

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

Département d'Automatique



Laboratoire de commande des processus

Projet de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme

D'ingénieur d'état en Automatique

THEME

**La gestion de l'énergie dans un  
bâtiment intelligent :  
Production et Consommation**

Etudié par :

HAMBAREK Djamel Eddine

Zehri Nassim

Proposé et dirigé par :

Mr STIHI Omar

Mr SMAILI Arezki

Jury

Mr BERKOUK Abdelmajid.....Président

Mr ABDELOUEL.....Examineur

**Juin 2015**

Ecole Nationale Polytechnique, rue des frères Oudek, Hacén Badi, El Harrach, Alger 16200, Algérie

## *Remerciements*

*Notre gratitude doit d'abord être exprimée envers le bon **Dieu** « Allah » le tout puissant, qui nous a donné la sagesse, la patience, le courage et la volonté pour qu'on puisse terminer ce travail.*

*Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à **Mr O.STIHI**, Docteur à l'Ecole Nationale Polytechnique, pour avoir proposé ce thème de projet, nous aidé, et nous encouragé tout le long de ce travail, nous retenons la pertinence de ses conseils.*

*Nous remercions l'ensemble de nos enseignants de l'Ecole Nationale polytechnique et de l'école préparatoire aux sciences et techniques qui ont contribué à notre formation tout le long de notre cursus universitaire, en particulier les enseignants d'Automatique.*

*Nous nous dirigeons maintenant vers toutes les personnes qui ont contribué à faire de ces 5 années une expérience très enrichissante, et ceux qui nous ont accompagné et nous ont encouragé pendant ce travail.*

*Nombreux sont ces personnes que nous souhaitons remercier, mais qu'ils sachent que les années passées ici ont été un véritable plaisir grâce à eux.*

*Une pensée spéciale va pour tous nos amis qui nous ont permis de nous vider l'esprit par les soirées passées ensemble, avec qui nous avons appris comment s'accrocher à nos rêves malgré toutes les souffrances.*

*Que chaque personne trouve ici le témoignage de notre amitié et de notre reconnaissance et gratitude.*

*Nous ne pourrions certainement jamais clore ces remerciements sans une pensée personnelle et très profonde à toutes nos **familles**, pour leurs soutien sans faille, leurs présence émotionnelle ainsi que les nombreux conseils qu'elles nous ont prodigué, et qui nous ont indéniablement permis de mener à bien ce travail.*

## *Dedicace*

*A celles qui m'a élevé avec tendresse, encouragé tout le long de mon cursus, et à qui je dois toute la reconnaissance pour son sacrifice, soutient, présence, et aide .....Ma chère mère*

*A celui qui m'a offert une éducation digne de confiance, un savoir vivre, des conseils de valeurs .....Mon cher père*

*A celle qui m'a aidé à réaliser ce projet et qui a toujours été là pour moi .....ma chère sœur Houda*

*A celles qui m'ont montré qu'elles font partie de moi et de mon être, qui m'ont encadré tout le long de ma vie et qui m'ont montré le droit chemin ..... mes chères sœurs Hakima et Lamia*

*A ma petite et adorable sœur Amani*

*A mon frère, mon ami d'enfance, mon double, mon bras droit, celui qui a toujours été là pour moi malgré les hauts et les bas .....Khaled Farah alias Doudi La doud*

*A mon maître, mon inspiration, ma culture et ma sagesse, celui qui me comprends le mieux et qui m'a appris à jouer de la guitare ..... Fadi*

*A mon père, mon épaulé, mon chère et mon fioulé, grand cœur, têtue tête, adorable comme il est .....Raouf Mohamed Sayad Alias BOOBA*

*A mon frère, mon ami d'enfance, my brother in arms, je dirais que c'est mon ami de souffrance .....Amir le vert*

*A mes frères amis et amies qui ont été là pour moi dans le bien et dans le mal : Nassim mon binôme, Mouh seddik choghla f sma, Kader,*

*Tarouf, Yaya, Adel Imec, Kams, Titou Laglag, Camélia Kamí, Selmane, Hacene, El-haj, Nokía, Big Mike, Papillon, Mehdi, Motara, Adem, Rezza9, Bouchra et tout le reste de « Louled li tsote » et de mes amis de la cité Bouraoui*

*A tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin..... Tous mes amis et mes amies*

*A tous mes professeurs depuis le primaire, particulièrement mon professeur de physique Salza allah yerrahmou et ma prof de science Gadouche*

*A chaque membre de ma grande famille*

*Hambarek Djamel Eddine*

*Je dédie ce modeste travail à:*

*Mon père qui a tout fait pour moi pendant mon cursus, et qui est prêt à tout faire pour mon avenir.*

*Ma mère qui a dédié toute sa vie pour ces enfants, qui m'a toujours encouragé pour étudier et pour monter au top.*

*Mes chères frères Moudjahed, Ali, Khaled et Oussama.*

*Mes précieuses sœurs Asma, Nouara et la petite Isra.*

*Mon oncle Abderrahim Allah Yerahmo et sa petite famille.*

*Ainsi qu'à toute la famille Zehri et la famille Lamouri.*

*Tout mes amis de polytech spécialement Doudi, Jams mon binôme, Zinou, Mouh, Adel, Booba, Fadi.*

*Tout mes amis de l'EPST Annaba spécialement Younes, Hako, Oussama, Saïd, Hako Bouzid, Slimane, Nasro, Fares, Ferhat et Narimen.*

*Tout mes amis d'enfance spécialement Abdelatif, Abdenour, Abdenour, Yahia, Souari, Yassine, Tahar et Anes.*

*Zehri Nassim*

## التسيير الطاقوي داخل العمارة الذكية : إنتاج و إستهلاك

: الهدف من هذه الدراسة هو التحكم و التسيير الآلي للطاقة المنتجة والمستهلكة من طرف العمارة الذكية المعنية بالدراسة. في بداية الأمر، قمنا بدراسة الإحتياجات الطاقوية للعمارة وذلك لمعرفة كيفية توزيع مصادر الطاقة على مختلف أشكال الإستهلاك.

لقد طورنا تقنية للتحكم في الطاقة و ذلك عن طريق إستعمال نظام لتزويد الطاقة الكهربائية من المصادر المتجددة، والذي سيزود عمارتنا بالطاقة بالتعاون مع المصادر الطاقوية الأخرى. الهدف من هذه التقنية هو التزويد المستدام للطاقة لعمارتنا الذكية مع الأخذ بعين الإعتبار تجنب الإسراف في الإستهلاك.

**الكلمات المفتاحية : الطاقة، العمارة الذكية، المصادر المتجددة، الإحتياجات الطاقوية، الإستهلاك**

**Le résumé :** le secteur résidentiel tertiaire est devenu un secteur sensible vis-à-vis les enjeux énergétiques mondiaux, le bâtiment intelligent est l'un des pôles les plus influant dans le secteur énergétique.

Il est nécessaire de prendre en charge la gestion de l'énergie et pour cela nous avons choisi de prendre le bâtiment intelligent comme un élément d'étude.

En premiers temps, nous avons étudiés les besoins énergétiques du bâtiment ainsi que son bilan de consommation, pour savoir comment dispatcher ses sources d'énergie pour les différentes formes de consommation.

Nous avons développés une stratégie de gestion en intégrant un système d'alimentation à base d'énergies renouvelables, qui va alimenter notre bâtiment en collaboration avec le reste des sources d'énergies. Cette stratégie vise à fournir de l'énergie au bâtiment de façon continue tout en prenant compte de l'optimisation de la consommation.

**Mots clés : énergie, bâtiment intelligent, sources renouvelables, besoins énergétiques, consommation.**

**Management of energy in a smart building: sources and consumptions.**

**Abstract:** the tertiary residential sector has become a sensitive sector towards global energy challenges, the smart building is one of the most influential centers in the energy sector.

It is necessary to support energy management and for this, we've chosen to take the smart building as the aim of our study.

At first, we studied the building's energy needs and its power budget, to know how to attribute its energy sources for its different forms of consumption.

We have developed a management strategy incorporating a supply system based on renewable energy that will fuel our building in collaboration with the rest of energy sources. This strategy aims to provide continuous energy to the building while taking into account the optimization of consumption.

**Keywords : energy, smart building, renewable sources, energy needs, consumption.**

# Sommaire

<b>TABLE DES FIGURES</b> .....	
<b>LISTE DES TABLEAUX</b> .....	
<b>INTRODUCTION GENERALE</b> .....	1
<b>Chapitre 01 : Les sources d'énergie du bâtiment</b> .....	3
I. INTRODUCTION.....	4
II. L'énergie éolienne.....	4
2.1. Définition.....	4
2.2. Historique .....	4
2.3. Gisement de l'énergie éolienne en Algérie.....	5
2.3.1. Production d'énergie annuelle.....	5
III. Energie solaire.....	6
3.1. Définition.....	6
3.2. Historique .....	6
IV. Le réseau électrique.....	7
4.1. Définition.....	7
4.2. Réseau électrique national .....	8
4.2.1. Structure du réseau électrique nationale.....	9
4.3. Transformateur .....	10
V. Groupes électrogènes .....	10
5.1. Utilisation .....	10
5.2. Fonctionnement et régulation .....	11
5.3. Technologie à onduleur .....	11
5.4. Pollution, santé et sécurité .....	11
5.5. Groupes électrogènes utilisés au sein du bâtiment .....	12
VI. Source de courant ondulé (onduleur) .....	12
6.1. Composition de l'alimentation .....	13
6.2. Organes de protection et de sectionnement .....	14
6.3. Fonctionnement normal .....	14
6.4. Fonctionnement avec groupe électrogène .....	16
VII. CONCLUSION .....	17
<b>Chapitre 02 : Les besoins en énergie au sein du bâtiment</b> .....	18
I. Introduction .....	19
II. Qu'est-ce qu'un bâtiment intelligent ? .....	19
2.1. Impacts économiques et environnementaux du bâtiment intelligent.....	19

III.	Besoins énergétiques du bâtiment .....	20
3.1.	Chauffage et climatisation .....	20
3.2.	Ventilation .....	21
3.3.	Eclairage .....	21
3.4.	La production d'eau chaude .....	22
3.5.	Fonctions électrodomestiques et professionnelles.....	23
3.5.1.	Micro-informatique .....	23
3.5.2.	Cuisson.....	23
3.5.3.	Production du froid.....	24
IV.	Présentation du bâtiment concerné par notre étude.....	24
4.1.	Installation électrique : couche commande et supervision .....	25
4.2.	Architecture GTB .....	25
4.3.	Schéma unifilaire du TGBT .....	27
4.4.	Schéma électrique des groupes électrogènes.....	28
4.5.	Schéma électrique du courant ondulé.....	29
4.6.	Architecture de la gestion technique de la climatisation .....	30
V.	Conclusion.....	31
	<b>Chapitre 03 : La stratégie de gestion adoptée.....</b>	<b>32</b>
I.	Introduction .....	33
II.	Système d'alimentation renouvelable .....	33
2.1.	Composition du système.....	33
2.2.	Fonctionnement (cahier des charges) .....	34
III.	Les interfaces d'entrées/sorties .....	35
3.1.	Les entrées .....	35
3.1.1.	Capteur solaire.....	35
3.1.2.	Capteur de vitesse de vent.....	36
3.2.	Mesure tension de batterie et du réseau.....	37
3.2.1.	Diviseur de tension.....	37
3.2.2.	Redresseur .....	37
3.2.3.	Mesure de tension de la batterie .....	38
3.2.4.	Mesure de tension du réseau électrique.....	38
3.3.	Les sorties .....	39
3.3.1.	Contacteur .....	39
IV.	L'automate .....	40
4.1.	La CPU .....	41



4.2.	Le module d'alimentation .....	42
4.3.	Les modules d'entrées/sorties.....	43
4.3.1.	Module d'entrées/sorties TOR SM 323 .....	43
4.3.2.	Le module analogique .....	43
V.	SIMATIC STEP 7 .....	44
5.1.	Présentation générale du logiciel .....	44
5.2.	Mode d'emploi .....	45
5.2.1.	Conception d'une solution d'automatisation.....	46
5.2.2.	Création d'un projet .....	46
5.3.	Configuration matérielle.....	48
5.4.	Création du programme .....	49
5.4.1.	Programmation en CONT .....	51
5.4.2.	Programmation en LIST .....	52
5.5.	Transfert et test du programme dans la CPU.....	52
5.5.1.	Le chargement .....	53
5.5.2.	Le test du programme.....	54
VI.	Le programme de gestion .....	54
6.1.	Les entrées/sorties.....	54
6.2.	Le Grafcet .....	55
VII.	DIMENSIONNEMENT .....	56
7.1.	Dimensionnement de l'alimentation.....	56
7.1.1.	Architecture de l'étage .....	56
7.1.2.	Bilan de puissance de l'utilisation.....	56
7.2.	Dimensionnement de la source.....	57
7.2.1.	Capacité du panneau solaire .....	57
7.2.2.	Capacité de l'éolienne .....	58
VIII.	CONCLUSION .....	58
	<b>CONCLUSION GENERALE</b> .....	59
	<b>Annexe 01 : Eolienne Whisper500</b> .....	61
	<b>Annexe 02 : Module photovoltaïque ATERSA A-150</b> .....	64
	<b>Annexe 03 : Transformateur Trihal</b> .....	65
	<b>Annexe 04 : Groupes électrogènes</b> .....	657
	<b>Annexe 05 : Automate SIMATIC S7-300, ses constituants</b> .....	678
	<b>Bibliographie</b> .....	71

# TABLE DES FIGURES

- 1.1- Cartographie de la production annuelle d'énergie éolienne en Algérie
- 1.2- Cartographie de l'énergie solaire produite en Algérie.
- 1.3- Structure du réseau de production et de distribution d'électricité
- 1.4- Évolution de la longueur du réseau transport électricité en km Période : 2000-2011
- 1.5- Carte nationale du réseau électrique SONELGAZ
- 1.6- Synoptique du système ondulée MGE GALAXY
- 1.7-Principe de fonctionnement d'onduleur avec groupe électrogène
- 2.1- Schéma de commande et supervision de l'installation électrique
- 2.2- Architecture du système GTB -HONEYWELL
- 2.3- Schéma unifilaire de TGBT n°2
- 2.4- Plans électriques de raccordement des groupes électrogènes
- 2.5- Plans de distribution électrique du courant ondulée dans le bâtiment
- 2.6- Architecture GTC du bâtiment
- 3.1- Schéma de composition du système de gestion d'énergie
- 3.2- Capteur solaire Eppley model 8-48
- 3.3- Capteur de vitesse du vent INT 10 KRIWAN
- 3.4- Schéma de Câblage de l'anémomètre
- 3.5- Courbe de mesure de courant de sortie
- 3.6- Circuit de diviseur de tension
- 3.7- circuit du pont de redressement double alternance capacitif
- 3.8- schéma de la tension de sortie du redresseur.
- 3.9- Schéma de contacteur
- 3.10- Circuit de puissance et de commande du contacteur.
- 3.11- Symbole du contacteur
- 3.12- Automate Siemens avec tous ses constituants
- 3.13- Organes de commande et de visualisation des CPU
- 3.14- CPU 315-2 DP

- 3.15-Module d'alimentation PS 307 ; 10 A
- 3.16- Schéma de branchement des PS 307, 10 A.
- 3.17- Module d'entrées/sorties TOR
- 3.18- Schéma de branchement et de principe du SM 323 ; DI 16/DO 16 x 24 V cc/0,5 A
- 3.19- Schéma d'architecture globale du système
- 3.20- Mode d'emploi du STEP 7
- 3.21- Aperçu du projet STEP 7
- 3.22- Grafset illustrant le programme de gestion de l'énergie du bâtiment
- 4.1- câblage type d'une éolienne Whisper 500
- 4.2- Constituants du module photovoltaïque ATERSA A-150

# LISTE DES TABLEAUX

- 1.1-Électricité - importations et exportations (millions de kWh)-Années 2000 à 2011
- 2.1-Valeurs moyennes de la puissance mesurée pour différents appareils informatiques
- 3.1- tableau de spécifications techniques du capteur solaire Eppley model 8-48
- 3.2- Tableau de spécifications techniques du capteur de vitesse KRIWAN
- 3.3- Énergie moyenne journalière pour un panneau ATERSA A150
- 4.1- Spécifications techniques de l'éolienne Whisper 500
- 4.2- Logique des interrupteurs de la tension du système.
- 4.3- Caractéristiques électriques du panneau solaire ATERSA A-150
- 4.4-Caractéristiques générales du groupe électrogène X1000.
- 4.5- Tableau de puissance du groupe électrogène X1000.
- 4.6- spécifications techniques de la CPU 315-2 DP
- 4.7- caractéristiques techniques du module d'alimentation PS 307, 10 A.
- 4.8- Caractéristiques techniques du SM 323 ; DI 16/DO 16 x 24 V cc/0,5 A.
- 4.9- Caractéristiques techniques du SM 331 ; AI 8 x 16

# **INTRODUCTION GENERALE**

L'impact de l'Homme sur la nature n'a pas cessé de croître sans que celui-ci ne prenne toujours bien conscience de la dimension finie de son environnement.

Au début du XXI siècle, les impacts environnementaux liés aux consommations énergétiques humaines ont commencé à apparaître : pénuries des sources d'énergie primaire, changements climatiques, pollutions, pluies, acides, émissions de gaz à effet de serre, etc.

Pour y remédier, il faut inventer une façon de se développer durablement, et de réduire de la consommation d'énergie, de nombreuses pistes liées à la manière de consommer doivent être explorées. Un consommateur peut-il encore puiser de l'énergie à tout moment de la journée ? Jusqu'à présent, les fournisseurs d'énergie se sont équipés pour faire face à toutes les demandes des usagers, sans prendre en considération l'impact environnemental. L'importance de ce problème va croissant, avec les demandes des usagers qui augmentent de plus en plus.

Actuellement, le secteur de l'habitat est responsable d'une grande partie des émissions de gaz à effet de serre. Face à cet enjeu, différentes réglementations ont été mises en place, pour limiter ces rejets et inciter à construire de manière plus efficace.

Construire des bâtiments plus économes en énergie, sans réduire le confort des habitations et sans induire d'impact négatif sur la facture des particuliers est devenu un enjeu clé.

Nous nous appuyons dans ce travail de recherche, sur la performance et l'efficacité énergétique.

Nous présenterons donc un système de gestion de l'énergie pour l'habitat qui est capable de trouver dynamiquement une politique de consommation d'énergie tout en prenant en compte des critères posés par l'utilisateur, les contraintes diverses des équipements et la disponibilité des sources d'énergie.

Ce mécanisme travaille avec les données réelles. Cette architecture permet d'appréhender des phénomènes décrits à différentes échelles de temps, et ainsi cela permet de construire une solution intégrant toutes les informations disponibles à différents niveaux d'abstraction.

Le manuscrit de thèse est organisé en trois chapitres.

Le premier chapitre présente toutes les sources d'énergie électriques, non-renouvelable et renouvelable.

Le deuxième chapitre, décrit le bâtiment objet de notre étude, en détaillant ses besoins en énergie, ainsi que les sources disponibles pour alimenter les différents services. Nous allons aussi montrer les différentes couches du réseau électrique, commençant par la distribution depuis les TGBT en allant vers la supervision et la commande. Cette architecture permet d'appréhender les phénomènes décrits. Il analyse le contexte de la gestion de l'énergie, en particulier celui de l'énergie électrique pour mettre à jour la complexité du contexte énergétique dans une phase transitoire pleine d'inquiétudes quant aux problèmes environnementaux : changement climatique, épuisement des réserves d'énergie, etc.

## ***INTRODUCTION GENERALE***

Après les définitions élémentaires et l'exposé de la problématique, il s'agit dans ce chapitre de dresser un état de l'art du *pilotage énergétique* pour le bâtiment comme pour les autres applications stationnaires. Le Chapitre 3, permettra de dégager les particularités et les limites des algorithmes utilisés pour la réalisation d'un pilotage *optimisé*.

Le document se conclut en mettant en lumière les aspects encore à investiguer et les pistes prometteuses.

# **Chapitre 01**

## Les sources d'énergie du bâtiment

## **I. INTRODUCTION**

Dans nos jours, l'évolution de nos modes de vie et de l'économie reflète directement sur la consommation d'énergie, qui ne cesse d'augmenter au fil du temps.

Donc, la prise de conscience actuelle d'une nécessaire réorientation de nos choix place l'énergie au cœur des réflexions sur l'avenir de la société. Surtout vu les enjeux liés à l'énergie qui sont à la fois économiques, environnementaux, géopolitiques et sociaux.

Pour cela, il faudrait se focaliser sur les différents types d'énergie, ce qui veut dire savoir les sources d'énergie et améliorer les performances nécessaires pour les acquérir.

## **II. L'ENERGIE EOLIENNE**

### **2.1. Définition**

L'énergie éolienne est l'énergie qui provient du vent qui est causé par la différence de pression sur terre. C'est une sorte d'énergie *renouvelable* qui peut être utilisée soit directement pour avancer un navire, soit transformée en énergie mécanique comme pour les moulins ; ou bien par sa transformation en énergie électrique, ce qu'on appelle un aérogénérateur, et qui est le point le plus important de notre étude.<sup>[21]</sup>

### **2.2. Historique**

L'énergie éolienne est l'une des énergies qui ont été exploitées en premier par l'homme. Depuis l'antiquité, elle fut utilisée pour la propulsion des navires et ensuite les moulins à blé et les constructions permettant le pompage d'eau.

La plus ancienne utilisation de l'énergie éolienne remonte au XI<sup>e</sup> millénaire avant Jésus-Christ, où elle a été employée en Mer Égée sous forme de marine à voile. L'autre utilisation principale de cette énergie était le moulin à vent qui est apparu sur le territoire de l'Afghanistan d'aujourd'hui ; il était utilisé en Perse pour l'irrigation dès l'an 600. Il a ensuite été utilisé par le meunier pour transformer les céréales en farine ou pour écraser les olives afin d'en extraire l'huile, ou aussi pour assécher des polders en Hollande.

À la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle, à la veille de la révolution industrielle, la quasi-totalité des besoins d'énergie de l'humanité était assurée par des énergies renouvelables et l'énergie éolienne avait une part importante dans le bilan énergétique. L'apparition de la machine à vapeur, puis du moteur Diesel, ont entraîné le déclin de l'énergie éolienne au XIX<sup>e</sup> siècle.

Par la suite, pendant plusieurs décennies, l'énergie éolienne a servi également à produire de l'énergie électrique dans des endroits reculés et donc non-connectés à un réseau électrique.

Depuis les années 1990, l'amélioration technologique des éoliennes a permis de construire des aérogénérateurs de plus de 5 MW et le développement d'éoliennes de 10 MW est en cours. Ces éoliennes servent aujourd'hui à produire du courant alternatif pour les réseaux électriques, au même titre qu'un réacteur nucléaire, un barrage hydro-électrique ou une centrale thermique au charbon.<sup>[21]</sup>



### 2.3. Gisement de l'énergie éolienne en Algérie

Les vitesses moyennes annuelles obtenues varient de 2 à 6.5 m/s. Le maximum est obtenu pour la région d'Adrar avec une valeur moyenne de 6.5 m/s, on peut voir aussi l'existence de plusieurs microclimats où la vitesse excède les 5 m/s comme dans les régions de Tiaret, Tindouf et Oran, tandis que la région centrale de l'Algérie est caractérisée par des vitesses de vent variant de 3 à 4 m/s. Toutes les régions ont une vitesse moyenne supérieure à 3 m/s sauf la région côtière, le Tassili et Beni abbés.

#### 2.3.1. Production d'énergie annuelle

La cartographie de la production annuelle d'énergie à 10 mètres du sol est représentée dans la figure ci-dessous. Ce résultat est obtenu par le traitement de 10 années de mesures relatives à 48 stations de l'ONM réparties sur tout le territoire.

Le maximum est enregistré dans la région sud ouest du Sahara. Il est situé dans la région d'In Salah où l'énergie produit sur une année atteint les 2.1 MWh/m<sup>2</sup>.

En effet, la majorité du sud ouest du Sahara est caractérisée par une énergie annuelle variant de 1 à 2 MWh/m<sup>2</sup>.

Toutefois, des microclimats à l'ouest, dans les hauts plateaux possèdent des potentiels allant jusqu'à 1.4 MWh/m<sup>2</sup>. Enfin, les valeurs estimées pour les régions de Batna, Biskra, El Bayadh, El Kheiter, Msila, El Oued et Ghardaia ne doivent pas être négligées puisque leur potentiel respectif avoisine le 1MWh/m<sup>2</sup>.<sup>[6]</sup>

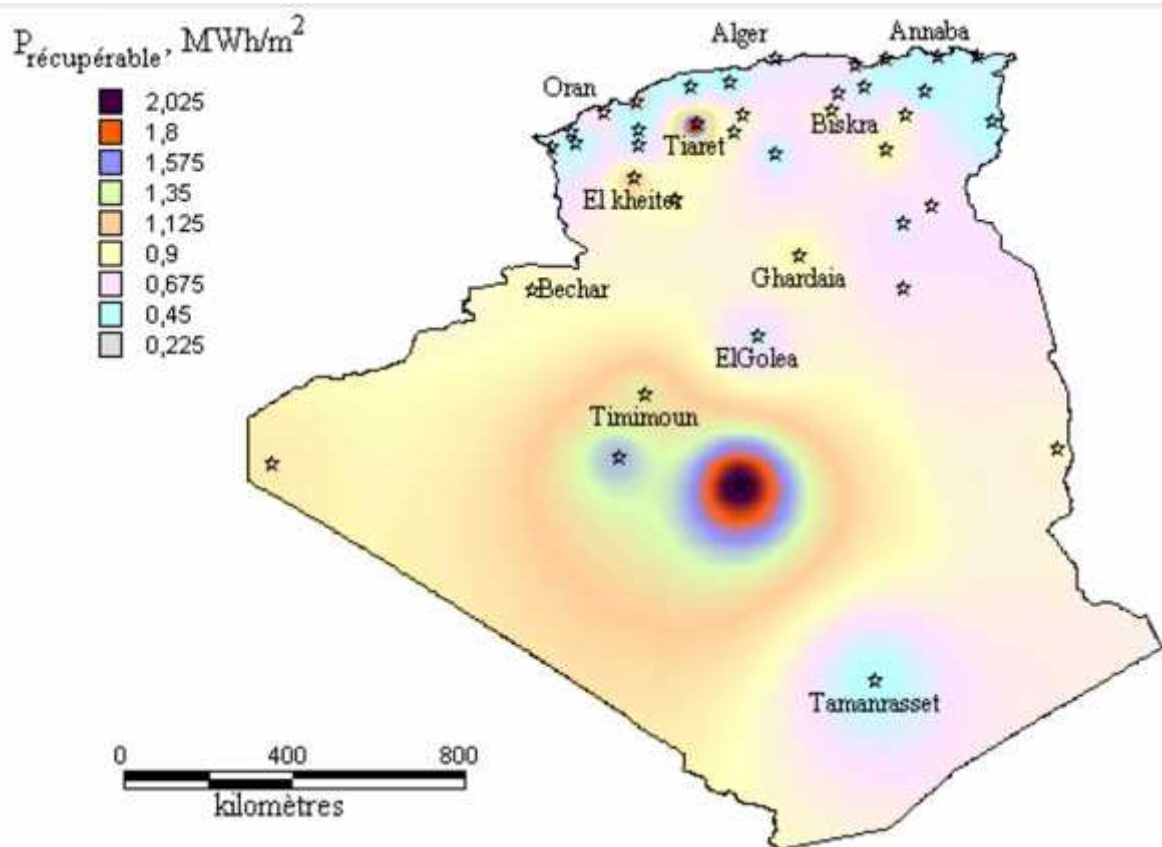


Fig 1.1- Cartographie de la production annuelle d'énergie éolienne en Algérie.

### III. ENERGIE SOLAIRE

#### 3.1. Définition

L'énergie solaire photovoltaïque est une énergie électrique renouvelable produite à partir du rayonnement solaire. Elle vient de la fusion nucléaire qui se produit au centre du Soleil. Elle se propage dans le Système solaire et dans l'Univers sous la forme d'un rayonnement électromagnétique de photons.<sup>[21]</sup>

La cellule photovoltaïque est le composant électronique de base, utilisant l'effet photoélectrique. Plusieurs cellules reliées entre elles forment un module solaire photovoltaïque, plusieurs modules regroupés forment une installation solaire produisant une électricité qui peut être utilisée sur place, ou alimenter un réseau de distribution.<sup>[2]</sup>

Globalement la Terre reçoit en permanence une puissance de 170 millions de gigawatt, dont 122 sont absorbés alors que le reste est réfléchi. L'énergie totale absorbée sur une année est donc de 3 850 zettajoules ( $10^{21}$  joules, ZJ).<sup>[2]</sup>

On peut utiliser l'énergie solaire de plusieurs façons : direct (lumière et échauffement) ou indirect (conversion en énergie électrique)

Pour produire un maximum d'électricité, un module photovoltaïque doit être incliné de façon perpendiculaire aux rayons du soleil. Ceci est très généralement impossible à obtenir car la position du soleil varie en fonction de l'heure de la journée et aussi en fonction des saisons. L'orientation optimale de l'angle d'inclinaison des modules photovoltaïques, s'avère la méthode idéale pour optimiser la production du générateur photovoltaïque.

#### 3.2. Historique

L'effet photovoltaïque est l'effet de conversion de la lumière en électricité, est découvert par *Edmond Becquerelen* en 1839, mais il faudra attendre près d'un siècle pour que les scientifiques approfondissent et exploitent ce phénomène de la physique.

En 1875, *Werner von Siemens* expose devant l'Académie des Sciences de Berlin un article sur l'effet photovoltaïque dans les semi-conducteurs.

En 1913, *William Coblentz* dépose le premier brevet pour une cellule solaire qui malheureusement ne pourra jamais fonctionner.

En 1916, *Robert Millikan* sera le premier à produire de l'électricité avec une cellule solaire, mais ces cellules photovoltaïques ont un trop mauvais rendement pour transformer la lumière du soleil en énergie.

Pendant l'année 1954, trois chercheurs américains (*Chapin, Pearson et Prince*) mettent au point une cellule photovoltaïque à haut rendement (9 %) et les Laboratoires Bell construisent le premier panneau solaire mais il était trop coûteux pour être produit en série.

C'est la conquête spatiale qui fera réellement progresser l'énergie solaire, le panneau solaire est le seul moyen non-nucléaire d'alimenter des satellites en énergie. En effet, c'est en 1958 qu'a lieu le premier lancement d'un satellite fonctionnant à l'énergie photovoltaïque. C'est la première utilisation importante de la technologie solaire photovoltaïque.

## Chapitre 01 : Les sources d'énergie du bâtiment

De nouveaux types de panneaux solaires ont été développés ; panneaux solaires très fins (4 mm d'épaisseur) et flexibles, des peintures solaires. L'objectif était de réduire très fortement le coût de l'énergie solaire.[6]

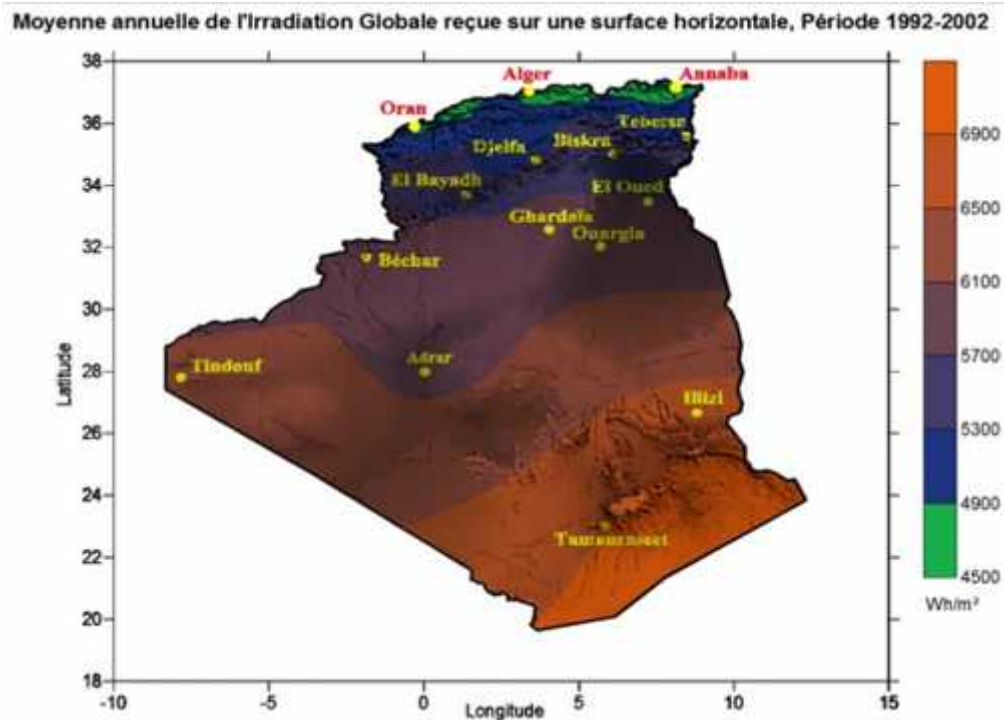


Fig1.2- Cartographie de l'énergie solaire produite en Algérie.

### IV. LE RESEAU ELECTRIQUE

#### 4.1. Définition

Un réseau électrique est un ensemble d'infrastructures énergétiques permettant d'acheminer l'énergie électrique des centres de production vers les consommateurs d'électricité.

Le réseau électrique comporte les parties suivantes :

- Les centrales de production (thermiques, hydrauliques ou nucléaires) qui ont pour rôle de fournir l'énergie électrique au réseau.
- Le réseau de transport à haute tension qui s'occupe du transport de l'énergie électrique à longue distances et qui assure l'interconnexion entre les centrales de production.
- Le réseau de distribution à basse tension qui livre l'énergie aux utilisateurs.
- Les centres de supervision des réseaux : le gestionnaire du réseau haute tension (GRT) et le gestionnaire de réseau de distribution (GRD).

## Chapitre 01 : Les sources d'énergie du bâtiment

Afin d'assurer la stabilité de l'ensemble, le réseau électrique comporte des réglages permettant la gestion dynamique du corps production-transport-consommation, et des automates qui s'occupent de la protection du réseau contre les surcharges ou les court-circuits.

La figure ci-dessous explique plus clairement la structure des réseaux électriques :

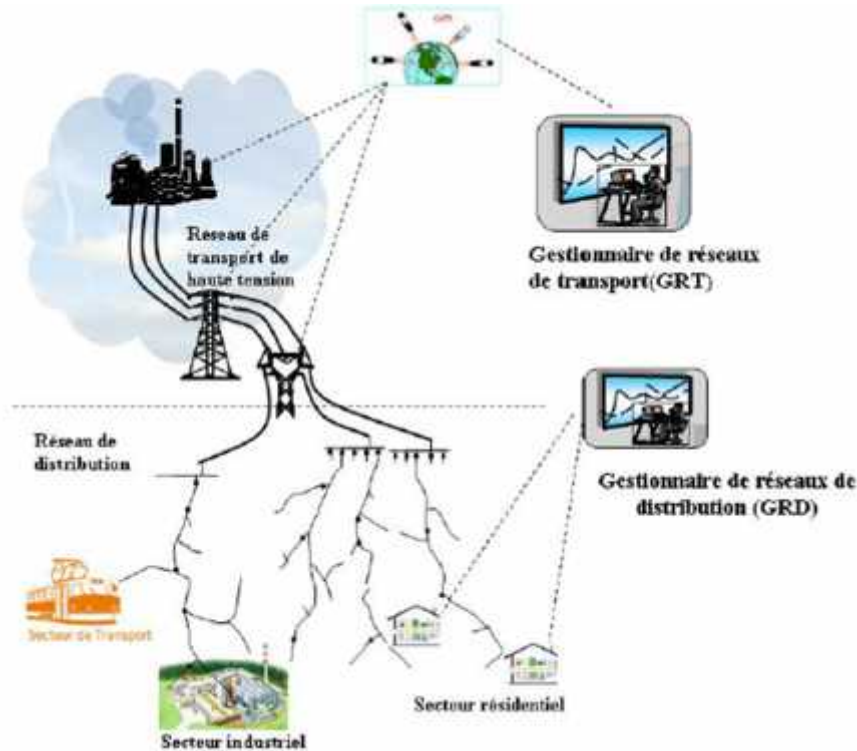


Fig1.3- Structure du réseau de production et de distribution d'électricité

### 4.2. Réseau électrique national

La *SONELGAZ* est le groupement algérien chargé de la production, le transport et de la distribution de l'électricité dans le pays. En 2002, les activités de production de l'électricité sont ouvertes à la concurrence, mettant ainsi fin au monopole de *SONELGAZ* dans ce domaine. La société a pu garder uniquement la gestion du réseau de transport de l'électricité.<sup>[14]</sup>

Année	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Importations	312	330	150	275	275	150	200	300	382	382	279	279
Exportations	313	307	210	340	340	500	400	230	300	300	273	273

Table1.1-Électricité - importations et exportations (millions de kWh)-Années 2000 à 2011

### 4.2.1. Structure du réseau électrique nationale

Elle se décompose en trois systèmes:

**Le Réseau Interconnecté National (RIN) :** s'étalant sur le nord du pays et couvrant les régions de Béchar, Hassi Messaoud, HassiR'Mel et Ghardaia, est alimenté par une quarantaine de centrales de production d'électricité, reliées entre elles à travers un réseau de transport en 220 kV et 400 kV, permettant le transfert d'énergie des sites de production vers les centres de consommation.

**Le pôle In Salah – Adrar – Timimoun :** Ce pôle est alimenté par les centrales Turbines à Gaz d'Adrar et d'In Salah, interconnectées à travers un réseau 220 kV s'étalant d'In Salah à Timimoun via Aoulef et Adrar.

**Les Réseaux Isolés du Sud :** Il s'agit de 26 sites du grand sud, alimentées par des réseaux locaux à travers des groupes diesels ou des TG compte tenu des distances mises en jeu et des niveaux de consommation relativement faibles.

La longueur totale du réseau national de transport de l'électricité, tous niveaux de tensions confondus (60 à 400 kV), dont la gestion est confiée au Gestionnaire du Réseau de Transport de l'Electricité (GRTE) est estimée à fin 2011 à 22 370 km, soit un accroissement de 21.3 % par rapport à 2007.<sup>[18]</sup>

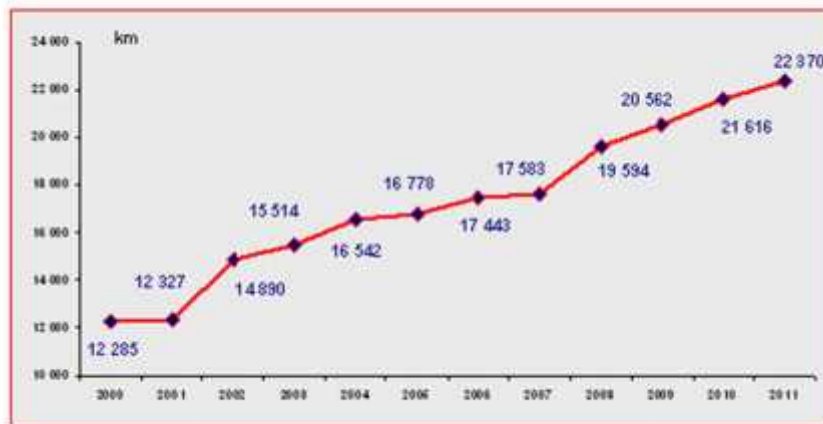


Fig1.4- Évolution de la longueur du réseau transport électricité en km Période : 2000-2011

Le réseau électrique national a été renforcé par une dorsale électrique THT 400 kV allant de l'Est jusqu'à l'Ouest du pays.

L'interconnexion du système électrique national avec celui du Maroc en 400 kV a été achevée et mise en service en 2010, l'interconnexion avec la Tunisie est en cours de finalisation.

- **Dorsale Nord :** La consistance globale de la dorsale nord en cours de réalisation s'élève à 3 572 km.

- **Dorsale Électrique Nord – Sud :** Cette dorsale complémentaire à celle du Nord, de consistance globale qui s'élève à 1 912 km, permettra de :



## Chapitre 01 : Les sources d'énergie du bâtiment

- Renforcer la sécurité globale du réseau,
- Renforcer le réseau entre les pôles de Hassi Messaoud et HassiR'Mel.

Voici une cartographie du réseau national d'électricité SONELGAZ :

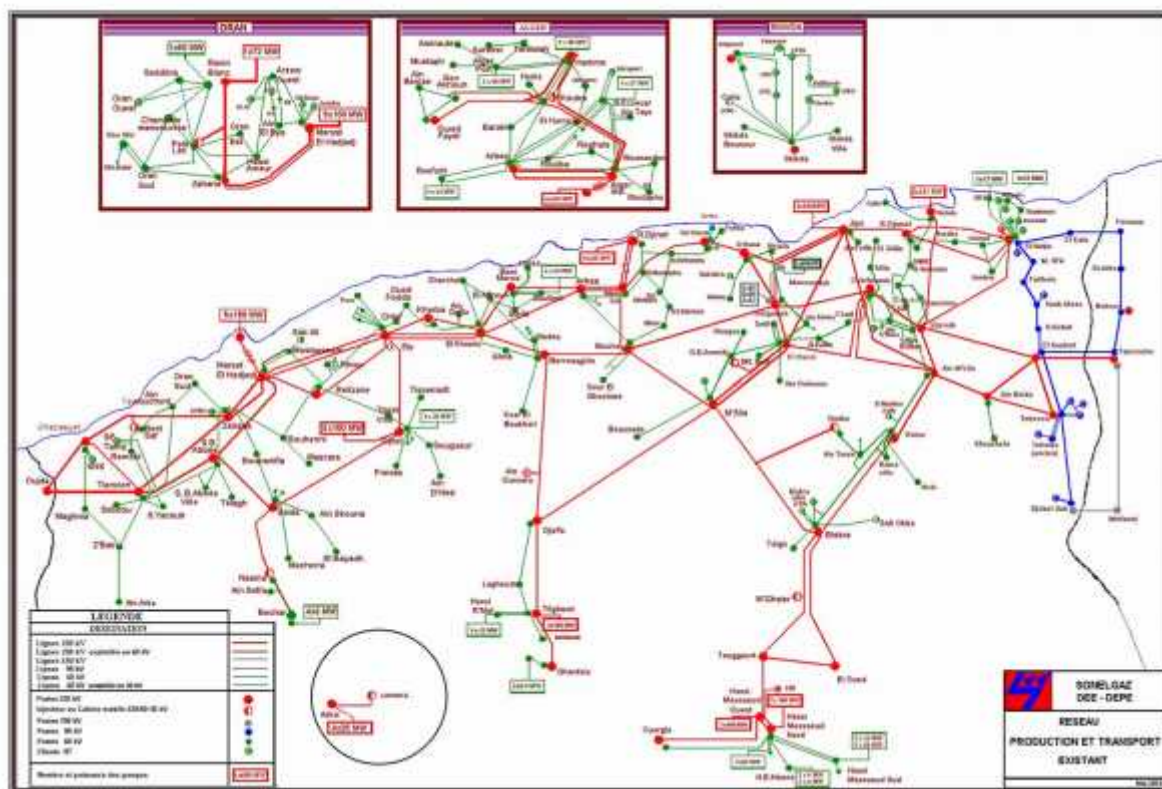


Fig1.5- Carte nationale du réseau électrique SONELGAZ

### 4.3. Transformateur

Le bâtiment est doté d'un transformateur de distribution HTA/BT de 1250 à 1750 kVA jusqu'à 10.5 kV triphasé.

Trihal est un transformateur triphasé de type sec à bobines enrobées et moulées sous vide dans une résine époxyde comprenant une charge active. C'est cette charge active, composée essentiellement d'alumine trihydratée  $Al(OH)_3$ , Trihal est un transformateur de type intérieur.

## V. GROUPES ELECTROGENES

Un groupe électrogène est un dispositif de production d'électricité. La plupart des groupes sont constitués d'un moteur thermique qui actionne un alternateur. Leur taille et leur poids peuvent varier de quelques kilogrammes à plusieurs dizaines de tonnes. La puissance d'un groupe électrogène s'exprime en VA (voltampère), KVA (kilo voltampère) ou MVA (méga voltampère).<sup>[21]</sup>

### 5.1. Utilisation

Les groupes électrogènes sont utilisés dans les zones d'absence du réseau électrique ou dans de façon parallèle au réseau pour pallier une éventuelle coupure d'alimentation électrique. Dans ce cas ils sont utilisés comme complément d'alimentation tout en assurant la continuité avec une batterie qui alimente un onduleur. Ils sont souvent présents. Ces dispositifs sont généralement utilisés dans des situations où l'interruption de l'alimentation électrique entraîne des conséquences graves.

### **5.2. Fonctionnement et régulation**

Ils fonctionnent à partir de tous les carburants : l'essence, le gazole, le gaz naturel, le GPL, les biocarburants et pour les plus puissants le fioul lourd.

Le groupe est mis en fonctionnement : manuellement, électriquement ou grâce à l'air comprimé, selon la puissance.

La régulation est réalisée par la stabilisation de la tension de sortie (220V) par un dispositif électronique qui agit sur l'alternateur, et aussi de la vitesse de rotation du moteur et donc de l'alternateur afin de garder la fréquence (50Hz) et la tension de sortie constantes. Cette régulation se fait grâce à un dispositif centrifuge analogue au régulateur à boules de James Watt qui commande directement le carburateur ou la pompe d'injection.

### **5.3. Technologie à onduleur**

Les groupes électrogènes classiques utilisent directement les sorties d'un alternateur monophasé ou triphasé synchrone pour produire de l'énergie. Par contre, il existe un nouveau type de groupe électrogène (dit *inverter*) qui utilise un onduleur alimenté par le groupe électrogène, utilisant un alternateur triphasé, à excitation variable commandée par un régulateur électronique. Ce régulateur est programmé pour produire l'excitation nécessaire afin de délivrer la puissance requise pour alimenter l'onduleur. Le courant triphasé produit est redressé en courant continu puis transformé en courant alternatif par l'onduleur. Cette technique présente plusieurs avantages par rapport aux générateurs classiques :

- La fréquence et la tension du courant de sortie du groupe ne sont plus dépendantes du régime du moteur, ce qui lui permet de tourner à régime ralenti, si la puissance demandée est faible, ce qui réduit la consommation de carburant et le bruit ;
- En cas d'augmentation brutale de la demande en électricité, une batterie tampon fournit la puissance requise.
- La fréquence et la tension de sortie sont beaucoup plus précises (ajustée des milliers de fois par seconde par le microprocesseur, dans le cas d'une régulation numérique, de l'ordre de la seconde pour une régulation mécanique simple) ;
- Diminution du bruit d'opération, surtout lorsque la demande est faible ;
- Fonctionnement sécuritaire pour les appareils électriques sensibles, tel que les ordinateurs ou bien les appareils médicaux et les instruments de précisions.<sup>[13]</sup>

### **5.4. Pollution, santé et sécurité**

Les groupes électrogènes sont nuisibles à l'environnement ainsi que la santé, ils produisent du dioxyde de carbone, un gaz asphyxiant, ainsi que du monoxyde de carbone, extrêmement

## Chapitre 01 : Les sources d'énergie du bâtiment

toxique et de plus quasi indétectable. Ils produisent aussi des particules qui sont nocives pour les voies respiratoires. Ils peuvent être la cause d'intoxications mortelles même si ils sont en bon état et placés dans une pièce aérée comme un garage, mais attenante à une partie de logement occupée.

Le fonctionnement d'un groupe électrogène peut poser des problèmes sur la qualité de l'eau et de l'air, ainsi que des nuisances sonores, donc dégrader les conditions de vie à son alentour.<sup>[13]</sup>

### **5.5. Groupes électrogènes utilisés au sein du bâtiment**

SDMO industries est le spécialiste du groupe électrogène. Il dispose de la palette de puissance la plus large du marché et propose des solutions d'énergie continue ou de secours de 1 kW à plusieurs mégawatts. Les groupes électrogènes et centraux de production d'électricité SDMO s'adressent à des publics divers. Les artisans et professionnels du bâtiment trouveront des produits adaptés dans la gamme professionnelle Portable Power, ainsi que des motopompes et groupes de soudage.

## **VI. SOURCE DE COURANT ONDULE (ONDULEUR)**

Un onduleur est un dispositif d'électronique de puissance permettant de délivrer des tensions et des courants alternatifs à partir d'une source d'énergie électrique délivrant un courant continu. C'est la fonction inverse d'un redresseur. L'onduleur est un convertisseur statique de type continu/alternatif.<sup>[21]</sup>

Notre bâtiment est équipé du système d'onduleur décrit dans la figure suivante :



Schéma synoptique de l'Alimentation Sans Interruptions MGE™ Galaxy™

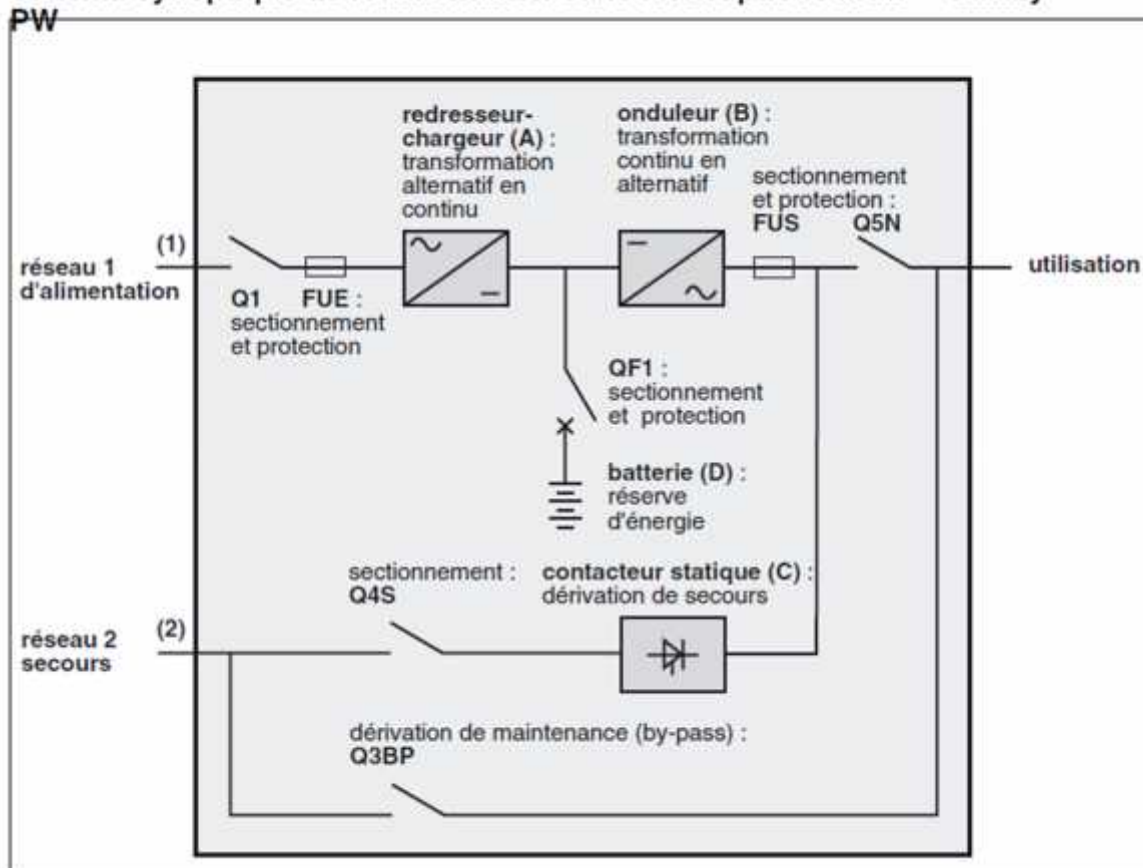


Fig 1.6- Synoptique du système ondulée MGE GALAXY

### 6.1. Composition de l'alimentation

- Un module redresseur-chargeur (A) transforme la tension alternative triphasée du réseau 1 d'alimentation (1) en tension continue fournie à l'onduleur en énergie, et utiliser pour la recharge et l'entretien de la batterie d'accumulateurs.
- Une batterie d'accumulateurs (D) pour alimenter l'onduleur en cas de baisse de tension ou de disparition du réseau 1 d'alimentation.
- Un module onduleur (B) transforme la tension continue issue du redresseur-chargeur ou de la batterie d'accumulateurs en tension alternative sinusoïdale triphasée destinée à alimenter l'utilisation.
- Un module dérivation de secours (C) assure l'alimentation à l'utilisateur par le réseau 2 instantanément (contacteur statique), en cas d'arrêt de l'onduleur (volontaire ou par action d'une sécurité), ou de brusque surcharge sur l'utilisation.
- Un système de dérivation pour maintenance (by-pass) permet d'isoler et de dériver l'appareil pour en effectuer la maintenance, sans interrompre la fourniture d'énergie à l'utilisation.
- Un transformateur d'isolement sur la voie réseau 2 secours.
- Un filtre anti-harmonique passif (FAH) sur l'entrée réseau 1 d'alimentation.
- Un compensateur actif d'harmoniques sur l'entrée réseau 1 d'alimentation.
- Différents systèmes de commande, signalisation et visualisation à distance.

## Chapitre 01 : Les sources d'énergie du bâtiment

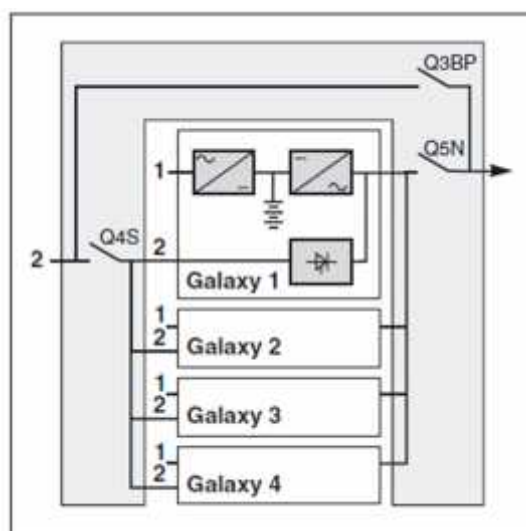
Le réseau 1 d'alimentation et le réseau 2 secours ont une fonction différente. Selon les installations, ils peuvent comporter des organes de protection amont différents et qui proviennent de sources différentes et cela selon l'installation.

Pour que la voie "dérivation de secours" et la voie "dérivation de maintenance" fonctionnent, il faut que la fréquence de l'utilisation et la fréquence du réseau 2 de secours soit la même.

Pour des raisons d'augmentation de puissance, l'installation peut être composée de plusieurs systèmes **MGE™ Galaxy™ PW** en parallèle. Une fonction "sectionnement" est alors ajoutée sur l'ensemble de l'installation pour l'isolement en cas de maintenance sans perturbation pour l'utilisation.

### 6.2. Organes de protection et de sectionnement

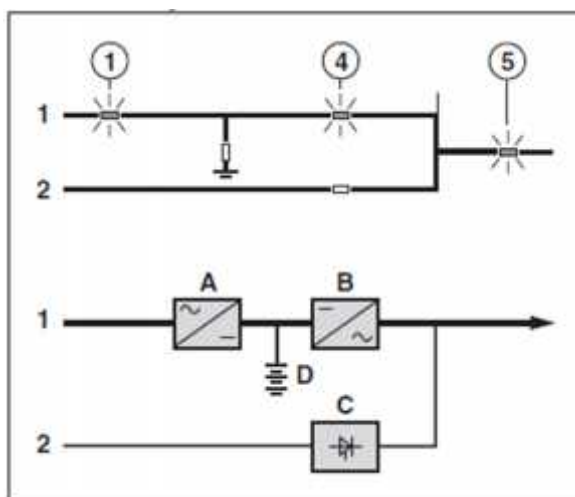
- **Q1** (interrupteur): isolement du redresseur-chargeur (**A**) par rapport au réseau 1 d'alimentation (**1**) et mise en marche du redresseur-chargeur(**A**).
- **QF1** (disjoncteur): protection et isolement de la batterie d'accumulateurs (**D**).
- **Q5N** (interrupteur): isolement de l'onduleur (**B**), par rapport à l'utilisation.
- **Q4S** (interrupteur): isolement du contacteur statique (**C**) par rapport au réseau 2 secours (**2**).
- **Q3BP** (interrupteur): dérivation de l'appareil ou de l'installation, pour la maintenance (by-pass).
- **FUE** (fusibles): protection du redresseur-chargeur (**A**) par rapport au réseau 1 d'alimentation.
- **FUS** (fusibles): protection de l'onduleur (**B**) par rapport à l'utilisation.



*Mode de fonctionnement : en ligne, normal ; le réseau 1 d'alimentation est présent.*

### 6.3. Fonctionnement normal

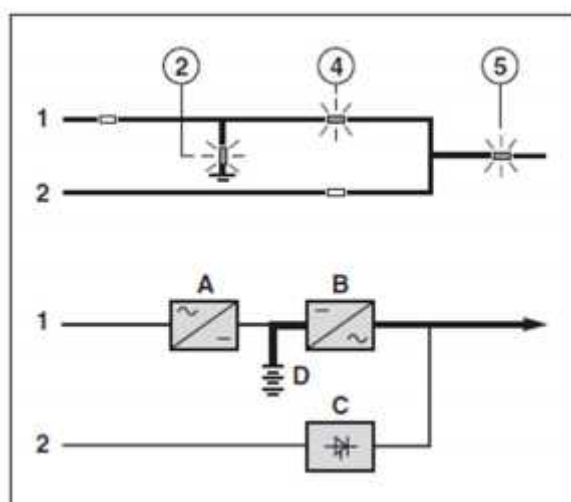
## Chapitre 01 : Les sources d'énergie du bâtiment



Les voyants **1**, **4** et **5** sont allumés en vert sur le pupitre de commande. L'énergie demandée par l'utilisation est fournie par le réseau 1 d'alimentation (**1**), via la chaîne redresseur-chargeur (**A**) - onduleur (**B**). Le redresseur-chargeur (**A**) fournit aussi le courant nécessaire au maintien en charge et à la recharge de la batterie quand celle-ci est présente. La tension continue de sortie du redresseur-chargeur est réglée pour délivrer :

- La tension de "floating" ou la tension de "charge" pour une batterie ouverte au plomb ou au Cadmium-Nickel.
- Une tension de charge unique pour une batterie étanche au plomb.

Ces tensions dépendent du nombre d'éléments batterie et du constructeur de la batterie. Elles peuvent être réglées en usine et sont ajustables par le service après-vente. Une carte électronique permet la mesure permanente de la température de la batterie et agit automatiquement sur le réglage de ces tensions.

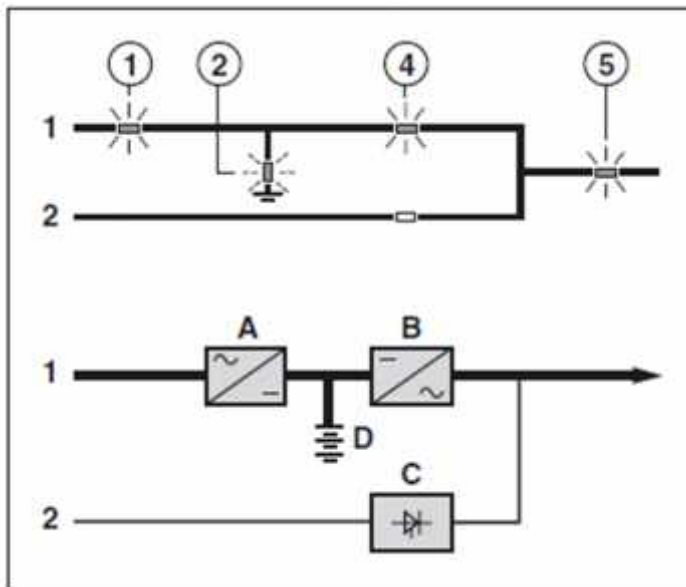


*Réseau 1 d'alimentation absent*

Lorsque la tension du réseau 1 d'alimentation disparaît ou sort de la limite admissible de – 10% en amplitude, le redresseur-chargeur (**A**) s'arrête et la batterie (**D**) fournit l'énergie nécessaire à l'onduleur (**B**) pour alimenter l'utilisation. Les voyants **2**, **4** et **5** sont allumés en vert. L'utilisateur est prévenu du fonctionnement sur batterie par un signal sonore discontinu lent et l'afficheur indique "VOTRE UTILISATION EST PROTEGEE, DECHARGE

## Chapitre 01 : Les sources d'énergie du bâtiment

BATTERIE", suivi de l'indication du temps d'autonomie restant et du pourcentage de charge utilisation. Cette information doit être reçue sous forme de contacts inverseurs libres de potentiel pour une éventuelle signalisation à distance.



*Retour du réseau 1 d'alimentation*

Une fois la tension du réseau 1 d'alimentation **(1)** rétablie, l'alimentation repasse automatiquement dans l'état de fonctionnement normal décrit précédemment (si la batterie n'a pas été déchargée). Si la batterie a été déchargée, le redresseur-chargeur **(A)** se remet en marche automatiquement, mais l'onduleur **(B)** devra être remis manuellement en marche. La batterie **(D)** s'étant déchargée pendant la coupure du réseau, le redresseur-chargeur procède à sa recharge. Pendant la recharge batterie, le voyant **2** clignote en vert. Le message "RECHARGE BATTERIE" est affiché, ainsi que la valeur du courant de recharge et la tension de la batterie.[9]

### **6.4. Fonctionnement avec groupe électrogène**

Le groupe électrogène est mis en marche automatiquement lors de la coupure du réseau, et couplé au TGBT (tableau général basse tension). Il est découplé après le retour du réseau.

La batterie **(D)** fournit l'énergie à l'onduleur **(B)** pendant les transferts :

Réseau → groupe et groupe → réseau. Les séquences de transfert : réseau → batterie, batterie → groupe, groupe → batterie et batterie → réseau sont entièrement automatiques. Elles ne nécessitent aucune intervention manuelle de l'exploitant et sont complètement transparentes pour l'utilisation. Le schéma ci-dessous nous illustre ce principe de fonctionnement :

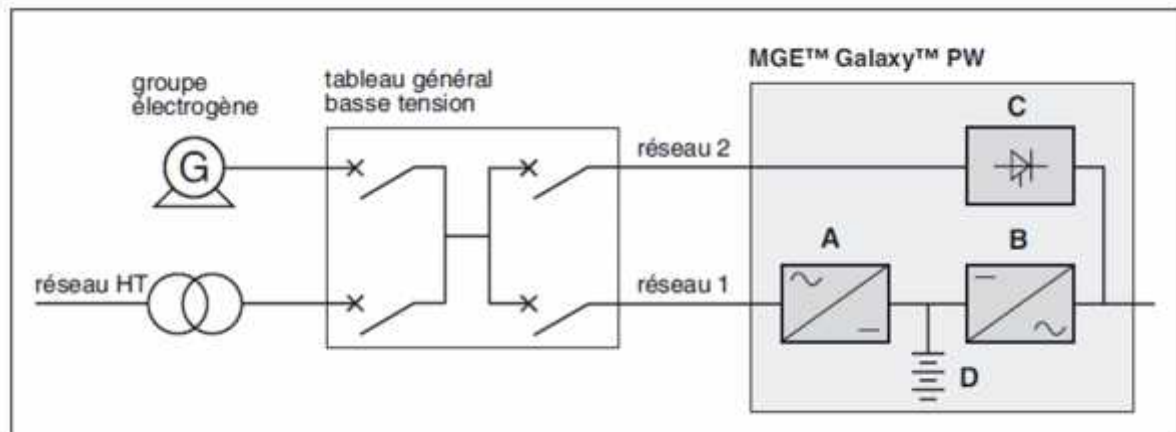


Fig1.7-Principe de fonctionnement d'onduleur avec groupe électrogène

### VII. CONCLUSION

Nos sociétés, pour la première fois peut-être dans l'histoire, vont devoir opérer une transition énergétique d'importance sous l'effet de contraintes à la fois physiques (disponibilité de ressources fossiles et changement climatique) et économiques ou techniques.

Dans ce cadre, la consommation d'énergie et donc l'efficacité énergétique sont indispensables et représentent un potentiel industriel et d'innovation important. Sur le plan environnemental, l'impact de l'énergie est une donnée centrale.

Dans le secteur résidentiel-tertiaire, le terme « énergie » est un terme non négligeable vue la multiplicité et la diversité des activités dans ce secteur, l'énergie est donc un besoin très essentiel pour le bâtiment, qui est l'objet du chapitre suivant.

# **CHAPITRE 02**

Les besoins en énergie au sein du bâtiment

### I. INTRODUCTION

L'augmentation de la consommation mondiale d'électricité, dont la production devrait progresser d'ici 2030 de 2,4% par an dans le monde, l'introduction croissante dans les réseaux des énergies renouvelables, et les changements de mode de vie avec l'apparition de la voiture électrique et des panneaux solaires, bousculent désormais la chaîne énergétique dans son ensemble.[4]

L'intégration de technologies intelligentes telles que les « *smart grids* » devient être prioritaire, car nécessaires au maintien d'une efficacité énergétique et à une évolution progressive du réseau électrique à tous les niveaux. Le développement des nouvelles technologies de l'information et de la communication (NTIC) a permis l'avènement du bâtiment intelligent, du contexte réglementaire, et des objectifs environnementaux, qui ouvre des perspectives d'innovations majeures en aval du compteur.[5]

Ainsi que l'homme veut maîtriser l'environnement par la technique, il veut plier la nature à ses désirs plutôt que de s'y adapter. Dans cette optique, la technologie représente un pouvoir et un moyen pour nous sentir maître de notre quotidien.

### II. QU'EST-CE QU'UN BATIMENT INTELLIGENT ?

Le terme du bâtiment intelligent recouvre à la fois la notion de maison communicante individuelle (*Smart home*) et de bâtiment à énergie positive (*Smart building*). Il s'agit de mettre de l'intelligence sur le réseau électrique privé des bâtiments (maison, immeuble d'habitations ou de bureaux) pour faciliter et améliorer la gestion de l'énergie et des appareils électriques sur le réseau.

Par d'autres termes on appelle bâtiment intelligent tout bâtiment qui produit, stocke, et consomme de l'énergie et qui comporte un système de gestion de l'énergie.

La notion de bâtiment intelligent a déjà été progressivement mises en œuvre sur les réseaux publics de distribution, ou *Smart grids*, les NTIC introduites sur le réseau d'électricité privé seront ainsi l'outil indispensable d'une gestion améliorée. Notons aussi que la production décentralisée d'électricité à partir d'énergies de sources renouvelables (éolien, photovoltaïque) aura un impact considérable sur la façon de gérer l'énergie dans le bâtiment.[15]

La gestion intelligente de l'énergie est un élément qui devient très important au sein des bâtiments, elle consiste à :

- Gérer intelligemment toutes les fonctions électriques de la maison, du chauffage à l'éclairage, en passant par les équipements électroménagers et les systèmes de surveillance.
- Assurer la programmation, la communication et l'intégration afin de réaliser une gestion optimisée de l'énergie.[1]

#### 2.1. Impacts économiques et environnementaux du bâtiment intelligent

Le secteur résidentiel-tertiaire est un secteur consommateur d'énergie, le bâtiment encore plus est le premier consommateur à l'échelle mondiale, cette consommation est en voie de développement, ce qui nécessite l'introduction de la notion du bâtiment intelligent, cela a permis et permettra de contrôler la hausse de consommation d'énergie dans le secteur le plus important dans ce domaine et bien évidemment aura un impact économique considérable :

- Le développement du bâtiment intelligent fait appel à de nombreux **acteurs**, du développeur de logiciels de pilotage à distance, au fabricant d'appareils électriques et appareils électroménagers, en passant par les architectes, ingénieurs, gestionnaires de réseaux, fournisseurs et professionnels du bâtiment, mais aussi les constructeurs des systèmes de production d'énergie décentralisée. D'autre part, les pouvoirs publics, incluant l'Etat, les médias ou les centres de recherche, jouent un rôle décisif dans cette évolution.
- **Tous les acteurs du système électrique sont bénéficiaires de cette évolution.** Pour les utilisateurs, l'introduction des NTIC et de la domotique dans la maison visent à leur simplifier la vie, à améliorer leur confort et à faciliter la gestion de leur consommation électrique. L'intérêt majeur du bâtiment intelligent pour les gestionnaires de réseaux de distribution réside dans la gestion plus facile des charges sur le réseau. Pour les producteurs d'électricité, le bâtiment intelligent permet de réduire les consommations au moment de la pointe, de les déplacer à d'autres moments de la journée et donc de faire des économies car la production d'énergie en période de pointe est très coûteuse.
- Le bâtiment intelligent permet aux fournisseurs d'électricité d'adapter leurs offres tarifaires et donc d'optimiser les différents abonnements proposés à chaque profil de consommation
- Pour tous les acteurs du bâtiment intelligent, l'intégration des énergies renouvelables sur le réseau électrique, la réduction de la consommation en période de pointe et la diminution de la consommation globale d'énergie sont de formidables atouts pour mieux gérer la consommation de l'énergie au sein du bâtiment et pour réduire les coûts des différentes activités du bâtiment et auront donc un impact fort sur les acteurs des mondes de l'énergie et des télécommunications.<sup>[3]</sup>

### III. BESOINS ENERGETIQUES DU BATIMENT

Comme le bâtiment est l'élément consommateur d'énergie numéro un il doit y avoir des fonctions au sein des bâtiments qui cause cette consommation très importantes, ces fonctions sont classées en deux catégories :

- Les fonctions générales qui correspondent à 80% de la consommation (chauffage, climatisation, éclairage et production d'eau chaude sanitaire) en général sont de grosses consommatrices d'énergie et habituellement rencontrées dans la plupart des bâtiments.
- **Les fonctions spécifiques ou auxiliaires** (ventilation, énergie mécanique et cuisson, froid, utilisation des équipements électroniques professionnels ou domestiques...) sont spécifiques à certains locaux et en général modérément consommatrices d'énergie, sauf cas particuliers, mais néanmoins en forte croissance.

#### 3.1. Chauffage et climatisation

Le chauffage et la climatisation sont des besoins fondamentaux pour l'homme. Tous les types de bâtiments sont équipés de systèmes de chauffage ou de refroidissement permettant de contrôler la température intérieure. Ces systèmes donnent la possibilité aux occupants d'ajuster la température et parfois le degré d'humidité en fonction de leurs besoins.

Pour maintenir la température au niveau souhaité, les déperditions thermiques du local sont compensées par la production de chaleur. Elle devra donc avoir une puissance suffisante.



Les générateurs thermiques sont de six types :

- A **combustion**, les plus utilisés ;
- A **résistance électrique**, particulièrement faciles à mettre en œuvre, mais utilisant une énergie chère ;
- **Thermodynamique** : pompe à chaleur ou groupe frigorifique selon le cas, dont le coût est élevé, mais qui est le seul générateur réversible (chaud et froid) et qui a un coefficient de performance supérieur à l'unité ;
- **Par échange : sous-station**, c'est-à-dire un échangeur de chaleur avec un réseau primaire ; il joue le rôle de générateur pour la production d'un bâtiment ;
- **Par rayonnement**, du type capteur solaire ;
- **Par échange : récupérateurs de chaleur**, utilisant une énergie utile perdue.

Dans un bâtiment, on distingue deux types de locaux différents :

- Les locaux *climatisés* sont les pièces et couloirs, dans lesquels, la température doit être maintenue à un niveau défini par une ou plusieurs consignes.
- Les locaux *non-climatisés* sont les pièces et couloirs dans lesquels la température n'est pas contrôlée ou qui ne sont pas équipés de générateurs thermiques.

### 3.2. Ventilation

La ventilation est l'un des besoins les plus vitales pour le bâtiment. Elle a pour objet d'assurer une qualité et une quantité d'air hygiénique suffisantes aux occupants des bâtiments. Elle consiste à fournir un apport d'air neuf pour la respiration, à éliminer les pollutions intérieures liées à la présence humaine, et à éviter l'humidité excessive par une aération maîtrisée.

Le principe de fonctionnement de la fonction ventilation se base sur le renouvellement d'un certain volume d'air intérieur d'une façon périodique par remplacement par de l'air neuf. Cette opération qui apparaît simple s'avère être très utile car elle permet d'évacuer la quantité de chaleur non nécessaire présente dans le bâtiment.

Les besoins de ventilation sont très variés, et cela suivant le type de l'immeuble, mais c'est ces besoins qui déterminent le dimensionnement et l'installation du système. Mais quel que soit l'ampleur de ces besoins, tous les systèmes de ventilation utilisent l'énergie électrique dans leurs fonctionnements.

### 3.3. Eclairage

Tout comme le confort thermique, le confort visuel est aussi un élément très influant pour assurer d'excellentes conditions de vie ou de travail. Il est réalisé à partir de l'éclairage qui est l'ensemble des moyens qui permettent à l'homme de maintenir les conditions de luminosité dans ses environnements pour éviter la fatigue oculaire.

Les deux éléments caractérisant le service d'éclairage sont l'ambiance lumineuse et l'indice de rendu des couleurs :

- **L'ambiance lumineuse** dépend de la température des couleurs exprimée en kelvin et le niveau d'éclairement, tandis que l'indice de couleur désigne l'effet d'une source de

## Chapitre 02 : Les besoins en énergie au sein du bâtiment

lumière sur l'aspect coloré des objets qu'elle éclaire, ou en d'autres termes, c'est l'aptitude de la lumière à restituer les couleurs.

- Selon la Commission Internationale de l'éclairage : l'IRC ou "**Indice de Rendu des Couleurs**" possèdent des degrés différents suivant la nécessité du site en question. Entre 80 et 85, le rendu des couleurs satisfait à des usages quotidiens dans le logement. Des valeurs supérieures à 85 désignent certains locaux de travail comme les bureaux et les salles d'enseignement. Les lampes à mettre en place doivent avoir un indice de rendu des couleurs supérieur à 95 pour assurer un bon choix de l'éclairage.

**L'efficacité des lampes :** pour un meilleur pilotage du critère du coût du bâtiment, un bon choix des lampes avec une haute efficacité énergétique ; peut aider à réduire le nombre des luminaires utilisés et donc mieux gérer la consommation globale de l'éclairage. Il en résultera ainsi une réduction de l'impact environnemental ainsi qu'une réduction du coût d'installation.

De plus, le consommateur peut bénéficier d'avantage pour réduire son bilan financier global tout en coordonnant tous les paramètres comme la périodicité de la maintenance (entretien, test et remplacement des lampes) et le prix unitaire des lampes choisies.

### **3.4. La production d'eau chaude**

Afin de coordonner confort et cout, dans le bâtiment, la production d'eau chaude peut être une sous-production du chauffage.

Et pour une mesure cohérente du besoin en eau chaude sanitaire, on doit tenir compte du type de bâtiment, du nombre d'occupants et des habitudes de l'utilisateur.

Ce besoin est calculé à l'aide de ces trois facteurs clés:

- Le besoin en eau, exprimé soit en litres par heure ou par jour, soit en mètres cubes par an ; l'eau froide consommée est à une température variant de 8 à 15° C, avec une moyenne de 12° C.
- La température au robinet dont le niveau dépend de l'usage :  
40° C pour lavabo, bidet, baignoire, douche, 60° C pour grand évier, plonge, buanderie (manuelle), 70°C pour machines à laver (vaisselle, linge).
- La fréquence de puisage, avec l'importance de chacun de ces puisages.

Donc en assurant les différentes demandes de l'utilisateur en eau chaude, les sources d'énergie les plus utilisées sont de deux types principaux :

- Production instantanée par combustion (gaz, fioul domestique), la régulation de la température de l'eau chaude est contrôlée par le débit de gaz. Cependant, cette régulation s'adapte mal aux variations de débit d'eau. La température de l'eau chaude obtenue est assez variable.
- Production à accumulation thermique, il s'agit d'un thermostat qui commande le fonctionnement du générateur. La production d'eau chaude peut être programmée en fonction du tarif de l'énergie électrique. En pratique, le ballon d'accumulation fonctionne la nuit pour profiter des heures creuses.

### 3.5. Fonctions électrodomestiques et professionnelles

#### 3.5.1. Micro-informatique

On sait tous que l'avancée technologique prends place dans ce monde de façon très rapide et la micro-informatique est le reflet direct de cette avancée, donc l'évolution de la technologie entraine l'accroissement du nombre des appareils informatiques au sein du bâtiment et ainsi l'augmentation de la consommation d'énergie.

La micro-informatique joue donc un rôle très considérable dans la consommation de l'énergie qui est répartie principalement pour l'alimentation électrique des appareils informatiques et pour pallier l'accroissement de la climatisation dans les locaux contenant que du matériel informatiques (les serveurs, les branchements etc.), car l'augmentation de l'apport thermique causé par le matériel informatique est une source d'inconfort pour les utilisateurs. En effet, si les apports thermiques ne sont pas attaqués par la climatisation, les dégagements internes du système informatique vont entrainer une augmentation de la température ambiante nécessaire pour l'utilisateur et ça sera une atteinte au confort général.

Vue l'importance du système informatique donc il est alimenté par un courant ondulé issue par les onduleurs dans le but de maintenir le fonctionnement du système en cas de coupure du réseau électrique.

Le tableau ci-dessous nous montre la puissance moyenne de quelques appareils informatiques lors du démarrage et en mode marche et en mode veille, tout en sachant que ces appareils ont le pouvoir de commutation entre les deux modes en cas de non-utilisation et cela pour économiser la consommation électrique.

Matériel informatique	Puissance au pic de démarrage (w)	Puissance en mode marche (w)	Puissance en mode veille (w)
Unité centrale	390	56	56
Ecran	210	60	60
Imprimante laser	874	665	24
Imprimante matricielle	215	54	26

Tableau 2.1-Valeurs moyennes de la puissance mesurée pour différents appareils informatiques

#### 3.5.2. Cuisson

La cuisson des aliments est l'opération qui transforme l'état physique et chimique d'un aliment par l'utilisation de la chaleur produite par le feu ou bien les radiations. Elle consomme de l'énergie à partir de sources combustibles (gaz, bois.) ou bien par des sources d'énergie électrique.

La cuisson joue un rôle très important dans la consommation d'énergie au sein du bâtiment, elle est estimée de l'ordre de 1 kWh par repas préparé ; cependant, des écarts très importants (de 0,5 à 2,5 kWh) sont constatés par rapport à cet ordre de grandeur.

### 3.5.3. Production du froid

La consommation d'énergie lors de la production du froid est la puissance fournie aux appareils de production de froid : le réfrigérateur et le congélateur. Ces appareils sont utilisés dans les bâtiments d'habitations ou bien les bâtiments commerciaux, surtout dans les bâtiments où l'élément économique principal de l'entreprise est le froid.

Il faut noter aussi que cette partie nécessite une consommation importante que ce soit pour l'alimentation des appareils de production de froid ou bien pour la climatisation de ces derniers, qui dégagent en effet une quantité de chaleur nuisible au confort.

**Note :** notre bâtiment comporte des distributeurs de boissons et d'aliments qui sont installés un peu partout dans le bâtiment et qui vont prendre une partie de la puissance pour leur alimentation et mise en marche.<sup>[1]</sup>

## IV. PRESENTATION DU BATIMENT CONCERNE PAR NOTRE ETUDE

Le bâtiment qui a été le centre de notre étude est le centre des affaires *Algeria Business Center*, qui est situé aux *pins maritimes près de l'Hôtel Hilton*. Ce bâtiment est sous forme d'une tour à 15 étages qui loue des bureaux à des entreprises.

Le bâtiment comporte un rez de chaussé, deux sous-sols, une terrasse et 15 étages.

Le rez de chaussé contient en plus de la réception, un bureau de la banque *HSBC*, et des salles de conférences qui sont loués aux entreprises pour les conférences ou bien les événements.

Les deux sous-sols sont destinés à la maintenance de tout le bâtiment, ils contiennent les bureaux des ingénieurs et des techniciens, la salle de contrôle, la salle des tableaux générales basse tension (*TGBT*), la salle de l'onduleur, la salle des groupes électrogènes, la salle du générateur d'air froid, la salle des télécommunications (téléphone interne et internet) ainsi que le magasin.

La terrasse comporte deux éléments qui font partie de la maintenance :

- La tour *AERO* qui a pour rôle d'évacuer l'air usé du bâtiment vers l'extérieur.
- La salle de maintenance des ascenseurs qui contient les moteurs des ascenseurs et du monte-charge, ainsi qu'une équipe de techniciens qui se charge de la maintenance instantanée et continue des ascenseurs.

Le bâtiment s'alimente en énergie par une ligne de réseau *SONELGAZ* et deux groupes électrogènes. Il dispose aussi de deux cellules d'onduleurs pour pallier le temps de saut entre le réseau *SONELGAZ* et les groupes électrogènes. Ces onduleurs sont équipés d'un système de stockage d'énergie qui comporte 72 batteries de capacité de stockage de 150 Ah chacune. La ligne du réseau électrique est exploitable par le biais de quatre transformateurs qui alimente les tableaux généraux de basse tension *TGBT*.

Le bâtiment est équipé de quatre ascenseurs et un monte-charge pour les employés du centre, un système de ventilation par renouvellement d'air par air neuf, un système de climatisation, un système d'évacuation de la fumée en cas d'incendie, un système de protection incendie par déclenchement de *sprinkler*, un système de contrôle d'accès et un système de vidéo surveillance.





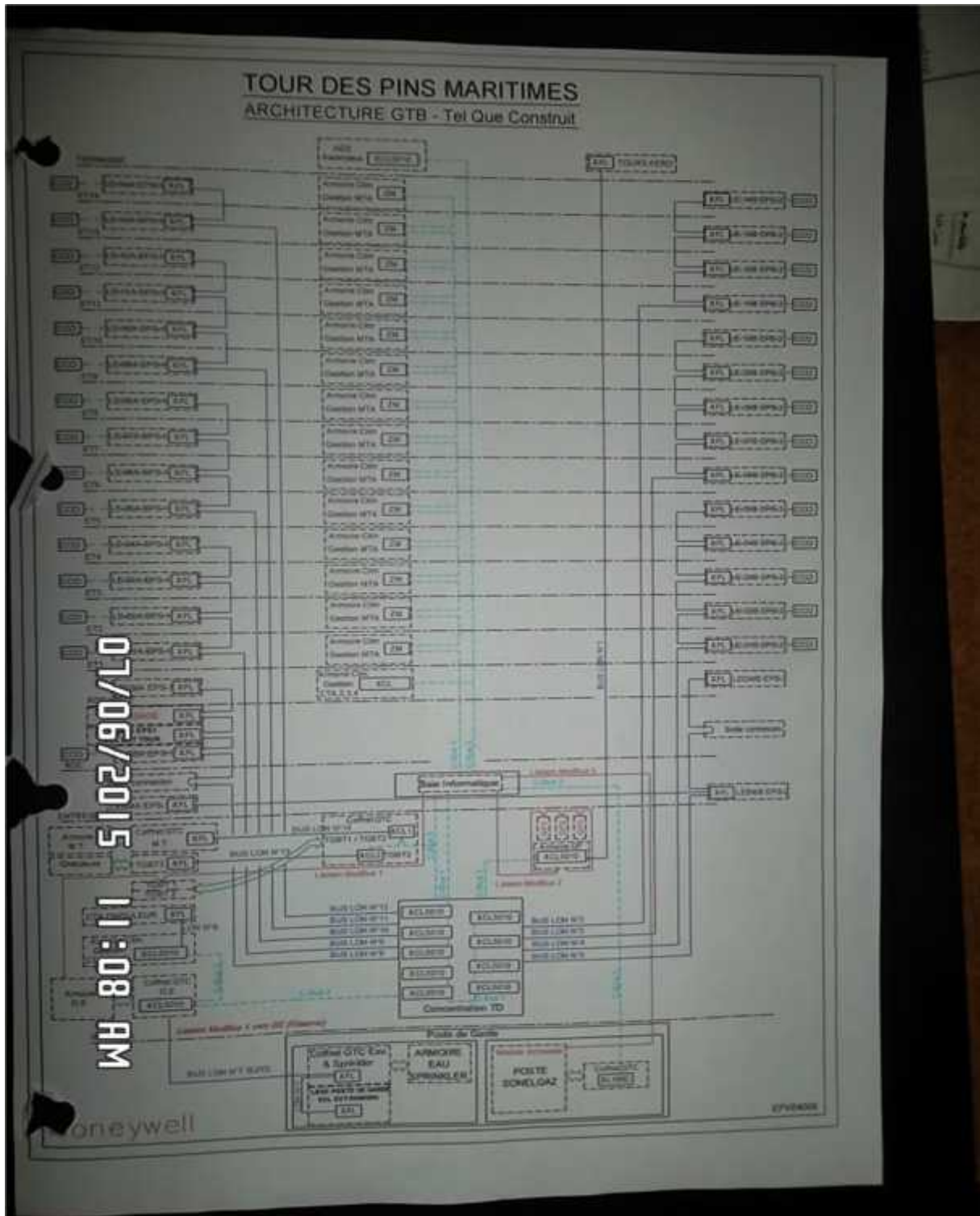


Fig 2.2- Architecture du système GTB –HONEYWELL

**4.3. Schéma unifilaire du TGBT**

C'est un schéma électrique qui explique l'architecture électrique du tableau général basse tension TGBT depuis l'arrivée des deux transformateurs jusqu'à la distribution vers tout le bâtiment (alimentation, salle téléphoniques, éclairage etc.).

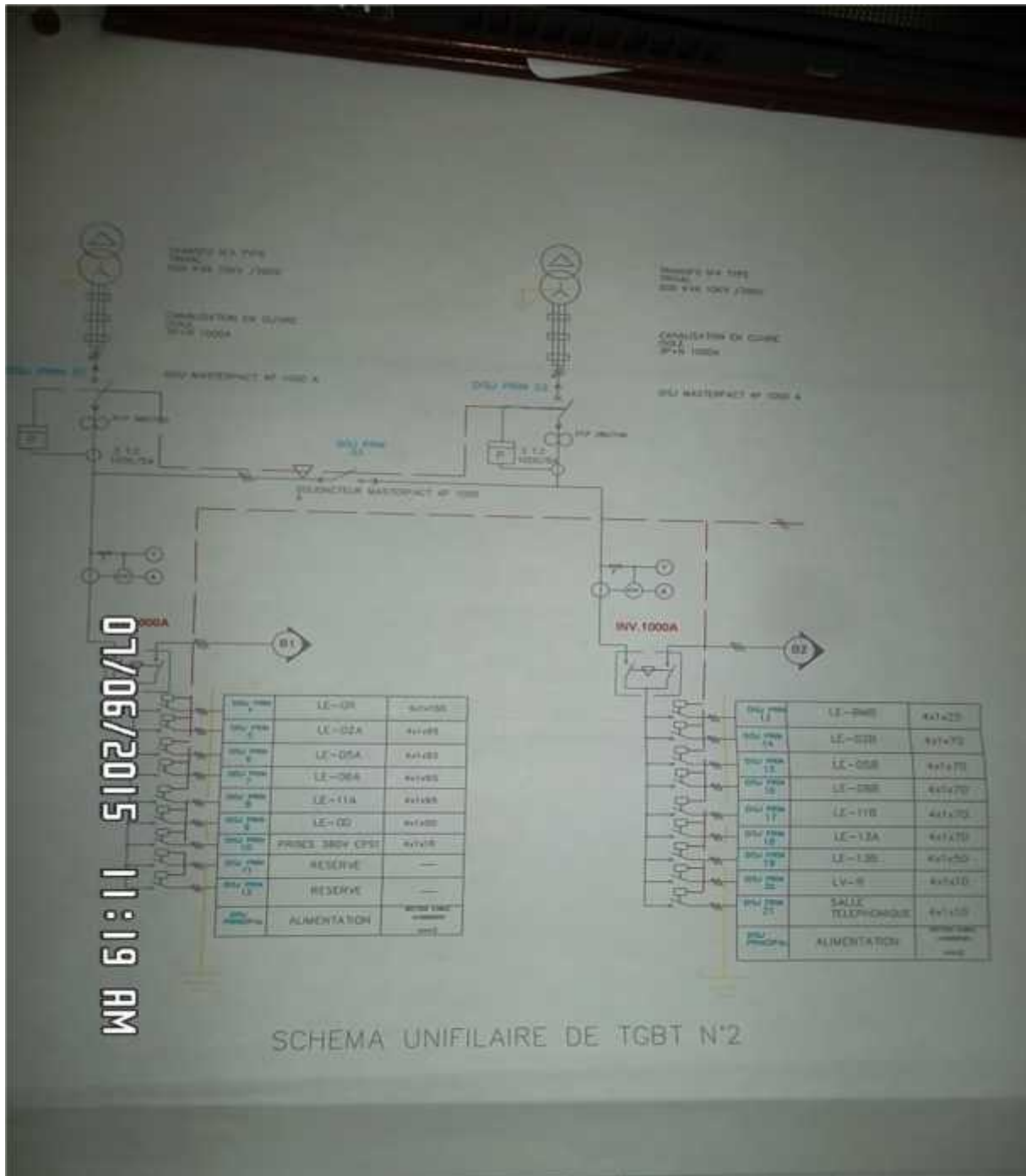


Fig 2.3- Schéma unifilaire de TGBT n°2

#### 4.4. Schéma électrique des groupes électrogènes

C'est un schéma électrique de l'architecture et le raccordement des deux groupes électrogènes vers les différentes consommations d'énergie électrique.



Fig 2.4- Plans électriques de raccordement des groupes électrogènes



**4.5. Schéma électrique du courant ondulé**

Cette illustration nous expose l'architecture du courant ondulé dans tout le bâtiment et nous montre la distribution du courant ondulé depuis le tableau général du courant ondulé TGCO vers tous les coins du bâtiment.

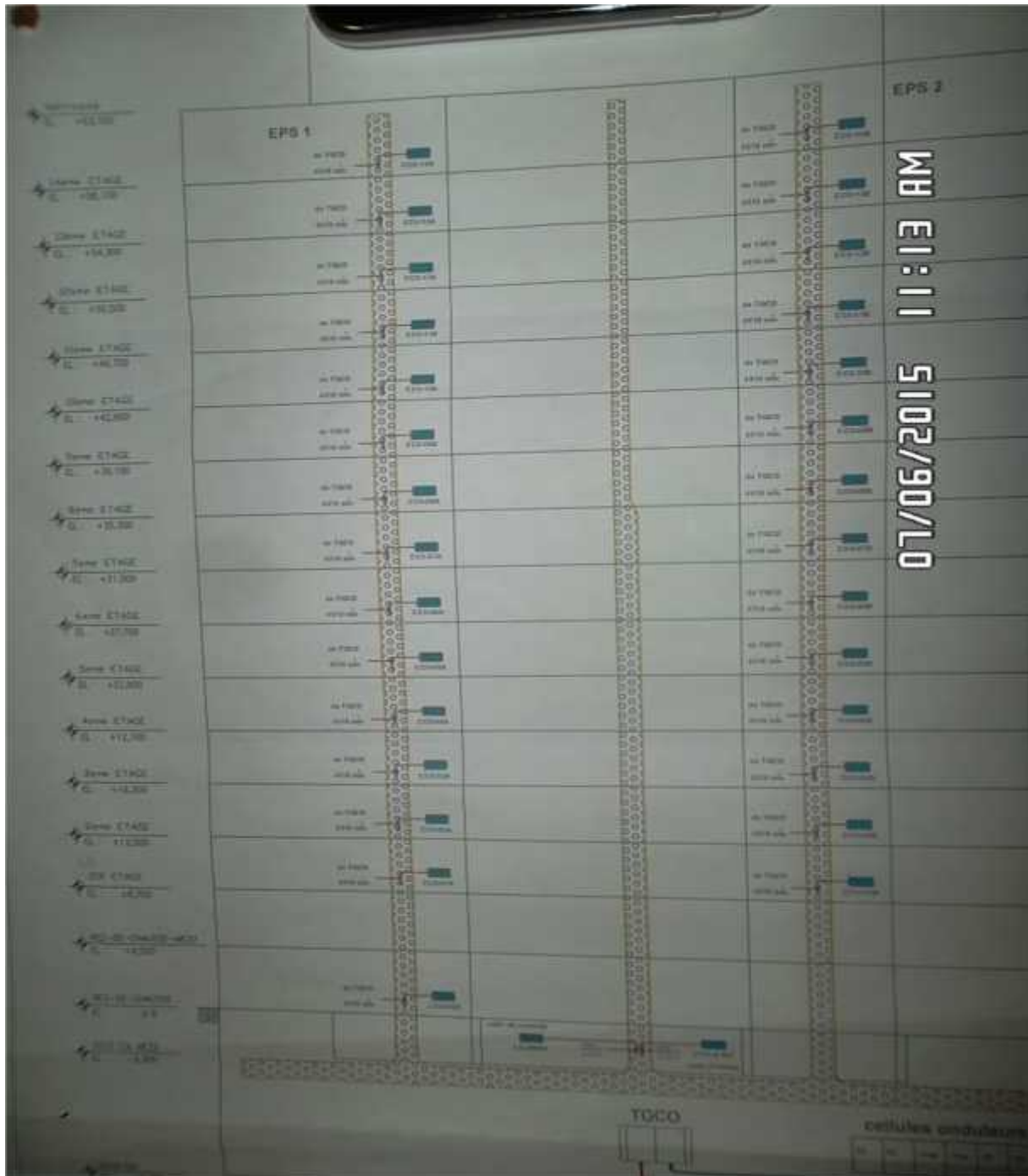


Fig 2.5- Plans de distribution électrique du courant ondulée dans le bâtiment

**4.6. Architecture de la gestion technique de la climatisation**

C'est un diagramme explicatif qui concerne l'architecture de la gestion technique de la climatisation GTC depuis la maintenance technique vers les différentes salles du bâtiment jusqu'à la tour AERO qui se trouve à la terrasse.

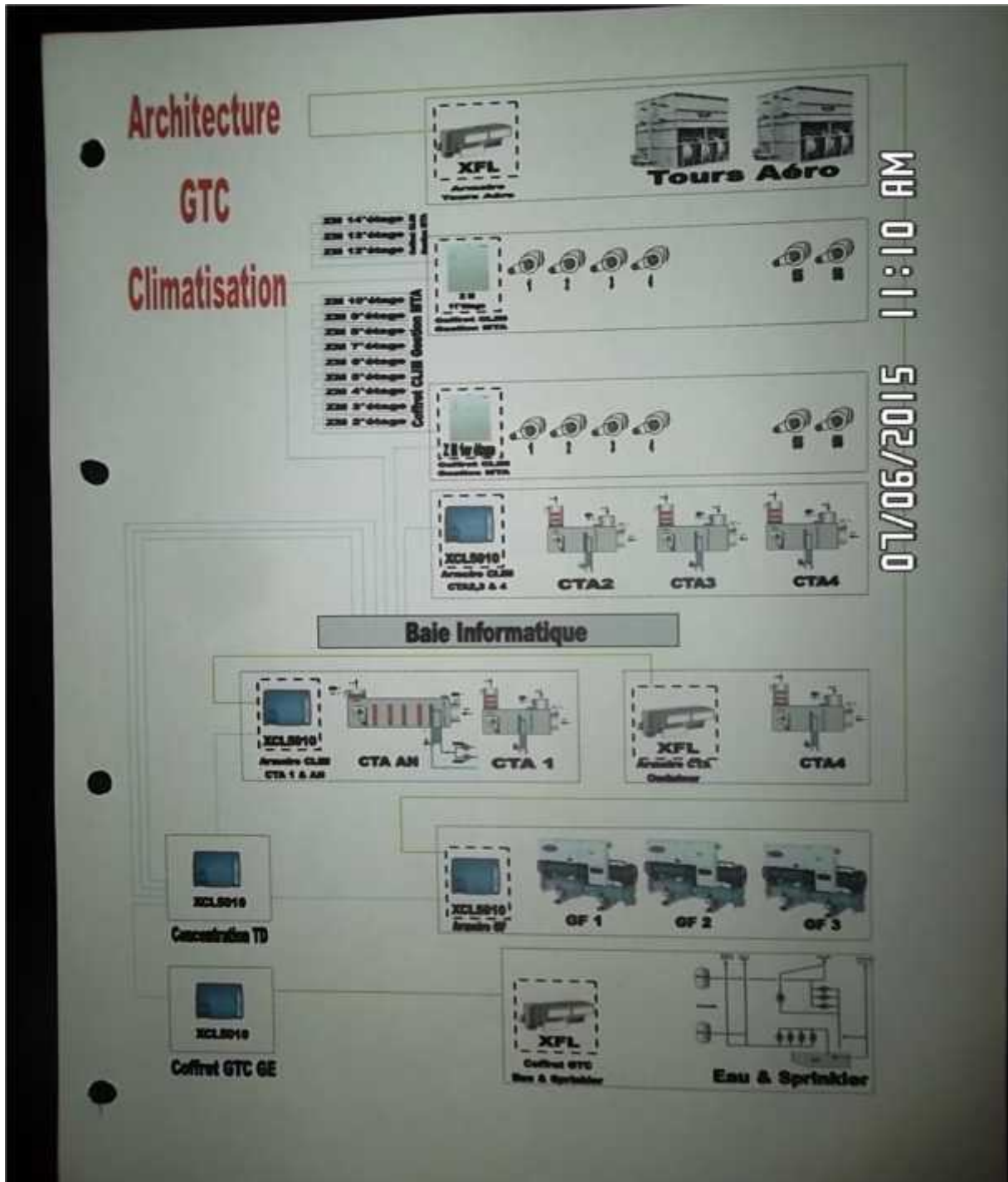


Fig 2.6- Architecture GTC du bâtiment

## **V. CONCLUSION**

Ce chapitre décrit le problème d'affectation des ressources énergétiques aux différents services du bâtiment, et leur impact sur la consommation globale et sur le confort de l'habitant.

Nous avons aussi exposé les solutions existantes pour la gestion de l'énergie dans le bâtiment, il détaille le fonctionnement de la couche commande et supervision du réseau électrique ainsi que les schémas de distributions de l'énergie au sein du bâtiment.

Vu les besoins en énergie du bâtiment, et le confort souhaité, on voit qu'il est temps de formuler précisément le problème de gestion de l'énergie dans nos bâtiments.

# **CHAPITRE 03**

La stratégie de gestion adoptée

### **I. INTRODUCTION**

Partout dans le monde, les sources d'énergie primaire ou finale sont appelées à se diversifier à différents niveaux complexifiant ainsi grandement les problèmes liés à la distribution. À cela s'ajoute la libéralisation des secteurs de l'énergie qui permettra à tout consommateur de choisir son fournisseur d'énergie.

Nous proposons donc un système de gestion de l'énergie pour le bâtiment qui est capable de trouver dynamiquement une politique de consommation d'énergie tout en prenant en compte les services fournies à l'habitant, les contraintes diverses des équipements et la disponibilité des différentes sources d'énergie.

Ce mécanisme anticipatif a pour objet de faire un plan d'affectation des ressources d'énergie en fonction des prévisions de consommations des équipements et en fonction de la disponibilité des sources afin d'optimiser l'énergie et d'éviter l'interruption totale des services.

### **II. SYSTEME D'ALIMENTATION RENOUVELABLE**

Le système d'alimentation renouvelable est un système qui fournit de l'énergie électrique de nature renouvelable (éolienne et solaire), il possède un système photovoltaïque pour la conversion de l'énergie solaire en énergie électrique et un système d'éoliennes qui transforme l'énergie éolienne en énergie électrique. La capacité de ce système dépend du nombre et de capacité du panneau solaires et d'éoliennes utilisés.

#### **2.1. Composition du système**

- 1- Source renouvelable : un système photovoltaïque et un système d'éoliennes destinés à produire de l'énergie électrique. La sortie du système est une tension continue.
- 2- Un système de batteries : c'est un enchainement série de plusieurs sous-systèmes batterie (une batterie de 48V, 2 batteries de 24V en parallèles ou 4 batteries de 12V en parallèles) qui donne en sortie une tension de 48V. Ce système assure une réserve d'énergie destinée à alimenter l'onduleur en cas de baisse de tension ou de disparition de la source renouvelable.
- 3- Un onduleur : sert à convertir la tension continue issue par la source renouvelable ou par la batterie en tension alternative sinusoïdale monophasée destinée à alimenter l'utilisateur.
- 4- Une source de secours : le réseau électrique qui assure l'alimentation de l'utilisateur dans le cas d'absence d'énergie renouvelable.

## Chapitre 03 : La stratégie de gestion adoptée

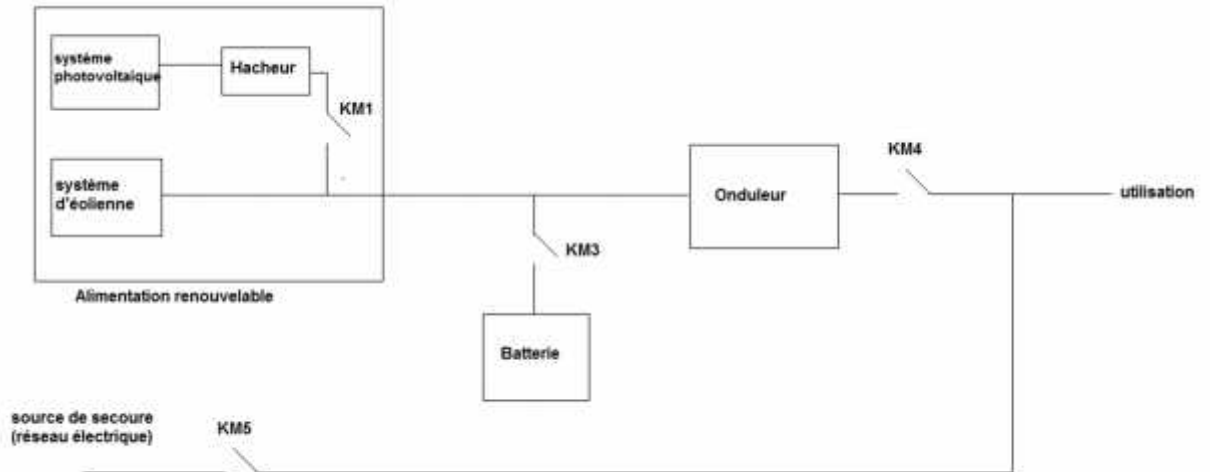


Fig3.1- schéma de composition du système de gestion d'énergie

### 2.2. Fonctionnement (cahier des charges)

1- L'alimentation énergies renouvelables est présente :

- L'énergie demandée pour l'utilisation est fournie par les sources renouvelables.
- Voyant V1 est allumé.
- Les interrupteurs KM2 et KM4 sont fermés.
- L'interrupteur KM5 est ouvert.
- Si la batterie est chargée donc l'interrupteur KM3 est ouvert et le voyant KM3 est allumé.
- Si la batterie n'est pas chargée l'interrupteur KM3 est fermé pour la charge de la batterie et le voyant V2 est allumé.
- Dans le cas d'absence d'énergie solaire ou éolienne:
  - Si la batterie n'est pas déchargée l'interrupteur KM3 est fermé et le voyant V4 est allumé et l'énergie demandée pour l'utilisation est fournie par l'énergie renouvelable et la batterie.
  - Si la batterie est déchargée les interrupteurs KM3 et KM5 sont fermés et l'interrupteur KM4 est ouvert. L'énergie éolienne va charger la batterie et le réseau de secours fournit l'énergie nécessaire pour l'utilisation. Une fois la batterie est chargée l'interrupteur KM4 se ferme et l'interrupteur KM5 s'ouvre.

2- L'alimentation énergies renouvelables est absente :

2-1- Si la batterie n'est pas déchargée :

- L'énergie demandée pour l'utilisation est fournie par la batterie.
- Le voyant V4 est allumé.

2-2- Si la batterie est déchargée :

- Le réseau de secours est présent :
  - L'énergie demandée pour l'utilisation est fournie par le réseau de secours.
  - Le voyant V5 est allumé.

## Chapitre 03 : La stratégie de gestion adoptée

- L'interrupteur KM5 est fermé.
- L'interrupteur KM4 est ouvert.
  - Le réseau de secoure est absent :  
L'utilisateur n'est pas alimenté, le voyant V6 est alimenté.

### III. LES INTERFACES D'ENTREES/SORTIES

#### 3.1. Les entrées

##### 3.1.1. Capteur solaire



Fig3.2- Capteur solaire Eppley model 8-48

Il s'agit d'un pyranomètre Eppley model 8-48 qui est considéré comme un instrument de hautes performances («'first class'» suivant ISO 9060). Il mesure l'irradiance, c'est-à-dire la puissance du flux d'énergie solaire atteignant le sol par unité de surface (qui s'exprime en  $W/m^2$ ). Il est sensible à une large gamme de longueurs d'onde, allant de l'infrarouge à l'ultraviolet (entre 280 et 2800 nm). Comme il fournit une mesure directe du flux d'énergie solaire atteignant les capteurs solaires thermiques et photovoltaïques, il constitue l'instrument le plus approprié pour mesurer le rendement de ces capteurs.

Sensibilité	8 $\mu V/Wm^{-2}$
Temps de réponse	< 60 $m^{-2}$
résistance	350 $\Omega$
incertitude	< 2%

Table 3.1- tableau de spécifications techniques du capteur solaire Eppley model 8-48

### 3.1.2. Capteur de vitesse de vent



Fig 3.3- Capteur de vitesse du vent INT 10 KRIWAN

Il s'agit d'un anémomètre INT 10 KRIWAN qui mesure la vitesse du vent et la convertit en un signal de sortie linéaire. Le capteur est conçu pour résister aux tempêtes et intempéries. Grâce au système de chauffage autorégulé il est capable de résister à des températures de  $-40^{\circ}\text{C}$ .

L'évaluation s'effectue séparément par l'intermédiaire d'un appareil de mesure, d'un instrument d'affichage ou dans la technique de réglage et de surveillance reliée, comme dans le cas de la gestion technique du bâtiment. Des modèles variés peuvent être utilisés universellement ou dans des applications déjà existantes.

Principe de mesure	Système capteur magnétique et sans contact.
Plage de mesure	0-50m/s
Précision	-5m/s (VL<50m/s)
Température ambiante admissible	-40.... +70°C
Alimentation	DC 24V -25..... +50%, max. 10Ma
Sortie du signal	DC 4-20mA

Table 3.2- Tableau de spécifications techniques du capteur de vitesse KRIWAN



Fig 3.4- Schéma de Câblage de l'anémomètre



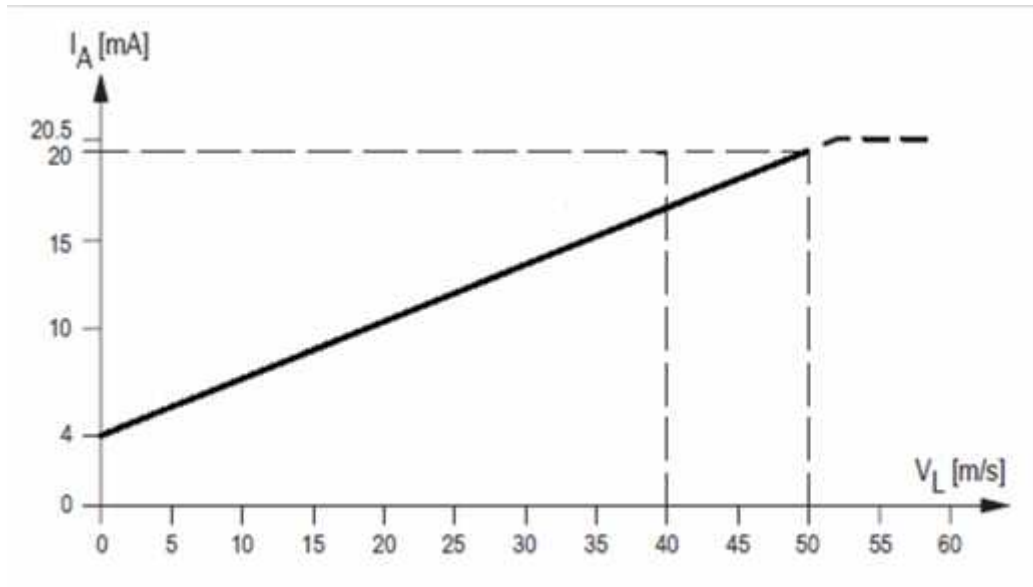


Fig3.5- Courbe de mesure de courant de sortie

### 3.2. Mesure tension de batterie et du réseau

#### 3.2.1. Diviseur de tension

Le **diviseur de tension** est un montage électronique simple qui permet de diviser une tension d'entrée. Un circuit constitué de deux résistances en série est un montage élémentaire qui peut réaliser cette opération. Il est couramment utilisé pour créer une tension de référence ou comme un atténuateur de signal à basse fréquence.

Son équation est décrite comme suit :  $U_2 = \frac{R_2}{R_1+R_2} U$  et son circuit est représenté ci-dessous:

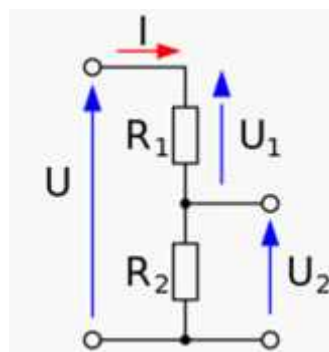


Fig 3.6- Circuit de diviseur de tension

Il faut bien choisir les résistances R1 et R2 pour avoir la tension de sortie désirée.

#### 3.2.2. Redresseur

Un redresseur, également appelé convertisseur alternatif/continu, est un convertisseur destiné à alimenter une charge qui nécessite de l'être par une tension ou un courant

## Chapitre 03 : La stratégie de gestion adoptée

continu à partir d'une source alternative. L'alimentation est, la plupart du temps, un générateur de tension.

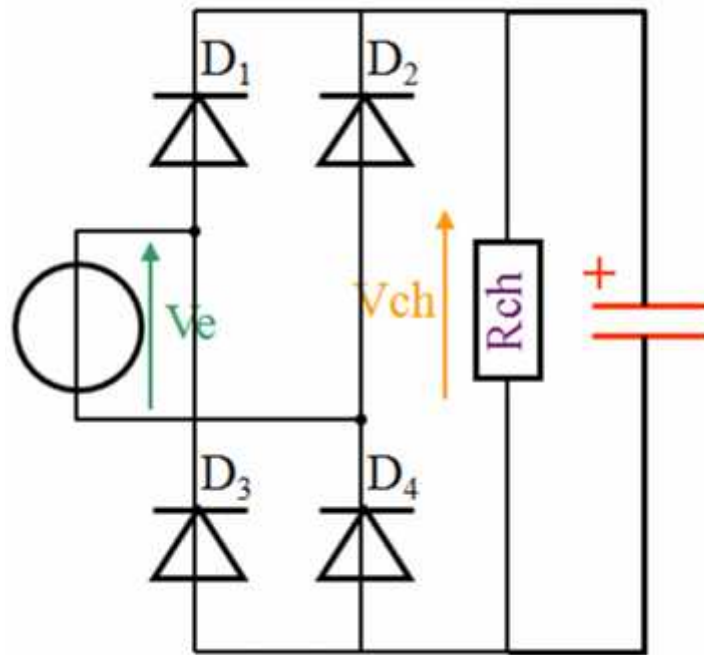


Fig 3.7- circuit du pont de redressement double alternance capacitif.

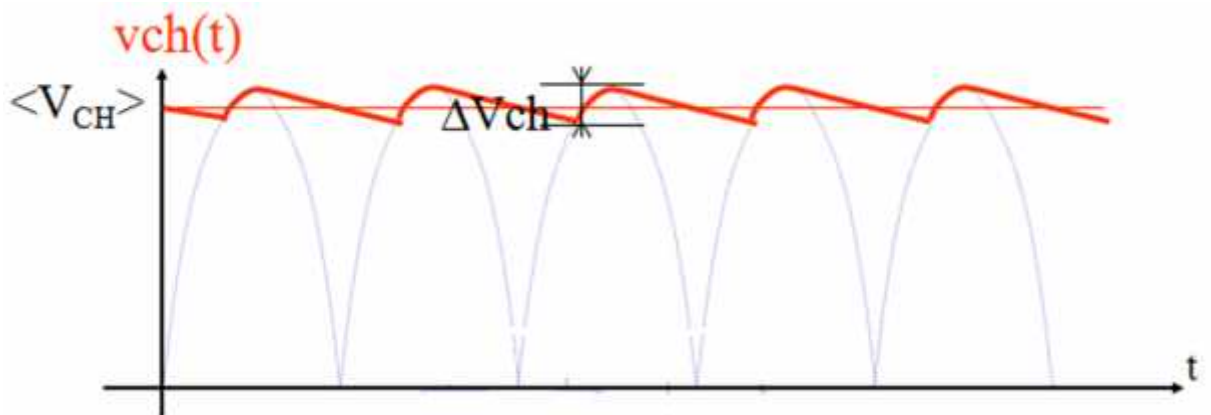


Fig 3.8- schéma de la tension de sortie du redresseur.

### 3.2.3. Mesure de tension de la batterie

La batterie est de tension de 48V et la tension admissible par l'automate est de 35V donc pour cette entrée on utilise un diviseur de tension qui divise la tension de la batterie en 2.

Il suffit donc de prendre  $R_1=R_2$  pour le diviseur de tension.

### 3.2.4. Mesure de tension du réseau électrique

## Chapitre 03 : La stratégie de gestion adoptée

Le réseau électrique est alternatif (220V 50Hz) donc d'abord on utilise un redresseur pour convertir la tension alternative en tension continue puis un diviseur de tension pour diminuer la tension de l'entrée de l'automate.

### 3.3. Les sorties

#### 3.3.1. Contacteur



Fig3.9- schéma de contacteur

Le contacteur est un appareil mécanique de connexion qui n'est pas commandé manuellement. Il permet d'établir ou d'interrompre l'alimentation d'un circuit de puissance électrique.

Constitué d'un circuit de puissance et de commande, la position normale au repos de ses circuits principaux est ouverte.

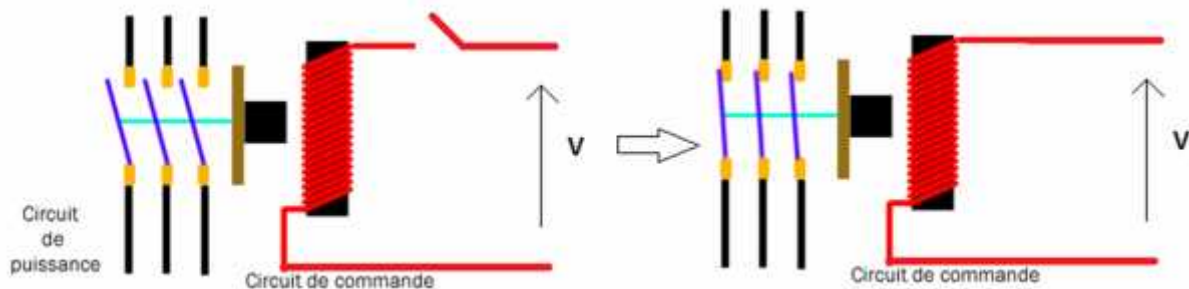


Fig 3.10- Circuit de puissance et de commande du contacteur.

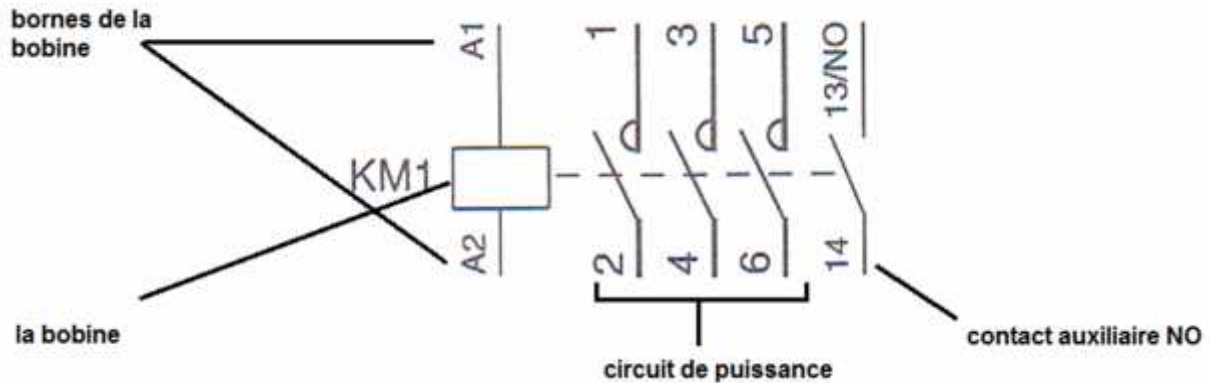


Fig 3.11- Symbole du contacteur.

### IV. L'AUTOMATE

Un automate programmable industriel ou API, est un dispositif électronique programmable destiné à la commande de processus industriels par un traitement séquentiel.

Il envoie des ordres vers les *pré actionneurs* (partie opérative) à partir des données d'entrées ou capteurs (partie commande), de consignes et d'un programme informatique.

Ayant des entrées et des sorties physiques, l'automate est un type particulier d'ordinateur, robuste et réactif, utilisé pour automatiser des processus comme la commande des machines sur une ligne de montage dans une usine, ou le pilotage de systèmes de manutention automatique.[21]



Fig 3.12- Automate Siemens avec tous ses constituants

L'automate est constitué des 3 principaux éléments suivants :

- La CPU : c'est l'unité de calcul ou processeur de l'automate.
- Le module d'alimentation : responsable de l'alimentation de tous les constituants de l'automate.
- Les modules d'entrées/sorties : c'est l'élément où on branche les entrées (capteurs, boutons poussoirs etc.) et les sorties (actionneurs, voyants, vannes etc.)

En se basant sur le cahier de charges et le nombre et la nature des entrées et des sorties et la nature des interfaces d'entrées, on a fait le choix de l'automate programmable Siemens S7-300 contenant les éléments suivants :

## Chapitre 03 : La stratégie de gestion adoptée

### 4.1. La CPU

Comme on a dit avant, la CPU est le processeur de l'automate, c'est elle la responsable du traitement des informations dans l'automate.

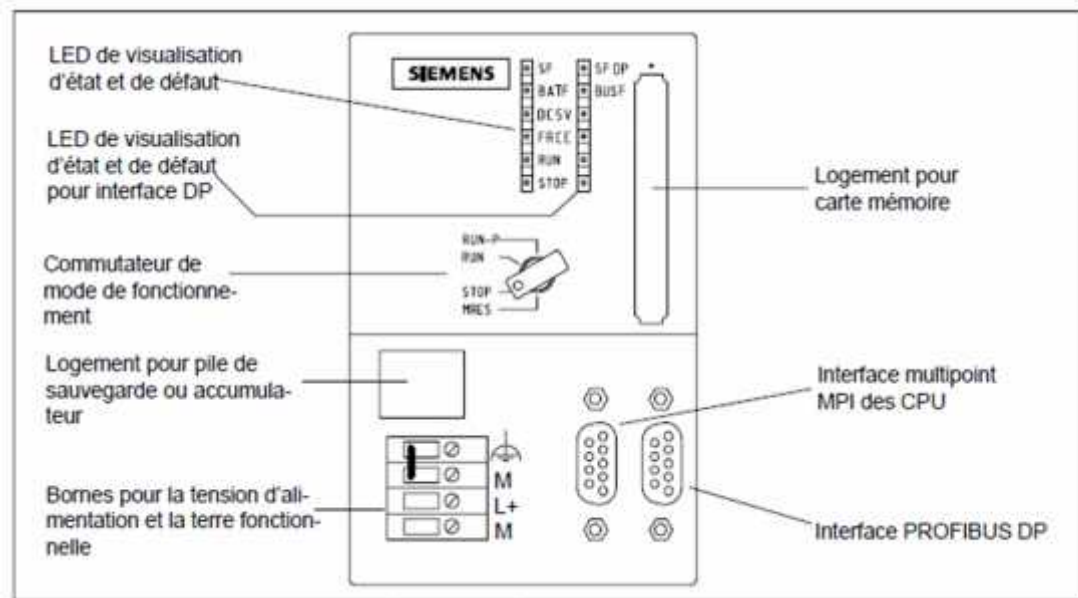


Fig 3.13- Organes de commande et de visualisation des CPU

Comme on voit sur la figure, la CPU dispose de plusieurs organes de commande et de visualisation d'une CPU.



Fig3.14- CPU 315-2 DP

La CPU choisie pour notre système est la **CPU 315-2 DP**.<sup>[12]</sup>

### 4.2. Le module d'alimentation

Le module d'alimentation choisi pour notre automate est le module **PS 307 ; 10 A** ; avec N° de référence : **6ES7307-1KA02-0AA0**. Il possède les propriétés suivantes :

- Courant de sortie 10 A.
- Tension nominale de sortie 24 V cc, stabilisée, tenue aux courts-circuits et à la marche à vide.
- Raccordement à un réseau alternatif monophasé.
- Tension nominale d'entrée 120/230 V ca, 50/60 Hz).
- Peut servir de tension d'alimentation des capteurs et actionneurs.[10]



Fig 3.15-Module d'alimentation PS 307 ; 10 A

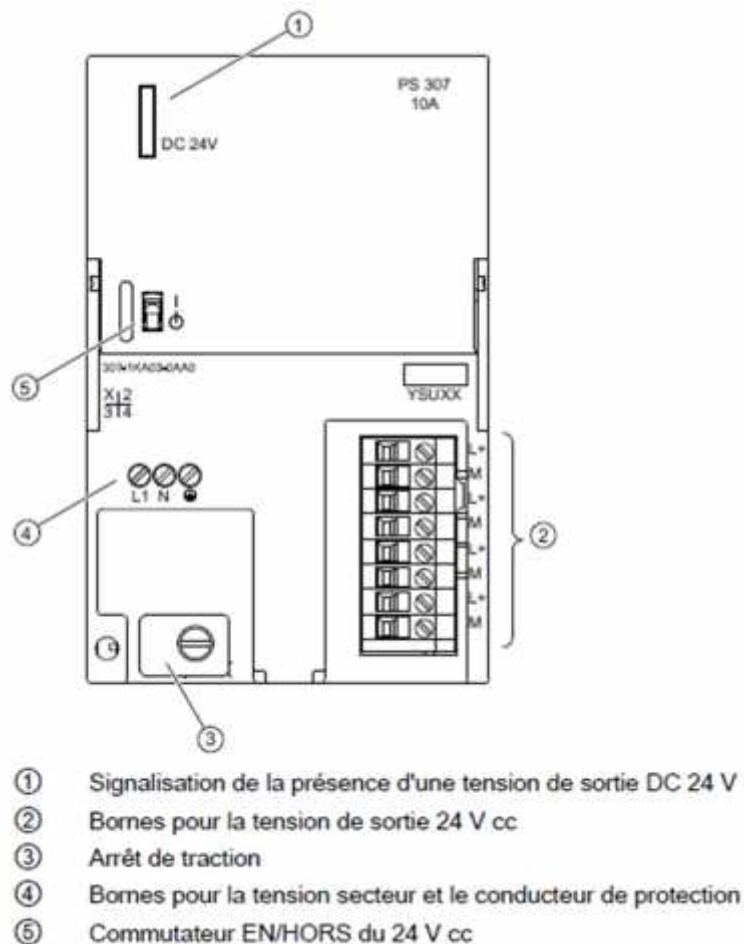


Fig3.16- Schéma de branchement des PS 307, 10 A.

### 4.3. Les modules d'entrées/sorties

Les modules d'entrées/sorties sont des modules contenant tous les entrées et sorties du système quel que soit leurs type : analogique ou bien tout ou rien TOR

#### 4.3.1. Module d'entrées/sorties TOR SM 323

Avec le N° de référence 6ES7323-1BL00-0AA0, notre module d'entrées/sorties TOR se caractérise par 16 entrées séparées galvaniquement par groupes de 16 sorties, une tension d'entrée nominale  $24V_{CC}$  et une tension d'alimentation nominale  $24V_{CC-[10]}$



Fig 3.17- Module d'entrées/sorties TOR

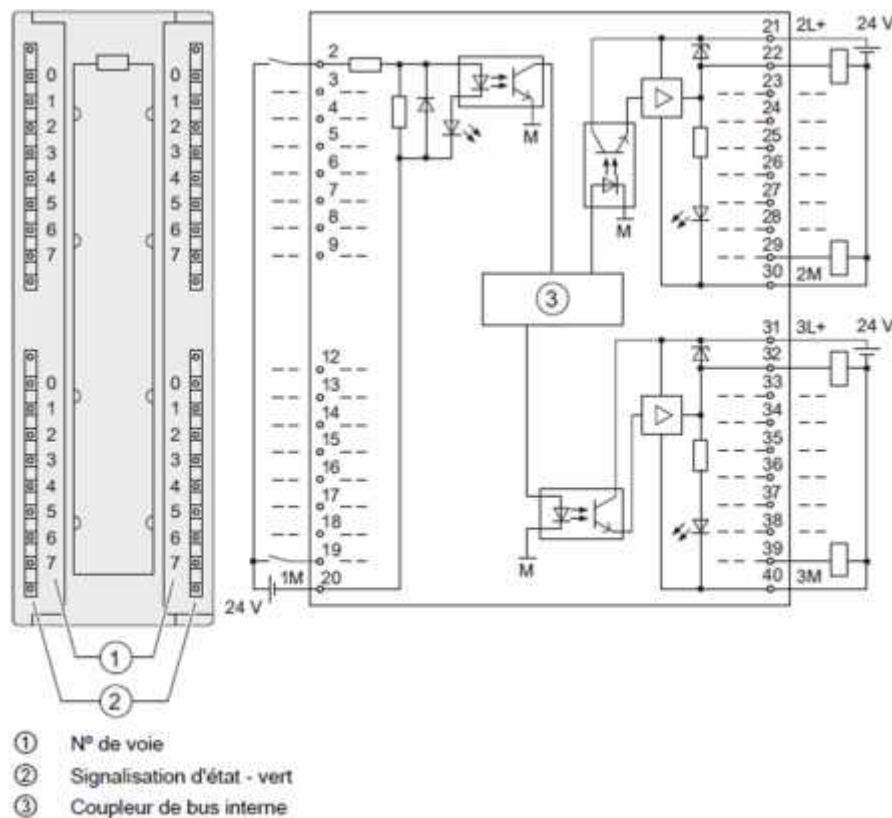


Fig 3.18- Schéma de branchement et de principe du SM 323 ; DI 16/DO 16 x 24 V cc/0,5 A.

#### 4.3.2. Le module analogique

Le module analogique choisi est le SM 331 ; AI 8 x 16 bits ; N° de référence 6ES7331-7NF10-0AB0

Il possède les propriétés suivantes :

- 8 entrées formant 4 groupes.



## Chapitre 03 : La stratégie de gestion adoptée

- Type de mesure réglable pour chaque groupe de voies : tension, courant.
- Sélection de la plage de mesure au choix par groupe de voies.
- Diagnostic paramétrable et alarme de diagnostic.
- Surveillance de limite paramétrable pour 8 voies.
- Alarme de process réglable pour surveillance de limite.
- Alarme de process paramétrable pour l'alarme de fin de cycle.
- Actualisation rapide des valeurs de mesure pour maximum 4 voies.
- Séparation galvanique par rapport à la CPU.
- prend en charge la fonction reparamétrage en MARCHE.<sup>[10]</sup>

### **V. SIMATIC STEP 7**

#### **5.1. Présentation générale du logiciel**

Le logiciel SIMATIC est un logiciel qui a été conçu pour la conception de programmes automatiques pour les systèmes d'automatisations SIMATIC S7, SIMATIC C7 et SIMATIC Win AC.<sup>[11]</sup>

Le programme menant à manipuler la machine est établie sur la console de programmation par le logiciel SIMATIC STEP 7, le programme est transféré vers l'automate qui à l'aide de ce logiciel qui va commander notre machine, le schéma ci-dessous nous illustre tout le système :



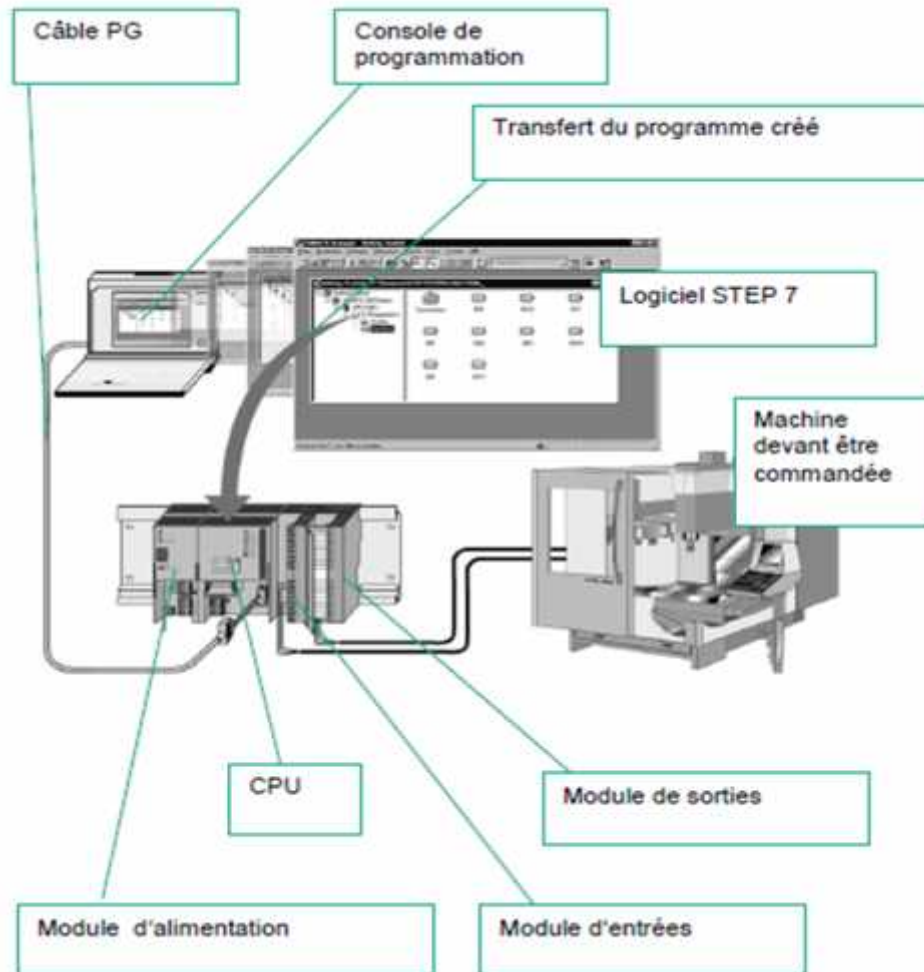


Fig 3.19- schéma d'architecture globale du système

### 5.2. Mode d'emploi

Après la conception d'une solution automatique de notre problème, l'approche consiste à créer un projet qui va contenir la configuration matérielle et le programme en question, puis ce projet sera transféré vers la CPU de l'automate.

Il est préférable de faire la configuration matérielle avant la création du programme, comme ça les adresses seront sélectionnés pour nous et nous bénéficierons de la fonction d'adressage automatique du STEP 7 et donc on aura pas à les chercher nous-mêmes.[11]

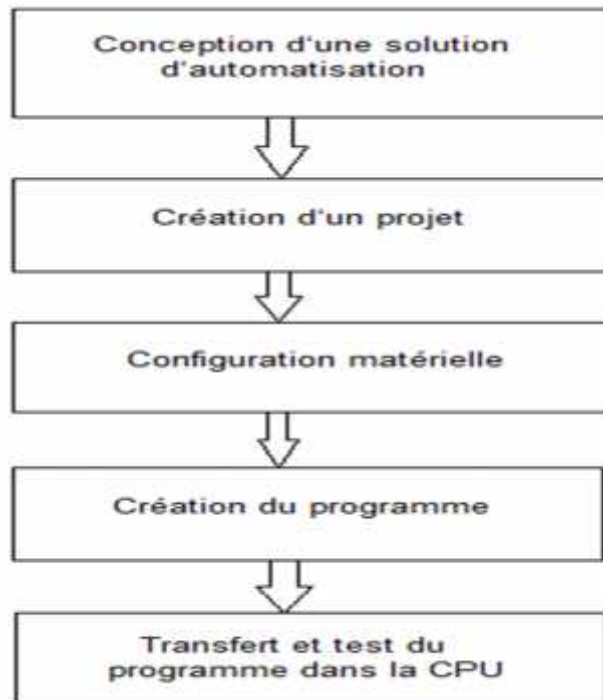


Fig 3.20- Mode d'emploi du STEP 7

### 5.2.1. Conception d'une solution d'automatisation

Elle consiste à identifier les éléments clés de notre problème et trouver la solution automatique tout en définissant les entrées/sorties et en élaborant le cahier des charges.[11]

### 5.2.2. Création d'un projet

- Après l'ouverture du SIMATIC STEP 7, vient l'étape de la création du projet :





## Chapitre 03 : La stratégie de gestion adoptée

Après l'exécution de la commande « créer », SIMATIC STEP 7 s'ouvre avec la fenêtre du projet. C'est à partir de cette fenêtre que nous allons appeler toutes les fonctions et les autres fenêtres de STEP 7. La figure suivante un aperçu sur la fenêtre du projet :

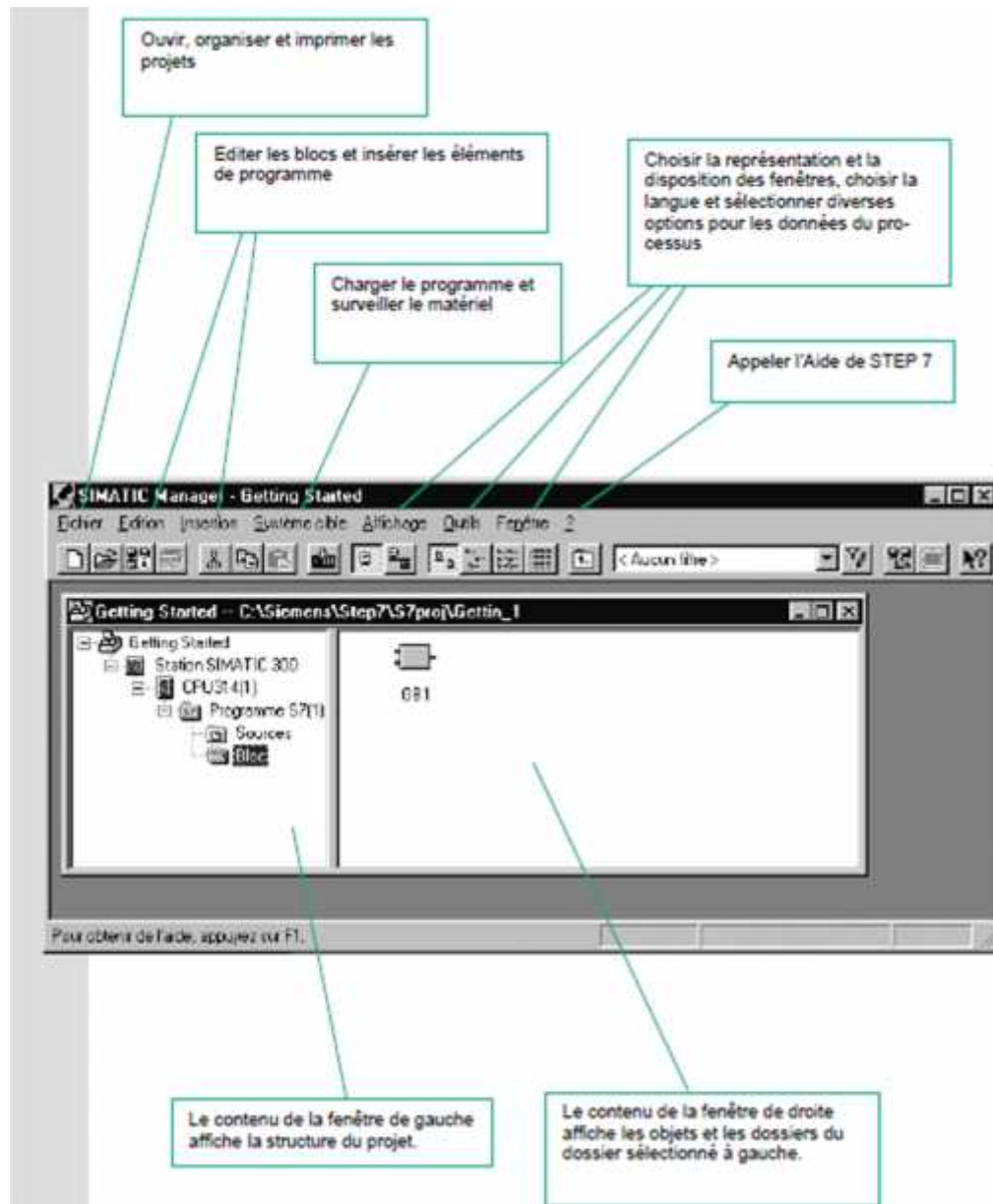


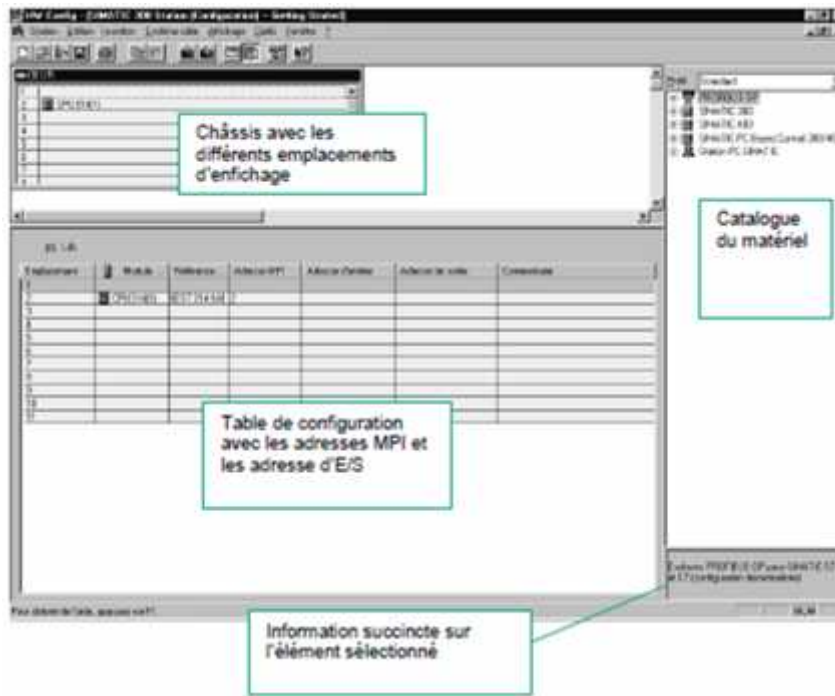
Fig 3.21- Aperçu du projet STEP 7

### 5.3. Configuration matérielle

Après la création du projet, on pourra configurer notre matériel et charger cette configuration dans notre système.

On ouvre le dossier Station SIMATIC 300 puis l'icône matériel. La fenêtre « HW config » s'ouvre et la CPU choisie avant s'affiche :

## Chapitre 03 : La stratégie de gestion adoptée



Maintenant, on doit ajouter le module d'alimentation et les modules d'entrées/sorties à la CPU, on peut modifier les paramètres de chaque module par un double clic sur le module en question. Une fois les données prêtes, on procède au transfert de la configuration par la commande « enregistrer et compiler ».

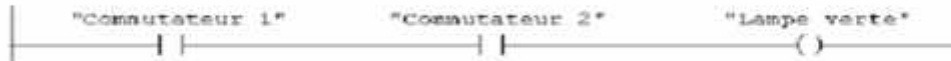
Emplacement	Module	Référence	Adresse MPI	Adresse d'entrée	A	Commentaire
1	PS307 5A	6ES7 307-1EA00-0AA0				
2	CPU 314C-2	6ES7 314-6CG03-0AB0	2			
3						
4	DI24xDC24V	6ES7 321-1BH02-0AA0		0...3		
5	DO16xDC24V/0.5A	6ES7 321-1BH01-0AA0			4...7	
6						
7						
8						
9						
10						
11						

### 5.4. Création du programme

Le STEP 7 contient trois types de langages de programmations : LIST, CONT, ou bien LOG, on doit choisir l'un de ces langages par lequel on va programmer notre système :

## Chapitre 03 : La stratégie de gestion adoptée

### CONT (Schéma à CONTACTs) Pour l'habitué des schémas électriques.



### LIST (LISTE d'instructions) Pour l'informaticien.

```
U "Commutateur 1"  
U "Commutateur 2"  
= "Lampe verte"
```

### LOG (LOGigramme)

Pour le spécialiste des circuits ou le programmeur préférant les opérations logiques.



Une fois le langage de programmation choisie, on procède à la copie de la table des mnémoniques dans le bloc opérationnel OB1. En double cliquant sur ce dernier, l'éditeur de programme nous ait affichés :

Écran de l'éditeur de programme montrant l'interface utilisateur avec plusieurs annotations :

- Insérer un nouveau réseau
- Afficher, masquer le catalogue des éléments de programme
- Modifier la vue du langage de programmation
- Principaux éléments de programme CONT et LOG
- Déplacer les limites de la table avec le curseur de la souris
- Titre et zone de commentaire du bloc ou du réseau
- Ligne de saisie du programme (encore appelée Réseau ou Branche de courant).
- Catalogue des éléments de programme, ici CONT
- Description succincte de l'élément de programme sélectionné
- Aide sur l'élément de programme sélectionné

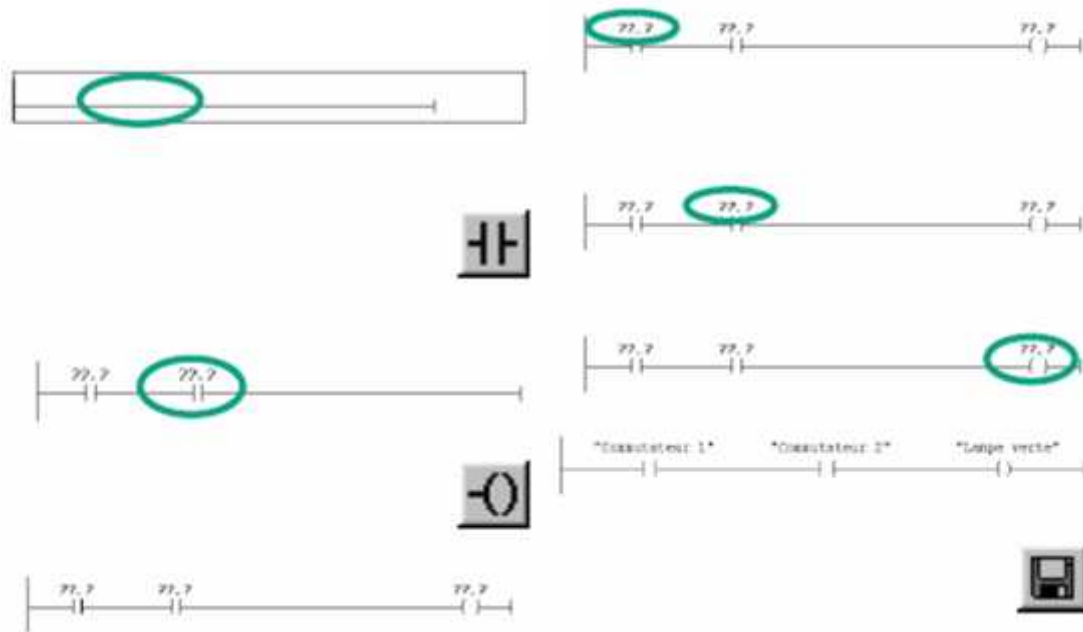
## Chapitre 03 : La stratégie de gestion adoptée

### 5.4.1. Programmation en CONT

Ce langage est basé sur les contacts et les réseaux électriques qui seront le corps de notre programme :

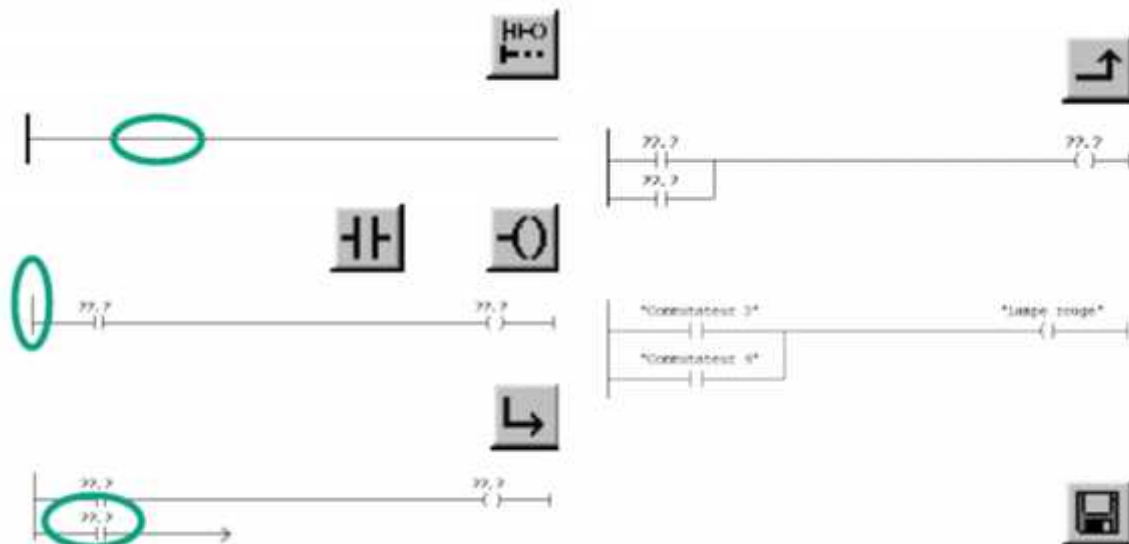
#### Circuit série en CONT :

Le circuit série sera programmé par insertion de deux contacts à fermeture représentant les deux éléments du circuit, puis on achève notre circuit par une bobine qui désigne la sortie. Enfin on attribue à chaque élément son adresse de la table des mnémoniques.



#### Circuit parallèle en CONT :

La différence entre les deux circuits est bien que les deux éléments du circuit parallèle sont insérés dans deux branches parallèles, ces dernières sont raccordées vers la bobine :





## Chapitre 03 : La stratégie de gestion adoptée

### 5.4.2. Programmation en LIST

Le langage LIST consiste à écrire notre programme sous forme d'une liste d'instructions.

#### L'instruction ET en LIST :

L'éditeur de programme étant ouvert, on inscrit à la première ligne la lettre U (UND) puis la mnémonique de notre élément. On fait la même chose avec le 2ème élément et ensuite on inscrit un = suivi de la mnémonique de la sortie :

```
U      "Commutateur 1"  
U      "Commutateur 2"  
=      "Lampe verte"
```



#### L'instruction OU en LIST :

On procède de la même manière avec le OU, la seule différence est la lettre O à la place du U.

```
O      "Commutateur 3"  
O      "Commutateur 4"  
=      "Lampe rouge"
```

#### Programmation en LOG :

La fonction ET en LOG : il suffit d'insérer la boîte ET (&) et l'affectation (=) et de remplir les adresses des différents éléments :



La fonction OU en LOG : la même chose sauf qu'on doit insérer la boîte OU ( $\geq 1$ ) à la place de la boîte ET (&).

#### Note :

Les mnémoniques sont affichés en rouge s'ils ne sont pas contenus dans la table des mnémoniques ou s'il y a une erreur syntaxique dans le programme.

### 5.5. Transfert et test du programme dans la CPU

Avant de transférer le programme vers la CPU on doit d'abord s'assurer que la configuration matérielle a été faite correctement, puis on procède au montage du matériel suivant les instructions suivantes :

- Enficher le module sur le connecteur du bus.
- Accrocher le module et faire pivoter vers le bas.
- Visser à fond le module.
- Monter les modules restants.
- Enficher la clé dans la CPU.



## Chapitre 03 : La stratégie de gestion adoptée

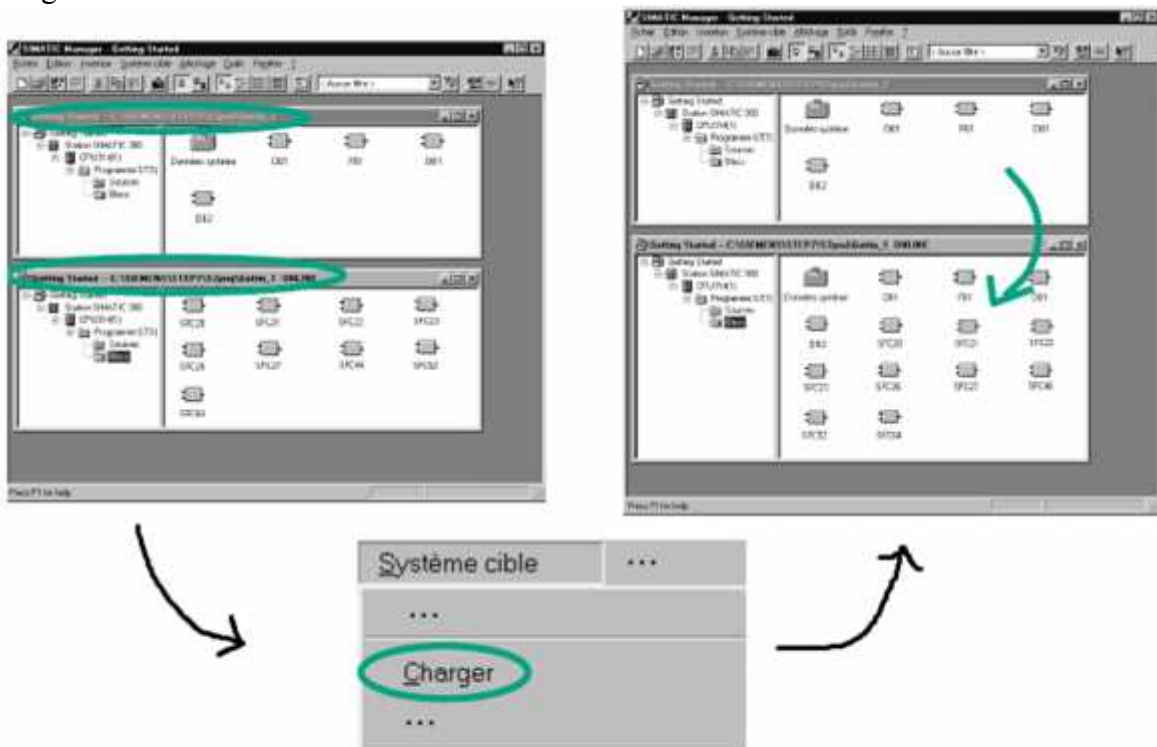
Après la liaison en ligne avec la CPU on applique la tension, on met le commutateur sur le mode STOP, la LED rouge s'allume. On procède à l'effacement général de la CPU de la façon suivante : on switch le commutateur sur le mode MRES pendant 3 secondes, la LED STOP clignote en rouge. On relâche le commutateur pendant 3 secondes puis on le remet sur le mode MRES, la LED STOP clignote rapidement, la CPU a été remise à zéro :



Afin de pouvoir charger le programme le commutateur doit être sur le mode STOP.

### 5.5.1. Le chargement

On ouvre SIMATIC STEP 7 puis on ouvre notre projet, on appelle la vue en ligne en plus de celle hors ligne. On charge le programme dans la CPU en utilisant la commande **Système cible > Charger**. Après le chargement, les blocs du programme s'affichent dans la fenêtre "En ligne".



On met le commutateur sur le mode **RUN-P**, la LED verte de "RUN" s'allume et la CPU est donc prête à fonctionner et on peut commencer à tester notre programme.

### 5.5.2. Le test du programme

Le test du programme consiste à vérifier si notre programme chargé sur la CPU de l'automate fonctionne correctement et à 100 % et cela par la vérification de toutes les fonctions au sein du programme, le forçage des variables, le test avec la fonction de visualisation et le test avec la table des variables.[11]

## VI. LE PROGRAMME DE GESTION

### 6.1. Les entrées/sorties

Les entrées :

M1 : mesure de la tension de la batterie.

- $M1=48V$  batterie chargé.
- $40 < M1 < 48$  batterie n'est pas déchargé.
- $M1 \leq 40$  batterie déchargé.

M2 : mesure de la tension du réseau de secours.

- $M2 \geq 200 V$  existence du réseau.
- $M2 < 200 V$  absence du réseau.

C1 : capteur de l'irradiation solaire.

- Eclairement supérieur ou égale à 4, existence de l'énergie solaire.
- Eclairement inférieur à 4, absence de l'énergie solaire.

C2 : capteur de la vitesse du vent.

- Vitesse du vent supérieur ou égale à 3.3 m/s, existence de l'énergie éolienne.
- Vitesse du vent inférieur à 3.3 m/s, existence de l'énergie éolienne.

Bouton1 : contact.

- Ouvert : fonctionnement normal du système.
- Fermé : alimentation par réseau.

Les sorties :

V1 : voyant indique l'existence de la source renouvelable.

V2 : voyant indique que la batterie est en charge.

V3 : voyant indique que la batterie est chargée.

V4 : voyant indique l'utilisation de la batterie pour fournir de l'énergie.

V5 : voyant indique que l'utilisateur est alimenté par le réseau de secours.

V6 : voyant indique que l'utilisateur n'est pas alimenté.

Q1 : contacteur du panneau solaire.

## Chapitre 03 : La stratégie de gestion adoptée

Q2 : contacteur de l'alimentation renouvelable.

Q3 : contacteur de la batterie.

Q4 : contacteur de l'onduleur.

Q5 : contacteur du réseau de secoure.

### 6.2. Le Grafcet

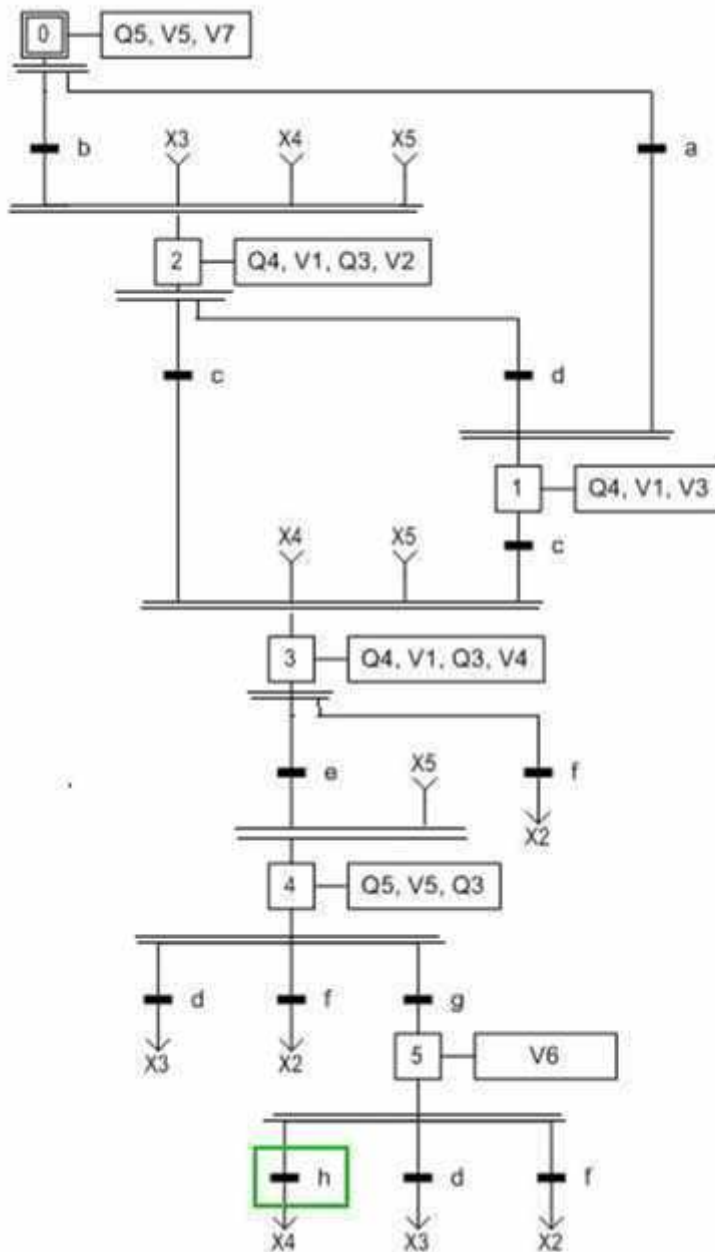


Figure 3.22- Grafcet illustrant le programme de gestion de l'énergie du bâtiment

### Les transitions

$$a = \bar{B}. (C1 \geq 4). (C2 \geq 3.3). (M1 = 48)$$

$$b = \bar{B}. (M1 < 48). [(C1 \geq 4) + (C2 \geq 3.3)]$$

$$c = (C1 < 4) + (C2 < 3.3)$$

$$d = (M1 = 48)$$

$$e = (M1 \leq 40)$$

$$f = (C1 \geq 4). (C2 \geq 3.3)$$

$$g = (M2 < 200)$$

$$h = (M2 \geq 200)$$

## VII. DIMENSIONNEMENT

### 7.1. Dimensionnement de l'alimentation

L'alimentation renouvelable est destinée à alimenter l'éclairage d'un étage dans le bâtiment, donc pour dimensionner l'alimentation il faut d'abord faire un bilan de puissance de l'éclairage de l'étage.

#### 7.1.1. Architecture de l'étage

Notre étage contient 10 bureaux, sanitaire homme, sanitaire femme, couloire, couloire des ascenseurs et 2 sorties d'urgence.

- Les bureaux : chaque bureau contient 36 lampes de 37w.
- Sanitaires : chaque sanitaire contient 11 lampes de 25w.
- Couloire : contient 64 lampes de 37w.
- Couloire ascenseurs : contient 26 lampes de 25w.
- Les sorties d'urgence : chaque une contient 2 lampes de 37w.

#### 7.1.2. Bilan de puissance de l'utilisation

Le bilan de puissance est en fait un bilan de courant car c'est la somme algébrique des courants et des puissances apparentes qui est réalisée au niveau de chaque équipement jusqu'à la source.

Les facteurs de correction :

- **Facteur d'utilisation (Ku)**

Caractérise le taux d'utilisation de la charge en fonction du temps. Il est utilisé pour déterminer le courant circulant dans les circuits et dimensionner la source. Par contre il n'est pas pris en compte dans le choix de la protection du circuit.

- **Facteur de charge (Kch)**

Utilisé pour caractériser le fonctionnement en sous-régime de la charge. il est toujours possible d'indiquer la valeur du courant ou de la puissance estimée en

## Chapitre 03 : La stratégie de gestion adoptée

charge plutôt que la valeur du courant ou de la puissance nominale de la charge.

- **Facteur de simultanéité ou de foisonnement (Ks)**

Caractérise les conditions d'exploitation de l'installation notamment pour les moteurs et les prises de courant. Il nécessite donc une connaissance détaillée de cette installation. Il est utilisé pour le choix du jeu de barres ou de la CEP auquel il est affecté, pour déterminer le courant circulant dans les circuits amont, et pour dimensionner la source.

Le facteur de correction est donc le produit de tous ces facteurs qui est approximativement égale à 1,1.

Donc la puissance de l'utilisation égale à 18739.6 W

L'énergie journalière consommée par l'éclairage :

Les lampes du couloires, sanitaires, sorties d'urgence sont allumées tout le temps (24h/24h), mais les lampes des bureaux sont allumées dans la période entre 8h et 17h (allumés pendant 9 heures, temps de travail). Donc l'énergie consommée par jour est de 230 kWh.

### **7.2. Dimensionnement de la source**

#### **7.2.1. Capacité du panneau solaire**

Un capteur photovoltaïque peut être défini par sa surface et son rendement de conversion mais en général, c'est sa puissance crête, noté  $P_c$ , qui est la principale caractéristique donnée par les fabricants. La puissance crête d'un capteur photovoltaïque est la puissance électrique qu'il peut fournir sur une charge optimale sous un éclairement perpendiculaire de  $1 \text{ kW/m}^2$  (spectre AM 1.5) avec une température de cellule de  $25^\circ\text{C}$  (parfois  $28^\circ\text{C}$  dans les spécifications). La puissance crête s'exprime en kilowatt crête (ou  $\text{kW}_c$ ) mais pour être plus précis, il s'agit de puissance électrique par un éclairement lumineux donc en  $\text{kW}$  électrique par  $\text{kW/m}^2$  lumineux.

L'éclairement  $E$  est la puissance lumineuse reçue par unité de surface en  $\text{kW/m}^2$ , celle-ci varie de zéro (la nuit) à une valeur maximale d'environ  $1 \text{ Kw/m}^2$  (à midi). L'irradiation est l'éclairement lumineux cumulé sur une durée comme l'année ou le jour. L'irradiation s'exprime en  $\text{kWh/m}^2$ , ce qui correspond à un certain nombre d'heures sous un éclairement de  $1 \text{ kW/m}^2$ . La puissance crête que délivre un module photovoltaïque est justement définie pour cet éclairement. Ce nombre d'heures sous une irradiation de  $1 \text{ Kw/m}^2$  multiplié par la puissance crête correspondant à l'énergie électrique produite, d'où les formules suivantes : La puissance électrique  $P_{el}$  (en  $\text{kW}$ ) que peut fournir un capteur photovoltaïque de puissance crête au nominal en fonction de l'irradiation  $I_r$  (en  $\text{Kw/m}^2$ ) se calcule comme suit :

$$P_{el}(\text{en kW}) = P_c (\text{en kW} / 1 \text{ kW/m}^2) \times I_r (\text{en Kw/m}^2)$$

Et l'énergie moyenne produite se calcule par la multiplication de la puissance crête par l'irradiation moyenne journalière exprimée en  $\text{kWh/m}^2$

$$E (\text{en kWh}) = E_c (\text{en kW}_c / 1 \text{ kW/m}^2) \times I_r (\text{en kWh/m}^2)$$

La puissance crête du panneau solaire Atersa A150 est de  $150 \text{ W}_c$ .

## Chapitre 03 : La stratégie de gestion adoptée

Le tableau suivant montre la moyenne journalière d'énergie électrique produite par un panneau A150 incliné à la latitude (36°) à Alger.

Saison	Eté	Automne	Hiver	Printemps
Irradiation journalière (kWh/m <sup>2</sup> )	6	4.2	4.6	5.6
Energie journalière (kWh)	0.9	0.63	0.69	0.84

Table 3.3 – *Énergie moyenne journalière pour un panneau ATERSA A150*

### **7.2.2. Capacité de l'éolienne**

Les caractéristiques de l'éolienne Whisper 500 montrent l'énergie produite par l'éolienne en fonction de la vitesse mensuelle du vent.

Pour une vitesse mensuelle de 3.3 m/s (à Alger) l'énergie mensuelle produite par une éolienne Whisper 500 est de 150 kWh.

Capacité du système de batteries :

La batterie choisie est de 12V, 220 Ah. Donc elle peut emmagasiner une énergie de 2.64 kWh. Le nombre de batteries est fonction de nombre d'heures désiré pour que le système puisse alimenter l'éclairage

## **VIII. CONCLUSION**

Ce chapitre a examiné le programme à travers la conception d'un système pour la gestion d'énergie dans l'habitat.

En suivant les étapes de la méthode de programmation, nous avons vu que nous n'avons construit que le mécanisme réactif du système. Or, en faisant fonctionner le mécanisme réactif, le besoin de mécanisme anticipatif apparaît notamment lorsque des événements liés aux différents services peuvent être prévus à l'avance.

Nous avons montré à travers la gestion de l'énergie qu'un parc de logements équipés de ces systèmes de gestion pouvait permettre aux gestionnaires de réseaux de mieux réagir face aux différentes situations. En effet, ces systèmes de gestion ouvrent de nouvelles perspectives aux fournisseurs d'énergie qui ont désormais un moyen de limiter la consommation de leurs clients. Cette souplesse inattendue pour un fournisseur d'énergie peut lui permettre d'optimiser sa production, en réduisant ses coûts ou en réduisant les émissions de gaz à effet de serre en évitant le plus possible d'avoir recours à des énergies polluantes et coûteuses.

# **CONCLUSION GENERALE**

Dans ce manuscrit, nous avons présenté nos travaux relatifs à une nouvelle problématique de recherche : concevoir un logement avec ses occupants comme un système énergétique qui peut être commandé. Le problème était de proposer des outils qui permettent de gérer automatiquement l'énergie électrique dans le bâtiment en tenant compte du confort des occupants, des coûts économiques et environnementaux. Nous avons montré qu'il y avait des analogies intéressantes entre les systèmes de production de biens et les systèmes de gestion de l'énergie dans le bâtiment ce qui nous a permis de nous appuyer sur les concepts de planification et d'ordonnancement pour résoudre le problème posé.

Il s'agissait de trouver une solution de pilotage informatique du système énergétique de l'habitat composé d'équipements domestiques et de sources d'énergie, soit distantes (via le réseau de transport/distribution électrique national), soit locales (par exemple : solaire, éolienne, et groupe électrogène). Cette solution permet de trouver dynamiquement une politique de production et de consommation de l'énergie tout en prenant en compte les critères posés par l'utilisateur, les contraintes diverses des équipements et la disponibilité des sources d'énergie.

Dans le travail que nous avons présenté, nous avons considéré que les prévisions de production d'énergie et de consommation étaient au moins partiellement disponibles. Néanmoins, ces données ne sont pas toujours faciles à obtenir. Certaines d'entre elles peuvent provenir de programmations de la part des usagers, d'autres de modèles météorologiques mais d'une manière générale, ces données doivent être apprises à partir des consommations des équipements qui caractérisent les habitudes des habitants.

D'un point de vue applicatif, une première implémentation de système de gestion devra être réalisée. Pour valider l'approche, il faudrait pouvoir valider les résultats sur des panels représentatifs d'habitations. Or, ceci ne peut pas être réalisé par des démonstrateurs qui seront toujours trop coûteux. Il faudrait disposer d'un système qui permette d'émuler différentes configurations de bâtiment en temps-réel.

Il ne faut pas omettre la dimension technologique qui est cruciale car il ne faut pas qu'une habitation équipée d'un système de gestion consomme plus qu'une habitation identique sans la gestion simplement du fait de la consommation de ce système lui-même. Une architecture matérielle et logicielle adaptée à la faible consommation, avec des réseaux capillaires bas débits là où c'est possible, des calculateurs et des systèmes de communication pouvant être mis en veille dès que possible doivent être conçus. Ces recherches sont d'ores et déjà en cours dans le monde industriel.

Enfin, les développeurs de technologies à énergies renouvelables doivent se focaliser sur l'amélioration du rendement des capteurs solaires et des éoliennes, et cela pour permettre à ce type d'énergie de remplacer définitivement les énergies fossiles combustibles ayant un impact affectant l'environnement. Aussi, il faut travailler sur le développement des algorithmes de

gestion d'énergie afin de réaliser le maximum d'optimisation sur la consommation surtout dans les secteurs les plus consommateurs.



**Annexe :**

**Annexe 01 : Eolienne Whisper500 :**

Description générale	Type	Whisper 500
	Axe de rotation	Horizontal
	Nombre de Pâles	2
	Conceptions des Pâles	Fibre de verre renforcée carbone
	Diamètre du rotor	4500 mm
	Corps	Acier soudé et laqué anticorrosion
	Poids	70 kg
	Certification	ISO 9001-2008, CE
Performances	Puissance	3200 WC (12.0 m/s)
	Capacité de charge moy/mois	538 kWh (5.4 m/s)
	Tension nominale	Modèle LV 24V/36V/48V DC   Modèle HV 120V/240V DC
	Vitesse de vent nominale	12 m s
	Vitesse du vent pour démarrage	3,1 m / s
	Vitesse de survie	55 m / s
Rotor	Surface balayée	15,9 m <sup>2</sup>
	Vitesse de rotation	700 à 800 tours par minute
	Sens de rotation	Horaire
Contrôleur	Contrôleur Whisper	

*Table 4.1- Spécifications techniques de l'éolienne Whisper 500*

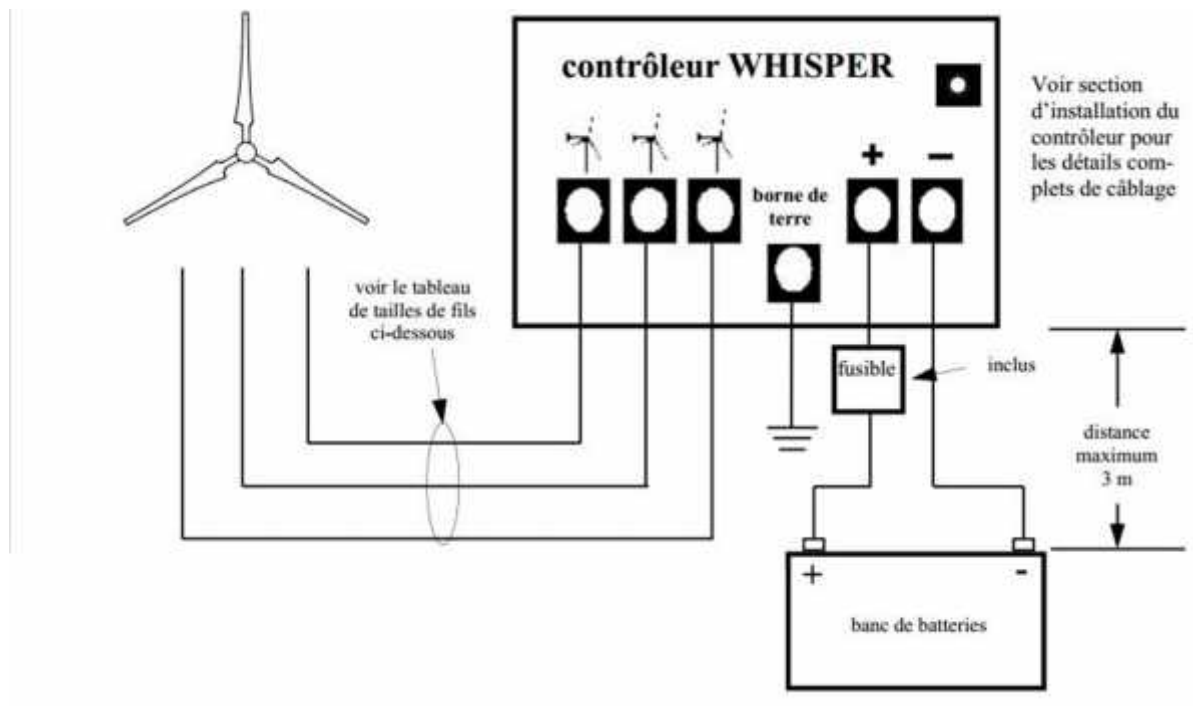


Fig 4.1- câblage type d'une éolienne Whisper 500

### Ajustement de la tension de l'éolienne

- L'aérogénérateur et le contrôleur *Whisper 100* doivent être configurés pour la tension correcte du système 12, 24, 36 ou 48 V.
- Les aérogénérateurs et contrôleurs *Whisper 100* sont expédiés de l'usine avec une configuration pour un fonctionnement à 24 V, sauf pour les commandes spéciales.
- La tension correcte de la *Whisper 100* est réglée en modifiant les connexions des 12 fils du stator aux 3 des balais. Connecter les fils nécessités des connecteurs papillon taraudés de taille appropriée.
- Les trois fils de balais sont interchangeables et ne sont pas étiquetés. Ils sont facilement identifiables: les fils du stator sont moins gros (20 AWG contre 8 AWG) et à un seul conducteur.
- Les fils du stator sont numérotés et la couleur de leur isolant est codée :

Par exemple le fil de stator "Red 3" a une isolation rouge portant le numéro 3.

Le fil "Red -" a une isolation rouge sans numéro.

Le "-" indique l'absence de numéro : il y a un fil de stator "Red -", un "White -" (blanc), et un "Black -" (noir).

### Contrôleurs whisper

Le circuit imprimé du contrôleur *Whisper* est équipé de six interrupteurs qui servent à régler certains paramètres de fonctionnement du système. Les réglages par défaut des interrupteurs conviennent à la majorité des installations et ne devraient pas être changés, à l'exception des deux interrupteurs qui doivent être changés pour modifier la tension du système.

Le circuit imprimé est aussi équipé d'un interrupteur qui sert à réinitialiser le microprocesseur. Enfoncer cet interrupteur produit le même effet que déconnecter un câble de batterie du contrôleur *Whisper*.

tension du système (V)	interrupteur 1	interrupteur 2
12	ON	ON
24	OFF	ON
36	ON	OFF
48	OFF	OFF

Table 4.2- Logique des interrupteurs de la tension du système.

- ✚ Interrupteur 3 : délai d'hystérésis, réglage de défaut "ON"  
L'interrupteur 3 étant sur "ON", le contrôleur *Whisper* impose un délai de 30 à 40 s pour les points de réglage de marche et arrêt de la régulation de tension.
- ✚ Interrupteur 4 : hystérésis de tension, réglage de défaut "OFF"  
L'interrupteur 4 étant sur "OFF", le contrôleur *Whisper* commencera et arrêtera la charge des batteries aux points de réglage de la tension de régulation (après un délai défini par l'interrupteur 3).
- ✚ Interrupteur 5 : lecture du potentiomètre, réglage de défaut "OFF"  
Mettre cet interrupteur sur "ON" permet la lecture de la tension (réglage) du potentiomètre sur l'écran optionnel en temps réel.
- ✚ Interrupteur 6 : réglage de défaut "OFF"  
Aucune fonction n'est présentement associée à cet interrupteur. Il est recommandé de le laisser en position "OFF".

Le fonctionnement du contrôleur *Whisper* est contrôlé par un microprocesseur et un logiciel contenus dans le circuit imprimé du contrôleur *Whisper*. Un interrupteur de réinitialisation est fourni, dont le rôle est de réinitialiser le microprocesseur et le logiciel de contrôle de fonctionnement sans avoir besoin de déconnecter les batteries.

Le contrôleur *Whisper* est l'une des deux parties d'un système spécifiquement conçu pour contrôler le fonctionnement et convertir le courant d'une *Whisper 100*. Ses fonctions essentielles sont le redressement, la régulation et la dissipation du courant dans des résistances.

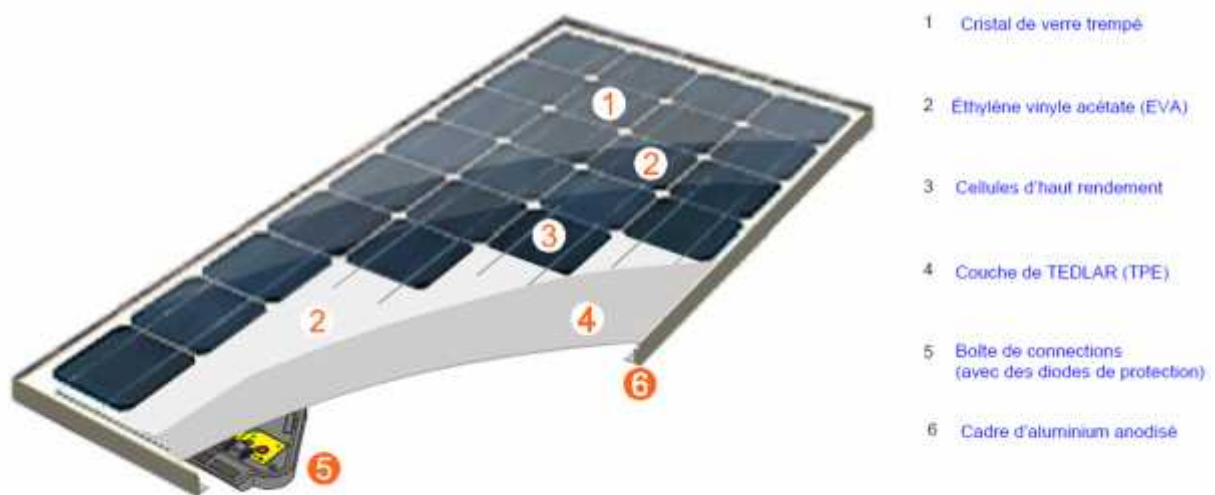
Le contrôleur contient toute l'électronique de puissance de la *Whisper*, y compris le redressement et la déviation. De plus, il surveille en permanence la tension, l'intensité, la production d'énergie et la vitesse du vent. Ces paramètres sont mesurés pour évaluer les paramètres du système et l'état de l'éolienne.

## **Annexe 02 : Module photovoltaïque ATERSA A-150**

Le module solaire photovoltaïque qu'on va utiliser dans notre installation est bien le ATERSA A-150 qui a été conçu selon les standards de qualité les plus exigeants. Il est caractérisé par leur grande efficacité, par une construction mécanique robuste et par des qualités d'imperméabilité et d'étanchéité qui garantissent leur longue vie, permettant le fonctionnement parfait des systèmes, y compris dans les conditions climatiques les plus défavorables.

Il est caractérisé par le fait qu'il s'agit de panneau professionnel, aussi bien pour de petits systèmes que pour de grandes installations. Il est fabriqué à partir de cellules de silicium monocristallin qui garantissent la production électrique du matin au soir.

Les boîtiers de connexions avec des bornes positive et négative, incorporent des diodes de dérivation (by-pass) dont le rôle est d'éviter la possibilité de rupture du circuit électrique à l'intérieur du module par ombrages partiels de cellule.



*Fig4.2- Constituants du module photovoltaïque ATERSA A-150*

N° de cellules	Puissance max	Courant au point de P max	Tension au point de P max	Courant de court-circuit	Tension à vide
72 de 5''	150 W	4.4 A	34 V	4.8 A	43.4 V

*Table 4.3- Caractéristiques électriques du panneau solaire ATERSA A-150*

### **Annexe 03 : Transformateur Trihal :**

Les équipements de base sont :

- 4 galets de roulement plats orientables ;
- 4 orifices de levage ;
- Trous de halage sur châssis ;
- 2 emplacements de mise à la terre ;
- Une plaque signalétique (côté hta) ;
- 2 étiquettes d'avertissement "danger électrique" (signal t10) ;
- Barrettes de commutation des prises de réglage, manœuvrables hors tension, agissant sur la plus haute tension pour adapter le transformateur à la valeur réelle de la tension d'alimentation ;
- Barres de couplage HTA avec raccordement sur plages vers le haut ;
- Raccordement BT sur plages vers le haut ;
- 1 procès-verbal d'essais individuels et une notice d'installation, de mise en service et de maintenance.
- 1 enveloppe métallique de protection IP 31 (sauf le fond ip 21) : avec protection anticorrosion standard ;
- Anneaux de levage pour manutention du transformateur avec son enveloppe ;
- 1 panneau boulonné côté HTA pour accès aux raccordements hta et aux prises de réglage, équipé de 2 poignées, d'une étiquette d'avertissement "danger électrique" (signal t10), d'une plaque signalétique et d'une tresse visible pour sa mise à la terre ;
- Perçages (avec obturateurs) à gauche dans le panneau, boulonné côté HTA prévus pour le montage d'une serrure de type elp1 ou indifféremment d'une serrure profalux de type p1 ;
- 2 plaques à percer pour passage des câbles par presse-étoupe sur le toit de l'enveloppe : 1 côté HTA, 1 côté BT (perçages et presse-étoupes non fournis) ;
- 1 trappe située à la partie inférieure à droite côté HTA pour arrivée éventuelle des câbles HTA par le bas, avec raccordement sur plages des barres de couplage (en partie haute).

#### **Informations techniques du transformateur**

La plaque signalétique :

- Transformateur enrobé 3 phases 50Hz
- N°759303-02
- Puissance : 1250/1750 KVA
- Couplage : Dyn11
- Haute tension : 10500 V
- Basse tension : 400 V / 1804.2 – 2525.9 A
- Masse sans enveloppe : 2830 Kg
- Masse de l'enveloppe : 300 Kg
- Masse avec enveloppe : 3130 Kg

Le circuit magnétique est réalisé en tôles d'acier au silicium à grains orientés isolées par des oxydes minéraux. Le niveau des pertes de courant à vide ainsi que la diminution du bruit dépendent du choix de la qualité des tôles et du mode de découpage et d'assemblage.

Sa protection contre la corrosion, après assemblage, est assurée par une résine alkyde de classe F, séchée au four.

Afin d'obtenir des efforts axiaux en court-circuit nuls, l'enroulement basse tension est réalisé en bande d'aluminium ou de cuivre. Par contre, l'enroulement moyenne tension est bobiné généralement en fil d'aluminium ou de cuivre isolé, selon une méthode mise au point et brevetée par France Transfo : "le bobinage continu à gradient linéaire sans entrecouche".

## Annexe 04 : Groupes électrogènes :

### **Descriptif**

Notre bâtiment est équipé de deux groupes électrogènes du type, comme suit :

- Groupe électrogène Power Products X1000, équipé d'un moteur MTU et d'un alternateur LEROY SOMER.
- Régulation électronique
- Châssis mécano-soudé avec suspensions anti-vibratiles
- Radiateur avec ventilateur mécanique
- Compensateur(s) échappement avec brides
- Démarreur et alternateur de charge 24V
- Livré avec huile et liquide de refroidissement -30°C
- Manuel d'utilisation et de mise en service

Type moteur	16V2000G25F
Classe de performance	G3
Fréquence (Hz)	50
Tension de Référence (V)	400/230
Puissance max ESP (kVA)	1000
Puissance max ESP (kWe)	800
Puissance max PRP (kVA)	909,10
Puissance max PRP (kWe)	727,30
Intensité (A)	1443
Coffret en Option	M80
Coffret en Option	TELYS
Coffret en Option	APM802

*Table 4.4- Caractéristiques générales du groupe électrogène X1000.*

Tensions	ESP		PRP		Ampères secours
	kWe	kVA	kWe	kVA	
415/240	784	980	713	891	1363
400/230	800	1000	727	909	1443
380/220	784	980	713	891	1489

*Table 4.5- Tableau de puissance du groupe électrogène X1000.*



**Annexe 05 : Automate SIMATIC S7-300, ses constituants :**

Version du matériel	<b>01</b>	Horloge Tamponnée	<b>oui</b>
Version du microprogramme	<b>V 1.1.0</b>	Compteur d'heures de fonctionnement	<b>1</b>
Pack de programmation correspondant	<b>STEP 7 V 5.0 ; Service Pack 03</b>	Etat/forçage de variables	<b>oui</b>
Mémoire de travail intégrée	<b>64 Ko</b>	Forçage permanent Variable	<b>entrées, sorties</b>
Mémoire de chargement intégrée	<b>RAM 96 Ko</b>	Forçage permanent Nombre	<b>max. 10</b>
Sauvegarde avec pile	<b>toutes les données</b>	communication PG/OP	<b>oui</b>
Sauvegarde sans pile	<b>4736 octets</b>	Communication par données globales	<b>oui</b>
Temps de traitement pour Opérations en bit	<b>min. 0,3 µs</b>	Langage de programmation	<b>STEP 7</b>
Temps de traitement pour Opérations en mot	<b>min. 1 µs</b>	Protection du programme utilisateur	<b>protection par mot de passe</b>
Temps de traitement pour Opérations arithmétiques sur nombres entiers	<b>min. 2 µs</b>	Tension d'alimentation	<b>24 V cc</b>
Temps de traitement pour Opérations arithmétiques sur nombres à virgule Flottante	<b>min. 50 µs</b>	Plage admissible de tension d'alimentation	<b>20,4 à 28,8 V</b>
Plage de comptage	<b>0 à 999</b>	Consommation (en marche à vide)	<b>0,9 A</b>
Zone d'adresses de périphérie numérique/analogique	<b>1 Ko/1 Ko (adressage libre)</b>	Puissance dissipée	<b>10 W</b>
Blocs S d'alarme active en même temps	<b>max. 50</b>	Accumulateur	<b>oui</b>
Pile	<b>Oui</b>	Temps de charge de l'accumulateur	<b>1 heure environ</b>

*Table 4.6- spécifications techniques de la CPU 315-2 DP*

tension d'entrée	<b>120/230 V</b>	plage admissible de la tension de sortie	<b>24 V ± 3 %, tenue à la marche à vide</b>
Fréquence de réseau	<b>50 Hz ou 60 Hz</b>	Protection contre les courts-circuits	<b>électronique, sans mémorisation</b>
plage admissible de la fréquence du réseau	<b>de 47 Hz à 63 Hz</b>	Rendement	<b>90 %</b>
Courant d'entrée nominal sous 230 V	<b>1,9 A</b>	Dissipation	<b>267 W</b>
Courant d'entrée sous 120 V	<b>4,2 A</b>	Signalisation de la présence d'une tension de sortie	<b>Oui, LED verte</b>
courant de sortie	<b>10 A</b>		

Table 4.7- caractéristiques techniques du module d'alimentation PS 307, 10 A.

Nombre d'entrées	<b>16</b>	<b>Caractéristiques pour la sélection d'un actionneur</b>	
Nombre de sorties	<b>16</b>	tension de sortie	<b>min. (-0,8 V)</b>
Tension nominale de charge	<b>24 V cc</b>	courant de sortie	<b>0,5 A</b>
Courant total des sorties (montage horizontal)	<b>max. 3 A</b>	<b>Caractéristiques techniques</b>	
Courant total des sorties (montage vertical)	<b>max. 2 A</b>	Plage de résistance de charge	<b>48 à 4 k</b>
Différence de potentiel admissible	<b>75 V cc/ 60 V ca</b>	Fréquence de commutation pour charge résistive	<b>max. 100 Hz</b>
Consommation	<b>max. 80 mA</b>	Fréquence de commutation pour charge inductive	<b>max. 0,5 Hz</b>
Signalisation d'état	<b>une LED verte par voie</b>	Fréquence de commutation pour charge de lampes	<b>max. 10 Hz</b>
<b>Caractéristiques pour la sélection d'un capteur</b>		Protection contre les courts-circuits de la sortie	<b>oui, par hachage électronique</b>
tension d'entrée	<b>24 V cc</b>		
courant d'entrée	<b>typ. 7 mA</b>		

Table 4.8- Caractéristiques techniques du SM 323 ; DI 16/DO 16 x 24 V cc/0,5 A.

Nombre d'entrées	<b>8</b>	Signalisation d'erreur groupée	<b>LED rouge (SF)</b>
Différence de potentiel admissible entre les entrées	<b>35 V ca / 50 V cc</b>	Lecture des informations de diagnostic	<b>possible</b>
Différence de potentiel admissible entre les entrées et Minterne	<b>75 V cc 60 V ca</b>	Tension d'entrée admissible pour les entrées de tension (limite de destruction)	<b>max. 50 V</b>
Principe de mesure des valeurs analogiques	<b>par intégration</b>	Courant d'entrée admissible pour les entrées de courant (limite de destruction)	<b>max. 32 mA</b>
Alarme de dépassement de seuil	<b>Paramétrable</b> <b>Voie 0 et 2</b>	mesure de tension des capteurs	<b>possible</b>
Alarme de diagnostic	<b>Paramétrable</b>	mesure de courant des capteurs	<b>possible</b>

*Table 4.9- Caractéristiques techniques du SM 331 ; AI 8 x 16*

## **BIBLIOGRAPHIE :**

- [1] D.LONG HA, « Un système avancé de gestion d'énergie dans le bâtiment pour coordonner production et consommation », thèse de doctorat, département d'automatique, Institut Polytechnique de Grenoble, 2007.
- [2] B.FELLAH, « Système hybride photovoltaïque-éolien, de production d'électricité. Application aux sites de Tlemcen et de Bouzaréah », thèse de magister, département de physique, université Abou-bakrbelkaid de Tlemcen, 2012.
- [3] R.MISSAOUI BADREDDINE, « Gestion Energétique optimisée pour un bâtiment intelligent multi-sources multi charges : différents principes de validations », thèse de doctorat, département du génie électrique, Université de Grenoble, 2006.
- [4] Le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA), « Bâtiments intelligents et efficacité énergétique : Plates-formes technologiques et programmes de Recherches & Développement du CEA », Institut National de L'énergie Solaire, 2011.
- [5] S.ABRAS, « système domotique multi agents pour la gestion de l'énergie dans l'habitat », thèse de doctorat, département de l'informatique, Institut Polytechnique de Grenoble, 2009.
- [6] Z.BENHACHANI, « élaboration d'un modèle de dimensionnement d'un système hybride (solaire-éolien) alimentant une ferme dans la région des aures », thèse de magister, département de l'électrotechnique, Université Hadj Lakhdar Batna, 2011.
- [7] SOUTHWEST WINDPOWER, « Whisper 500, battery charger, wind generator, manuel d'utilisation ».
- [8] TRIHAL SCHNEIDER ELECTRIC, «Transformateur sec enrobé,manuel d'utilisation ».
- [9] SCHNEIDER ELECTRIC, « MGE Galaxy PW 20 - 200 kVA, manuel d'utilisation ».
- [10] SIEMENS, « SIMATIC S7-300 Système d'automatisation S7-300 Caractéristiques des modules, manuel d'utilisation ».
- [11] SIEMENS, « SIMATIC STEP 7 V5.1, manuel d'utilisation ».
- [12] SIEMENS, « SIMATIC Automate programmable S7-300 Caractéristiques des CPU, CPU 312 IFM-318-2 DP, manuel d'utilisation ».
- [13] Les groupes électrogènes du point de vue de la protection de l'environnement sur <http://www.hqe.guidenr.fr/>

- [14] site du ministère de l'énergie et des mines : <http://www.mem-algeria.org/francais/index.php?page=reseau-electrique-national>.
- [15] <http://www.smartgrids-cre.fr/index.php?p=decouvrir-batiment-intelligent>.
- [16] <http://www.sdmo.com/FR/Produits/PPR/Groupes-electrogenes/X1000>.
- [17] <http://www.sdmo.com/FR/produits.html>.
- [18] <http://www.mem-algeria.org/francais/index.php?page=reseau-electrique-national>.
- [19] <http://www.equiper-mon-bateau.com/eolienne-terrestre-whisper-500-3000w.html>.
- [20] <http://eolienne-whisper.fr/whisper-500.html>.
- [21] <http://fr.wikipedia.org/>