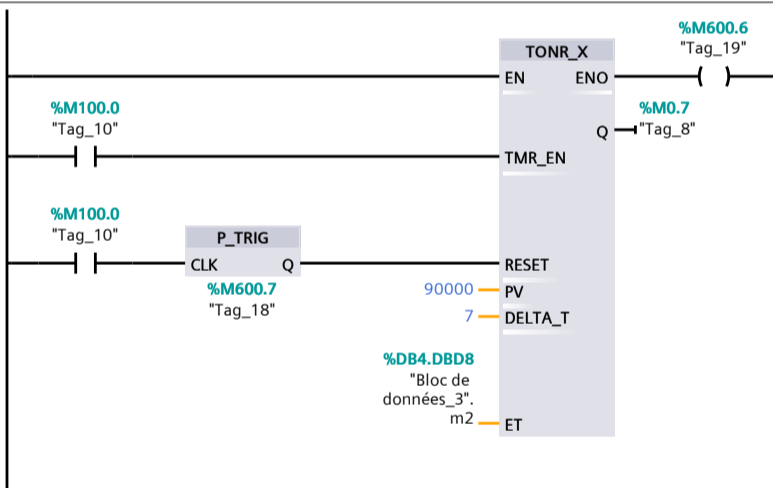
### Réseau 5 : calculer la durée d'aller de la course



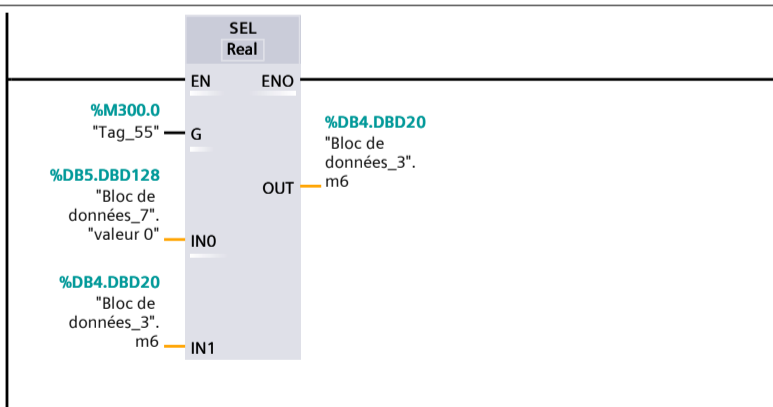
Réseau 6 : calculer la durée de routeur de la course



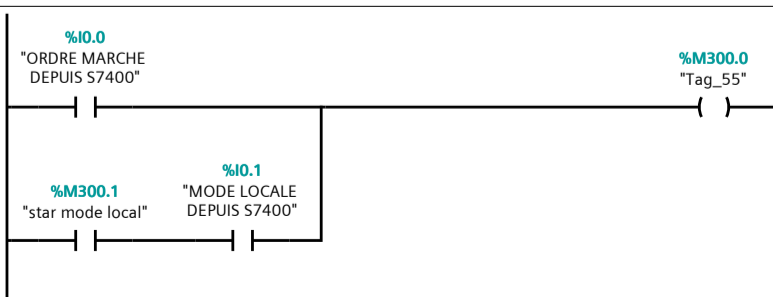
Réseau 7 : calculer la durée de routeur de la course



Réseau 8 :



Réseau 9 :





## simulation position [FC5]

### simulation position Propriétés

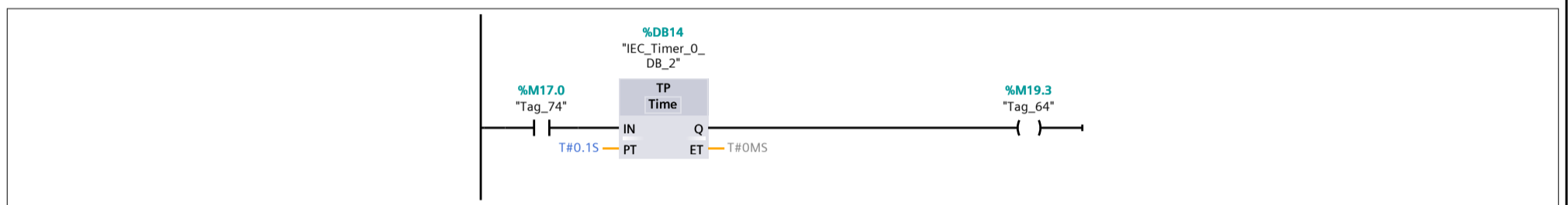
Général							
Nom	simulation position	Numéro	5	Type	FC	Langage	CONT
Numérotation	Automatique						

### Information

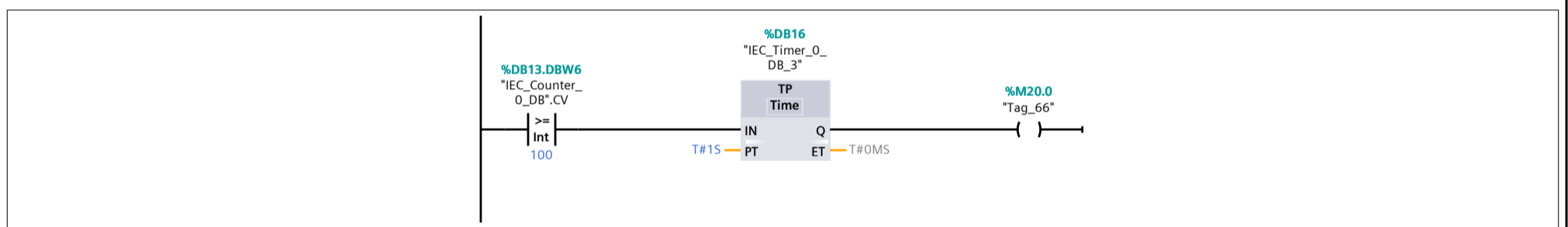
Titre		Auteur		Commentaire		Famille	
Version	0.1	ID utilisateur					

Nom	Type de données	Décalage	Valeur par déf.	Commentaire
Input				
Output				
InOut				
Temp				
Constant				
▼ Return				
simulation position	Void			

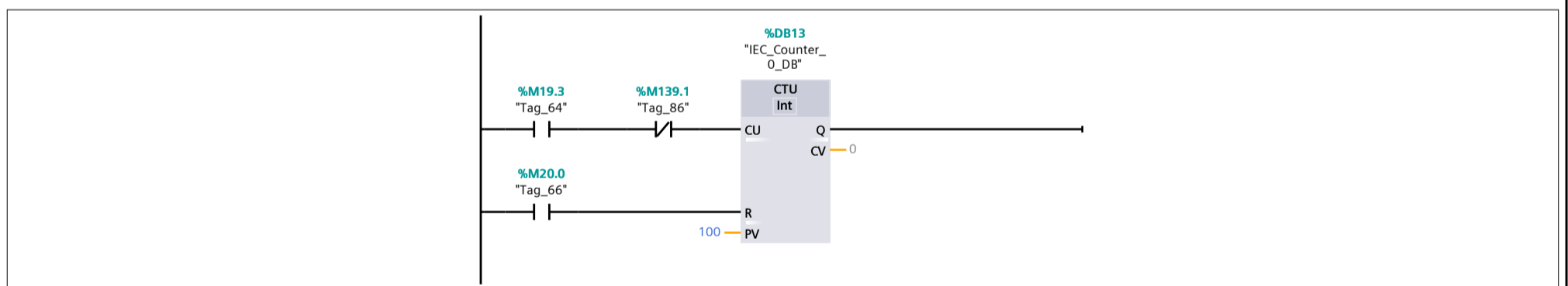
### Réseau 1 :



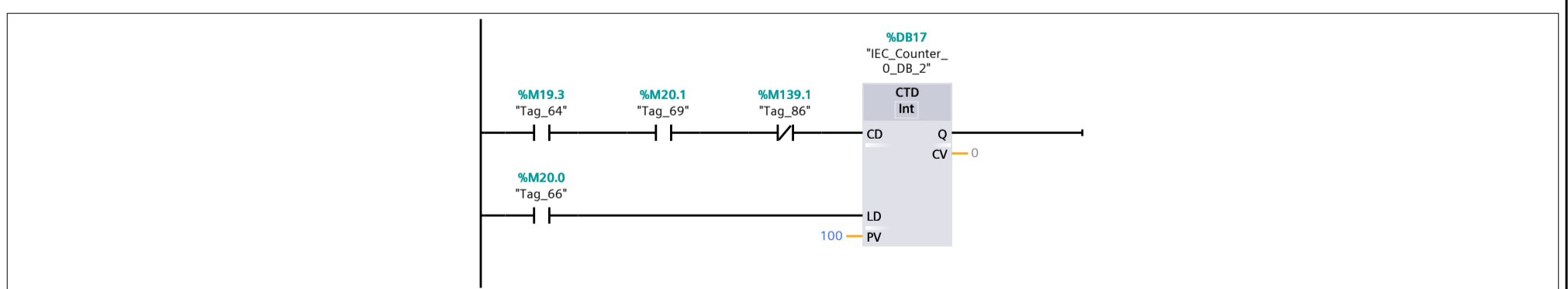
### Réseau 2 :



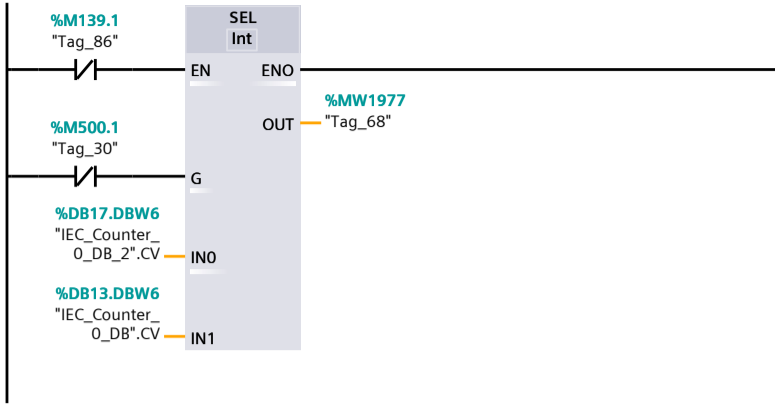
### Réseau 3 :



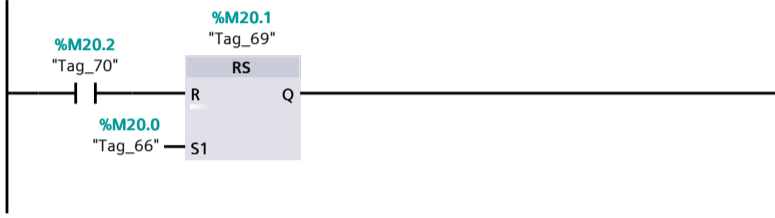
### Réseau 4 :



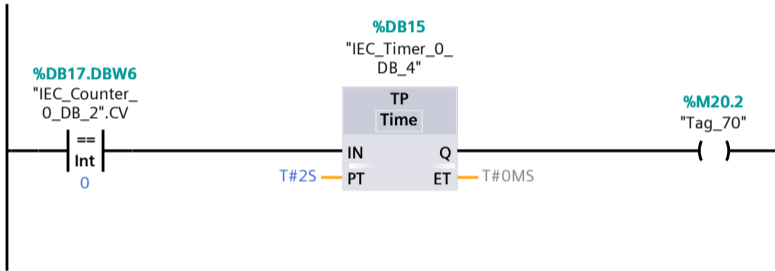
### Réseau 5 :



Réseau 6 :



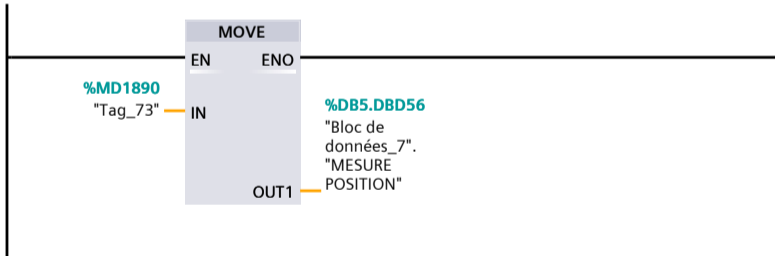
Réseau 7 :



Réseau 8 :



Réseau 9 :



- [1]. Document de la cimenterie de meftah (SCMI)
- [2]. 543 Manuel d'exploitation Centrale Hydraulique Refroidisseur / atelier de cuisson « refroidisseur » page 7
- [3]. Cour api L3 ATM USDB => système automatisé
- [4]. <http://www.electrosup.com/actionneur.php> => actionneur le 07/04/2010
- [5]. (1) - AFFOUARD (R.) - Les installations hydrauliques : conception et réalisation pratique. - Entreprise Moderne d'Édition (1972)
- [6]. [http://www.unilim.fr/pages\\_perso/thierry.cortier/Hydraulique\\_cours/co/Hydraulique\\_De\\_la\\_mecanique\\_des\\_fluides\\_a\\_la\\_transmission\\_de\\_Puissance\\_199.html](http://www.unilim.fr/pages_perso/thierry.cortier/Hydraulique_cours/co/Hydraulique_De_la_mecanique_des_fluides_a_la_transmission_de_Puissance_199.html) l'année 1991
- [7]. <https://www.maxicours.com/se/cours/actionneurs-pneumatiques/>
- [8]. <http://www.ahr-socah.fr/socah/definition-verin-pneumatique.html> l'année 2016
- [9]. <https://www.quiri.com/fr/equipement-hydraulique-industriel/glossaire-equipements-hydrauliques/verin-double-effet> l'année 2021
- [10]. Distributeurs proportionnel 12 / Fiche N° 12 / Hydraulique page 1
- [11]. Guerba Moussa, Mamouni Abdelhak, intégration de la commande électrique des grilles de refroidissement dans le système simatic PCS7 au niveau de SCMI, Université Saad Dahleb Blida 2018-2019
- [12]. <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/servo-valve> l'année 2016
- [13]. D\_1FH\_42 5715-592 UK/ Installation Manual / Proportional DC Valve Series D\*1FH page 4
- [14]. cour Actionneur et Capteur L3 ATM USDB Mr M.FAS
- [15]. Claudius Peters / Commande hydraulique de grille/ Instructions de fonctionnement/ 927.0009.0062A/04.fr/ page 20
- [16]. [www.balluff.com](http://www.balluff.com) / mesure de déplacement et de position l'année 2017
- [17]. SIEMENS. <http://www.siemens.com>
- [18]. SIMATIC S7 SM 338 Ultrasonic Position Encoding Module / Equipment Manual .
- [19]. SIEMENS. <http://www.siemens.com>
- [20]. Help de logiciel TIAPORTAL
- [21]. J.-P. Thomesse, « Ingénierie des systèmes homme machine, » Techniques de l'ingénieur, édition, 2004