

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne démocratique et populaire

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

جامعة سعد دحلب البلدية  
Université SAAD DAHLAB de BLIDA

كلية التكنولوجيا  
Faculté de Technologie

قسم الإلكترونيك  
Département d'Électronique



## Mémoire de Master

Mention Électronique

Spécialité Signaux en Ingénierie des Systèmes, Informatique Industrielle(SISII)

présenté par

**Oulhaci mohamed oussama**

---

# Etude et Programmation D'une Solution de Smart Building

---

Proposé par : Mr Bennila Noureddine & Mr Younsi Abdleghani

Année Universitaire 2016-2017

---

## 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 m'avoir fait l'honneur d'être notre promoteur, pour m'avoir guidé et encouragé durant ce travail.*

*Je tiens à exprimer mes vifs remerciements à notre Co-promoteur Mr Younsi Abdelghani de La société Schneider Electric pour nous avoir encadré durant notre projet de fin d'étude et nous avoir conseillé tout le long de notre travail.*

*Nos sincères remerciements aux ingénieurs de Schneider Electric qui nous ont conseillés et éclairés sur notre travail, dont je cite Mr Mokhtar Doudou.*

*Je remercie 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.*

## Dédicaces

*Avec tout mon amour éternel et avec l'intensité de mes émotions. Je dédie ce modeste travail à :*

*Mon très cher père « samir » qui m'a beaucoup aidé pour accomplir ce travail. Il est très difficile de choisir les termes adéquats pour t'exprimer mon amour et mon respect que Dieu te garde en bonne santé pour nous.*

*Mon adorable mère « farida » voudrais-je des profondeurs de mon amour et de ma reconnaissance te dédier ce mémoire, dont tous les mots que je pourrais utiliser seraient insuffisants pour te témoigner l'amour que je te porte. Mes chers frères « mahdi », « sofiane » et ma sœur « meriem » En témoignage de mon amour éternel que Dieu vous garde, vous protège et vous offre une vie pleine de joie.*

*Mes amis « brahim », et à tous mes collègues.*

*Toutes les personnes que j'aime, à ceux qui m'ont soutenue dans les moments difficiles, en témoignage des liens qui nous unissent, je vous dédie ce travail, je vous souhaite beaucoup de succès, de courage et de bonheur tant professionnel que familial.*

---

ملخص:

العمل المنجز في هذه المذكرة يهدف إلى تحسين الحلول في الآليات باستخدام آلي البرمجة "بريميوم MODICON M340" محطة معالجة الهواء و هذا بتنمية البرمجة تحت برنامج "اينيتي برو" للتحكم في جميع أجهزة المحطة و شاشة إشراف "فيجيو سايتكت" من خلالها نستطيع مراقبة مختلف أجهزة محطة معالجة الهواء.

كلمات المفاتيح:

آلي برمجة شنيذر, محطة معالجة الهواء, برنامج اينيتي برو, برنامج فيجيو سايتكت.

---

**Résumé** Le travail présent dans ce mémoire a pour but d'amélioré une solution d'automatisme à base d'automate SCHNEIDER MODICON M 340, pour la centrale traitement aire et cela en développant un programme sous Unity Pro et une application de supervision pour le contrôle de la centrale traitement d'air sous Vijeo citect.

**Mots clés :** Automate SCHNEIDER MODICON M340, centrale traitement daire, Unity Pro, LD, FBD, Vijeo citect

---

**Abstract :** The work presented in this memory aims to improved an automation solution based on PLC SCHNEIDER MODICON M340 for the Central processing area, by developing a program using Unity Pro to control different equipment's of the Central processing area and application using Vijeo citect

**Keywords :**

PLC SCHNEIDER MODICON M 340, Central processing area, Unity Pro, LD,FBD, Vijeo citect,

---

# Bibliographie

<b>Introduction générale</b> .....	1
<b>Chapitre 1 Cadre général du projet</b> .....	2
1.1 Introduction .....	3
1.2 Présentation de l'entreprise .....	3
1.3 le bâtiment intelligent.....	4
1.3.1 la gestion technique d'un bâtiment intelligent .....	5
1.4 conclusion .....	6
<b>Chapitre 2 consommation d'énergie d'un bâtiment intelligent</b> .....	7
2.1 les consommateur d'énergie électrique d'un bâtiment.....	8
2.1.1 fonctionnement technique.....	8
2.1.2 l'architecture .....	8
2.2 gestion de l'énergie électrique.....	10
2.2.1 définition .....	10
2.2.2 le but.....	10
2.2.3 produit et solution intelligent de gestion de l'énergie .....	10
2.2.4 smart gride-les réseaux intelligent .....	11
2.3 centrale de traitement d'air(cta) .....	12
2.3.1 définition .....	12
2.3.2 rôle des divers élément .....	14
2.2.3. Les capteurs utilisés dans CTA .....	14
a- définition des capteur .....	15
b- type des capteur .....	15
c- les capteur utiliser dans la cta .....	15
d- capteur de température .....	15
e- capteur de pression .....	15
f- variateur de vitesse .....	15
g- moteur .....	16
2.3.4 fonctionnement de ctaCTa (générale) .....	19

2.3.4.1 les type des fonctionnement .....	19
a- Fonctionnement d'été .....	20
b- Fonctionnement d'hiver .....	20
c- Fonctionnement d'hiver, protection antigel.....	20
d- Régulation débit d'air.....	20
e- Défaut filtre.....	20
f- Défaut incendie.....	21
2.4 conclusion .....	21
<b>Chapitre 3 programmation de l'automate et automatisation d'un bâtiment intelligent..</b>	<b>22</b>
3.1 Introduction .....	23
3.2 Généralité sur les systèmes automatisés .....	23
3.3 Automates programmables industriels_.....	24
3.4 Objectifs de l'automatisation .....	25
3.5 Architecture des API .....	25
3.6 Sécurité de l'API .....	26
3.7 Choix de l'automate programmable industriel .....	27
3.8 Les automates et la communication .....	28
3.9 Les bus de terrain .....	28
3.10 Etude de l'existant .....	29
3.11 Présentation de l'API .....	30
3.11.1 définition .....	30
3.11.2 Tableau des repères .....	31
3.11.3 Représentation des racks .....	31
3.11.4 L'unité centrale cpu BMX P34 2020/20302 .....	32
3.11.5 Le module d'alimentation_.....	33
3.11.6 Modules d'entrée/sorties analogique.....	33
3.11.7 Modules d'entrée/sorties (TOR) .....	34
3.11.8 Communication de l'API .....	34
3.11.9 Identification des entrées / sorties .....	34

a) Les entre tor .....	34
b) les sortie tor .....	35
c) les entre analogique .....	35
d) les sortie analogique .....	36
3.12 Matériel .....	36
3.13 Systèmes d'exploitation .....	36
3.14 Logiciel.....	36
3.15 Unity pro .....	37
3.15.1 Introduction .....	37
3.15.2 Le logiciel Unity Pro .....	37
3.15.3 Interface utilisateur .....	37
3.15.4 Navigateur de projet .....	38
3.15.5 Configuration matérielle .....	39
a) Choix du processeur .....	39
b) Configuration d'un rack .....	40
c) Configuration des modules .....	40
d) Module de communication .....	41
3.15.6 Choix du langage de programmation .....	42
3.6 conclusion.....	46
<b>Chapitre 4 : application est supervision.....</b>	<b>52</b>
4.1 Introduction.....	53
4.1.1 Généralité .....	53
4.2 Présentation du logiciel vijeo citect .....	54
4.2.1 Principaux outils de Vijeo citect .....	54
4.2.2 Développement d'un projet.....	55
4.2.3 Création de l'application de supervision .....	56
A. Déclarer les variables .....	57
b. Ouvrir le port de communication .....	58
C. constructeur graphique Citect .....	58

d. Interface graphique CTA vijeo citect .....	59
E. Historique les alarmes .....	59
F. Point Access .....	61
4.3 Conclusion .....	61

## Liste des figures :

<b>Figure1.1</b> :sociter schenieder electric.....	1
<b>Figure1.2</b> : Bâtiment intelligent.....	4
<b>Figure1.3</b> : La Gestion technique d'un bâtiment intelligent.....	5
<b>Figure2.1</b> : Répartition des consommations d'un bâtiment (usages réglementaire).....	9
<b>Figure2.2</b> : Smart grid – Les réseaux intelligents.....	11
<b>Figure 2.3</b> : image réel de CTA.....	13
<b>Figure 2.4</b> : Centrale double flux.....	14
<b>Figure 2.5</b> : Détails d'une centrale de traitement d'air, simple.....	14
<b>Figure 2.6</b> : le schéma de capteur de pression.....	17
<b>Figure 2.7</b> : capteur de température (CTA).....	17
<b>Figure2.8</b> : variateur de vitesse.....	18
<b>Figure 2.9</b> : entre de l'air dans la CTA.....	19
<b>Figure 3.1</b> : Structure générale d'un système automatisé. ....	23
<b>Figure 3.2</b> : Automate programmable industriel. Type Schneider.....	25
<b>Figure 3.3</b> : Structure interne d'un API.....	26
<b>Figure 3.4</b> : Bus de terrain.....	28
<b>Figure 3.5</b> : pyramide CIM.....	29
<b>figure3.6</b> : un schéma suivant présente une configuration de la station automate MODICON M340 avec un rack .....	30
<b>Figure3.7</b> : racks pour automate MODICON M340.....	31
<b>Figure 3.8</b> : Interface utilisateur.....	38

<b>Figure 3.9</b> : Navigateur de projet.....	40
<b>Figure 3.10</b> : Choix du processeur.....	41
<b>Figure 3.11</b> : Modules d'E/S et métiers.....	42
<b>Figure 3.12</b> : Module de communication .....	42
<b>Figure 3.13</b> : Choix de langage .....	43
<b>Figure 3.14</b> : Programme en IL.....	44
<b>Figure 3.15</b> : Programme en ST.....	44
<b>Figure 3.16</b> : Représentation d'une section SFC.....	44
<b>Figure 3.17</b> : Exemple d'un schéma FBD.....	45
<b>Figure 3.18</b> : Représentation d'une section LD (sans simulation).....	47
<b>Figure 3.19</b> : section ID.....	47
<b>Figure 3.20</b> : Les défauts généraux de CTA .....	48
<b>Figure 3.21</b> : défaut filtre.....	48
<b>Figure 3.22</b> : humidification .....	48
<b>Figure 3.23</b> : durée marche variateur.....	49
<b>Figure 3.24</b> : les vanne chaude et froid.....	49
<b>Figure 3.25</b> : bloc mise à l'échelle .....	<b>50</b>
<b>Figure 4.1</b> : Rôle de la supervision [8].....	53
<b>Figure 4.2</b> : Développement d'un projet.....	54
<b>Figure 4.3</b> : crée projet vijeo citect.....	55
<b>Figure 4.4</b> : déclare les variables sur vijeo citect.....	56
<b>Figure 4.5</b> : communication configuration sur vijeo citect.....	57

<b>Figure 4.6</b> : Constructeur graphique sur vijeo citect.....	57
<b>Figure 4.7</b> : Interface CTA sur vijeo citect.....	58
<b>Figure 4.8</b> : Interface CTA sur vijeo citect.....	59
<b>Figure 4.9</b> : point accès CTA sur vijeo citect.....	60

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1</b> : décrit la composition de la station automate modicom M340.....	30
<b>Tableau 2</b> : la caractéristique principale des processeurs BMX p34 2020/20320.....	31
<b>Tableau 3</b> : les caractéristique de module d'alimentation.....	32
<b>Tableau 4</b> : Les entrées TOR de l'API.....	34
<b>Tableau 5</b> : Les sorties TOR de l'API.....	35
<b>Tableau 6</b> : Les entrées analogiques de l'API.....	35
<b>Tableau 7</b> : Les sorties analogiques de l'API.....	36

# Introduction générale

---

Notre planète terre connaît des changements climatiques important et d'émissions de gaz à effet de serre, où l'être humain est le premier responsable, ce dernier pour pallier à ce phénomène, est dans l'obligation de trouver des solutions afin de lutter contre ce changement.

Aujourd'hui toutes les entreprises industrielles modernes qui sont dotées de tels systèmes de production, impose un recours à la fois à des technologies de production avancées, pour la mise en œuvre de dispositifs et système pour l'automatisation de la fabrication ou de la production ; afin de lutter contre ce phénomène. ..

L'entreprise de **Schneider Electric SE** a rénovée leur matériels de production afin d'obtenir une meilleur productivité ont allant vers la nouvelle génération des systèmes automatisés. Schneider électrique et par soucis de participer dans la lutte contre le changement climatique, ces activités se dirige vers des solutions et produits intelligents pour la gestion et la réduction de la consommation énergétiques afin de contribuer à la lutte contre le changement climatique ; d'où sera le thème de ce projet de fin d'étude intitulé « **Etude d'un Bâtiment Intelligent** ».

L'instrumentation et les automates programmables industrielles (API) sont considérés comme l'une des réponses à l'optimisation des processus industrielle, car il répond à des besoins d'adaptation et de flexibilité pour un grand nombre d'opération.

Pour mener à bien notre travail, nous avons divisé notre étude en quatre chapitres :

- **Chapitre I** : Présentation de la société, et le bâtiment intelligent leur titre est : cadre générale de projet.
- **Chapitre II** : ont à présenter la consommation d'énergie d'un bâtiment est gestion d'énergie est le central traitement d'air(CTA) leur titre est : consommation d'énergie d'un bâtiment intelligent.
- **Chapitre III** : Partie automatisation, qui est consacrée à l'élaboration d'un nouveau système de commande à base d'un automate programmable industriel MODICON M340 on a programme sa par le logiciel unity pro leur titre est : programmation automatisation d'un bâtiment intelligent.
- **Chapitre IV** : Partie Supervision d'un système automatisé sur la (CTA) avec le logiciel vijeo citect leur titre est : application de supervision

# ***CHAPITRE 1***

## ***Cadre générale de projet***

## 1.1 Introduction :

Aujourd'hui l'énergie est au cœur des préoccupations de tous. Plus que jamais, le contexte actuel nous oblige à faire plus avec moins de ressources. Spécialiste mondial de la gestion de l'énergie, Schneider Electric apporte, partout dans le monde, des solutions pour rendre l'énergie sûre, fiable, efficace, productive et verte, de l'usine jusqu'à la prise électrique ;

## 1.2 Présentation de l'entreprise :

**SCHNEIDER ELECTRIQUE** est une entreprise internationale, innovante et fabricant d'acier au 19ème siècle, à la distribution électrique et aux automatismes au 20ème, jusqu'à la gestion de l'énergie aujourd'hui, Schneider Electric a toujours été un acteur des transformations de son industrie, avec un état d'esprit international, innovant et responsable.

Les activités de **SCHNEIDER ELECTRIQUE** sont basées sur la distribution électrique, automatismes et contrôles industriels, énergie sécurisée, automatismes du bâtiment. Ces produits sont destinés au marché énergie et infrastructures, bâtiment, résidentiel, industrie, centres de données et réseaux.

Son Siège internationale se trouve en France 35 rue Joseph-Monier, 92500 Rueil-Malmaison.

Son siège national (Algérie) se trouve à la Route d'Ouled Fayet N°2Bis 16320 Delly Ibrahim Alger. [1]



Figure1.1 :Siège de la société Schneider Electric

### 1.3 Le bâtiment intelligent :

Le bâtiment intelligent se définit comme un bâtiment à haute efficacité énergétique, intégrant dans la gestion intelligente du bâtiment et les équipements des consommateurs, les équipements producteurs et les équipements de stockage, Le secteur du bâtiment est actuellement l'un des plus importants consommateurs mondiaux d'énergie parmi tous les secteurs économiques. En effet, à l'échelle mondiale, les bâtiments sont responsables de 40% de la consommation annuelle d'énergie, et jusqu'à 50% si l'on inclut la consommation énergétique lors de la construction. Outre le coût que cela provoque, la part des émissions de gaz à Effet de serre liée à la consommation énergétique des bâtiments est évaluée à 30% alors que dans le même temps la demande d'énergie devrait doubler à l'horizon 2050. Réduire les émissions de CO2 de moitié étant devenu nécessaire afin de limiter le réchauffement climatique, il faut désormais faire face au double enjeu, économique et environnemental, de mieux et moins consommer.

Pour répondre à l'ampleur de ces enjeux mondiaux, Schneider électrique a pu concevoir un type de bâtiment intelligent qui peut répondre à ces besoins, ce modèle de bâtiment a été baptisé sous le nom « **HIVE** ». Le Hive (Hall de l'Innovation et Vitrine de l'Energie) constitue une véritable vitrine de l'offre de Schneider Electric. Le bâtiment, de conception relativement commune à l'origine, bénéficie depuis, de l'apport régulier des toutes dernières technologies développées par Schneider Electric.(fig. 1.2).[2]

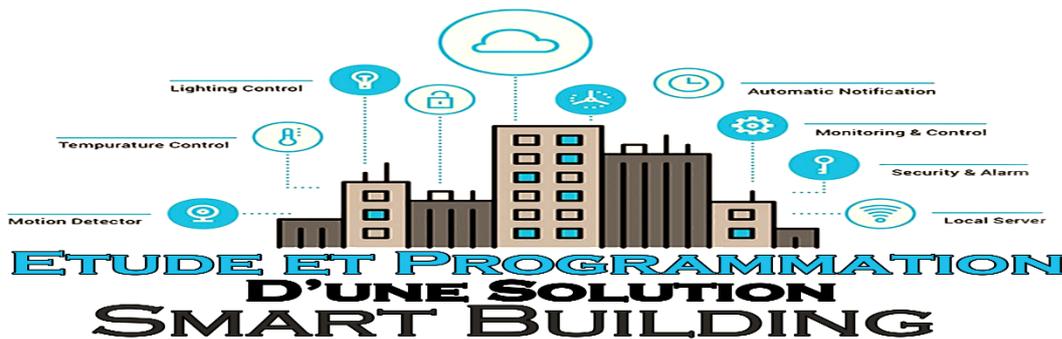
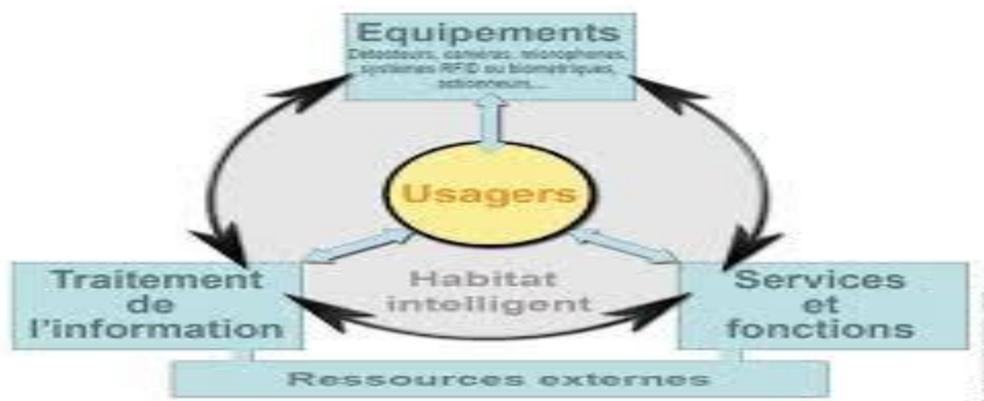


Figure1.2 : Bâtiment intelligent

### 1.3.1 La Gestion technique d'un bâtiment intelligent :

Dans les immeubles d'aujourd'hui, les réseaux se multiplient : distribution électrique, informatique, gestion de l'éclairage, supervision des fonctions de chauffage, ventilation et climatisation. Les applications s'empilent, génèrent de multiples protocoles et impliquent de nombreux interlocuteurs différents. Pour Schneider Electric, il n'existe qu'une façon d'optimiser la gestion du bâtiment : faire parler tous ces systèmes d'une même voix. La priorité est donc à la convergence. Il s'agit de faire converger les objectifs des parties prenantes, les systèmes eux-mêmes, les acteurs et leurs méthodes. La convergence permet à des systèmes conçus séparément de dialoguer en utilisant le système d'information de l'occupant. Une supervision commune permet de piloter l'ensemble de ces systèmes ouverts et en interaction. Pour optimiser la gestion du Hive, Schneider Electric fait donc dialoguer l'ensemble des systèmes de ce bâtiment. Toutes les énergies et tous les systèmes partagent la même architecture, Eco Struxure, et sont pilotés par un système commun de supervision : c'est la Gestion Technique du Bâtiment (GTB). Le bâtiment est doté d'une GTB Continuum, développée par Schneider Electric, qui intègre nativement l'ensemble des systèmes, tels que le contrôle commande de la CVC, la vidéo protection, le contrôle d'accès, l'anti-intrusion, les compteurs électriques et thermiques, au travers d'un réseau IP3 mutualisé. Un des buts recherche dans ce concept et la sécurité dans le bâtiment, qui se traduit Par sa capacité à communiquer sur des protocoles ouverts et reconnus tels que BACNET et LON, le système Continuum permet aussi et surtout l'interopérabilité des équipements installés dans les bureaux tels que les stores, l'éclairage, la climatisation... Chaque résident peut à son gré, depuis une simple télécommande murale ou sans fil, agir sur son environnement de travail : réglage de la lumière, de la température, de l'ensoleillement... Derrière cette interface conviviale se cache un concentré de technologies et de savoir-faire. [3]



**Figure1.3** : La Gestion technique d'un bâtiment intelligent

**1.4 Conclusion :**

Avec tous les enjeux mondiaux, Schneider électrique a pu concevoir un type de bâtiment intelligent qui constitue une véritable vitrine de l'avancée technologique de ce dernier, se traduit Par sa capacité à communiquer sur des protocoles ouverts et reconnus, et c'est ce que nous avons envisagé pour le prochain chapitre.

# ***CHAPITRE 2***

## **Consommation d'Energie d'un Bâtiment Intelligent**

## 2.1 Les consommateur d'énergie électrique dans un bâtiment :

L'habitat, et le secteur du bâtiment en général, est fortement consommateur d'énergie. La consommation d'énergie dans les habitations en Algérie , En moyenne, un foyer algérien consomme entre 1800 à 2000 kilowatts-heure/an, alors que la norme est de 200 à 250 kilowatts-heure/an ,Les foyers algériens consomment presque dix fois plus d'électricité par rapport aux normes internationales et deux fois plus que la moyenne des pays maghrébins, d'après les statistiques de l'Agence Nationale pour la Promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'Energie (APRUE).[4]

### 2.1.1 Fonctionnement technique :

Parmi les solutions d'amélioration de l'efficacité énergétique, il est d'usage de distinguer les solutions passive qui corresponde à réduire la consommation d'énergie des équipements et des matériaux grâce à une meilleure performance ,et la solution active visant à optimiser les flux et les ressources.

### 2.1.2 L'architecture :

De nombreux paramètres peuvent être pris en compte lors de la construction d'un bâtiment, par exemple :

- ❖ L'isolation : par exemple l'installation de faux plafond empêchant le recours à l'inertie thermique,
- ❖ Ventilation : Les ventilations mécaniques contrôlées à double flux permettent de réduire les pertes d'énergie jusqu'à 70% par rapport à des ventilations classiques à simple flux.
- ❖ inertie thermique (capacité à stocker de la chaleur dans les murs, le plancher...) , des matériaux comme la laine minérale ou le chanvre, des doubles vitrages à isolation renforcée ou fenêtres pariéto-dynamiques (qui permettent à l'air provenant de l'extérieur de se réchauffer en circulant entre deux vitrages dont l'un peut être double). L'isolation thermique par l'extérieur (« manteau isolant », par exemple à l'aide de briques de polystyrène expansé ou extrudé) permet de diminuer les pertes thermiques de la paroi jusqu'à 80% ;

- ❖ éclairage naturels : l'éclairage naturelle à un rôle important pour la structure donc il faut des ouvertures pour bien rentre l'éclairage
- ❖ équipements économes : le choix des matériaux à un rôle important pour réduire la consommation d'énergie par exemple des lampes (leds ou fluorescentes) permettent de réaliser une économie d'énergie supérieure à 50% par rapport à des lampes à incandescence est aussi L'électroménager mis sur le marché en 2011 consomme près de 40% moins d'électricité en moyenne que les anciennes appareils.

Il s'agit également pour tous les citoyens d'adopter durablement des comportements et des automatismes économes en énergie :

- ▶ éteindre les lumières
- ▶ utilisé des ampoules basses consommation
- ▶ Ne pas laisser les appareils électriques en veille
- ▶ baisser le chauffage
- ▶ limiter la climatisation
- ▶ acheté des appareils électriques peu gourmands en énergie
- ▶ adopter toutes les attitudes qui permettront de réduire la facture énergétique

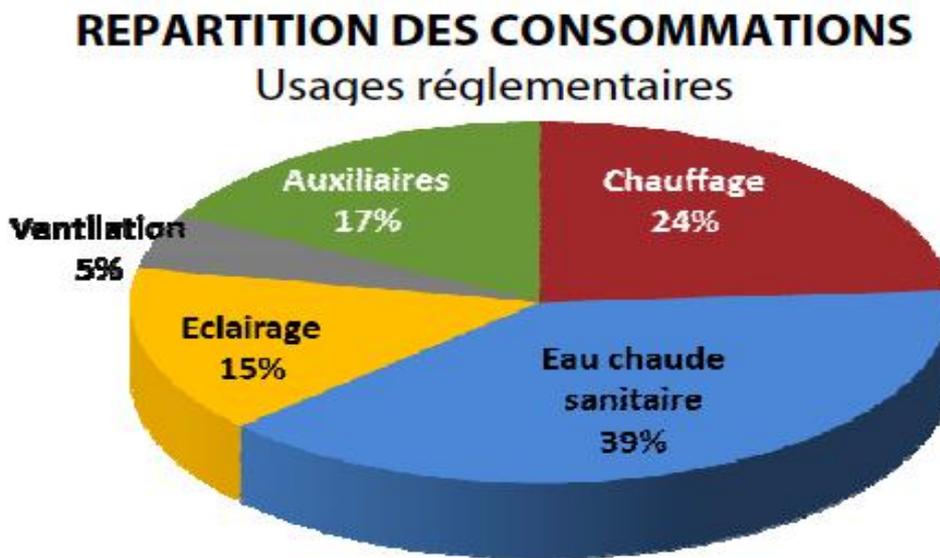


Figure2.1 : Un bâtiment à énergie positive (BEPOS) se veut un bâtiment qui produit plus d'énergie (électricité, chaleur) qu'il n'en consomme pour son fonctionnement.

## **2.2 Gestion de l'énergie électrique :**

### **2.2.1 Définition :**

Le système de gestion de l'énergie est un processus d'amélioration continue en énergie qui est structuré et systématique. Inspiré de la norme volontaire du Management de l'énergie - ISO 50 001(adopté en 2011).

Le suivi de la consommation d'énergie devient une partie intégrante des méthodes de gestion en rendant l'énergie visible.[5]

### **2.2.2 Le but :**

- d'identifier et de quantifier la consommation d'énergie inutilement utilisée ;
- de découvrir un potentiel d'économie insoupçonné ;
- crée un système de gestion de l'énergie
- Avoir des Projets traditionnels en efficacité énergétique
- Nécessitent des investissements en capital.

### **2.2.3 Produits et solutions intelligents de gestion de l'énergie :**

Notre planète fait face à un défi énergétique sans précédent Même si toutes les politiques d'efficacité énergétique récemment mises en place sont appliquées avec succès, d'ici 2035, la demande mondiale d'énergie primaire devrait encore augmenter de 35 %. Une telle situation devrait avoir de graves conséquences sur les coûts et la sécurité énergétique, la concurrence autour des ressources, l'accès des populations les plus défavorisées à l'énergie, la croissance économique et, bien entendu, le changement climatique. L'augmentation des émissions de gaz à effet de serre liées à la consommation d'énergie pourrait atteindre 23 %, alors même qu'il faudrait parvenir à les abaisser de 27 % pour satisfaire aux objectifs écologiques de la planète. Le mix énergétique doit évoluer et la part des énergies renouvelables passer de 13 à 18 % du total, et pour répondre à ce besoin pressant différentes solutions en vue le jour.

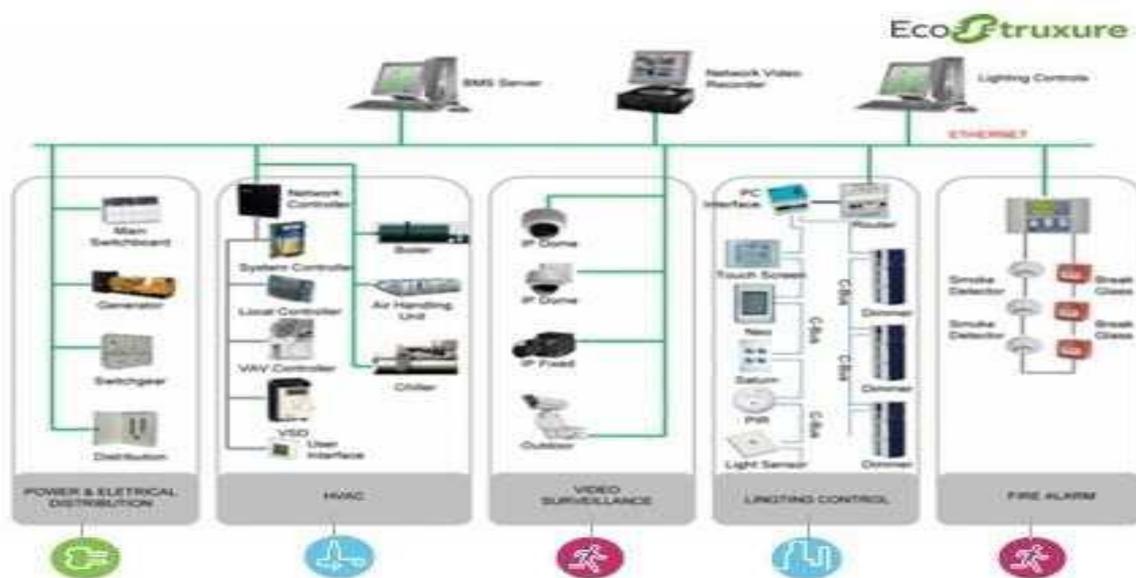
L'efficacité énergétique s'exprime par le fait d'utiliser moins d'énergie pour un même niveau de performance ou de service. Elle permet de réaliser des économies d'énergie, de capitaux et d'émissions des gaz à effet de serre, tout en contribuant à la sécurité énergétique et à la création d'emplois parmi ces solutions on distingue .[6]

### 2.2.4 Smart grid (Les réseaux intelligents) :

Les réseaux intelligents sont une combinaison entre une infrastructure électrique et informatique pour intégrer et relier tous les utilisateurs (producteurs, opérateurs, spécialistes marketing, consommateurs, etc.) afin de continuer à assurer efficacement l'équilibre entre l'offre et la demande au sein d'un réseau de plus en plus complexe.

Le réseau actuel connaît des mutations rapides, les inquiétudes par rapport au changement climatique ont conduit de nombreux pays à repenser leur stratégie énergétique et à faire évoluer leur mélange en la matière. Les sources d'énergies renouvelables connaissent une croissance rapide, même si elles représentent encore une modeste part de la production totale d'énergie. Micro-réseaux, véhicules électriques et Stockage énergétique poursuivent leur déploiement sur les réseaux des utilisateurs finaux. [7]

Cette situation rend l'émergence d'un réseau intelligent plus nécessaire que jamais et dope le développement d'applications spécifiques dans chaque région.



**Figure2.2** : Smart grid – Les réseaux intelligents

Dans le cadre de ce projet ,nous allons et comme a été dit auparavant , d' essayé sur une partie que je la considère la première source de consommation d'énergie qui est le chauffage et la climatisation, pour cela dans mon bâtiment, j'ai prévu d'installer une centrale de traitement d'air appeler par abréviation « C.T.A »

## 2.3 Centrale de traitement d'air (CTA) :

### 2.3.1 Définition :

La CTA se définit comme un ensemble de matériels à haute technologie qui a pour but de traiter l'air entrant dans les locaux d'un bâtiment à une température voulu par l'utilisateur ainsi que la Déshumidification des locaux tertiaires ou industriels, c'est un système tout air à débit constant ou variable. La CTA donne des avantages considérables quant à son utilisation, économique et environnementale.

Une CTA est soit de type monobloc, soit elle est constituée de modules additionnés les uns aux autres, suivant la configuration matériels, modules ventilation, module batteries froides et chaudes, module filtres, etc...

Il existe deux types de centrales de traitement d'air :

- La CTA simple flux, elle est soit tout air neuf, soit tout air repris ou encore en mélange des deux flux
- La CTA double flux, elle permet toutes les combinaisons possibles entre la reprise d'air, l'air neuf, l'air rejeté, l'air traité suivant la configuration.

J'ai choisi d'installer dans mon bâtiment une C.T.A à simple flux.

- La CTA double flux, elle permet toutes les combinaisons possibles entre la reprise d'air, l'air neuf, l'air rejeté, l'air traité suivant la configuration.[8]

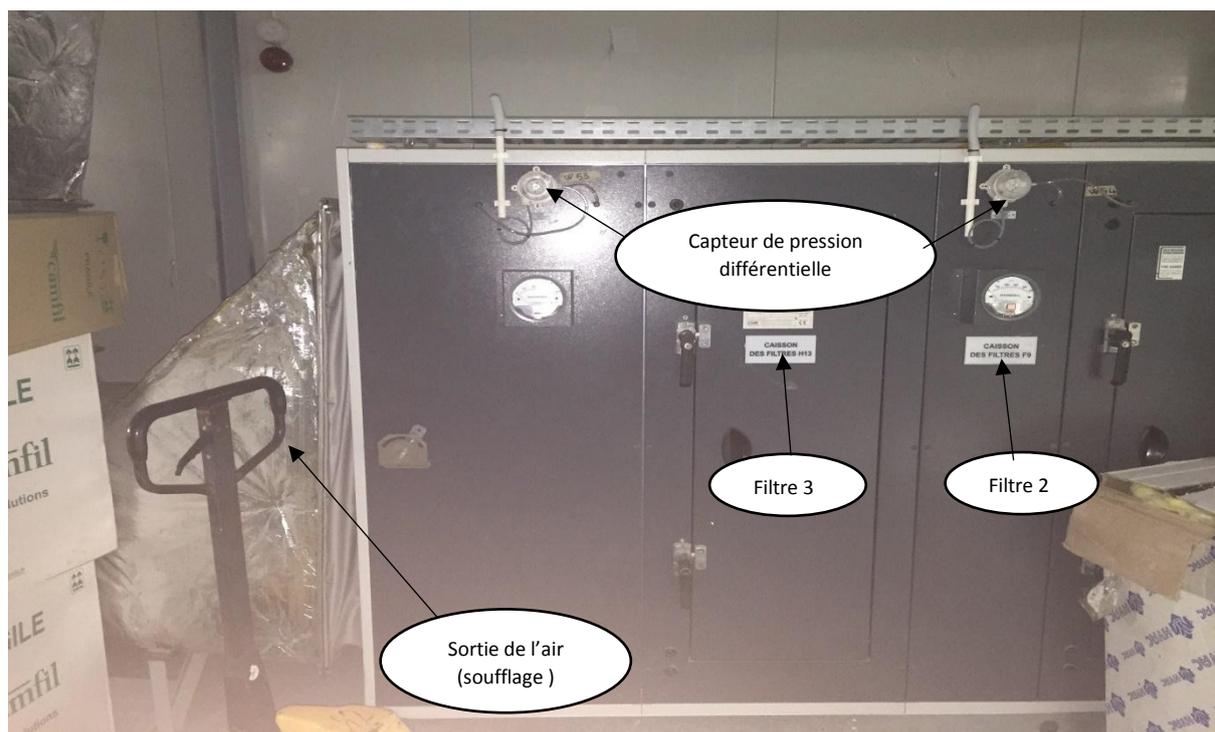
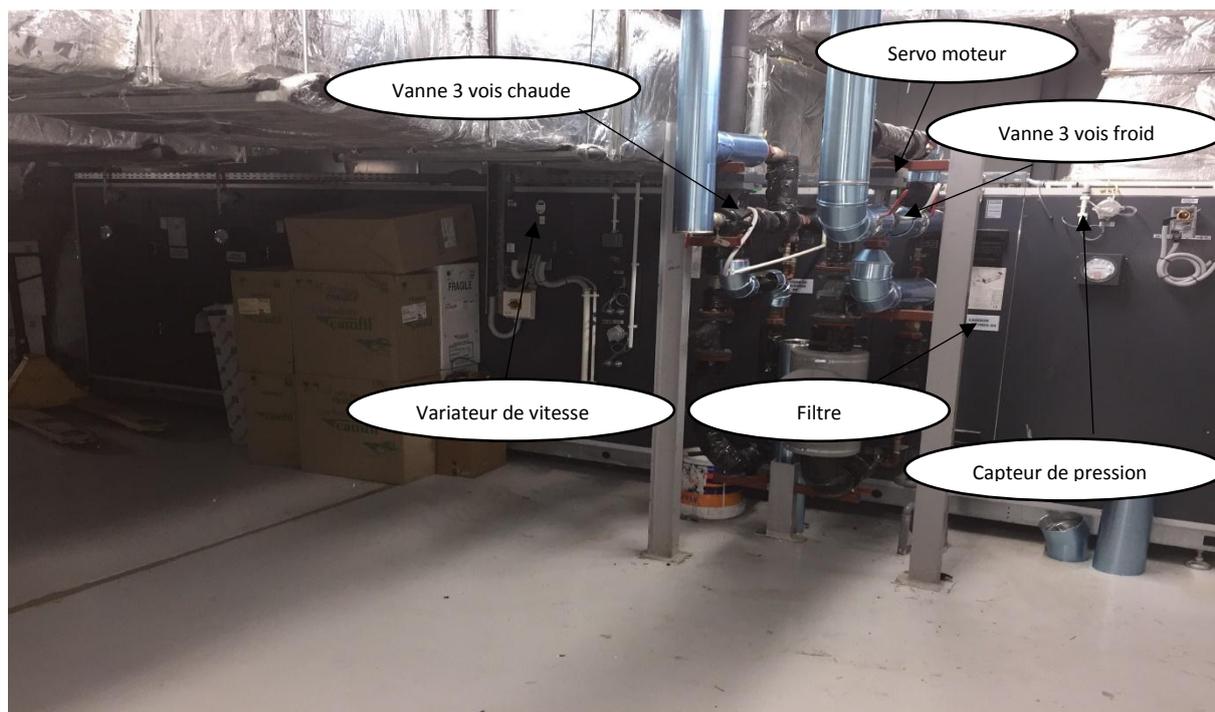


Figure 2.3 : image réel de CTA

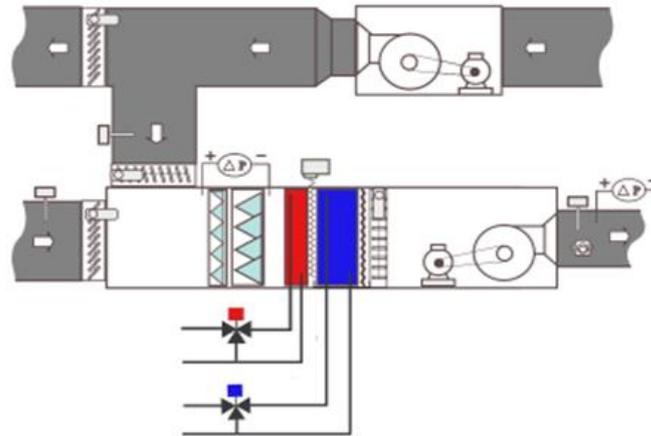


Figure 2.4 : Centrale double flux

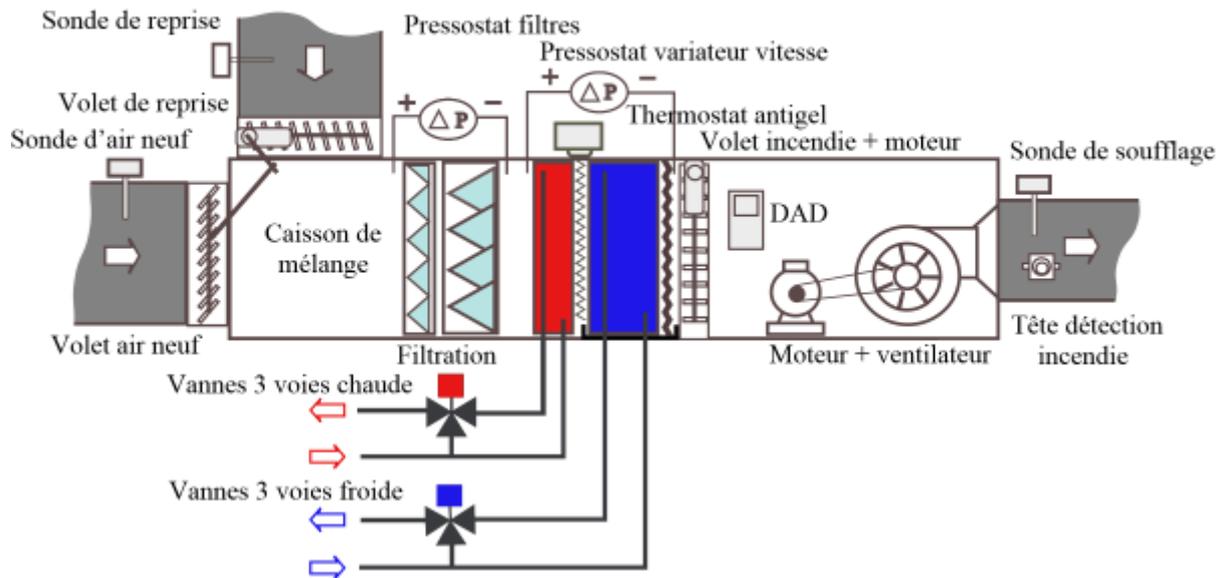


Figure 2.3.5 : Détails d'une centrale de traitement d'air, simple flux

### 2.3.2 Rôle des divers éléments :

**Volet d'air neuf :** Ce volet motorisé règle en fonction de la régulation le débit d'air neuf, et il aussi une fonction antigel.

**Volet de reprise :** Il règle l'admission de l'air repris dans le local à traiter, fonctionne en parallèle avec le volet d'air neuf.

**Boîte de mélange :** Permet le mélange de l'air neuf et de l'air repris. Les volets d'air de reprise et d'air neuf sont synchronisés à partir d'un jeu de tringlerie ou de moteurs.

**Filtration:** La filtration protège la CTA contre la poussière et les diverses particules nuisibles au fonctionnement et au confort des personnes. Il peut y avoir plusieurs niveaux de filtration de moyenne à haute efficacité.

**Batterie chaude :** Serpentin en cuivre ou l'eau chaude circule munie d'ailettes en aluminium afin de favoriser l'échange avec l'air, l'eau et l'air circulent à contre-courant.

**Batterie froide :** La batterie froide peut être à détente directe (fluide frigorigère) ou à eau glacée (configuration identique à la batterie eau chaude).

**Humidificateur :** L'humidification s'effectue par ruissellement d'eau sur un matelas de fils d'acier galvanisé ou par injection de vapeur (non représenté).

**Pare gouttelettes :** Évite l'entraînement de goutte d'eau

**Volet incendie :** Limite la propagation des fumées par compartimentage

**DAD :** Détecteur Autonome Déclencheur, protection incendie, commande le volet incendie

**Bloc ventilateur :** Le ventilateur peut être à action ou à réaction

### 2.3.3 Les capteurs utilisés dans CTA :

#### a- Définition d'un capteur :

Un capteur est un dispositif ayant pour tâche de transformer une mesure physique observée en une mesure généralement électrique qui sera à son tour traduite en une donnée binaire exploitable et compréhensible par un système d'information.

Parmi les différents types de mesures enregistrées par les capteurs, on peut citer entre autres : la température, l'humidité, la luminosité, l'accélération, la distance, les mouvements, la position, la pression, la présence d'un gaz, la vision (capture d'image), le son, etc...

#### b- Types de capteurs :

Il existe actuellement un grand nombre de capteurs, avec des fonctionnalités diverses et variées. Dans la « CTA » on a trois types de capteur : capteur de pression et capteurs de température capteur humidité.

#### c- capteur humidité :

Elle est souvent mesurée par une combinaison de méthodes chimiques et électroniques. Des sondes sont reliées à un système informatique qui enregistre automatiquement une quantité de valeurs à intervalle réguliers et qui peuvent ensuite être visualisées facilement sous diverses formes.

### d- Capteur de température :

Les capteurs\_de\_température sont des dispositifs permettant de transformer l'effet du réchauffement ou du refroidissement sur leurs composants en signal\_électrique.

Jusqu'à l'invention du thermoscope\_de Galilée, les hommes étaient incapables de mesurer la température. Les thermomètres virent bientôt le jour, et avec eux les unités comme le degré\_Celsius et le kelvin. Par la suite, les techniques automatisées voyant le jour, il fallut trouver le moyen de traduire les températures en signaux analogiques compréhensibles par des machines.

Les capteurs de température sont utilisés dans de nombreuses industries.

Chimie

- ✓ alimentation
- ✓ analyse et optimisation de fonctionnement (moteur...)
- ✓ gestion des bains de peinture, traitement des métaux ...
- ✓ Les capteurs de température sont classés en deux catégories principales
- ✓ les capteurs à contact : échange de chaleur entre le milieu et le capteur jusqu'à établissement de l'équilibre thermique
- ✓ Pyromètres optiques (sans contact) : basés sur la relation entre la température d'un corps et son rayonnement optique (infra-rouge ou visible)

### e- Capteur de pression :

Un capteur de pression est un dispositif destiné à convertir les variations de pression en variations de tension\_électrique

La pression, comme chacun sait, constitue une variable essentielle pour l'étude métrologique d'un milieu environnant qui peut-être soit un gaz soit un fluide. La mesure de cette variable est réalisée à l'aide d'un capteur de pression, dispositif capable d'associer à la grandeur mesurée, un signal électrique reconnaissable appelé « réponse ». Nous définirons tout le long de ce mémoire, le capteur de pression comme étant un système constitué de deux parties : une partie détection que nous appellerons « Cellule sensible » et une partie traitement de l'information par l'intermédiaire d'un circuit électronique que l'on peut appeler « Circuit électronique de traitement » ou encore « Circuit convertisseur ». La partie détection est quant à elle constituée d'un « corps d'épreuve » et d'un « transducteur » qui transforme la déformation ce corps d'épreuve en une grandeur physique, la plupart du temps électrique. Un capteur de pression peut donc être représenté par le schéma de la Fig. 2.6

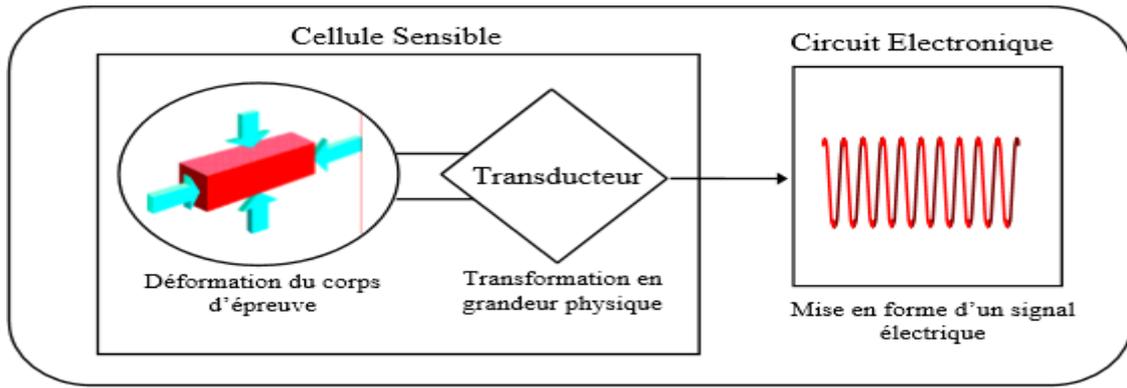


Figure 2.7: capture de pression (CTA)

f- **Variateur de vitesse** (Altivar 212 hd15N4) :

On a choisi la gamme de variateur suivant les fonctionnalités recherche .Le altivar 212 permettra de fonctionné dans les 4 quadrants avec des fonctions dialogue évalué et une protection thermique intègre le choix d'un variateur se fait ensuite on fonction de tension de réseaux est la puissance utile du moteur dont les Caractéristiques suivantes :

**Caractéristiques principales :**

- Gamme de produits : Altivar 212
- Type de produit ou de composant : Variable speed drive
- Nom abrégé d'appareil : ATV212
- Destination du produit : Asynchronous motors
- Application spécifique du produit : Pompes et ventilateurs en HVAC
- Variante de construction : Avec dissipateur thermique
- Nombre de phases réseau : 3 phases
- Puissance moteur kw : 11 kW
- Puissance moteur hp : 15 hp
- [us] tension d'alimentation : 380...480 V (- 15...10 %)
- Limites de la tension d'alimentation : 323...528 V
- Fréquence d'alimentation : 50...60 Hz (- 5...5 %)
- Fréquence du réseau : 47,5...63 Hz
- Filtre cem : Filtre intégré CEM Classe C2
- Courant de ligne : 16.8 A pour 480 V / 21.1 A pour 380 V [9]

**Figure 2.8:** variateur de vitesse (CTA)

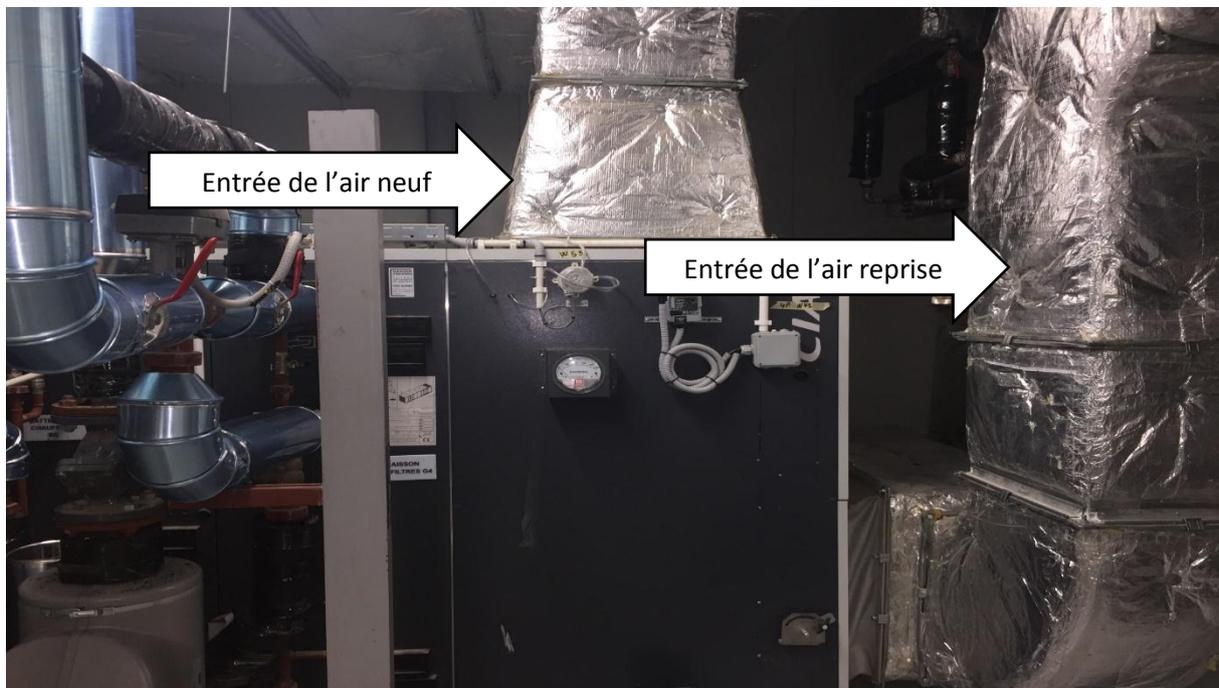
**g- Moteur :**

Sur la plaque signalétique on distingue les caractéristiques du moteur utilise comme suit :

<b>Puissance indique sur plaque</b>	<b>15 kw</b>
<b>Courant de ligne</b>	<b>26.5A</b>
<b>N</b>	<b>1450 tr/min</b>
<b>Fréquence</b>	<b>50 hz</b>
<b>Les réseaux</b>	<b>400</b>

**2.3.4 Fonctionnement de CTA (général) :**

Le fonctionnement de la CTA on général c’est un fonctionnement technique se traduit par la rentre de l’air neuf dans le (volet d’Air neuf) et l’air repris ce mélangeant dans la chambre de mélange (l’Air neuf avec l’Air repris) après un procède de filtration qui se déclenche, l’air filtre se transmis à une des batteries chaude ou froide tout dépend de la consigne de l’utilisation, une opération d’humidification de l’air se suive avant qu’il soit distribué dans les locaux.



**Figure 2.3.9 :** entre de l’air dans la CTA

### 2.3.4.1 Les types de fonctionnement :

Une centrale de traitement d'air (abréviation correspondante CTA) : est un organe technique ... Son principe de *fonctionnement* est de prendre l'air extérieur, de lui faire subir un traitement (le chauffer ou le refroidir, le purifier) et de l'insuffler. [8]

#### a- Fonctionnement d'été :

Afin d'avoir un résultat de température recherche par l'utilisateur ,le constructeur a développé des consignes technique dans la machine citant comme exemple : pour avoir une température de l'air repris de  $19 < ^\circ\text{C} < 30$  (ambiant ) ,la température qui sera consigne sur l'afficheur est de  $24^\circ\text{C}$  à ce moment le volet d'air sera ouvert de 100% ,ou le l'air neuf est de  $30^\circ\text{C}$  ,avec un volet ouvert de 80% pour l'air repris en passant par la vanne de batterie refroidissement ouverte a 100%.

#### b- Fonctionnement d'hiver :

Afin d'avoir un résultat de température recherche par l'utilisateur ,le constructeur a développé des consignes technique dans la machine citant comme exemple : pour avoir une température de l'air repris de  $19^\circ\text{C}$ (ambiant ) ,la température qui sera consigne sur l'afficheur est de  $20^\circ\text{C}$  à ce moment le volet d'air sera ouvert de 40% ,ou le l'air neuf est de  $6^\circ\text{C}$  , avec un volet ouvert de 80% pour l'air repris en passant par la vanne de batterie chaude ouverte a 50%.

#### c- Fonctionnement d'hiver, protection antigel :

Pour le fonctionnement l'Aire neuf de température est  $-7^\circ\text{C}$  et le volet il est fermé est laire repris  $19^\circ\text{C}$  le volet 40% ont ouvert la vanne de échauffement a100% le soufflage (on arrête la ventilation)

#### d- Régulation débit d'air :

La régulation des locaux conviennent de façon idéale pour les locaux à débit d'air variable (VAV), dans lesquels il est important de respecter un bilan de débits d'air défini. Le bilan des débits d'air est, selon les exigences, positif, négatif ou neutre. Le contrôleur est programmé de manière que le débit d'air en excès soit toujours maintenu constant.

Le preossta informe le variateur (augmente la fréquence).

**e- Défaut filtre :**

Lorsque un bouchent le filtre le prossta indique que le filtre est bouchent donc le raccorder (amont on aval) on tassement filtre

**f- Défaut incendie :**

Lorsque le capteur de température indique que la température elle est supérieur a 50°C La tête de détection le DAD informe le moteur de volet pour referme et couper la alimentation le moteur est arrête le soufflage.

**2.4 Conclusion :**

La consommation d'énergie électrique en Algérie demeure excessif, et augmente année après année, surtout dans le secteur du bâtiment, vu l'implosion qui la connu ces dernières dix années ; cette attitude nous amènes, utilisateurs et fournisseurs à penser à mettre en évidence des solutions intelligentes, dans le but de réduire la facture et la préservation de notre environnement .Par ces solutions qui vont participer au changement de notre mode de consommation ,cela sera traduit par le type d'appareils et matériaux qui vont servir dans notre bâtiment .La C.T.A qui a été tenue comme model a installer dans notre bâtiment pour machines a traitement d'air , remplace, le chauffage, la climatisation , qui converge dans le but de réduire la consommation d'énergie et l'émission des gaz a effet de serre.

# ***CHAPITRE 3***

**programmation et Automatisation d'un bâtiment  
intelligent**

### 3.1 Introduction :

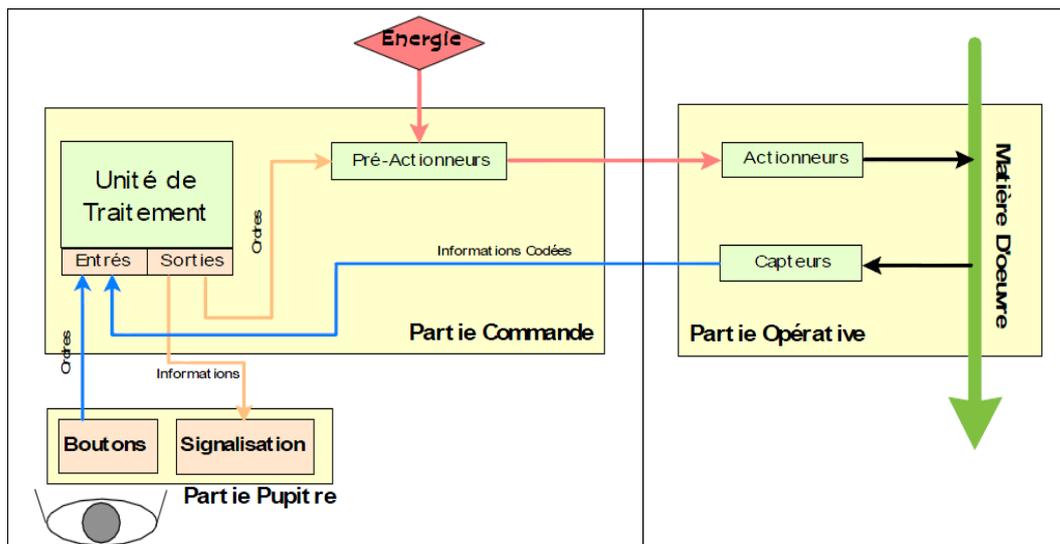
L'automatisation industrielle a connu, au cours des dernières décennies, une évolution importante consécutive à la mise en œuvre de la micro-électronique et des techniques de l'informatique pour le contrôle-commande des processus industriels. Pour cela, les **systèmes d'automatisation** sont omniprésents dans les systèmes industriels. Cette omniprésence a permis d'effectuer quotidiennement les tâches les plus ingrates, répétitives et dangereuses car les automatismes assurent la rapidité, la précision et la disponibilité, on peut dire donc que l'automatisme est le synonyme de productivité et de sécurité.

Dans ce chapitre nous nous intéressons à l'identification des différentes entrées/sorties et à la configuration de la plateforme d'automatisme choisi.

### 3.2 Généralité sur les systèmes automatisés :

Un système de production est dit automatisé lorsqu'il peut gérer de manière autonome un cycle de travail préétabli. Les systèmes automatisés utilisés dans le secteur industriel ont une structure de base identique. Ils sont constitués de trois parties reliées entre elles : [10]

- La partie opérative (PO).
- La partie commande (PC).
- La partie relation (PR).



Figur

re 3. 1 : Structure générale d'un système automatisé. [10]

Détaillons successivement chacun des composants qui apparaissent sur la figure ci-dessus.

**a) Partie opérative :**

C'est la partie visible du système, elle comporte les éléments du procédé c'est-à-dire :

- Les actionneurs.
- Les capteurs.

**b) Partie Commande :**

Cette partie gère selon une suite logique le déroulement ordonné des opérations à réaliser. Elle reçoit des informations en provenance des capteurs de la partie opérative et les restitue en direction des pré-actionneurs et actionneurs.

**b) Partie supervision :**

Elle regroupe les différentes commandes nécessaires au bon fonctionnement du procédé, c'est-à-dire marche/arrêt, arrêt d'urgence, marche automatique...etc. Elle permet également de visualiser les différents états du système à l'aide de voyants, de terminal de dialogue ou d'interface homme-machine (IHM)[10].

### **3.3 Automates programmables industriels :**

On définit un automate programmable industriel (API) comme un appareil électronique programmable similaire à un ordinateur destiné à l'automatisation et la commande des processus industriels. Cette action consiste à remplacer tout ou une partie du système auparavant exécuté par l'homme en une série d'ordres donnée à partir de l'A.P.I (partie commande) vers des pré-actionneurs (distributeur, contacteur...etc.). Grâce à une analyse des informations fournies par des capteurs (partie opérative).

La figure (3.2) illustre un exemple de station à base d'automate programmable.



**Figure 3 .2 :** Automate programmable industriel. Type Schneider

### 3.4 Objectifs de l'automatisation :

L'automatisation consiste à « rendre automatique » les opérations qui exigeaient auparavant l'intervention humaine, elle permet de :

- Accroître la productivité du système (rentabilité, compétitivité).
- Améliorer la qualité du produit.
- Améliorer la flexibilité de production.
- Adaptation à des contextes particuliers :
- Environnements hostiles pour l'homme (milieux toxiques, dangereux...etc.).
- Tâches physiques ou intellectuelles pénibles pour l'homme (manipulation de lourdes charges, tâches répétitives parallélisées...etc.).
- Augmenter la sécurité.

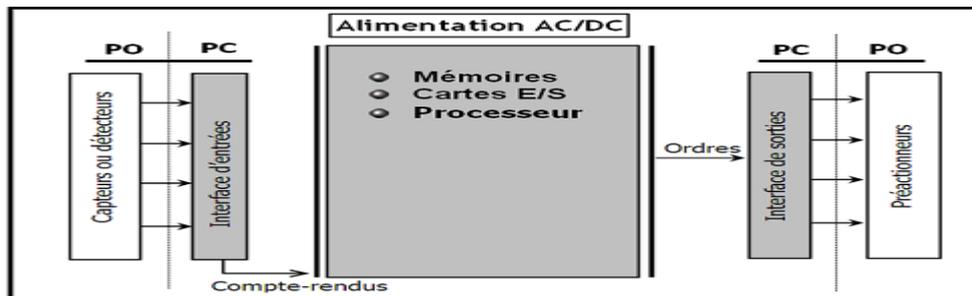
### 3.5 Architecture des API :

Les automates programmables peuvent être de type compact ou modulaire :

- ✓ De type compact : Il intègre le processeur, l'alimentation, les entrées et les sorties. Selon les modèles et les fabricants, il pourra réaliser certaines fonctions supplémentaires (comptage rapide, E/S analogiques ...) et recevoir des extensions en nombre limité. Ces automates, de fonctionnement simple sont généralement destinés à la commande de petits automatismes.

- ✓ le type modulaire : le processeur, l'alimentation, et les interfaces d'entrées/sorties résident dans des unités (modules) et sont fixés sur un ou plusieurs racks contenant le fond de panier.

La structure d'un automate programmable peut se présenter comme suit :



Figure

### 3.3 : Structure interne d'un API.

Une plate-forme d'automatisme comporte quatre principales parties :

- Le processeur.
- La zone mémoire.
- Les interfaces Entrées/Sorties
- Une alimentation.

### 3.6 Sécurité de l'API

Les systèmes automatisés sont, par nature, source de nombreux dangers (tensions utilisées, déplacements mécaniques, jets de matière sous pression ...).

Placé au cœur du système automatisé, l'automate se doit d'être un élément fiable car :

- un dysfonctionnement de celui-ci pourrait avoir de graves répercussions sur la sécurité des personnes.
- les coûts de réparation de l'outil de production sont généralement très élevés.
- un arrêt de la production peut avoir de lourdes conséquences sur le plan financier.

Aussi, l'automate fait l'objet de nombreuses dispositions pour assurer la sécurité [11]:

**Contraintes extérieures :** l'automate est conçu pour supporter les différentes contraintes du monde industriel et a fait l'objet de nombreux tests normalisés (tenue aux vibrations, CEM ...).

**Coupures d'alimentation :** l'automate est conçu pour supporter les coupures d'alimentation et permet, par programme, d'assurer un fonctionnement correct lors de la réalimentation (reprises à froid ou à chaud).

**Mode RUN/STOP :** Seul un technicien peut mettre en marche ou arrêter un automate et la remise en marche se fait par une procédure d'initialisation (programmée). En mode RUN, l'API exécute le programme. En mode STOP, l'API ne peut pas exécuter le programme.

**Contrôles cycliques :** Procédures d'autocontrôle des mémoires, de l'horloge, de la batterie, des tensions d'alimentation et des entrées / sorties. Enclenchement d'une procédure d'alarme en cas de dépassement du temps de scrutation (réglé par l'utilisateur).

**Visualisation :** nous pouvons surveiller l'évolution des entrées / sorties via une IHM.

### 3.7 Choix de l'automate programmable industriel :

Les critères essentiels de choix d'automate programmable industriel sont :

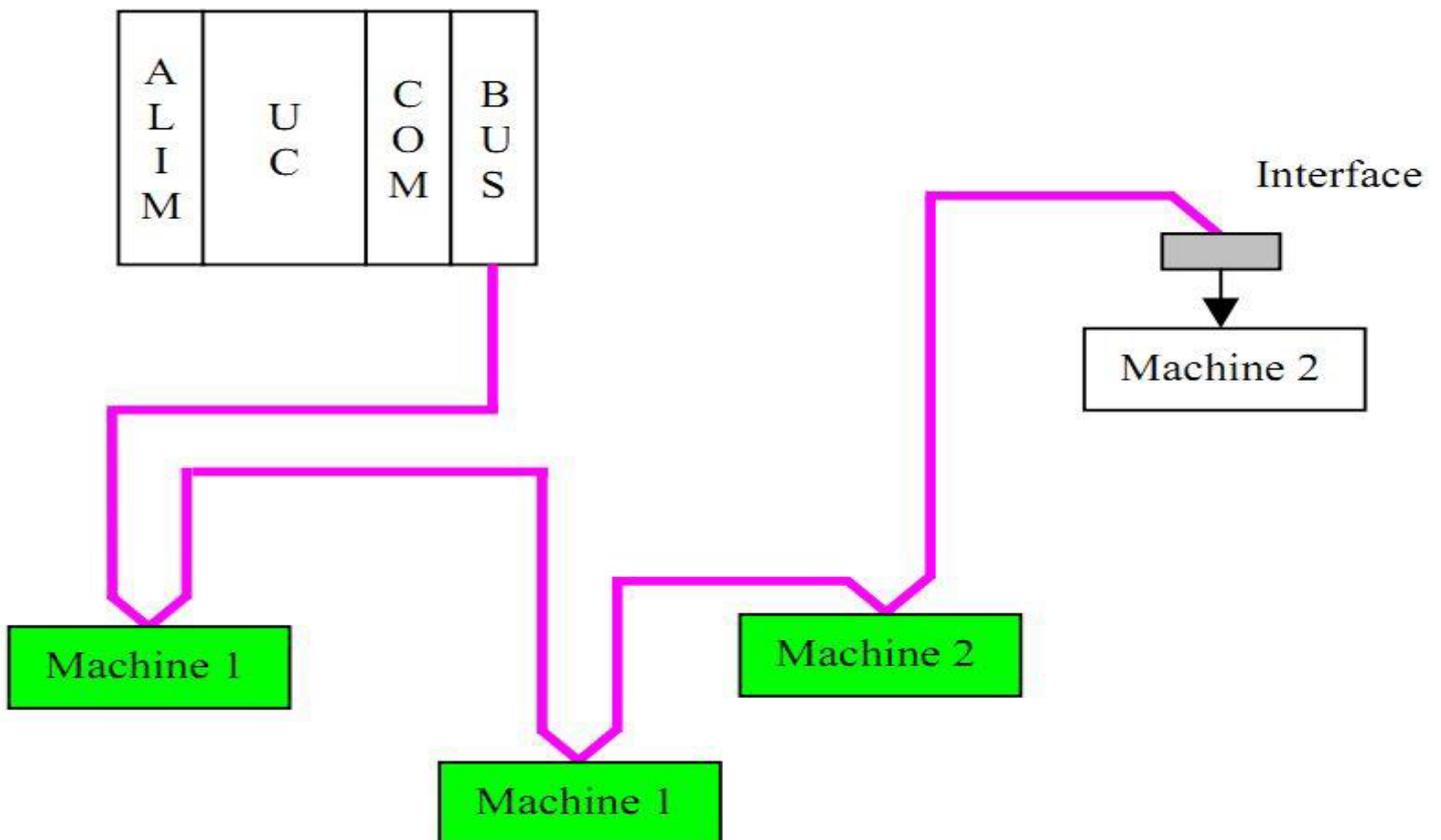
- ✓ Disponibilité des outils de développement et facilité d'accès a ces outils.
- ✓ Prix relativement bas par rapport aux autres fournisseurs.
- ✓ La qualité du service après-vente.
- ✓ Les capacités de traitement du processeur (vitesse, données, opérations...).
- ✓ Le type et le nombre des entrées/sorties nécessaires.
- ✓ La communication avec d'autres systèmes. L'automate doit pouvoir communiquer avec les autres systèmes de commande si nécessaire pour l'application (API, supervision...) et offrir des possibilités de communication avec des standards normalisés (Ethernet, Modbus...)

### 3.8 Les automates et la communication :

L'évolution rapide de la technologie électronique et le développement des systèmes automatisés avec des contraintes fonctionnelles de plus en plus contrôler les paramètres d'une application à distance) et non fonctionnelles (la recherche de la baisse des coûts, temps de mise sur le marché, . . .) a conduit à l'apparition de nouvelles technologies de câblage et de communications entre les divers constituants des automatismes [12].

### 3.9 Les bus de terrain :

Le bus de terrain est un standard de communication qui permet la connexion des équipements à partir du point de connexion intégré au processeur. Il utilise des blocs d'E / S déportés pour diminuer les coûts de câblage. Figure 3.4 : Bus de terrain



Pour assurer le "multiplexage" de toutes les informations en provenance des capteurs /pré-actionneurs plusieurs protocoles de communication ont été développés et des standards sont apparus (normalisés ou standards de fait).

L'émergence de ces nouvelles technologies a conduit à la définition de plusieurs catégories de réseaux locaux industriels (pyramide CIM ci-dessous) :

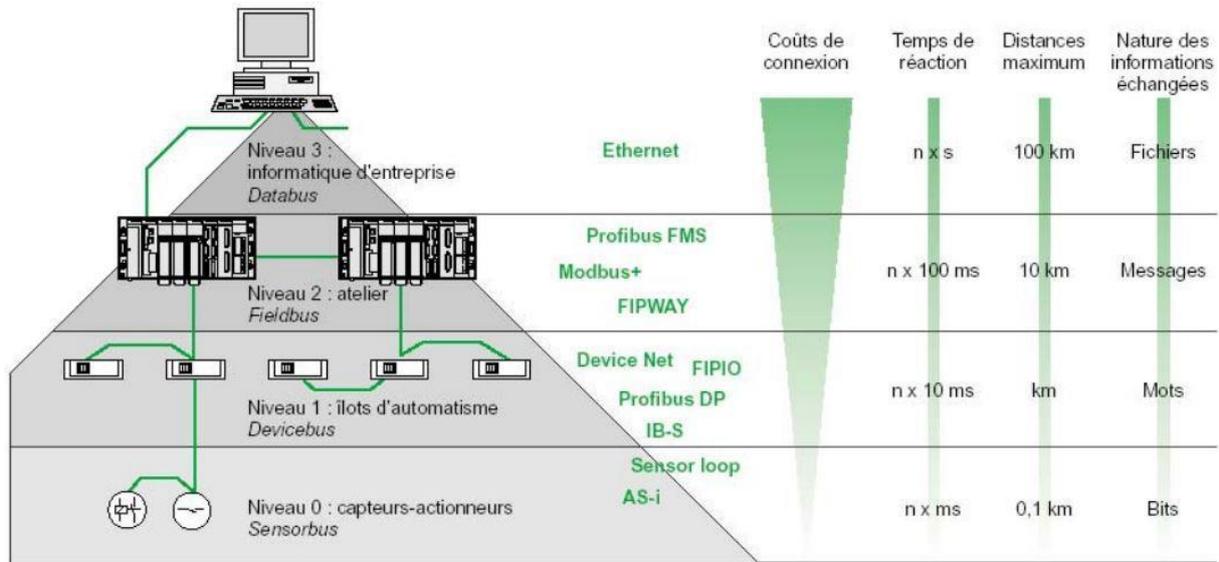


Figure 3.5 : pyramide CIM

La nécessité de communication entre cellules (communication entre automates) a permis de voir apparaître de nombreuses normes de communication (modbus, Fip ...). Le déterminisme nécessaire pour certaines applications conduit à l'utilisation de réseaux Maître / Esclave. Au niveau de l'entreprise, le temps n'est plus critique et la norme Ethernet a pu se développer rapidement, permettant ainsi la visualisation et la commande des processus via le réseau Internet.

### 3.10 Etude de l'existant :

Nous allons essayer, à travers cette section, de présenter une analyse aussi complète que possible de la CTA. Cette section a pour but de faire connaître l'API, que nous allons travailler dessus, de plus près, ainsi que sa configuration matérielle et ses modes de communication et elle va nous permettre d'identifier les E/S de l'API. Cette section constitue ainsi le point de départ pour pouvoir entamer la partie conception.

### 3.11 Présentation de l'API :

La CTA (central traitement d'aire) est équipée d'un api modicom m340 fabriqué par Schneider électrique et illustré dans la (Figure 3.6). Il est un automate modulaire, destiné à des tâches d'automatisation moyenne et haut de gamme.

❖ Station automate Modicon M340

3.11.1 Définition :

Les processeurs de plate-forme automatisée Modicon M340 gèrent l'ensemble de la station automate, qui se compose de modules d'entrée/sortie TOR, de modules D'entrée/sortie analogiques, de modules de comptage, de modules experts et de Modules de communication. Ces modules sont répartis sur un ou plusieurs racks Raccordés au bus local. Chaque rack doit comporter sa propre alimentation ; le rack Principal accueille l'unité centrale. [13]

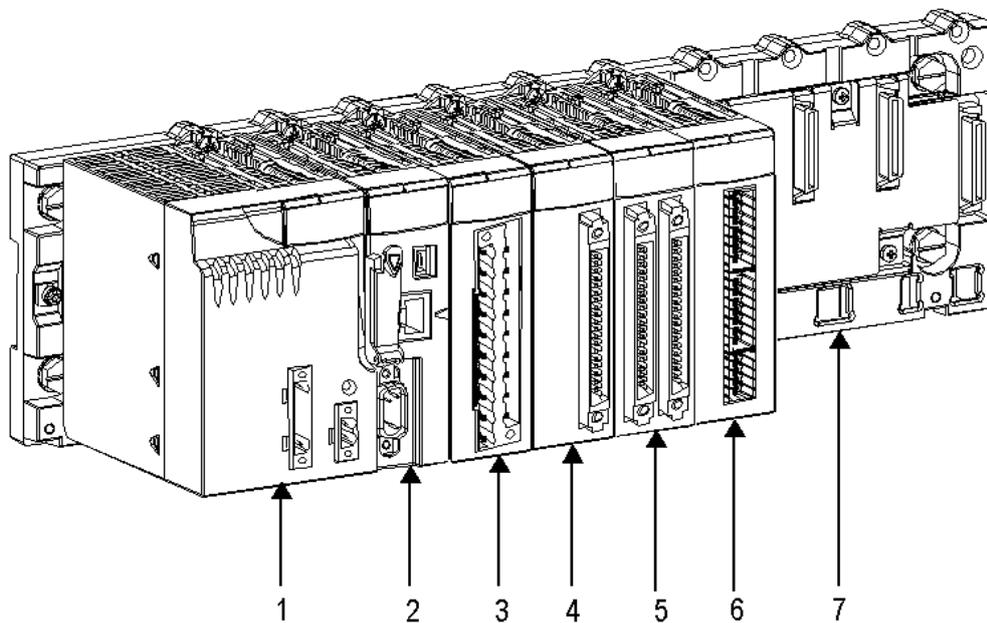


figure3.6 : le schéma suivant présente une configuration de la station automate Modicon M340 avec un rack

3.11.2 Tableau des repères :

Le tableau 1 suivant décrit la composition de la station automate ci-dessus

1	Module d'alimentation
2	Processeur BMX P34 2020/20302
3	Module d'entrées TOR BMX DDI 1602 16 ENTREE
4	Module sorties TOR DRA 1605 16 SORTIE
5	Module d'entrées ANALOGIQUE BMX AMI 0810 8 ENTREE
6	Module sorties ANALOGIQUE BMX AMO 0410 4 SORTIE

On a, choisis selon le nombre de modules que n'a utiliser.

- Rack BMX XBP 0600 (6 emplacements)

### 3.11.3 Représentation des racks :

Le schéma suivant présente le rack BMX XPB 0400

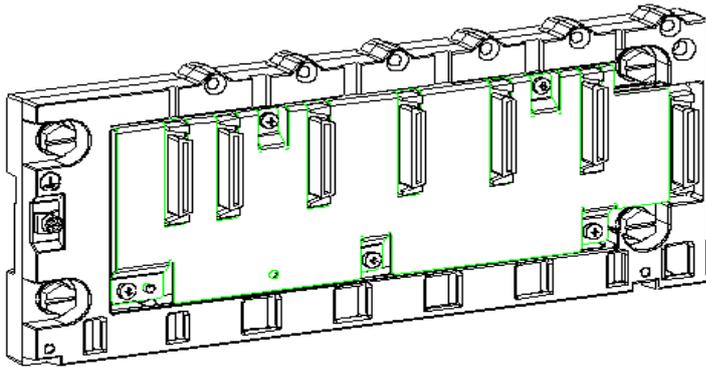


Figure3.7 :racks pour automate modicom M340

### 3.11.4 L'unité centrale cpu BMX P34 2020/20302\_ Caractéristiques principales des processeurs BMX P34 2020/20320 definit sur le tableau2 :

Caractéristique			Disponible
Fonctions	Nombre maximum d'entrées/sorties	Entrées/sorties TOR en rack	1 024
		Entrées/sorties analogiques en rack	256
		Voies expert	36
		Voies Ethernet	3
		Bus de terrain AS-i	4
		EF de communication simultanée	16
	Nombre maximum de modules	USB	1
		Port de liaison Modbus série intégré	1
		Port maître CANopen intégré	-
		Port Ethernet intégré	1
Horodateur sauve gardable		Oui	
Capacité mémoire des données d'application sauve gardables			256 Ko
Structure du projet	Tâche MAST	1	
	Tâche FAST	1	

	Traitement événementiel		64
Vitesse d'exécution du code application	RAM interne	100 % booléen	8,1 Kins/ms (1)
		65 % booléen + 35 % numérique	6,4 Kins/ms (1)
Temps d'exécution	1 instruction booléenne de base		0,12 µs
	1 instruction numérique de base		0,17 µs
	1 instruction sur flottants		1,16 µs

### 3.11.5 Le module d'alimentation :

bmxcps 2000 nous allons définir le tableau 3 :

Module d'alimentation		BMX CPS 2000
Courant nominal d'entrée I <sub>eff</sub>	à 24 VCC	-
	à 48 VCC	-
	à 115 VCA	0,61 A
	à 125 VCC	-
	à 230 VCA	0,31 A
Courant d'appel I (1)	à 24 VCC	-
	à 48 VCC	-
	à 115 VCA	30 A
	à 125 VCC	-
	à 230 VCA	60 A
Caractéristique de courant I <sub>t</sub>	à 24 VCC	-
	à 48 VCC	-
	à 115 VCA	0,03 As
	à 125 VCC	-
	à 230 VCA	0,06 As
Caractéristique de courant I <sup>2</sup> <sub>t</sub>	à 24 VCC	-
	à 48 VCC	-
	à 115 VCA	0,5 A <sup>2</sup> s
	à 125 VCC	-
	à 230 VCA	2 A <sup>2</sup> s

### **3.11.6 Modules d'entrée/sorties analogique :**

La API a deux modules d'E/S analogiques : un module d'entrées analogiques 6 voies et un module de sorties analogiques 4 voies.

### **3.11.7 Modules d'entrée/sorties (TOR) :**

Notre API possède 1 module d'entrées logiques [16]. et 1 modules de sorties logiques [16].

Les entrées reçoivent les signaux en provenance des capteurs et réalisent plusieurs fonctions (acquisition, adaptation, filtrage, protection contre les signaux parasites...etc.).

Les sorties réalisent les fonctions de mémorisation des ordres donnés par le processeur, pour permettre la commande des pré-actionneurs. La figure ci-dessous montre les modules d'E/S.

### **3.11.8 Communication de l'API :**

Les options de communication des modicon M340 sont :

- Ethernet (tcp/ip)

### **3.11.9 Identification des entrées / sorties :**

D'après l'étude faite sur les installations de la CTA, nous avons identifié les entrées/sorties associées.

Les tableaux suivants donnent la liste et les notations symboliques des différents capteurs et actionneurs utilisés avec leurs fonctions.

**a) Les entre Tor :**

N°	Mnémonique	Type	input
1	Def atv	Variateur (soufflage)	%I0.1.0
2	Routeur marche atv	Variateur (soufflage)	%I0.1.1
3	Fdc ouvert svm	Servo moteur	%I0.1.2
4	Fdc fermeture svm	Servo moteur	%I0.1.3
5	Pressostat de débit	Capteur	%I0.1.4
6	Défaut incendie	Capteur	%I0.1.5
7	Filtre 1	Capteur	%I0.1.6
8	Filtre2	Capteur	%I0.1.7
9	Filtre 3	Capteur	%I0.1.8
10	Auto	Sélecteur	%I0.1.9

Tableau 3 :entrée Tor

**b) Les sorties Tor :**

N°	Mnémonique	Type	Out put
1	Sortie voyant défaut	Voynet	%Q0.2.0
2	Sortie svm	Vanne	%Q0.2.1
3	Sortie cmd atv	Vanne	%Q0.2.2
4	Van vapeur	Electrovanne	%Q0.2.3

Tableau 4 :les sortie Tor

**c) Les entres analogique :**

N°	Mnémonique	Type	input
1	Cap temp chaud	Vanne chaude	%Iw0.3.1
2	Cap temp vroid	Vanne vroid	%Iw0.3.0
3	Cap humidité	Vanne de humidificateur	%Iw0.3.2
4	Sonde de pression volet air neuf	Pressostat	%Iw0.3.3
5	Fréquence atv	Variateur	%Iw0.3.4

Tableau 5 : les entrées analogiques

**d) Les sorties analogiques :**

N°	Mnémonique	type	Out put
1	V3v b chaud	vanne	%QW0.4.0
2	V3v b froid	vanne	%QW0.4.0.1
3	Cmd svm repris	vanne	%QW0.4.1
4	Consigne atv	variateur	%QW0.4.1.1

Tableau 6 : les sorties analogiques

**3.12 Matériel :**

Les programmes sources sont développés sur la plateforme suivante :

- ✓ Machines HP :
- ✓ Processeur : Intel core <sup>TM</sup> i5-5200m CPU 2.20GHz.
- ✓ Mémoire : 4.00 Go.

**3.13 Systèmes d'exploitation**

Lors de notre étude, nous avons utilisé le système d'exploitation suivant : 62

- Windows XP : Service Pack 1.

**3.14 Logiciel :**

Pour choisir l'outil permettant la programmation de notre interface graphique, la difficulté que nous rencontrons en la matière est multiforme, la plus importante est la diversité des logiciels de programmation. Cependant, nous avons choisis d'utiliser vijeo citec :

- Il permet l'élaboration des interfaces graphiques, la conception des formulaires, la gestion du temps, l'accès à une base de données et l'écriture dans les fichiers.
- Le programme de la CTA a été réalisé sous le langage Ladder
- Les autres solutions propriétaires sont payantes et ne possède pas la capacité de mélanger les équipements des différents fabricants sur le même système (interopérabilité).

Demeurent toutefois des questions relatives à l'utilité d'une technique particulière ou d'un logiciel spécifique pour élaborer une application de supervision. Nous pouvons dire qu'aucune

technique et qu'aucun outil n'ont plus adaptés que les autres pour résoudre tous les types de problèmes. Néanmoins, cela n'empêche pas certains techniques et outils d'être mieux adaptés que d'autres sur des classes particulières de problèmes.

### 3.15 Unity pro

#### 3.15.1 Introduction :

L'étude du fonctionnement de cta nous a permis de définir ses entrées/sorties et de choisir une station d'automatisation .Dans ce chapitre nous allons procéder à l'avant dernière étape qui consiste de programmée avec Unity Pro. Ceci dit, nous présenterons le logiciel de programmation de l'automate Unity Pro [14].

#### 3.15.2 Le logiciel Unity Pro :

Unity Pro est un atelier logiciel destiné à programmer les automates Télémécanique Modicon M340, Premium, Quantum et Atrium à l'aide des langages de programmation conformes à la norme CEI 61131-3 : langage à blocs fonction (FBD), langage à contacts (LD), diagramme fonctionnel en séquence (SFC), liste d'instructions (IL) et littéral structuré (ST). Nous allons décrire brièvement les blocs d'Unity Pro nécessaires au développement d'une application [15].

#### 3.15.3 Interface utilisateur

L'écran ci-dessous présente l'interface utilisateur d'Unity Pro :

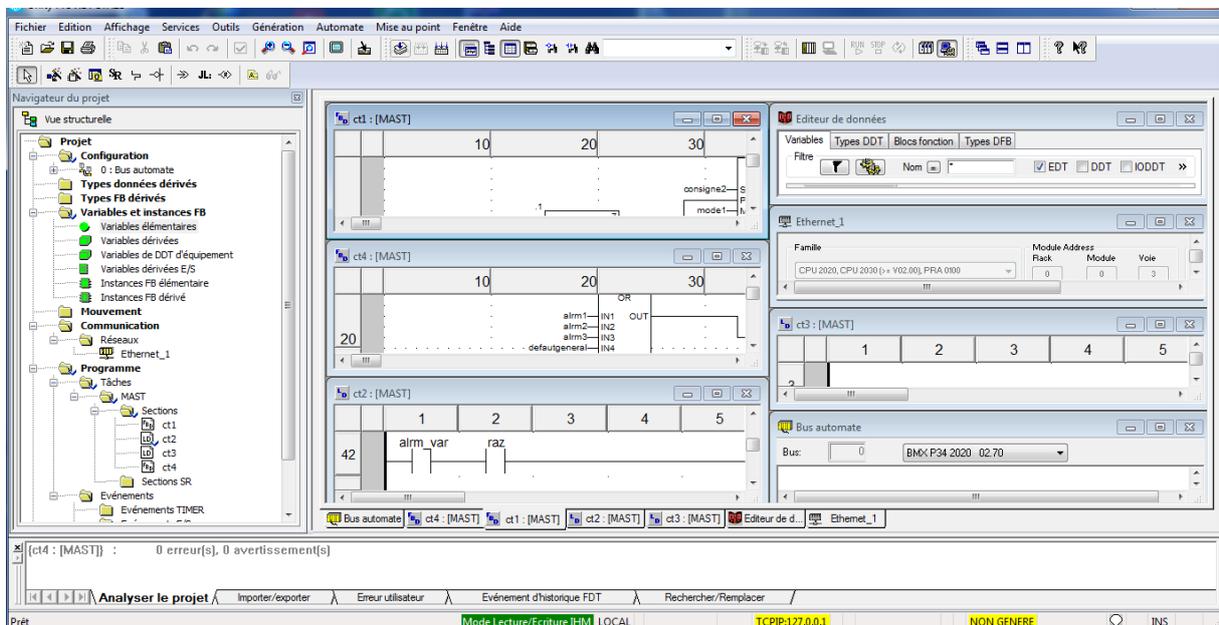


Figure 3.8: Interface utilisateur. [7]

L'interface utilisateur comporte plusieurs zones :

- 1- Barre de menus, elle permet l'accès à toutes les fonctions.
- 2- Barre d'outils composé d'icônes, destinée à l'accès aux informations les plus utilisées.
- 3- Navigateur de projet, il permet de parcourir l'application à partir d'une vue structurelle et / ou d'une vue fonctionnelle.
- 4- Fenêtres éditeur, elle permet de visualiser simultanément plusieurs éditeurs (éditeur de configuration, éditeurs langage, éditeurs données)
- 5- Onglets d'accès direct aux fenêtres éditeurs
- 6- Fenêtre d'information liée a des onglets (erreurs utilisateur, import/export, rechercher/remplacement).
- 7- Ligne d'état.

#### **3.15.4 Navigateur de projet :**

Le navigateur de projet permet d'afficher le contenu d'un projet d'automatisme Modicon M340, Atrium, Premium ou Quantum et de se déplacer dans les différents composants de l'application (configuration, programmation, variables, communication, blocs fonctions utilisables DFB, blocs fonctions dérivés DDT créés par l'utilisateur).

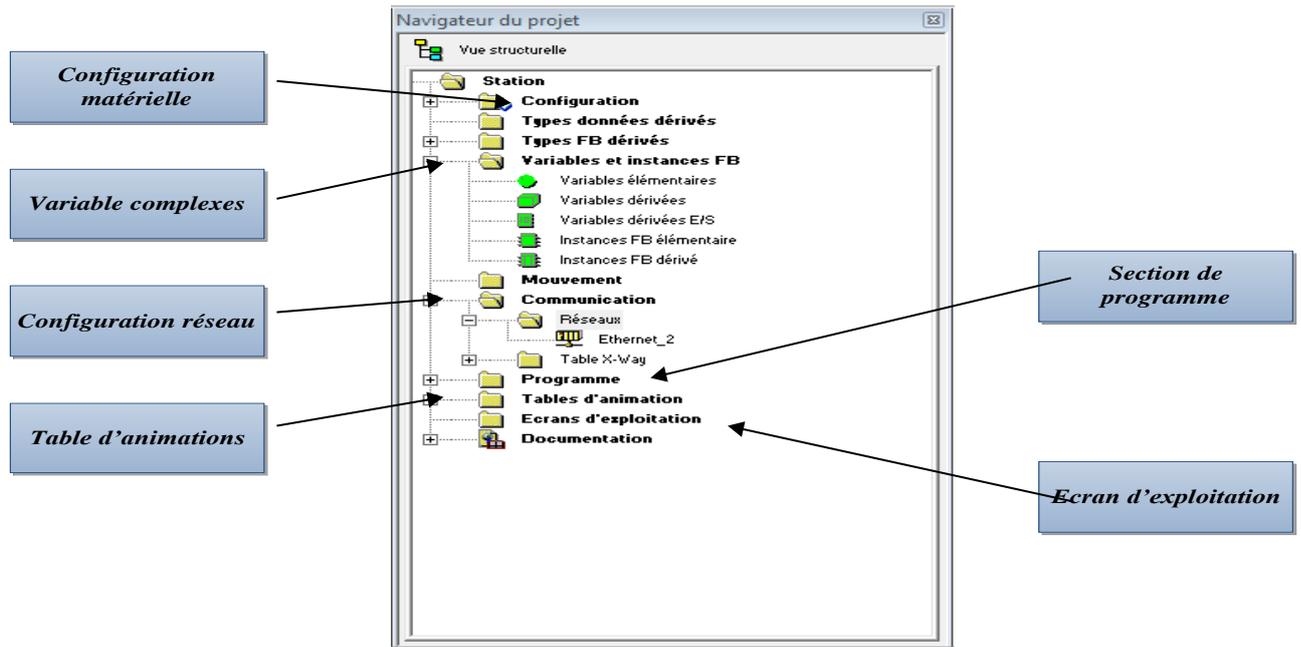


Figure 3.9 : Navigateur de projet [7].

### 3.15.5 Configuration matérielle

#### a) Choix du processeur :

Le choix du processeur est la première étape à réaliser pour créer une application,

Pour ce faire il faut :

- Choisir la plate-forme : Modicon M340, Premium ou Quantum.
- Choisir le type du processeur.

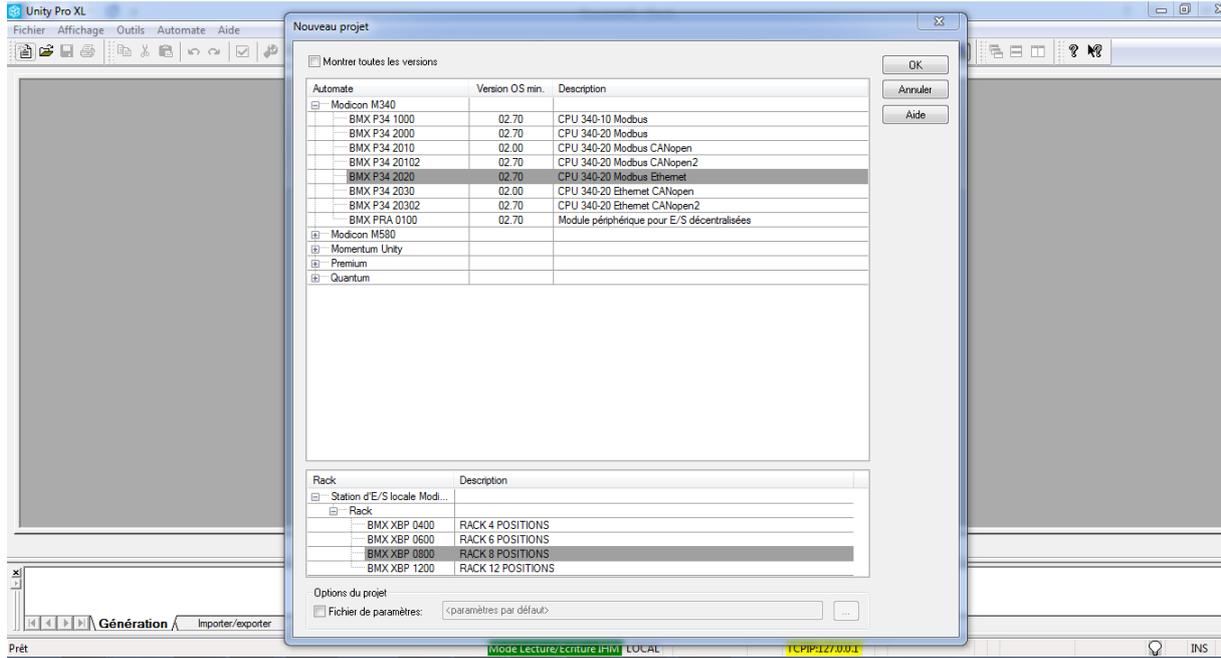


Figure 3.10 : Choix du processeur.

**b) Configuration d'un rack :**

Lors de la création d'un projet, un rack par défaut est sélectionné, son adresse est la suivante :

- 0 pour un automate de la famille : Premium/Atrium ou Modicon M340.
- 1 pour un automate de la famille : Quantum.

**c) Configuration des modules :**

- **Modules d'alimentation :** Lors de la création d'une application dans une station Modicon M340 ou premium, le module d'alimentation est configuré par défaut. Ce module doit occuper la position la plus à gauche du rack, cette position ne dispose pas d'adresse et il n'y a qu'un seul module d'alimentation par rack.
- **Modules d'entrées/sorties et métiers :** Le catalogue matériel offre la possibilité de choisir un module et de le faire glisser dans l'un des racks de l'éditeur de bus.

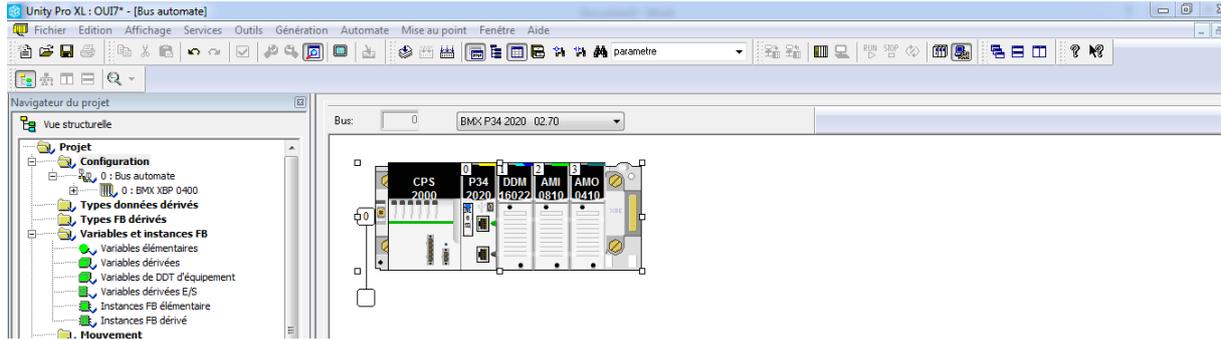


Figure 3.11 : Modules d'E/S et métiers.

**d) Module de communication :**

En choisissant le module 'communication' dans le 'catalogue matérielle', nous obtenons la liste des modules compatibles avec le processeur utilisé. Un module de communication non compatible ne peut pas être sélectionné.

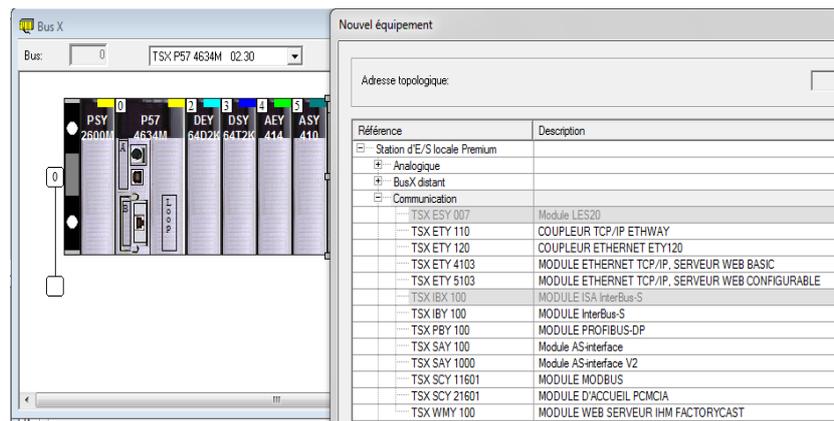


Figure 3.12 : Modules de communications.

### 3.15.6. Choix du langage de programmation :

Dans le navigateur de projet on fait un clic droit sur MAST et on choisit une nouvelle Section on a la possibilité de choisir l'un des cinq langages de programmation :

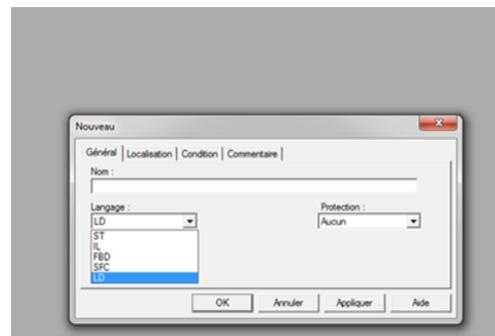
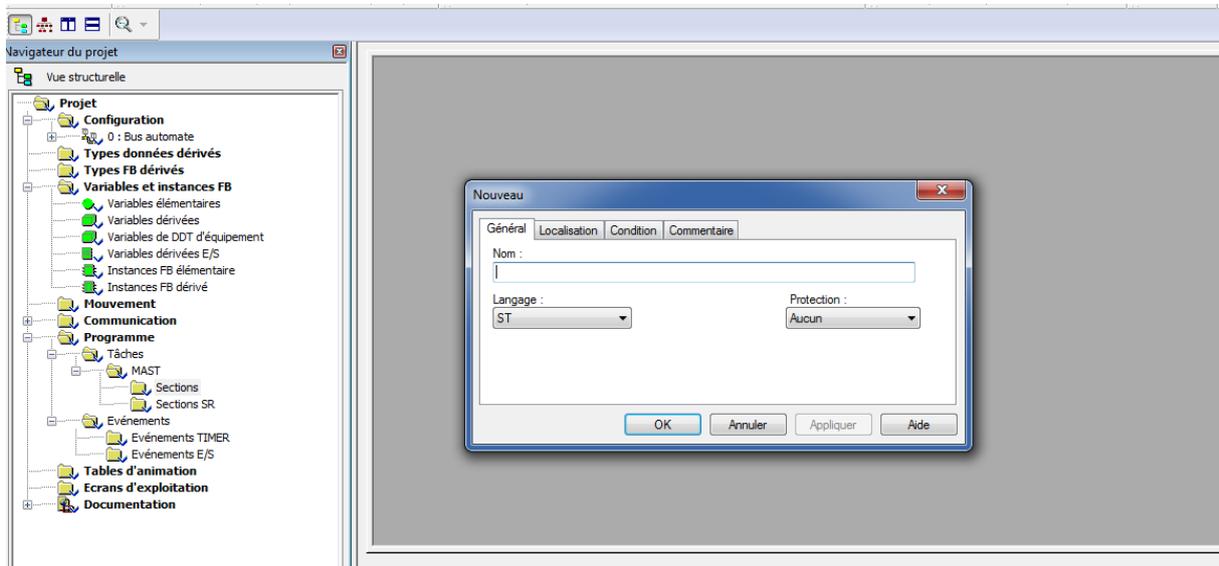


Figure 3.13 : Choix du langage.

✓ **Instruction List**

✓ « IL » : C'est un langage textuel qui rappelle par certains aspects l'assembleur employé pour la programmation des microprocesseurs.

```

FUNCTION Ecart:REAL
VAR_INPUT
X1, X2, Y1, Y2 : REAL;
END_VAR
BEGIN
RESULT :=SQRT((X1-X2)^2 + (Y1-Y2)^2);
END_FUNCTION
    
```

Figure 3.14 : Programme en IL.[7]

✓ **Littéral Structure (ST) :** Le langage littéral structuré (ST) est un langage évolué de type algorithmique particulièrement adapté à la programmation des fonctions arithmétiques complexes et à la manipulation des données.



Figure3.15: Programme en ST.[7]

✓ **Sequential Functional Chart (SFC) :** Le langage diagramme fonctionnel en séquence permet de décrire de manière simple et graphique la partie séquentielle d'un automate à partir d'étapes et de transitions.

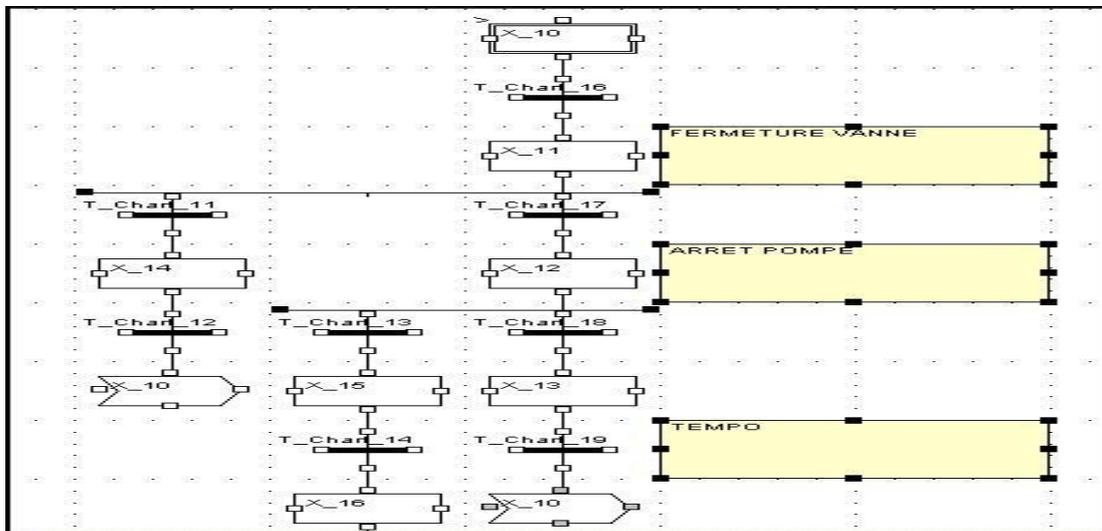


Figure 3.16 : Représentation d'une section SFC.

✓ **Functionnal block diagram (FBD) :** Le langage blocs fonctionnels est un langage graphique construit à base de blocs fonctions associés à des variables ou paramètres et organisés entre eux par des liaisons. Ce langage convient particulièrement bien aux applications de commande de processus (**Figure 3.17**).

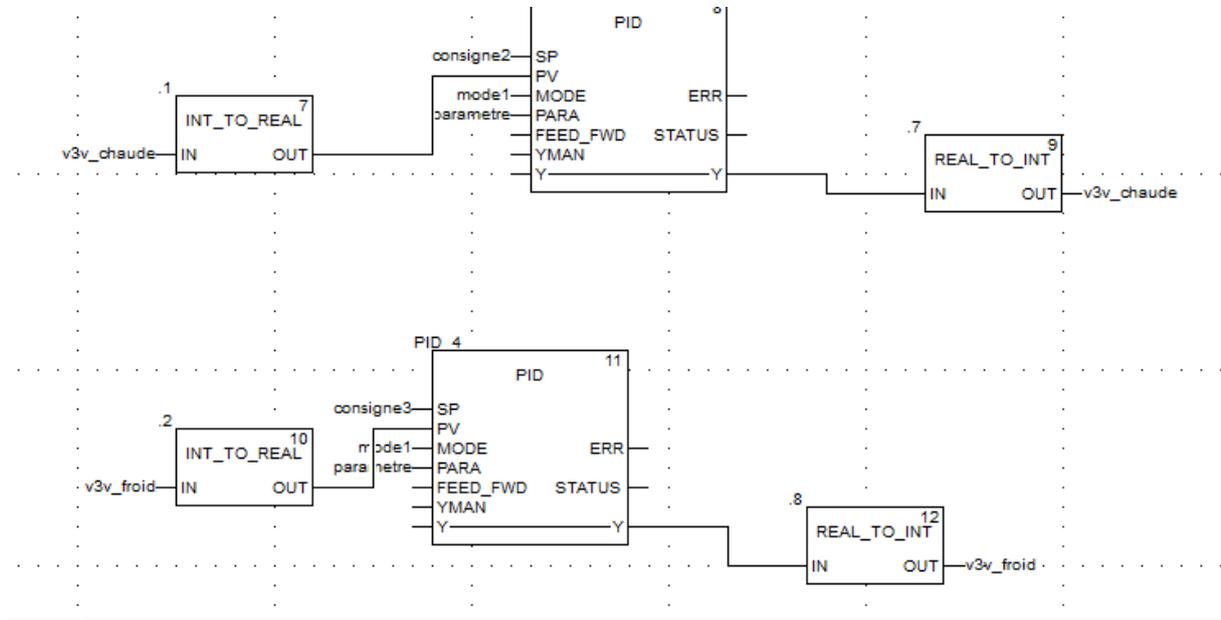


Figure 3.17 : Exemple d'un schéma FBD. [7]

✓ **Ladder Diagram (LD) :** Ladder Diagram ou langage à contacts est un langage graphique. Il permet la transcription des schémas à relais. Il est composé de contacts, fonctions et de bobines reliés à deux barres verticales.

❖ **Section LD :**

la présente section décrit le langage à contacts (diagramme Ladder).

la structure d'une section LD correspond à un rung pour des montages à relais.

Sur le côté gauche de l'éditeur LD, se trouve la barre d'alimentation gauche qui correspond à la phase (conducteur L) d'un rung. le système ne "traite" lors de la programmation LD, que les objets LD qui sont branchés sur l'alimentation, celle de gauche. La barre d'alimentation droite correspond au conducteur neutre. Toutes les bobines et sorties FFB sont reliées directement ou indirectement, ce qui permet d'établir un flux de courant.

Un groupe d'objets reliés les uns aux autres et ne présentant aucune liaison vers

d'autres objets (à l'exception de la barre d'alimentation) est appelé réseau ou rung.

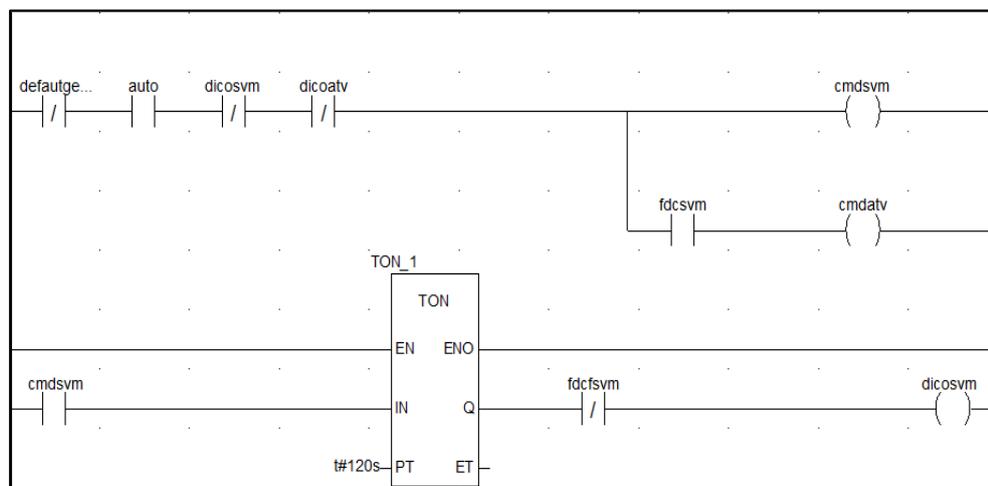
Les objets du langage LD offrent des aides permettant de structurer une section en un ensemble de :

- Contacts.
- Bobine.
- EF et EFB (fonctions élémentaires et blocs fonction élémentaires)
- DFB (bloc fonction dérivé).
- Bloc d'opération et de comparaison.

Ces objets peuvent être liés les uns aux autres par :

- ✓ Des liaisons OU /ET.
- ✓ Des paramètres réels (FFB uniquement).

La figure suivant (3.18é) représente section LD sans et avec simulation :



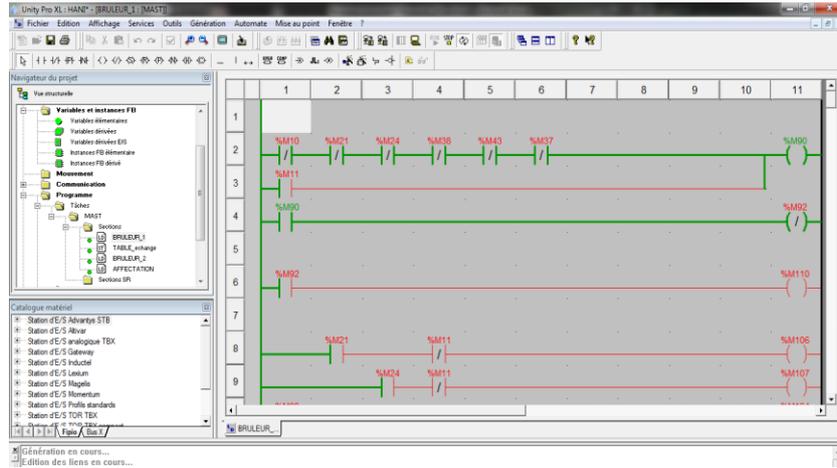


Figure 3.19 Représentation d'une section LD (avec simulation).

Exemple sur section Id : la structure d'une section LD correspond sur un exemple de Incendie Quand il serait activer le volet de air neuf est et repris sont ferme

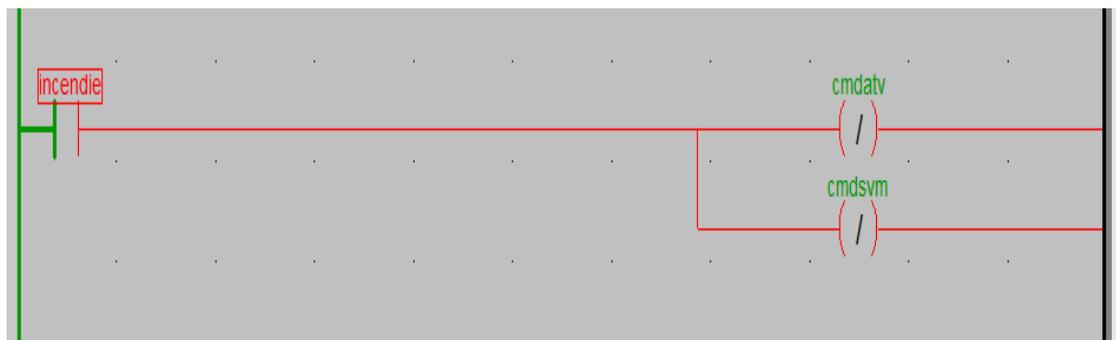


Figure 3.20 : section Id

### 3.16 Programmation de CTA :

Défaut générale : pour avoir un défaut général on doit passer par trois étapes

- 1ere étape : Défaut de pression : le déclenchement est possible si la pression est supérieur a 12 m<sup>2</sup>/h.
- 2eme étape : Défaut de atv (variateur de vitesse) : pour avoir un défaut de variateur de vitesse la valeur la pression doit être inférieur ou supérieur a 12 m<sup>2</sup>/h.
- 3eme étape : Défaut incendie : pour avoir un défaut incendie la température doit être supérieur ou égale a 30°C. lors de cette étape les vols de l'air neuf et l'air repris ce ferme automatiquement.

Remarque : un seul des trois défauts peut faire un déclenchement général. (Figure 3.21)

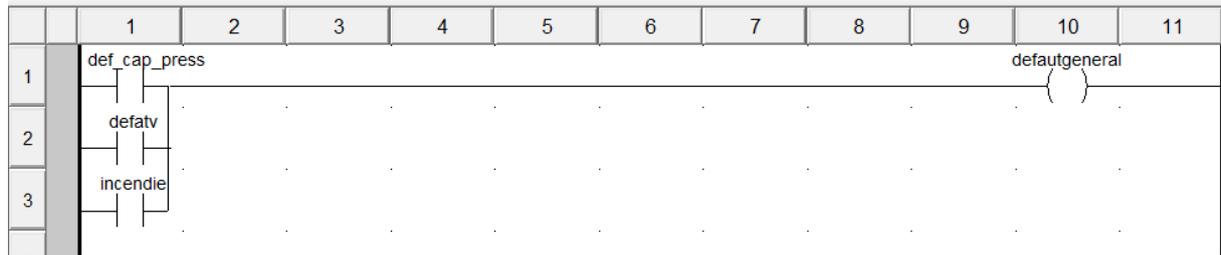


Figure 3.21 les défauts généraux de CTA

**Défaut filtre :** pour la détection de présence de poussier une alarme est installée pour les trois détecteurs (figure3.22)

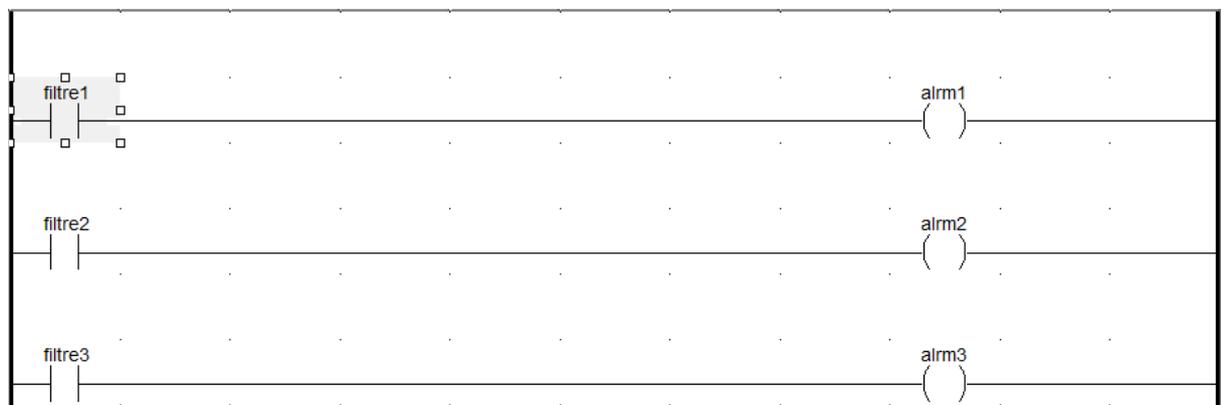


Figure 3.22 défaut filtre

**Humidification :** pour l'humidification un détecteur est installé à chaque dépassement de la valeur de 80%, la vanne de vaporisation est ouverte automatiquement. (Figure 3.23)



Figure 3.23 humidification

**Durée marche variateur :** La durée de marche du variateur est de 6 mois (180 jours) fonctionnelle, donc de marche actifs. (Figure 3.24)

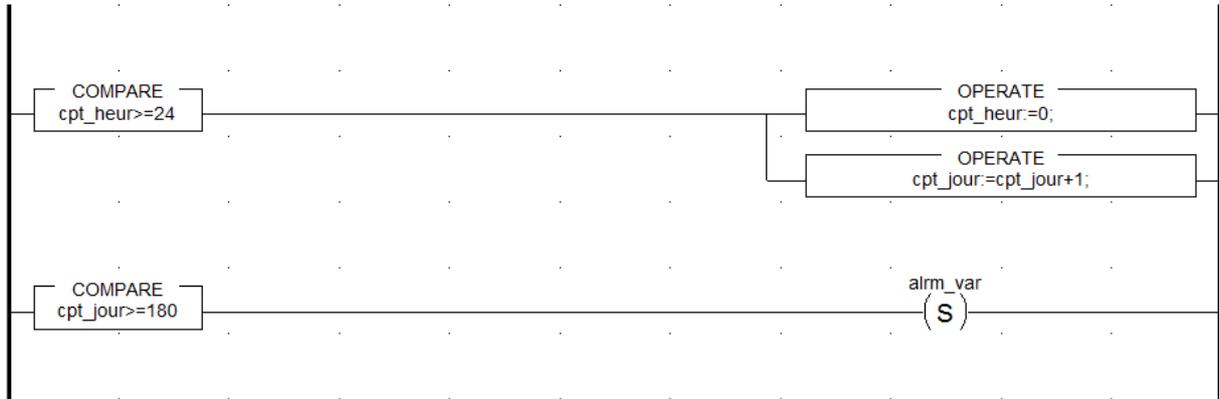


Figure 3.24 durée marche variateur

**Les vannes chaudes et froides :** les deux blocs PID sont responsables de la régularisation de l'ouverture des vannes chaude et froid, pour avoir une température 22°C. (Figure 3.25)

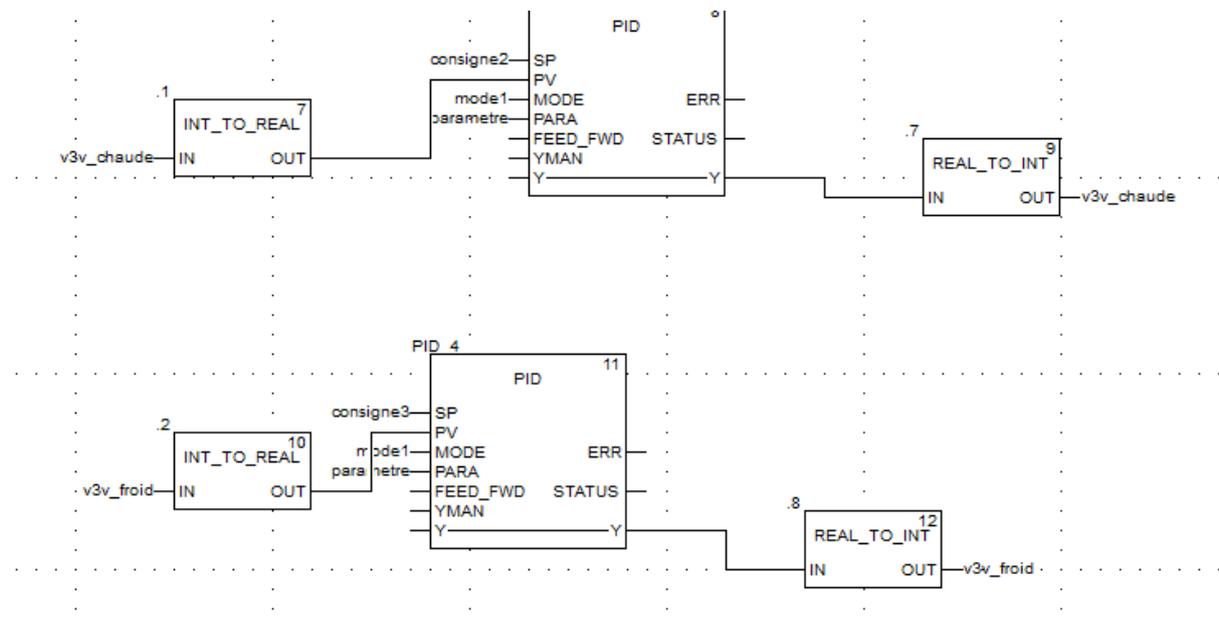


Figure 3.25 les vanne chaude et froid

**Mise à l'échelle :** Sur MODICON M340 la fonction de *mise à l'échelle* est paramétrée directement dans l'écran de configuration du coupleur analogique, donc la mise à l'échelle des deux capteurs est programme sur la température et la pression réelle. La sortie de capture varier entre 0-10V, ce signale il va être traité pour le module analogique, le module va convertir la valeur analogique numérique cette valeur numérique va être traité par la fonction mise a l'échelle pour donner lecture réelle pour la température et la pression. (figure3.26)

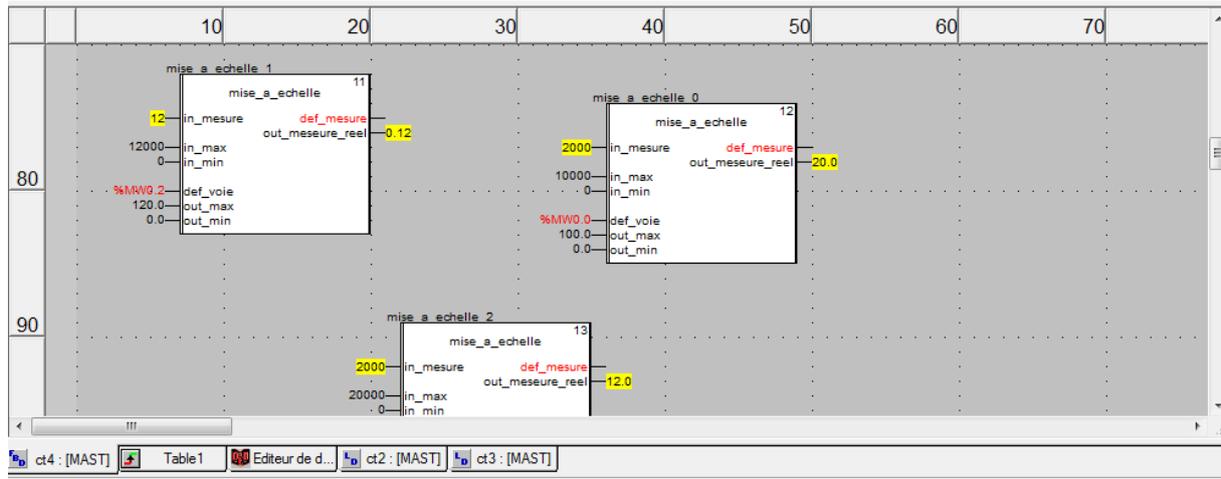


Figure 3.26 : bloc mise à l'échelle

### 3.17 Conclusion :

La programmation avec le langage ladder (LD) et FBD permet d'élaborer des programmes moins compliqués et plus accessibles. Ces programmes doivent être vérifiés avant tout contact avec l'extérieur et ce par Unity Pro qui nous offre la possibilité de confirmer la vérification par ces outils de simulation. Après la finalisation du programme principal, nous nous intéresserons dans le chapitre suivant à la liste d'une mise en œuvre d'une interface de supervision qui représente la dernière partie du projet.

# ***CHAPITRE 4***

## ***Application de supervision***

## 4.1. Introduction :

Malgré les progrès technologiques dans l'automatisation, la supervision de processus reste une tâche très importante exécutée par les opérateurs, notamment lorsqu'il s'agit de répondre aux événements anormaux. Cette activité, peut selon la nature et la complexité des anomalies et leur dysfonctionnements, avoir un impact économique, environnemental et de sécurité plus ou moins significatif, non seulement au niveau des équipements mais aussi des opérateurs. D'autant plus que le fait de gérer une grande quantité d'information avec un besoin d'action rapide peut amener les opérateurs à prendre des décisions incorrectes, dégradant plus encore la situation.

Dans ce chapitre, nous présenterons succinctement le logiciel **Vijeo-citect**. Ainsi que l'application développée servant à superviser le central traitement d'air(CTA) [16].

### 4.1.1. Généralités :

La supervision est une forme évoluée de dialogue homme-machine, elle consiste à contrôler et regrouper toutes les données d'une application dans un seul poste de travail et d'apporter une vision temps réel des états depuis des sites distants (machines, ateliers, usines,...). Ainsi l'interface de supervision permet de collecter des informations permettant aux opérateurs de suivre, réagir et décider rapidement.

#### ❖ Le rôle de la supervision :

Son rôle est de surveiller l'état de fonctionnement d'un procédé dont les possibilités vont bien plus loin de celles de fonctions de conduite et surveillance réalisées avec les interfaces.

Les fonctions de la supervision sont nombreuses, on peut citer quelques-unes :

Elle assure la liaison entre les équipements d'automatismes et les outils informatiques

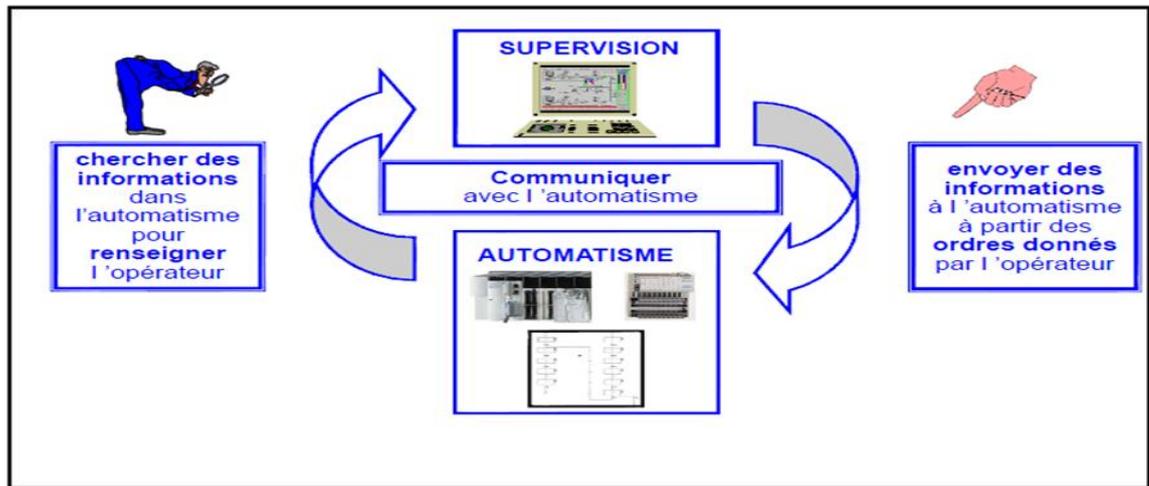
D'ordonnement et de gestion de production.

Coordonne le fonctionnement d'un ensemble de machines enchaînées d'ordres communs

(Marche, arrêt,...) et de tâches telles que la synchronisation constituant une ligne de production, en assurant l'exécution.

Assiste l'opérateur dans les opérations de diagnostic et de maintenance.

La supervision est un système qui permet d'obtenir des vues synthétiques de l'ensemble des équipements afin de visualiser leurs états physique ou fonctionnels. La figure 4.1 illustre le rôle de la supervision.



**Figure 4.1:** Rôle de la supervision.

#### ❖ **Avantage de la supervision :**

Un système de supervision aide l'opérateur dans le bon fonctionnement du processus tout en lui fournissant des données expliquées et détaillées. Son avantage principal est :

- Surveiller le processus à distance.
- Détecter des défauts.
- Le diagnostic et le traitement des alarmes.

## **4.2. Présentation du logiciel vijeo citect :**

Vijeo Citect est un logiciel de contrôle, surveillance et d'acquisition des données (SCADA). Il facilite la création de logiciel pour gérer et contrôler les systèmes industriels et les processus [17].

### **4.2.1 Principaux outils de Vijeo citect :**

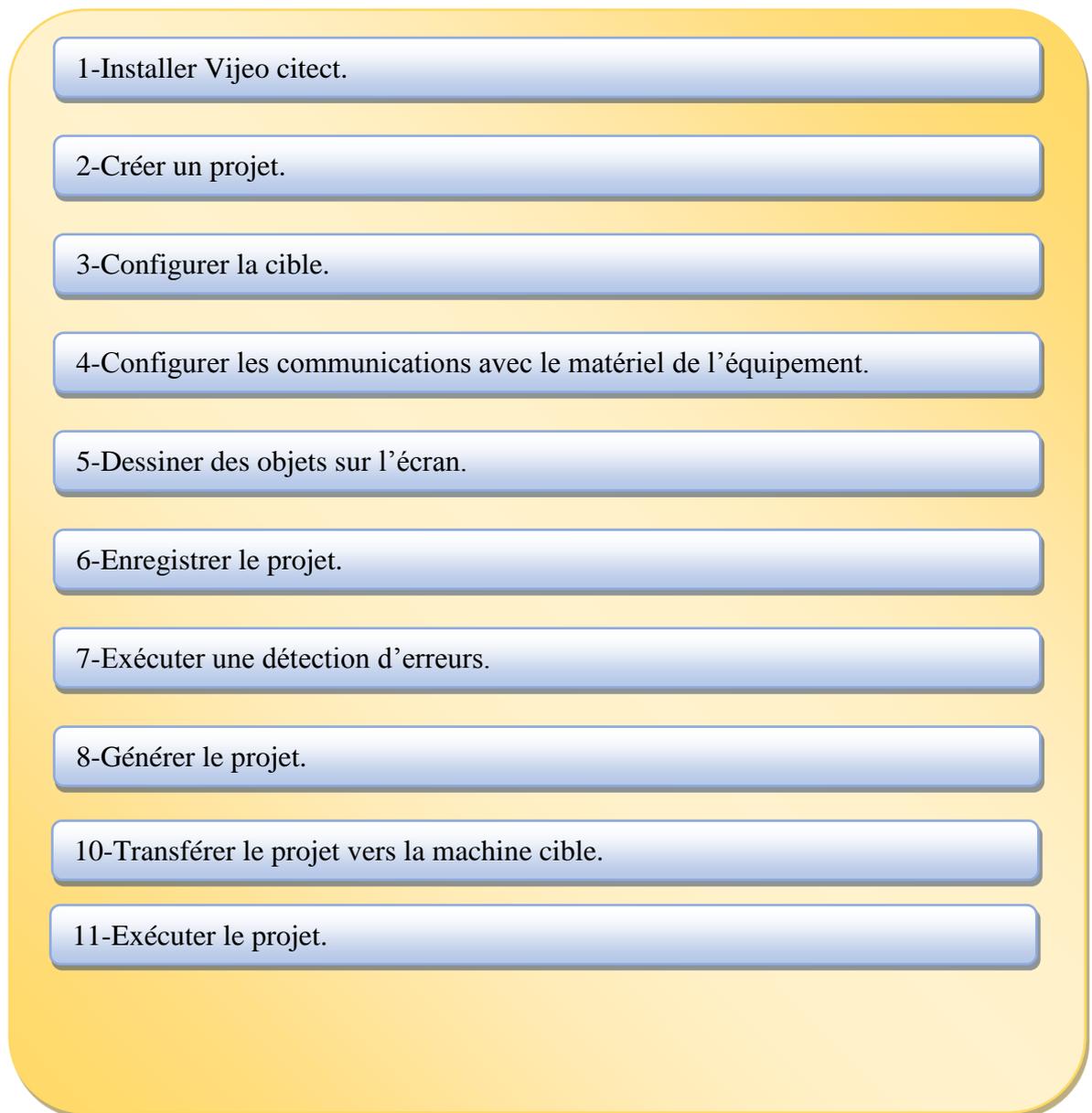
Les principaux outils de Vijeo citect sont accessibles depuis l'écran principal du programme. Les fenêtres d'outils permettent le développement des projets d'une manière performante. Ces fenêtres fournissent des informations concernant le projet et les objets sur lesquels on travaille, nous pouvons aussi les déplacer, les afficher, les redimensionner ou encore les masquer.[11]

Vijeo Citect contiens trois espaces de travail :

1. Explorateur Citect
2. Éditeur projet Citect
3. Constructeur graphique Citec

#### 4.2.2. Développement d'un projet :

Le développement d'un projet s'effectue selon les étapes illustrées sur la (figure 4.5) :



**Figure 4.2** : Développement d'un projet

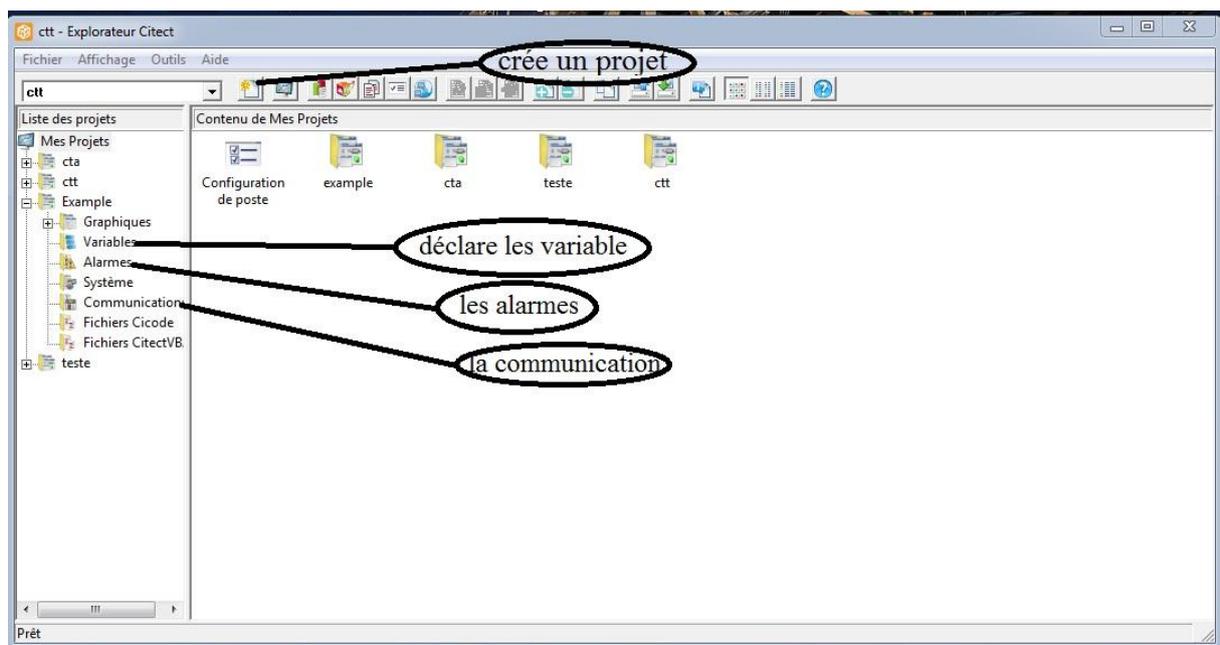
### 4.2.3. Création de l'application de supervision :

Avant d'entamer la programmation de la supervision, il faut finir le programme CTA sous Unity Pro. Les variables utilisées dans ce programme seront importées et reliées au programme de supervision sous Vijeo citect. Elles seront exécutées en même temps pour pouvoir visualiser les résultats des simulations.

Nous ajouterons aussi les variables de processus qui sont indispensables pour assurer le bon fonctionnement des installations. Les variables que nous avons choisies sont :

- Les variables qui définissent les états dangereux ou les défauts.
- Les variables qui définissent les paramètres de marche et d'arrêt.

Nous saisissons l'adresse de chaque variable pour créer une liste de variables dans Vijeo citect.



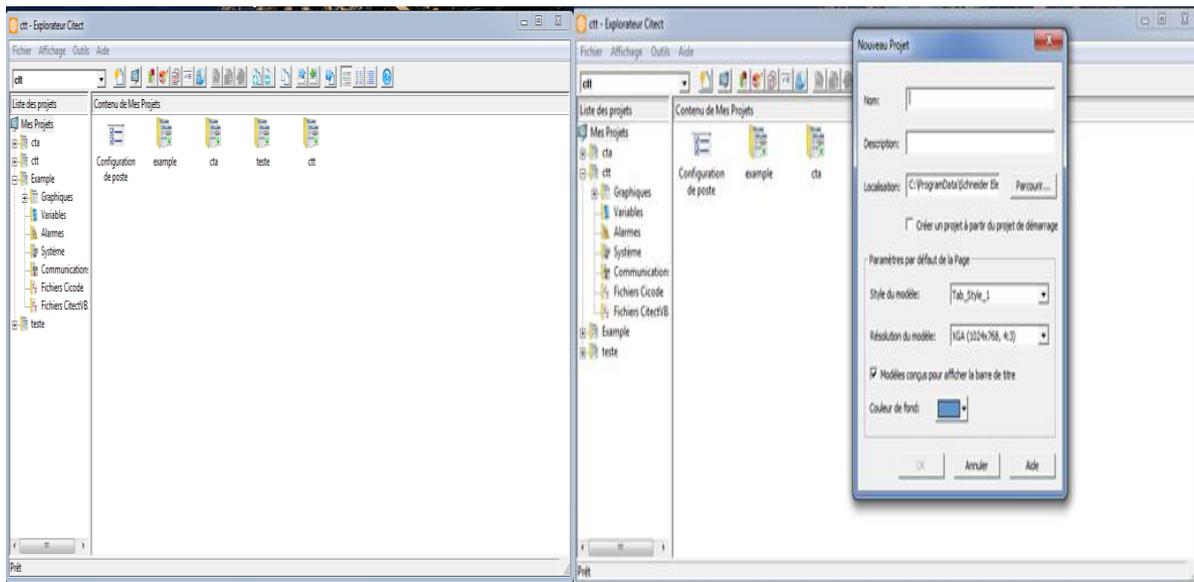


Figure 4.3 : crée projet vijeo citect.

### A. Déclarer les variables :

La déclaration permet d'indiquer les repaires par son nom, pouvant contenir tout type de données, qui pourront être modifiées lors de l'exécution du programme.

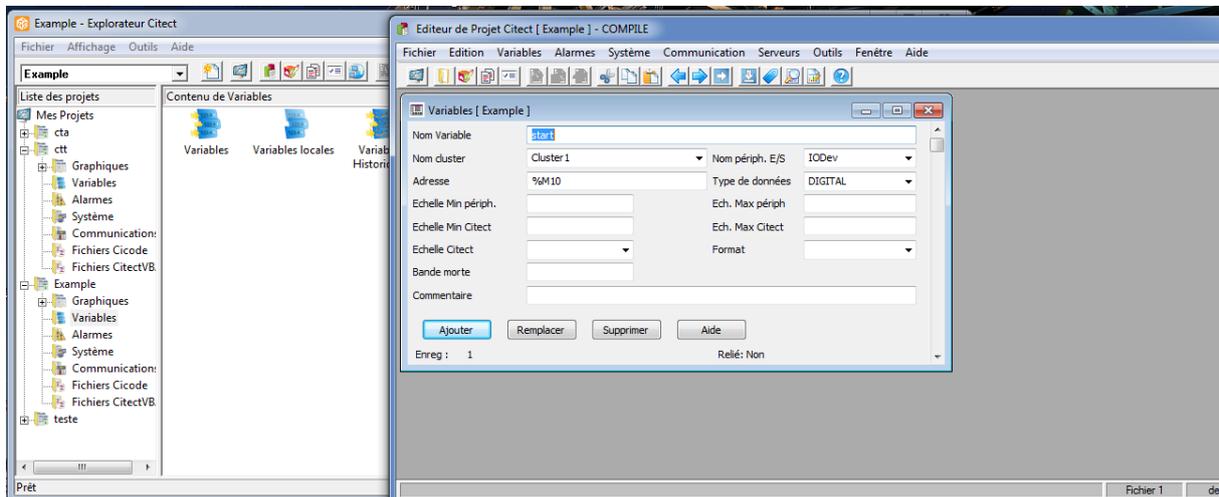


Figure 4.4 : déclaration les variable sur vijeo citect.

**B. Ouvrir le port de communication :**

Cette page est réservée à la configuration de la communication (Figure 4.5), ce périphérique e/s et optimise sa performance en phase d'exécution

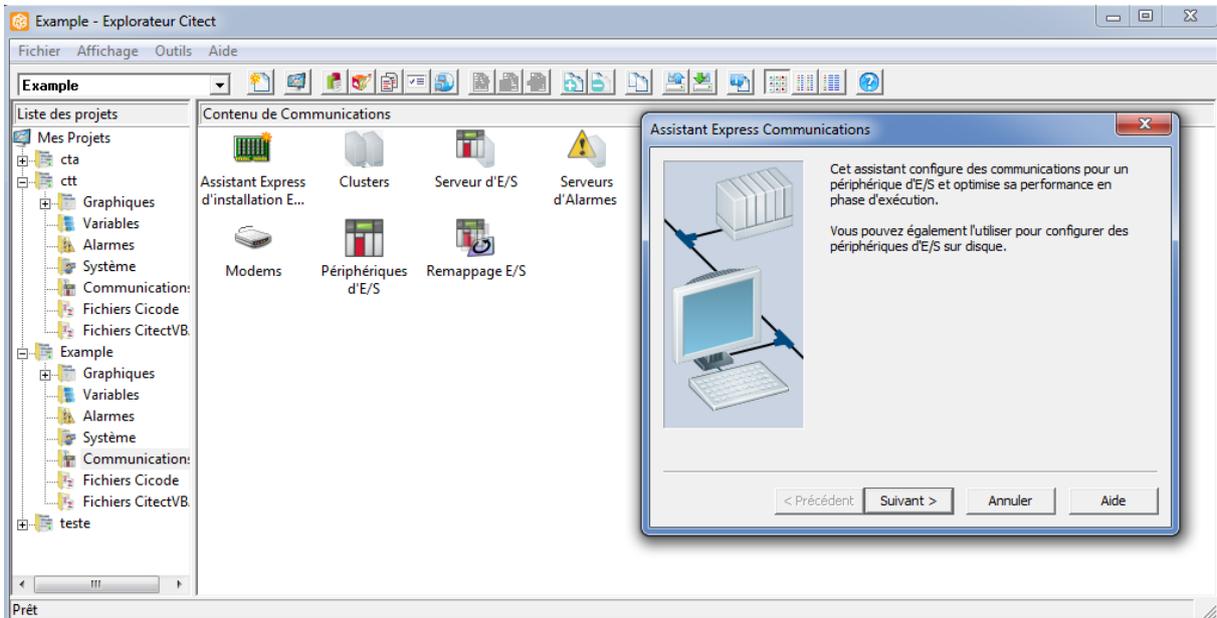


Figure 4.5 : communication configuration sur vijeo citect.

**C. constructeur graphique Citect :**

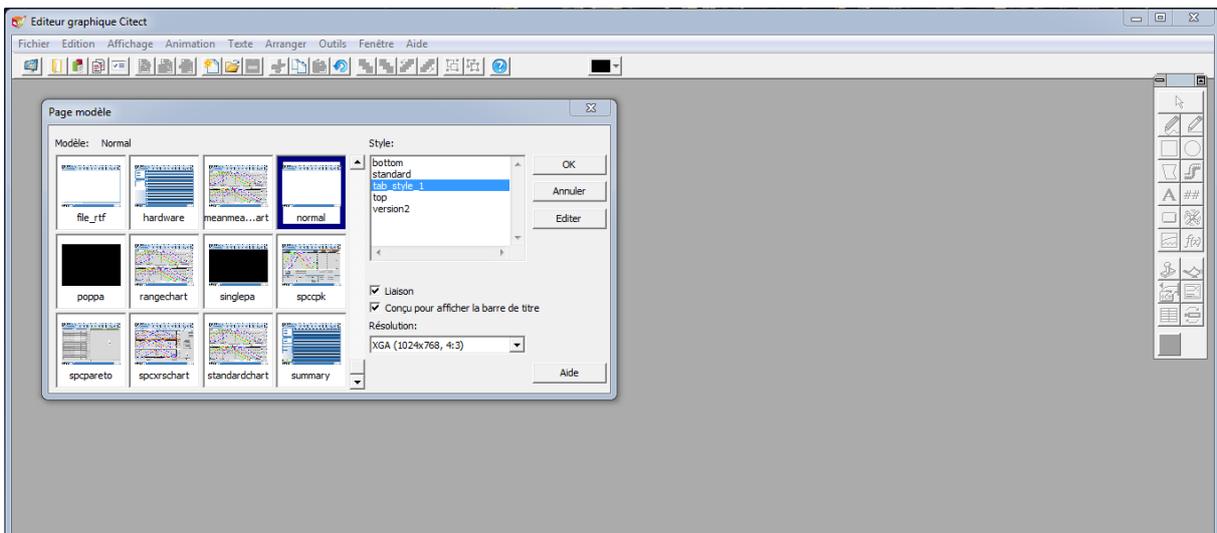


Figure 4.6 : Constructeur graphique sur vijeo citect.

### D. Interface graphique C.T.A sur vijeo citect :

Pour l'étape de (vue de face) nous avons créé une interface (voir Figure 4.7) représentant la CTA ont état finale.

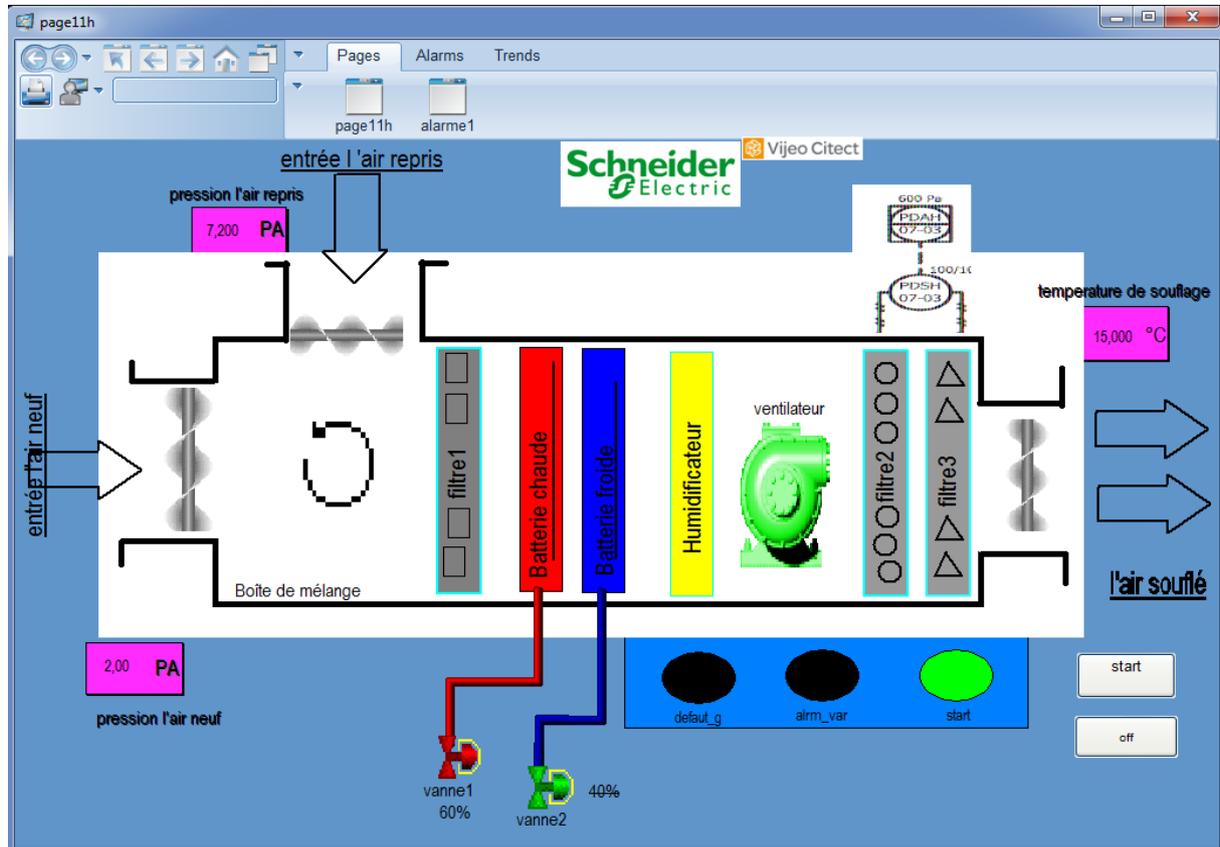


Figure 4.7 : Interface CTA sur vijeo citect.

### E. Historique des alarmes :

L'alarme est un écran de signalisation dont il est composé de plusieurs voyants, leurs signales est un significatifs de défaut des composantes (des filtres ou défaut de pression ou de variateur). Il existe des alarmes qui émises des signales par un message avertissant d'un danger.

A ce titre, l'alarme est une Information partagée afin de provoquer une réaction.

L'alarme nécessite une connaissance préalable du danger.

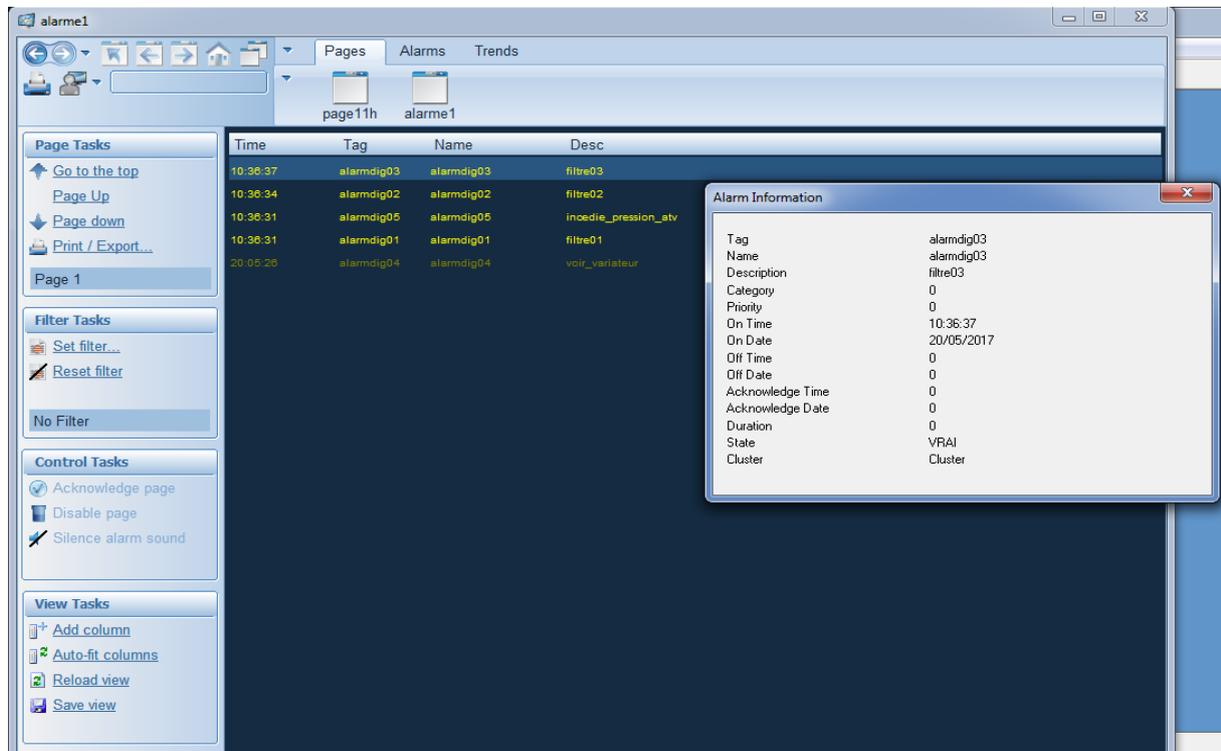
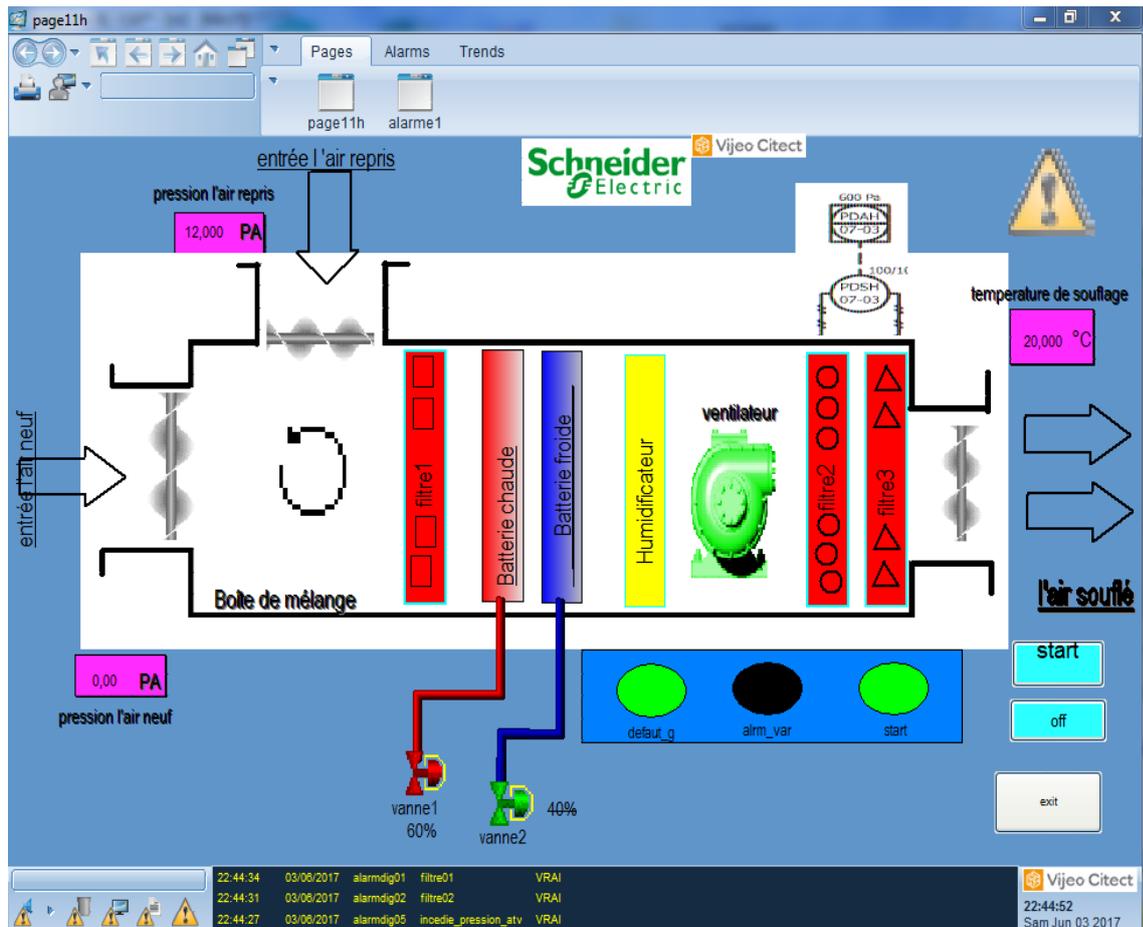


Figure 4.8 : Interface CTA sur vijeo citect.

## F. Point Access :

Pour accéder la CTA il faut maitre le nom est mot passe

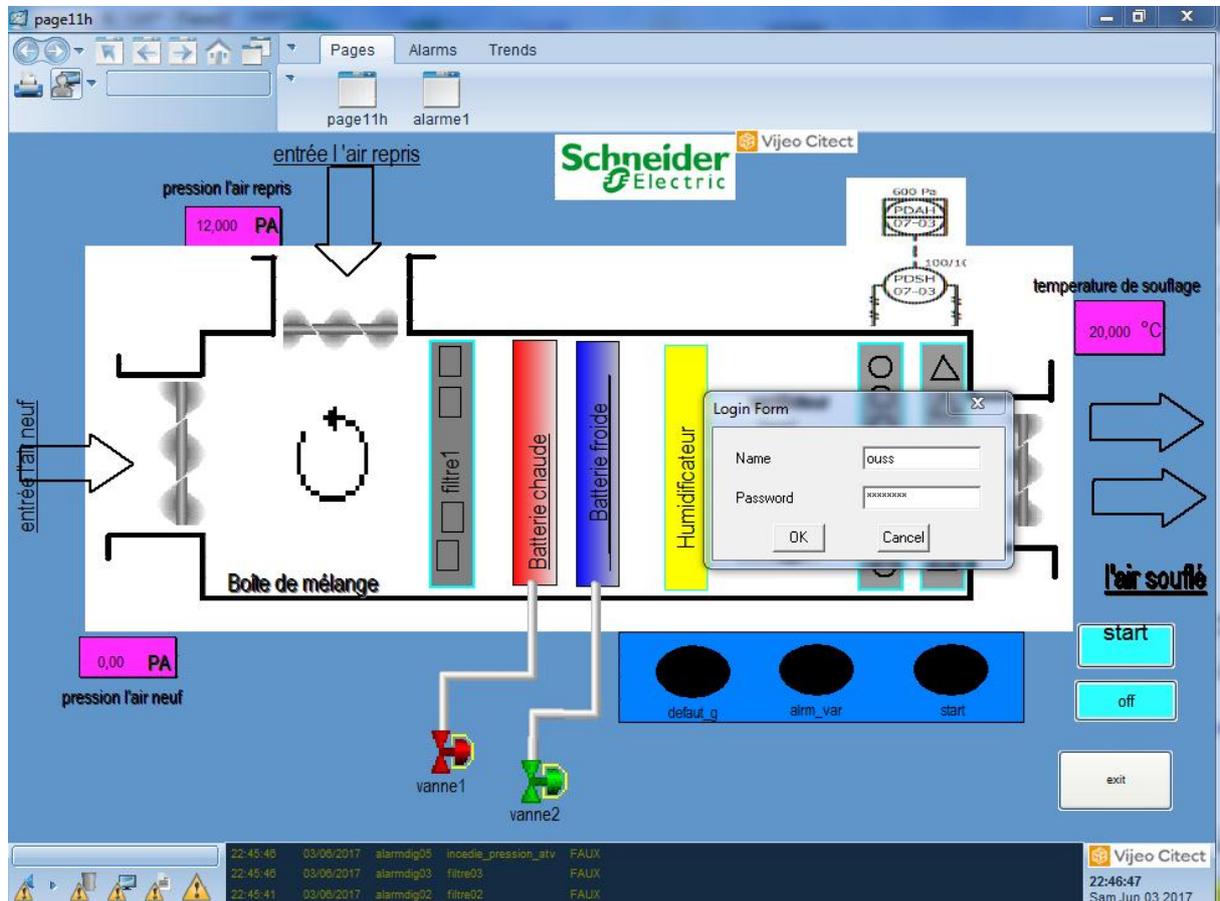


Figure 4.9 : point accès CTA sur vijeo citect.

## 4.7. Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons travaillé avec le Logiciel Vijeo –citect qui est très riche en fonctionnalités et d'une grande souplesse de programmation d'interface, facilitant la Communication entre unity pro pour une gestion optimisée et performante tout en Assurant la sécurité du personnel et des équipements. Le logiciel **Vijeo citect** nous a permis de réaliser une conception simple et représentative qui offre à l'opérateur une vision en temps réel et qui lui permet de commander de <CTA> .

# Conclusion général

---

De ce qui précède, il y'a lieu de dire dans ce contexte, que le stage que j'effectue au sein de l'établissement Schneider ma servi comme un support technique pour mettre en œuvre mon projet de fin d'étude, ou j'ai appris à réunir entre la technologie moderne et la préservation de l'environnement ; d'où une problématique a été pose et l'ingénieur par son rôle doit impérativement trouve une solution. Ce projet ma également permis d'approfondir mes connaissances dans la programmation et de me familiariser avec le logiciel **UNITY PRO**, ainsi que la station de la supervision avec le logiciel **VIJEO CITECT** dans lequel j'ai réalisé mon projet.

Pour rendre mon travail accessible dans sa gestion, j'ai utilisé la technologie des API et ce, pour des raisons essentielles suivantes :

- ✓ Diagnostic des pannes et entretien relativement difficiles.
- ✓ Problème de l'inflexibilité (installation de contrôle figée).

L'automate utilisé est de type premium MODICON M 340 Schneider ELECTRIC comme solution à l'application visée. Les raisons et les motifs de ce choix se manifestent essentiellement dans :

- Ses performances techniques.
- Sa capacité mémoire assez suffisante.
- Ses possibilités d'extension en terme de nombre élevé des entrées et des sorties du processus, exigé par certaines applications.
- Sa possibilité d'intégrer des modules spéciaux (module d'entrée ou de sortie analogique, régulateur de température, de pression,...etc.).
- La disponibilité de ces équipements.

J'ai procédé dans la première partie à l'analyse de notre système, c'est étape très importante avant de passer au programme et à l'automatisation, il faut déterminer le nombre d'entrées et de sorties (capteurs et actionneurs).

Dans une seconde phase, je me suis familiarisé avec le logiciel UNITY PRO qui est riche en nombre d'applications et fonctions (temporisation, comptage ... etc.) qui sont pré-

## Conclusion général

---

programmés dans ce langage afin de créer un programme dont le fonctionnement est le traitement d'air.

Puis j'ai installé une station de supervision, qui demeure nécessaire pour faciliter et optimiser le contrôle et commande en temps réel des différentes entités de la Centrale de Traitement d'Air (C.T.A).

## Référence :

[1] <http://www.schneider-electric.fr>

[2] [www.schneider-electric.com/fr](http://www.schneider-electric.com/fr) DOCUMENT DE RÉFÉRENCE 2013

[3] [www.schneider-electric.com/fr](http://www.schneider-electric.com/fr) DOCUMENT DE RÉFÉRENCE 2014

[4] <http://www.aprue.org.dz/>

[5] Schneider Electric Industries SAS Réf. 837633 © 05 - 2009 Schneider Electric Industries SAS.

[6] ] [www.schneider-electric.com/fr](http://www.schneider-electric.com/fr) DOCUMENT DE RÉFÉRENCE 2014

[7] [www.schneider-electric.com/fr](http://www.schneider-electric.com/fr) DOCUMENT DE RÉFÉRENCE 2013

[8] [www.abcclim.net](http://www.abcclim.net)

[9] <http://www.schneider-electric.fr> ATV212\_Installation\_manual\_S1A53832\_01 01/2011

[10] Cours sur les systèmes automatisés de production «Ressources MEI. MSMA01/C du 29-08-02»

Le 29 mars 2012.

[11] A. GONZAGA, «LES AUTOMATES PROGRAMMABLES INDUSTRIELS,» 2004

[12] M.Caussade, Cours d'automatisme, 2008.

[13] [www.schneider-electric.com](http://www.schneider-electric.com) référence 35012677.04

[14] Help du logiciel UNITY PRO

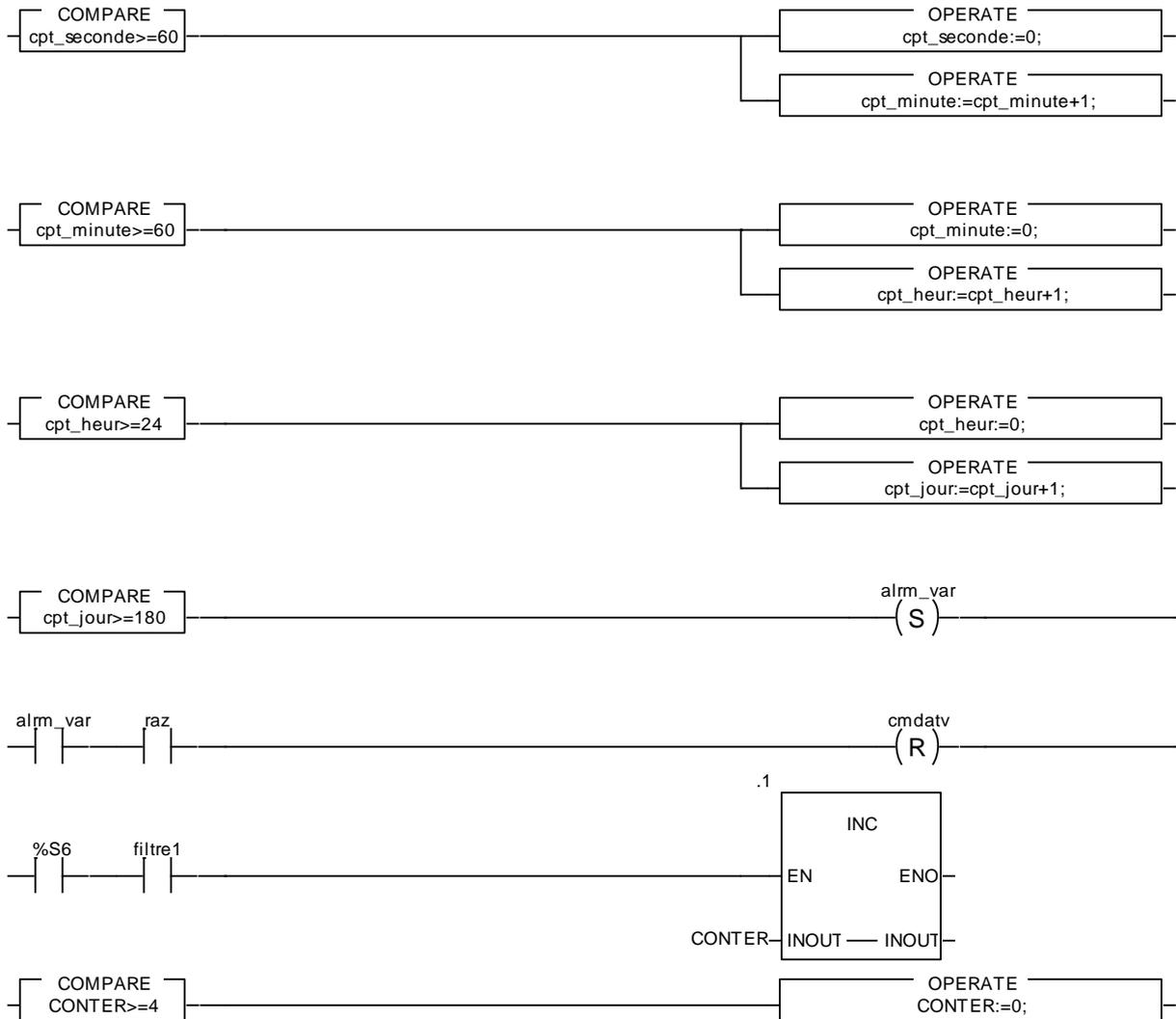
[15] Formation UNITY PRO. SCHNEIDER ELECTRIC

[16] Help du logiciel vijeo citect

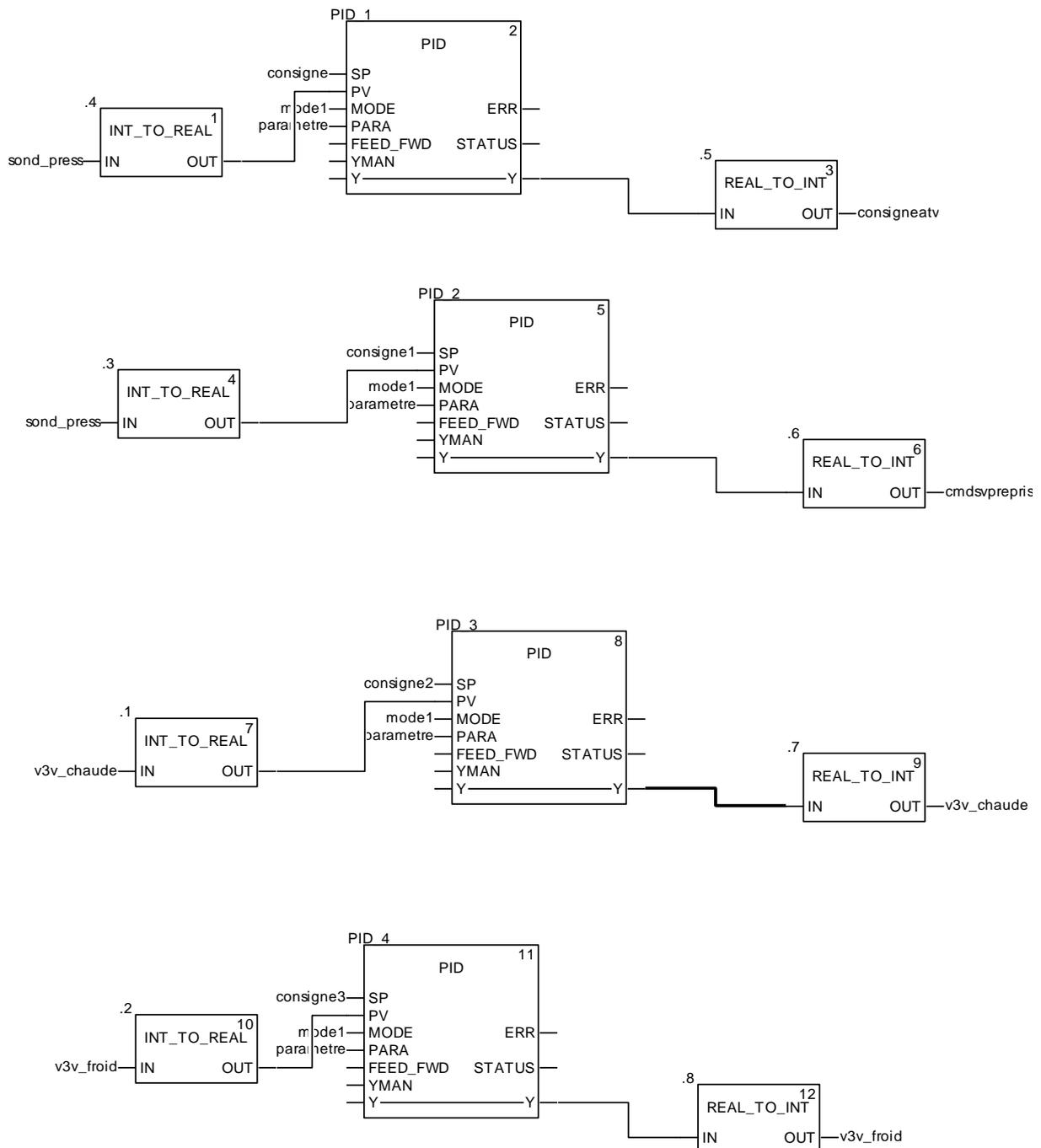
[17] <https://www.citect.schneider-electric.com>



# Annexes



## Les blocs pid :



# Annexes

