

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche scientifique



Université Mohamed Khider Biskra
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département de Génie Electrique
Filière : Electrotechnique
Option : Energie renouvelables

Réf:.....

**Mémoire de Fin d'Etudes
En vue de l'obtention du diplôme :**

MASTER

Thème

**Etude Conception et dimensionnement d'un
mini centrale solaire Thermique**

**Présenté par :
DJOUAMA Brahim ELkhalil
Soutenu le : 05 Juin 2017**

**Devant le jury composé de :
Mr HAMOUDI Med Yacine
Mr BAHRI Mebarek
M. RAHOUA Naiima**

**MCA
Professeur
MCA**

**Président
Encadreur
Examineur**

Année universitaire : 2016 / 2017

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'enseignement Supérieur et de la recherche scientifique



Université Mohamed Khider Biskra
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département de Génie Electrique
Filière : Electrotechnique
Option : Energie renouvelables

Mémoire de Fin d'Etudes
En vue de l'obtention du diplôme :

MASTER

Thème

**Etude Conception et dimensionnement d'un mini centrale solaire
Thermique**

Présenté par :

DJOUAMA Brahim Elkhalil

Avis favorable de l'encadreur :

Professeur BAHRI Mebarek

signature

Avis favorable du Président du Jury

Pr. HAMOUDI Med Yacine

Signature

Cachet et signature

DEDICACE

Je remercie bien DIEU tout puissant de
m'avoir accordé le courage Je dédie ce
mémoire:

A ma chère et incomparable mère qui est
l'insigne de la tendresse; je te suis
reconnaissant pour ton amour, ton
affection, ta tendresse et ton aide morale

A mon cher et adorable père pour tout le
sacrifice qu'il consenti afin de m'assurer
de sa totale et constante présence durant
tous les cycles scolaires

A mon cher frère

A ma sœur

A toute la famille

A tous mes amis

Introduction générale

Selon des études faites par certains instituts de recherche au niveau mondial, la consommation en énergie des pays en voie de développement va connaître une augmentation très importante, surtout après la mondialisation du commerce et des échanges entre les états.

Le dernier choc pétrolier et la catastrophe de déchets nucléaire de Tchernobyl, ont beaucoup stimulé la recherche et le développement de nouvelles sources d'énergies renouvelables et particulièrement solaires.

Cette énergie peut être transformé en chaleur à basse température, par des capteurs plans utilisant conjointement l'absorption par une surface sélective et l'effet de serre crée par le vitrage, ces capteurs ne permettent pas en général de dépasser la température de 100°C.

Pour travailler à température élevée, il faut accroître le flux optique incident qui pourrait être réalisé par concentration de rayonnement solaire. Cette opération est réalisée à l'aide des capteurs appelés concentrateurs solaires. [2]

Le travail présenté dans ce mémoire est donc organisé en trois chapitres principaux structurés comme suit :

Nous allons voir dans le chapitre 1 des généralités sur la théorie de production de l'énergie solaire et particulièrement en l'Algérie, une présentation générale sur le soleil et le rayonnement solaire, et la technologie de la conversion thermique de l'énergie solaire.

Dans le chapitre 2 « les concentrateurs solaires » nous allons définir les différents types des capteurs solaires plus détaillé les capteurs solaires thermiques ensuite la différence entre ces concentrateurs.

Dans le chapitre 3 relatif à la dimensionnement d'un concentrateur solaire, on va choisir notre charge à étudier et dimensionner le type d'installation choisi.

II.1. Introduction

La conversion de l'énergie solaire en chaleur thermique à moyenne et à haute température est obtenue par des techniques différentes en fonction des besoins. Elle peut fournir directement à l'industrie, une partie de ses besoins en chaleur, elle peut aussi être transformée en énergie électrique pour l'alimentation des réseaux. La conversion à moyenne et à haute température a recours à une technologie plus élaborée, par l'idée de concentration des rayonnements solaires pour augmenter l'intensité de flux solaire au moyen de capteurs optiques plus élaborés appelés concentrateurs solaires.

Dans ce chapitre on va montrer les types des capteurs solaires en générale, et plus détaillé les concentrateurs solaires thermiques. [2]

II.2. Différents types des capteurs solaires

Les capteurs solaires peuvent être classés en plusieurs catégories on distingue selon les types des captations d'énergie solaire [5] :

- Capteur solaire à eau (chauffe-eau).
- Capteur à air.
- Capteurs solaires plans.
- Capteurs à concentration.

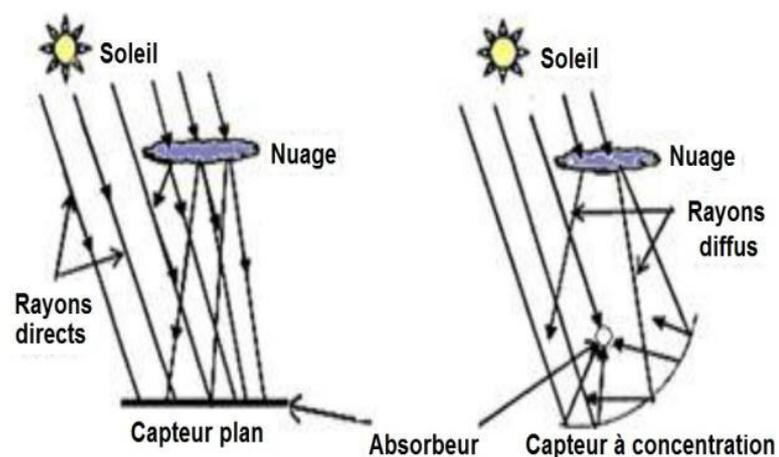


Figure II.1 : Principe de captation de l'énergie solaire [5]

II.3. Types des capteurs solaires thermiques

II.3.1. Selon le fluide

Il existe non seulement plusieurs manières pour fournir l'énergie solaire, mais également différentes méthodes pour capter l'énergie solaire. La liste ci-dessous présente quelques types de capteurs solaires les plus répandus qui sont : les capteurs solaires à eau, les capteurs solaires à air et les capteurs solaires sous vide, ect... [1]

II.3.1.1. Les capteurs solaires à eau

Dans ce type de capteurs, on distingue deux formes de systèmes, systèmes de circulation à basse pression et systèmes de circulation à haute pression. [1]

II.3.1.2. Les capteurs solaires à air

Ils peuvent être utilisée pour le chauffage de l'air utilisé par a ventilation, le chauffage des locaux, et le séchage des récoltes. [1]

II.3.2. Selon la forme

Il existe non seulement plusieurs manières de fournir de l'énergie solaire mais également différentes méthodes pour capter l'énergie solaire provenant d'un rayonnement incident. La liste ci-dessous présente quelques- uns des types les plus répandus des capteurs solaires. [1]

II.3.2.1. Les capteurs solaires plans

Capteurs plans de type vitré (figure 3.7) - Capteurs plans sans vitrage - Capteurs à plaque perforée sans vitrage - Capteurs solaires à passage retour - Capteurs solaires à circulation de liquide - Capteurs solaires à air - Capteurs solaires intégrés - Capteurs sous vide (figure 3.8). [1]

II.3.2.2. Capteurs solaires à concentration

L'énergie solaire est à l'origine de richesses énergétiques telles que le charbon, le pétrole et le gaz. L'énergie solaire est utilisée depuis de nombreux siècles de façon plus ou moins indirecte pour, par exemple, chauffer. Ensuite le capteur à concentration est un capteur solaire comportant un système optique (réflecteur, lentilles, ...) destiné à concentrer sur l'absorbeur le rayonnement reçu (d'où le nom de capteur à concentration).

Naturellement ces concentrateurs doivent suivre le mouvement du soleil. En utilisant des réflecteurs afin de concentrer les rayons du soleil sur l'absorbeur d'un capteur solaire, cela permet de diminuer grandement la taille de l'absorbeur, ce qui réduit les pertes de chaleur et augmente le rendement de chauffage. Son efficacité à hautes températures. Un autre avantage de ce système est que les réflecteurs sont sensiblement moins coûteux par unité de surface que les capteurs. [2]

Ils existent quatre types de capteurs à concentration :

- Concentrateur centrale à tour.
- Capteurs solaires à miroir Fresnel.
- Concentrateur parabolique.
- Concentrateur cylindre-parabolique.

Les capteurs à concentration permettent d'obtenir une température élevée au foyer, cependant ils n'utilisent que les rayons directs du soleil et il faut que les capteurs soient orientés en permanence vers le soleil, on utilise en général pour ces systèmes asservi. [2]

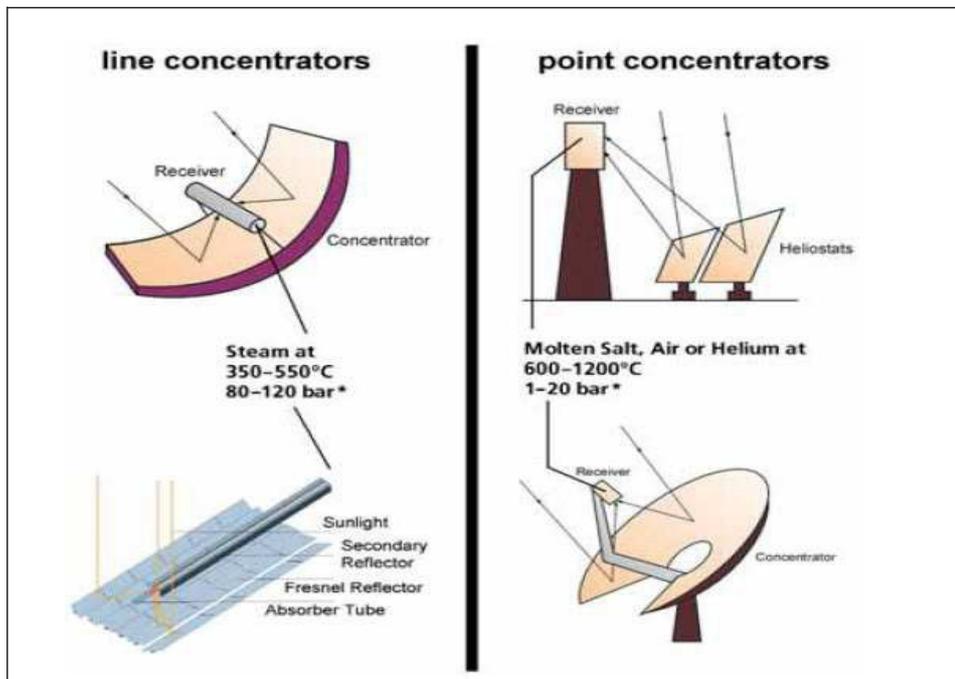


Figure II.2 : Systèmes de concentration. [2]

II.4. Différence entre les concentrateurs solaires [7]

Les centrales solaires utilisent le rayonnement solaire pour produire de l'électricité. Il existe différents types de centrales solaires mais toutes sont basées sur le même principe. Elles concentrent les rayons du soleil pour chauffer à très haute température un liquide particulier non vaporisable. Ce liquide chauffe à son tour l'eau d'une chaudière à vapeur, elle-même reliée à une turbine et à un alternateur pour produire de l'électricité. La vapeur d'eau est alors condensée (retourne à l'état liquide) grâce à une tour de refroidissement.

II.4.1. Concentration Ponctuelle

II.4.1.1. Centrales à tour

Ce type de concentration est constitué de nombreux miroirs concaves concentrant les rayons vers une chaudière située au sommet d'une tour centrale. Les miroirs uniformément répartis sont appelés héliostats. Ce type de concentration nous permet d'atteindre des températures importantes, de 800°C à 1000°C. La puissance maximale peut varier entre 1.5 MW (*Jülich Solar Tower* en Allemagne) et 600 MW (*Ivanpah Solar Power Facility* aux états- unis). Le rendement total est approximativement 17%(Chiffre pris de la centrale *PS10* en Espagne).



Figure II.3: La Centrale solaire de Sanlúcar la Mayor, près de Séville.

➤ **Avantages**

- Ce type de concentration a une haute efficacité de conversion et une température potentielle au-delà de 1000°C .
- Stockage à une température haute.
- Il est possible d'effectuer de l'opération hybride.

➤ **Désavantages**

- L'investissement et le coût exigé sont importants, et il n'est pas pratique pour la commercialisation.

II.4.1.2. Les centrales à capteurs paraboliques(Plat/moteur)

Ce système convertit l'énergie thermique du rayonnement solaire en énergie mécanique, puis en énergie électrique de la même manière que les centrales classiques convertissent l'énergie thermique provenant de la combustion d'un combustible fossile en l'électricité. Il utilise un réseau de miroirs pour réfléchir et concentrer le rayonnement direct entrant à un récepteur, afin d'atteindre les températures nécessaires pour convertir efficacement la

chaleur à travailler. Cela exige que le miroir suive le soleil dans deux axes. Le rayonnement solaire concentré est absorbé par le récepteur et transféré à un moteur. La centrale à capteurs paraboliques entraîne un rendement haut de l'énergie solaire à électricité (entre 31% et 32%), sa puissance varie entre 10MW et 100MW.



Figure II.4 : Capteur parabolique "Dish-stirling" à Phoenix, Arizona.

a. Les composantes importantes

➤ *Concentrateur :*

Le concentrateur solaire est composé d'une surface réfléchissante de verre ou de plastique et concentre le rayonnement incident à son foyer. Sa taille dépend évidemment de la puissance solaire requise. Comme ordre de grandeur, on peut considérer qu'un concentrateur de 10 m de diamètre peut fournir jusqu'à 25 KW d'électricité sous un rayonnement de 1000 W/m^2 . Le concentrateur possède deux degrés de liberté afin de suivre efficacement le soleil. Ce suivi s'effectue de façon tout à fait autonome, contrairement aux capteurs cylindro-paraboliques.

➤ *Récepteur :*

Le récepteur absorbe l'énergie réfléchiée par le concentrateur et la transfère au fluide thermodynamique. La température de la source chaude peut être adaptée en plaçant le

récepteur plus ou moins loin du foyer du collecteur afin de réduire l'intensité du rayonnement lui par-venant.

b. Avantages

Systèmes plat / moteur sont caractérisés par une grande efficacité, modularité, autonomie de fonctionnement, et une capacité inhérente hybride (la capacité à fonctionner sur l'énergie solaire ou un combustible fossile, ou les deux). De toutes les technologies solaires, les systèmes plat / moteur ont montré la plus grande efficacité de conversion solaire-électrique, et donc le potentiel pour devenir l'une des sources les moins chères de l'énergie renouvelable. La modularité des systèmes plat / moteur leur permet d'être utilisés individuellement pour des applications à distance, ou regroupés pour une petite grille (puissance de village) ou des applications de services publics de fin de ligne. Les systèmes plat / moteur peuvent aussi être hybridés avec un combustible fossile pour fournir la puissance.

c. Désavantages

Cette technologie est en phase de développement d'ingénierie et de défis techniques restent concernant les composants solaires et la disponibilité commerciale d'un moteur.

II.4.2. Concentration linéaire

II.4.2.1. Miroir cylindro-parabolique

La technologie des capteurs cylindro-paraboliques est actuellement la plus éprouvée des techniques de concentration solaire. De nombreuses installations ont déjà été testées et commercialisées, dont certaines dans les années 80. La centrale *Solana CSP Plant* est une centrale récemment construite aux états unis, elle a une puissance maximale de 280 MW et un rendement total de 20%.

a. Les composantes importantes➤ *Le collecteur :***Figure II.5: Le collecteur cylindro-parabolique.**➤ **Le réflecteur parabolique :**

Les miroirs sont composés de verre pauvre en fer, dont la transmissivité atteint 98%. Ce verre est recouvert d'une pellicule d'argent en sa partie inférieure, et d'un enduit spécial de protection. Un réflecteur de bonne qualité peut réfléchir 97% du rayonnement incident. Le facteur de concentration pour un capteur cylindro-parabolique est d'approximativement 80%.

➤ **Le système de poursuite solaire :**

Le rôle du mécanisme de poursuite est d'adapter l'inclinaison du capteur de manière à ce que la radiation solaire incidente soit toujours perpendiculaire au réflecteur. De cette manière, la radiation est réfléchi au foyer de la parabole et concentrée sur un tube récepteur dans lequel circule le fluide caloporteur.

➤ **Le tube collecteur :**

Il doit avoir les caractéristiques suivantes :

- ✓ Bonne absorption du rayonnement : son coefficient d'absorption doit être aussi élevé que possible afin d'éviter toute réflexion du rayonnement incident ;

- ✓ Pertes thermiques limitées : La température du tube dépassant généralement 400°C , les pertes par échanges convectifs et radiatifs sont très importantes. Afin de les limiter, le tube est entouré d'une enveloppe de verre sous-vide.

Le champ solaire :

Le champ solaire est la partie réceptrice de l'installation : la radiation solaire y est transformée en énergie thermique. Les collecteurs sont connectés en série pour former de longues files qui à leur tour sont connectées en parallèle. La taille du champ solaire dépend de la puissance désirée et de la température du fluide caloporteur en sortie.

Les collecteurs sont alignés dans la direction nord-sud, et disposent d'un système mono-axial de poursuite du soleil dans la direction est-ouest. Un capteur permet de contrôler la position du soleil par rapport à la rangée de collecteur. Cette information est transmise au système de contrôle central qui ajuste l'angle d'inclinaison en fonction.

b. Avantages

- ✓ Disponible commercialement, avec une production de plus de 12 milliards kWh. La température atteinte s'est élevée à 500°C (400°C actuellement).
- ✓ L'investissement et le coût d'opération sont moins chers par rapport aux autres.
- ✓ Il a le meilleur facteur d'utilisation des terres de toutes les technologies solaires.
- ✓ Nécessite le moins de matériel.
- ✓ Le concept hybride est déjà utilisé.
- ✓ La capacité de stockage est plus grande.

c. Désavantages

- ✓ L'utilisation du fluide caloporteur (huile) restreint la température atteinte à 400°C .

II.4.2.2. Collecteurs Fresnel Linéaires

Un facteur de coût important dans la technologie des collecteurs cylindro-paraboliques est la mise en forme du verre pour obtenir la forme parabolique requise.

Afin de diminuer ce coût, plusieurs groupes de recherche travaillent sur des prototypes de collecteurs de Fresnel à focalisation linéaire. L'idée est d'approximer la forme parabolique du collecteur par une succession de miroirs plane (comme indiqué sur la figure). La

puissance atteinte varie entre 5MW (*Kimberlina Solar Thermal Energy plant*, californie) et 30MW (*PuertoErrado 2*, Espagne) avec un rendement maximal de 38% (*PuertoErrado2*).



Figure II.6: Collecteur Fresnel Linéaire.

a. Les composantes importantes

➤ *Les réflecteurs :*

Un premier étage de réflecteurs est installé sur le sol. Le rayonnement est réfléchi au foyer de la parabole approximée par le jeu de miroirs. Un deuxième étage de réflecteurs redirige le rayonnement vers le tube récepteur.

Ce second étage de réflecteurs, en plus de réfléchir le rayonnement, joue aussi le rôle d'isolant pour le tube récepteur. Il est en effet recouvert d'une importante couche d'isolation en sa partie supérieure. La partie inférieure est quant à elle isolée par une vitre.

➤ *Les récepteurs*

Le tuyau non-évacué, avec un miroir secondaire : Recouvert de verre afin de diminuer les pertes de chaleur.

b. Avantages

- ✓ Moins de miroirs utilisés.
- ✓ Pas de vide à l'intérieur du tube récepteur, ce qui facilite sa conception et sa durabilité.
- ✓ Les contraintes mécaniques dues à la poussée du vent sont réduites par la disposition plane des miroirs.
- ✓ Réduction du coût de la construction en raison d'un assemblage rapide.
- ✓ Faible risque d'entraîner des dommages.
- ✓ L'utilisation des terres est plus efficace.



Figure II.7: Centrale Fresnel.

c. Désavantages

- ✓ La performance optique est inférieure par rapport au miroir cylindro-parabolique.
- ✓ Un miroir secondaire est souvent demandé.
- ✓ Période d'opération moindre.

Conclusion

Dans ce chapitre, on a résumé une brève introduction concernant les centrales solaire, puis on a défini les aspects techniques d'une centrale thermique.

Dans le chapitre suivant, on va préciser notre étude sur la filière centrale à tour.

III.1. Introduction

Nous avons présenté dans la partie précédente le gisement solaire en détail et les différents concentrateurs solaires, alors dans ce chapitre qui est divisé en deux parties, nous allons présenter un calcul et une réalisation de type d'installation choisi.

Notre charge choisie est le laboratoire de recherche BEHLALI SEID de l'université de Mohamed kheider de Biskra qui comporte 12 labos.



Figure III.1: Laboratoire de recherche BEHLALI SEID - l'université de Mohamed kheider de Biskra.

III.2. Calcul de la puissance demandée

L'objectif de cette partie est de calculer la puissance demandée pour alimenter notre laboratoire par un concentrateur à tour.

III.2.1. Méthode de travail

a. Méthode 1

Les étapes de cette méthode sont décrites comme suit :

- ✓ On va compter dans chaque labo le nombre d'appareils électriques avec la puissance demandée ;
- ✓ Calculer T : la durée de fonctionnement (h) de chaque appareil à l'aide d'une courbe ou les axes sont x : nombre d'appareils, y : le temps (h), cette durée est exprimée sous forme de la surface de la courbe calculée avec une fonction sous MATLAB : `trapz (x, y)`.
 - ✚ Exemple Labo 7 (LISIA) : nombre de PC, micro portable, lampes, climatiseurs

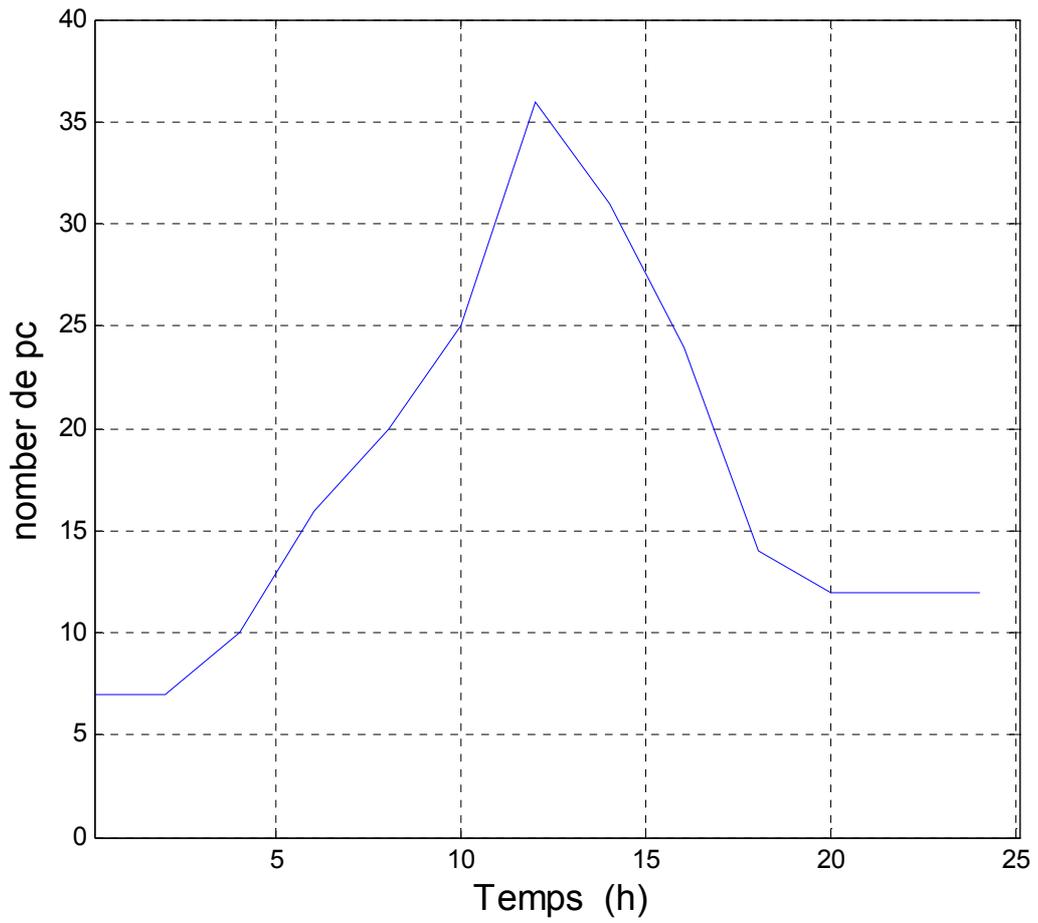


Figure III.2 : surface de fonctionnement des pc

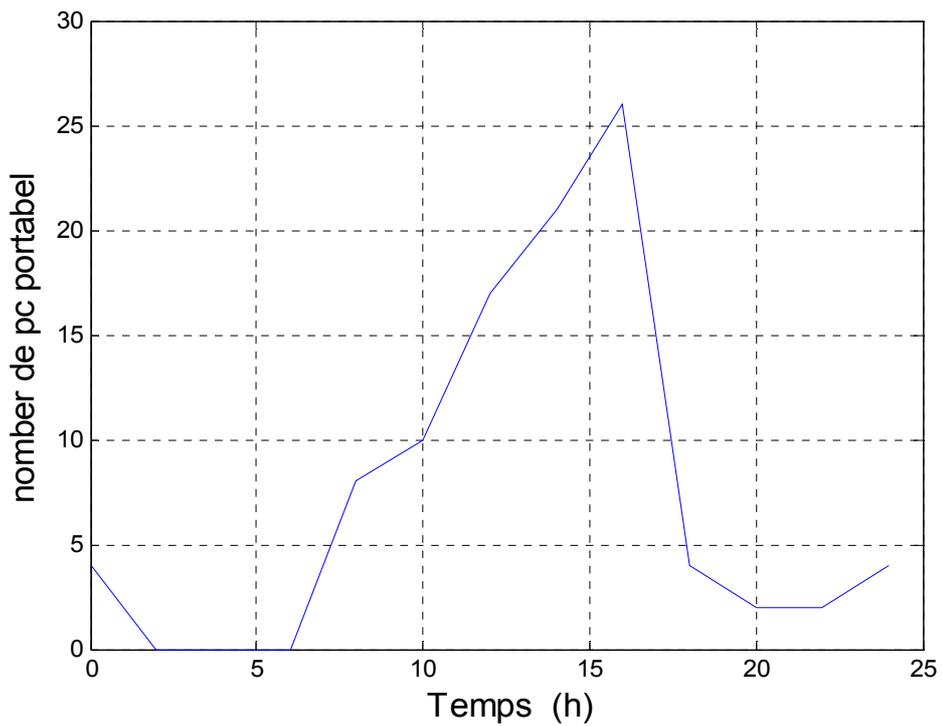
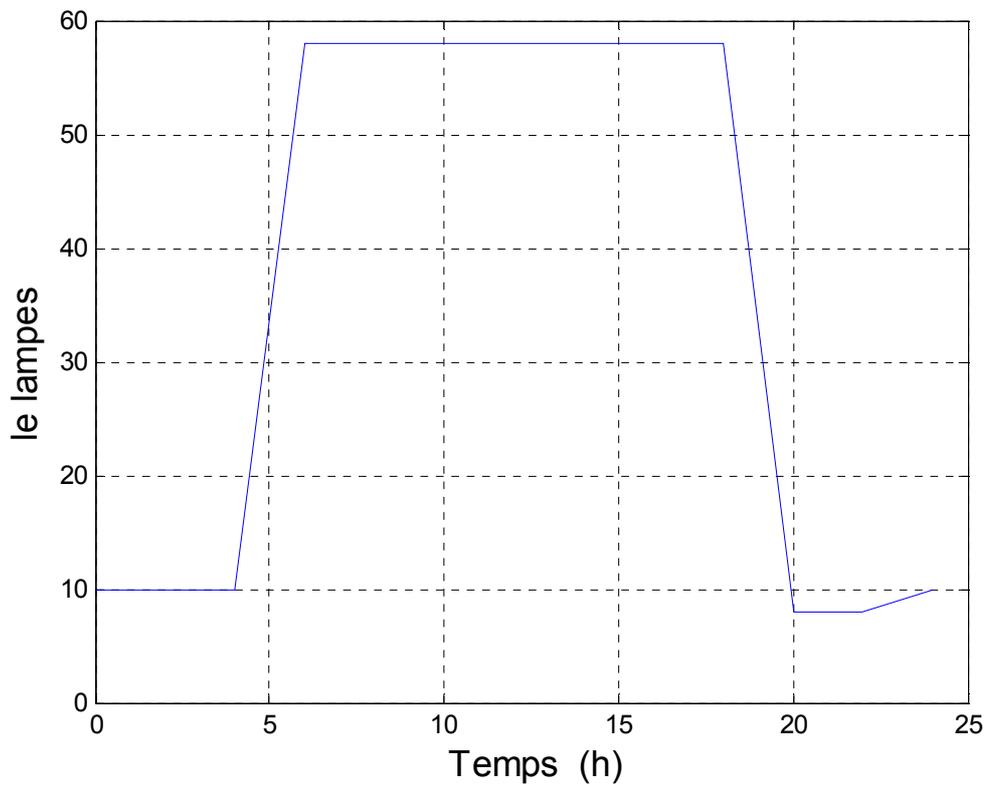
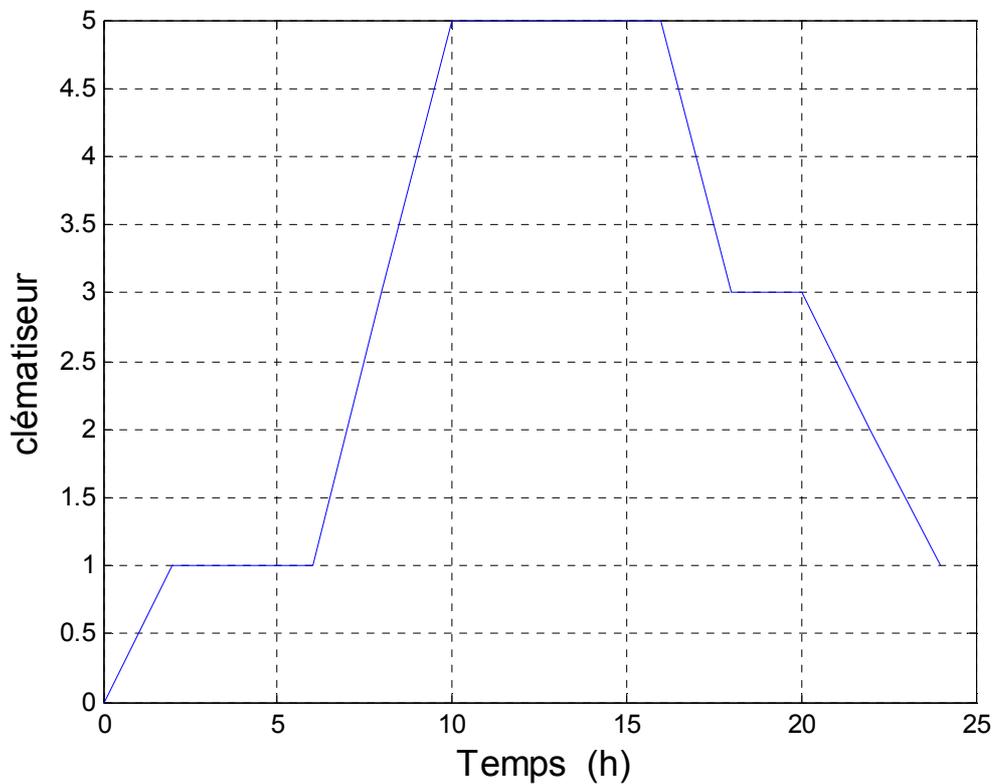


Figure III. 3 : surface de fonctionnement de pc portable**Figure III.4 : surface de fonctionnement des lampes****Figure III.5 : surface de fonctionnement des climatiseurs**

- ✓ Ensuite calculer E : l'énergie consommée par la loi : $E = P \cdot T$.

b. Méthode 2

On a utilisé la loi de puissance $P=U \cdot I$.

Où :

- U= tension triphasée
- I= le courant consommé (A) mesuré avec l'appareil pince ampèremétrique



Figure III.6 : L'appareil Pince Ampèremètre.

III.2.2. Les calculs effectués

On a mesuré le courant consommé dans tous les 12 labos avec l'appareil nanomètre à 12 :30 après midi, sachant que certains labos n'étaient pas dans l'état chargé au maximal.

Les calculs sont les suivants :

Labo 1

Appareil	QUT	Puissance (W)	Total Puissance Demandée (W)	Moyenne Durée de Fonctionnement par jour (h)	Énergie consommé (Wh)
Unité centrale PM (ordinateur du bureau)	18	160	2880	10,22	29 440
Unité centrale GM (ordinateur du bureau)	3	300	900	8,00	7 200
Micro Portable	13	100	1300	6,92	9 000

Imprimante	4	230	920	2,00	1 840	
Photocopieuse	2	68	136	2,00	272	
Ecran GM	3	25	75	69,33	5 200	
Lampe	36	18	648	16,11	10 440	
Fribo	1	68	68	24,00	1 632	
Climatiseur p	5	2500	12500	11,70	146 250	
Machine 1	1	1100	1100	2,00	2 200	
Machine 2	1	3000	3000	2,00	6 000	
Machine 3	1	270	270	2,00	540	
					220 014	Par jour
					9 167	Par heure

Tableau III.1 : Labo 1.

Le courant consommé avec l'appareil = 20,3 A

Selon la loi de la puissance électrique :

$$P = 220 * 20,3$$

$$P = 4466 \text{ W}$$

Labo 2

Appareil	QUT	Puissance (W)	Total Puissance Demandée (W)	Moyenne Durée de Fonctionnement par jour (h)	Énergie consommé (Wh)
Unité centrale PM (ordinateur du bureau)	4	160	640	7,5	4 800
Unité centrale GM (ordinateur du bureau)	0	300	0	0	-
Micro Portable	0	100	0	0	-
Imprimante	0		0	0	-
Imprimante	0		0	0	-
Photocopieuse	0	68	0	0	-
Ecran GM	4	25	100	7,5	750
Lampe	12	18	216	10	2 160
Fribo	/	68	0	0	-

Climatiseur p	2	2500	5000	10	50 000	
					57 710	Par jour
					2 405	Par heure

Tableau III.2 : Labo 2.

Le courant consommé avec l'appareil 3.8 A

Selon la loi de la puissance électrique :

$$P = 220 * 3.8$$

$$P = 836 \text{ W}$$

Labo 3

Appareil	QUT	Puissance (W)	Total Puissance Demandée (W)	Moyenne Durée de Fonctionnement par jour (h)	Énergie consommé (Wh)	
Unité centrale PM (ordinateur du bureau)	10	160	1600	10,2	16 320	
Unité centrale GM (ordinateur du bureau)	1	300	300	24	7 200	
Micro Portable	13	100	1300	3,69	4 800	
Imprimante	4	230	920	2	1 840	
Photocopieuse	2	68	136	2	272	
Ecran GM	11	25	275	11,45	3 150	
Lampe	24	18	432	16	6 912	
Frigo	/	68	/	0	-	
Climatiseur p	5	2500	12500	10,8	135 000	
					175 494	Par jour
					7 312	Par heure

Tableau III.3: Labo 3.

Le courant consommé avec l'appareil = 16.8 A

Selon la loi de la puissance électrique :

$$P = 220 * 16.8$$

$$P = 3696 \text{ W}$$

Labo 4

Appareil	QUT	Puissance (W)	Total Puissance Demandée (W)	Moyenne Durée de Fonctionnement par jour (h)	Énergie consommé (Wh)	
Unité centrale PM (ordinateur du bureau)	24	160	3840	8,58	32 960	
Unité centrale GM (ordinateur du bureau)	3	300	900	8,00	7 200	
Micro Portable	14	100	1400	7,71	10 800	
Imprimante	4	230	920	2,00	1 840	
Photocopieuse	2	68	136	2,00	272	
Ecran GM	33	25	825	6,97	5 750	
Lampe	38	18	684	13,82	9 450	
Frigo	1	68	68	0,00	1 632	
Climatiseur p	6	2500	15000	9,75	146 250	
					216 154	Par jour
					9 006	Par heure

Tableau III.4 : Labo 4.

Le courant consommé avec l'appareil = 14.1 A

Selon la loi de la puissance électrique :

$$P = 220 * 14.1$$

$$P = 3102 \text{ W}$$

Labo 5

Appareil	QUT	Puissance (W)	Total Puissance Demandée (W)	Moyenne Durée de Fonctionnement par jour (h)	Énergie consommé (Wh)	
Unité centrale PM (ordinateur du bureau)	16	160	2560	9,25	23 680	
Unité centrale GM (ordinateur du bureau)	4	300	1200	15,00	18 000	
Micro Portable	5	100	500	10,80	5 400	
Imprimante PM	5	230	1150	2,00	2 300	
Photocopieuse	5	68	340	2,00	680	
Ecran GM	20	25	500	10,40	5 200	
lampe	46	18	828	16,28	13 482	
Frigo	1	68	68	0,00	1 632	
Climatiseur p	5	2500	12500	10,50	131 250	
					201 624	Par jour
					8 401	Par heure

Tableau III.5 : Labo 5.

Le courant consommé avec l'appareil = 12.7 A

Selon la loi de la puissance électrique :

$$P = 220 * 12.7$$

$$P = 2794 \text{ W}$$

Labo 6

Appareil	QUT	Puissance (W)	Total Puissance Demandée (W)	Moyenne Durée de Fonctionnement par jour (h)	Énergie consommé (Wh)
Unité centrale PM (ordinateur du bureau)	23	160	3680	7,57	27 840
Unité centrale GM (ordinateur du bureau)	1	300	300	8,00	2 400

bureau)						
Micro Portable	20	100	2000	10,70	21 400	
Imprimante PM	4	230	920	2,00	1 840	
Photocopieuse	2	68	136	2,00	272	
Ecran GM	24	25	600	7,58	4 550	
Lampe	19	18	342	15,79	5 400	
Frigo	1	68	68	0,00	1 632	
Climatiseur p	4	2500	10000	14,50	145 000	
						210 334 Par jour
						8 764 Par heure

Tableau III.6 : Labo 6.

Le courant consommé avec l'appareil = 10.8 A

Selon la loi de la puissance électrique : $P = 380 * 10.8$ alors $P = 4104$ W

Labo 6

Appareil	QUT	Puissance (W)	Total Puissance Demandée (W)	Moyenne Durée de Fonctionnement par jour (h)	Énergie consommé (Wh)	
Unité centrale PM (ordinateur du bureau)	26	160	4160	9,08	37 760	
Unité centrale GM (ordinateur du bureau)	6	300	1800	7,50	13 500	
Micro Portable	28	100	2800	6,71	18 000	
Imprimante PM	10	230	2300	2,00	4 600	
Photocopieuse	2	68	136	2,00	272	
Ecran GM	32	25	800	8,78	7 025	
Lampe	58	18	1044	15,59	16 272	
Frigo	1	68	68	0,00	1 632	
Climatiseur p	5	2500	12500	11,40	142 500	
						210 361 Par jour
						10 098 Par heure

Tableau III.7 : Labo 7.

Le courant consommé avec l'appareil = 24.6 A

Selon la loi de la puissance électrique :

$$P = 220 * 24.6$$

$$P = 5412 \text{ W}$$

Labo 8

Appareil	QUT	Puissance (W)	Total Puissance Demandée (W)	Moyenne Durée de Fonctionnement par jour (h)	Énergie consommé (Wh)	
Unité centrale PM (ordinateur du bureau)	23	160	3680	7,91	29 120	
Unité centrale GM (ordinateur du bureau)	0	300	0	0,00	-	
Micro Portable	8	100	800	14,25	11 400	
Imprimante	4	230	920	2,00	1 840	
Photocopieuse	2	68	136	2,00	272	
Ecran GM	23	25	575	7,91	4 550	
Lampe	28	18	504	14,57	7 344	
Frigo	1	68	68	0,00	1 632	
Climatiseur p	5	2500	12500	11,20	140 000	
					196 158	Par jour
					8 173	Par heure

Tableau III.8 : Labo 8.

Le courant consommé avec l'appareil = 15.1 A

Selon la loi de la puissance électrique :

$$P = 220 * 15.1$$

$$P = 3322 \text{ W}$$

Labo 9

Appareil	QUT	Puissance (W)	Total Puissance Demandée (W)	Moyenne Durée de Fonctionnement par jour (h)	Énergie consommé (Wh)	
Unité centrale PM (ordinateur du bureau)	9	160	1440	11,00	15 840	
Unité centrale GM (ordinateur du bureau)	0	300	0	0,00	-	
Micro Portable	8	100	800	10,56	8 450	
Imprimante PM	4	230	920	2,00	1 840	
Photocopieuse	2	68	136	2,00	272	
Ecran GM	9	25	225	11,00	2 475	
Lampe	30	18	540	14,50	7 830	
Frigo	1	68	68	0,00	1 632	
Climatiseur p	5	2500	12500	11,70	146 250	
					184 589	Par jour
					7 691	Par heure

Tableau III.9 : Labo 9.

Le courant consommé avec l'appareil = 17.2 A

Selon la loi de la puissance électrique :

$$P = 220 * 17.2$$

$$P = 3784 \text{ W}$$

Labo 10

Appareil	QUT	Puissance (W)	Total Puissance Demandée (W)	Moyenne Durée de Fonctionnement par jour (h)	Énergie consommé (Wh)
Unité centrale PM (ordinateur du bureau)	5	160	800	14,40	11 520
Unité centrale GM (ordinateur du bureau)	0	300	0	0,00	-
Micro Portable	4	100	400	9,25	3 700
Imprimante	2	230	460	2,00	920

Photocopieuse	1	68	68	2,00	136	
Ecran GM	5	25	125	14,40	1 800	
Lampe	28	18	504	14,68	7 398	
Frigo	1	68	68	0,00	1 632	
Climatiseur p	4	2500	10000	13,63	136 250	
					163 356	Par jour
					6 807	Par heure

Tableau III.10 : Labo 10.

Le courant consommé avec l'appareil = 11.5 A

Selon la loi de la puissance électrique :

$$P = 220 * 11.5$$

$$P = 2530 \text{ W}$$

Labo 11

Appareil	QUT	Puissance (W)	Total Puissance Demandée (W)	Moyenne Durée de Fonctionnement par jour (h)	Énergie consommé (Wh)	
Unité centrale PM (ordinateur du bureau)	4	160	640	11,50	7 360	
Unité centrale GM (ordinateur du bureau)	0	300	0	0,00	-	
Micro Portable	0	100	0	0,00	-	
Imprimante		230	0	0,00	-	
Photocopieuse		68	0	0,00	-	
Ecran GM	4	25	100	11,50	1 150	
Lampe	12	18	216	10,00	2 160	
Frigo	/	68	0	0,00	-	
Climatiseur p	2	2500	5000	10,00	50 000	
					60 670	Par jour
					2 528	Par heure

Tableau III.11 : Labo 11.

Le courant consommé avec l'appareil = 2.9 A

Selon la loi de la puissance électrique :

$$P = 220 * 2.9$$

$$P = 638 \text{ W}$$

Labo 12

Appareil	QUT	Puissance (W)	Total Puissance Demandée (W)	Moyenne Durée de Fonctionnement par jour (h)	Énergie consommé (Wh)	
Unité centrale PM (ordinateur du bureau)	3	160	480	12,67	6 080	
Unité centrale GM (ordinateur du bureau)	0	300	0	0,00	-	
Micro Portable	0	100	0	0,00	-	
Imprimante		230	0	0,00	-	
Photocopieuse		68	0	0,00	-	
Ecran GM	3	25	75	12,67	950	
Lampe	12	18	216	10,00	2 160	
Frigo	/	68	0	0,00	-	
Climatiseur p	2	2500	5000	10,00	50 000	
					59 190	Par jour
					2 466	Par heure

Tableau III.12 : Labo 12.

Le courant consommé avec l'appareil = 2.7 A

Selon la loi de la puissance électrique :

$$P = 220 * 2.7$$

$$P = 594 \text{ W}$$

III.2.3. Résultat obtenu

Total de la puissance avec la méthode 1 = **82,819 kWh**

Total de la puissance avec la méthode 2 = $152.5 \times 220 = 33,550 \text{ kWh}$

Ce qui nous mène à dire que le résultat de la 1^{ère} méthode est acceptable par rapport à celui de la 2^{ème} méthode dont l'observation a été faite pendant une période de la journée moins chargée.

III.3. Le choix de type d'installation à retenir

Comme on a défini dans le chapitre précédent (les concentrateurs solaires), on a choisi le type de concentrateur solaire à tour pour plusieurs raisons y compris :

- ✓ La disponibilité de l'espace pour la réalisation ;
- ✓ Le rendement ;
- ✓ La facilité de réalisation ;
- ✓ Le coût ;

III.4. Descriptions et dimensionnement des composantes

Les composantes choisies dans ce travail sont les suivantes :

1. **Un espace** : on a choisi l'espace vert disponible en face faculté des sciences exactes et sciences de la nature avec une surface de 1653 m^2



Figure III.7 : Espace de réalisation.

2. **La tour** : on a proposé une tour de 14m parce qu'elle est acceptable par rapport à l'énergie demandée (environ 87 kWh) ;
3. **La turbine** : on a choisi cette turbine parce qu'elle nous dispose la puissance demandée 100 kW



Figure III.8: Modèle de la turbine utilisée

Débit (M ³ /S)	Modèle	Capacité (KW)	Inlet		D'échappement pression (MPa)	Vitesse (r/min)	Poids (t)	Globale Dimensions l x l x h (mm)
			Pression (MPa)	Temp (°C)				
0,24	QN0.1-1.4	100	1.4	195	0.0103	1500	9	3100x2805x2515

Figure III.9: Fiche technique de la turbine

Cette turbine nécessite une pression de 1,4 MPa, et pour assurer cette dernière il faut calculer la température nécessaire T_2 pour chauffer l'eau.

$$\Delta T = \frac{P}{Q_v \times \rho \times C} = \frac{10000 \times 15}{4185} = 358^\circ\text{C}$$

$$C: \text{chaleur massique de l'eau} = 4185$$

Q_v : débit volumique en kg/h

$D=0,24 \text{ m}^3/\text{s} \rightarrow 240 \text{ l/s} \rightarrow 240 \text{ kg/S}$ diviser par 3600 on aura $Q_v=1/15$ en kg/h

$$T_2 = \Delta T + T_1 \rightarrow T_2 = 358 + 195 = 553^\circ\text{C}$$

4. Concentrateur : il est favorable d'utiliser un concentrateur d'une couleur noire et sa surface on va la calculer avec la loi de **Stefan-Boltzmann** = 16 m^2

$$S = \frac{P}{\delta \times T_2^4} = \frac{87000}{5,67 \times 10^{-8} \times 553^4} = 16 \text{ m}^2$$

δ : constante de stefan = $5,67 \times 10^{-8} \text{ W /m}^2 /^\circ\text{C}$

5. Le champ dont lequel on va déposer nos miroirs : La carte terrestre de l'ensoleillement moyen annuel de la Wilaya de Biskra indique que le potentiel reçu dans cette ville se trouve dans l'intervalle de (5-6 kWh/m²/jour). [3]

On doit calculer la surface de ce champ comme suite : $5/12\text{h}=0,41 \text{ kWh /m}^2=416\text{Wh/m}^2$

12 : nombre des heures du lever jusqu'au coucher de soleil (06 :00 >> 18 :00)

Alors : $87000/416 \approx 210\text{m}^2$

6. Miroirs : On suppose que la surface d'un seul miroir est de 2 m^2 et pour trouver le nombre de miroirs à utiliser on divise la surface du champ sur la surface d'un miroir, on obtient $210 / 2 = 105$ miroirs.

On a trouvé précédemment que la surface du concentrateur = 16 m^2 qui n'était pas pratique, alors on va choisir un concentrateur d'une surface de 2 m^2 avec 8 rangés de miroirs ($8 \times 2 = 16$) chaque rangé comporte 13 miroirs ($105 / 8 = 13$).

7. Les batteries de stockage : sont des batteries à une tension de 48V,200AH donc le besoin de notre charge pendant la nuit(12H) est de 10% de la puissance globale alors

$87000 \text{ Wh} \times 0,1 = 8700 \text{ Wh} \rightarrow$ la puissance à la nuit est de 104,4kWh on divise par 0,9 (des pertes) puis aussi sur 0,75 (Pour notre installation on prend une profondeur maximale de décharge de 25%, la puissance est alors 154,666kWh

Le nombre des batteries devient :

$$N = \frac{154666}{48 \times 200} = 16,1 \approx 16 \text{ batteries}$$

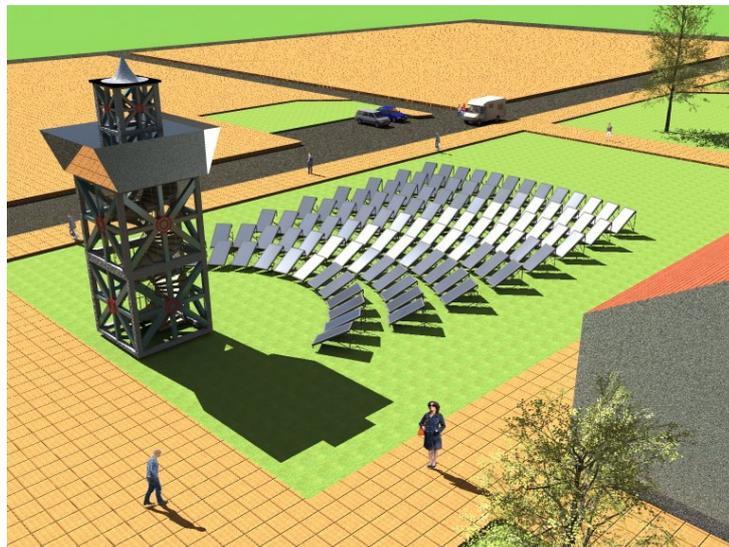


Figure III.10: La tour réalisée.

III.5. Conclusion

Pour des résultats plus précis on a effectué ces calculs dans deux autres différentes périodes à 08 :30 du matin et 10 :30 du matin et les résultats comme suit :

- À 08 :30 le courant consommé est : 132,14 A
Alors $132,14 * 220 = 29,07 \text{ kW}$
- À 10 :30 le courant consommé est : 221,75 A
Alors $221,75 * 380 = 48,78 \text{ Kw}$

Dans la 2ème période (10 :30) notre labo a été presque en charge. On conclut que le résultat de la 1ère méthode est logique.

Listes des figures

Figure I.1 : Exemple de l'énergie solaire	7
Figure I.2 : Plan de l'utilisation de l'énergie solaire	8
Figure I.3 : Filières de conversion de l'énergie solaire	9
Figure II.1 : Principe de captation de l'énergie solaire	11
Figure II.2: Système de Cencentration.....	13
Figure II.3: La centrale solaire d Sanlucar la Mayor, près de Séville.....	15
Figure II.4: Capteur parabolique "Dish-stirling" à Phoenix, Arizona.....	16
Figure II.5: Le collecteur cylindro-parabolique	18
Figure II.6: Collecteur Fresnel Linéaire.....	20
Figure II.7: Centrale Fresnel	21
Figure III.1: Laboratoire de recherche BEHLALI SEID - l'université de Mohamed kheider de Biskra.	22
Figure III.2: Surface de fonctionnement des PC.....	23
Figure III.3: Surface de fonctionnement des PC portable.....	24
Figure III.4: Surface de fonctionnement des lampes	24
Figure III.5: Surface de fonctionnement des climatiseurs	25
Figure III.6: Pince ampèremètre	25
Figure III.7: Espace de réalisation	35
Figure III.8: Modèle de la turbine utilisée	36
Figure III.9: Fiche technique de la turbine.....	36
Figure III.10: La Tour réalisée	38

Liste des tables

Tableau I.1 : Caractéristique principale du soleil.....	3
Tableau I.2 : Potentiel solaire en Algérie.....	4
Tableau III.1 : Labo 1.....	26
Tableau III.2 : Labo 2.....	27
Tableau III.3 : Labo 3.....	28
Tableau III.4 : Labo 4.....	28
Tableau III.5 : Labo 5.....	29
Tableau III.6 : Labo 6.....	30
Tableau III.7 : Labo 7.....	30
Tableau III.8 : Labo 8.....	31
Tableau III.9 : Labo 9.....	32
Tableau III.10 : Labo 10.....	32
Tableau III.31: Labo 11.....	33
Tableau III.12: Labo 12.....	33

Liste des Symboles

δ : Déclinaison solaire.	Degré
L : Longitude du lieu.	Degré
ω : Angle horaire.	Degré
h : Hauteur du soleil.	Degré
a : L'azimut de soleil .	Degré
D : Durée de jour.	Heure
I : Le rayonnement direct	w/m ²
D : Rayonnement solaire diffus.	w/m ²
alb : Albédo du sol avoisinant.	w/m ²
C' : Concentration géométrique.	
h : Coefficient de transfert par rayonnement	W/m ²

Bibliographie

[1] Mémoire de magistère BEN GUEHZA MOHAMMED LAHKDAR : impact de l'espace entre les deux vitrages sur le rendement d'un capteur solaire. 24/02/209

[2] Abderraouf Meziani et Mohamed Temim, Mémoire de fin d'étude, « Étude d'un capteur solaire a eau avec effet de concentrateur de type cylindro-parabolique », Université de Biskra, 2005.

[3] Le gisement lumineux à Biskra

[4] EFFET DES PARAMETRES OPERATIONNELS SUR LES PERFORMANCES D'UN CAPTEUR SOLAIRE PLAN ; SAADI SOUAD ; 2010

[5] Etude et Réalisation d'un Concentrateur Solaire Parabolique ; ZEGHIB ILHEM ; 2005

[6] le gisement solaire a biskra ;melhgueg mohamed amine :2015.

[7] Concentrateurs solaires et production électrique ; Axel Augeard ; 2014

[8] Concentrateurs solaires et production électrique ; mlle Meziane fariza ; 2010