

Chapitre IV

Le gisement lumineux à Biskra

Introduction

Chaque conception architecturale prend en considération le climat qui regroupe un ensemble de facteurs influençant à la fois le bâtiment et l'occupant, à savoir par exemple, le soleil, le vent, la pluie...etc. Les stratégies bioclimatiques appliquées dans les climats froids ne sont pas les mêmes que celles appliquées dans les climats chauds. La lumière naturelle est l'un des principaux facteurs qu'il faut étudier et analyser pendant la phase d'esquisse du projet architectural, car elle varie en quantité et en qualité d'une région à une autre et d'un climat à un autre (le dimensionnement des ouvertures dépendra impérativement du climat).

L'Algérie se trouve dans une zone géographique caractérisée par un gisement solaire très important surtout dans sa partie saharienne. La ville de BISKRA présente l'une des régions sahariennes qui a un fort gisement lumineux ; elle est caractérisée par un climat chaud et sec et un taux d'ensoleillement très élevé, obligeant ainsi les habitants à recourir aux dispositifs d'ombrage pour réduire la pénétration directe des rayons du soleil pendant la période estivale, ce qui réduit par conséquent le niveau d'éclairage intérieur et augmente ainsi la consommation d'électricité pour l'éclairage. L'objectif de notre travail consiste à concevoir un dispositif spécifique au climat de la région qui améliorerait l'éclairage naturel et qui permettrait à la fois de bloquer la pénétration directe des rayons solaires excessifs et de diffuser la lumière naturelle à l'intérieur de l'espace. Pour cette raison, l'étude du climat lumineux et solaire de la ville devient nécessaire pour pouvoir établir un constat et une évaluation cartésienne et juste du phénomène

La première phase sera donc d'évaluer l'éclairage extérieur horaire, mensuel, annuel, horizontal et vertical en lux reçu à Biskra pour pouvoir établir une première estimation de l'éclairage intérieur. Le rapport entre ces deux éclairages nous permettra aussi d'évaluer l'efficacité du système light shelf dans la ville de Biskra.

I. Notions de base sur le climat

Le climat peut prendre plusieurs définitions ; il peut être défini comme un « ensemble des circonstances atmosphériques auxquelles est soumise une région géographique donnée ». Les facteurs climatiques ont un grand impact sur la construction et l'environnement urbain ainsi que dans la façon de vie des êtres humains. La détermination du climat est effectuée à l'aide de moyennes établies à partir de mesures statistiques annuelles et mensuelles sur des données atmosphériques locales. Ces facteurs climatiques peuvent être classés en trois catégories : des facteurs énergétiques (rayonnement solaire, lumière et température), des facteurs hydrauliques (précipitation et hygrométrie) et des facteurs mécaniques (vent par exemple). Pour étudier le climat d'une région, il faut faire intervenir les facteurs suivants :

- La température de l'air en °C, ce facteur doit être mesuré à l'ombre et à une hauteur de 1.2 m à 1.8 m au sol.
- L'humidité en %, qui représente la saturation de l'air en eau.
- Les radiations solaires en W/m².
- Le mouvement de l'air, soit le vent mesuré en m/s.
- Les précipitations, mesurées en mm.
- La nébulosité, mesurée en Octets.

La carte suivante indique les différents climats dans le monde :

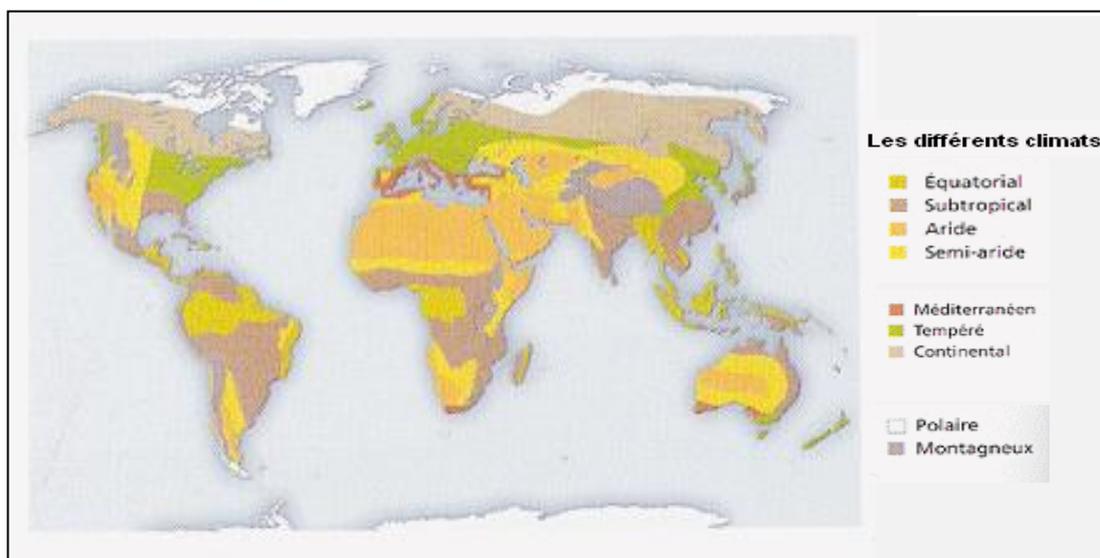


Figure 126 : Les différents climats dans le monde
(Source : <http://www.meteorologic.net/climat-monde.php>)

Il existe neuf climats qui caractérisent la surface de la terre, du climat polaire des hautes latitudes au climat équatorial de l'équateur : équatorial, subtropical, aride, semi-aride, méditerranéen, tempéré, continental, polaire et montagneux.

climat	Les caractéristiques
équatorial	il se caractérise par des températures élevées et des précipitations importantes pendant la plus grande partie de l'année. Le rayonnement solaire varie peu ou pas pendant l'année.
subtropical	il se caractérise par une saison sèche et une saison des pluies, ces deux saisons sont très marquées, les températures élevées durant toute l'année.
aride	il se caractérise par des températures très élevées en journée qui baisse la nuit et des précipitations.
semi-aride	Il se caractérise par des précipitations s'échelonnant de 250 à 500 mm, elles sont réparties inégalement dans une année et on distingue une saison des pluies et une saison sèche.
méditerranéen	Il se caractérise par des étés chauds et secs et des hivers doux et pluvieux. Des épisodes de pluies très intenses peuvent avoir lieu en automne ou en hiver.
tempéré	Il se caractérise par des précipitations bien réparties tout au long de l'année et par quatre saisons bien distinctes.
continental	Il se caractérise par des saisons marquées par des écarts de température considérables ; ainsi, l'hiver souvent très froid succède à un été chaud. Les précipitations sont globalement faibles.
polaire	Il se caractérise par un hiver où on ne voit pratiquement pas le jour, les températures y sont très froides et la banquise se forme, les précipitations sont faibles tout au long de l'année, l'été est très frais et court.

Tableau 10 : Les différents climats dans le monde (Source : Auteur)

A partir du tableau précédent, on peut tirer quatre principaux climats dans le monde, dont les caractéristiques sont présentées dans le tableau suivant :

Type de climat	Les caractéristiques
Climat froid	Température inconfortable (très basse)
Climat modéré	Dissipation inadéquate de chaleur (soit une surchauffe ou un refroidissement)
Climat chaud et sec	Est appelé aussi désertique, caractérisé par une surchauffe
Climat chaud et humide	une surchauffe aggravée par l'humidité (le phénomène de rafraichissement par évaporation est limité)

Tableau 11 : Les quatre principaux climats dans le monde (Source : Auteur)

En Algérie, le climat est subdivisé en trois catégories :

-Le Tell : caractérisé par un climat tempéré de type méditerranéen.

- Les hautes plaines : caractérisées par un climat continental.

-Le sahara : caractérisé par un climat aride et sec. Notons que la notion d'aridité ne concerne pas les zones désertiques seulement mais elle touche toutes les régions ayant des précipitations rares ou irrégulières.

II. Les caractéristiques climatiques de la ville de BISKRA

II .1. Le climat dominant

La ville de Biskra est une ville Saharienne qui se situe au sud-est de l'Algérie ; elle occupe une superficie de 21.671 Km². Elle est caractérisée par un climat froid en hiver, chaud et sec en été. Les caractéristiques géographiques de la ville sont :

- La latitude = 34.48 N.
- La longitude = 5.44 N.
- L'altitude qui est égale à 128 m au dessus du niveau de la mer.

La ville de Biskra se caractérise par une température maximale en été qui atteint dans le mois de juillet 42°C et une température minimale en hiver qui atteint 7°C pendant le mois de janvier. La moyenne annuelle de la température est de 21.5°C.

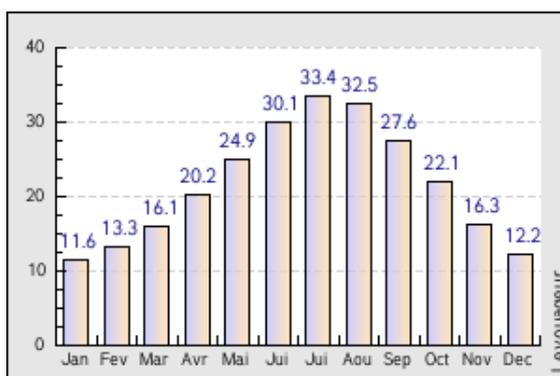


Figure 127 : la température moyenne (Source : <http://www.levoyageur.net/climat-ville-BISKRA.html>)

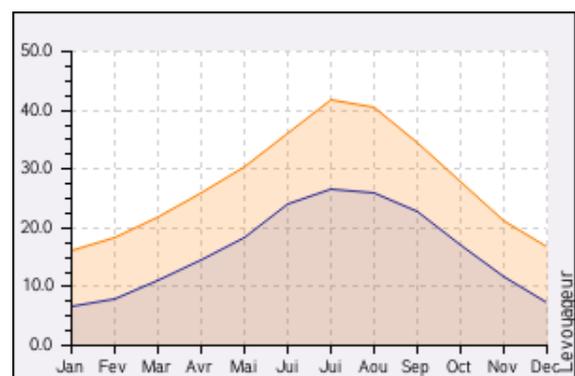


Figure 128 : La température minimale et maximale (Source : <http://www.levoyageur.net/climat-ville-BISKRA.html>)

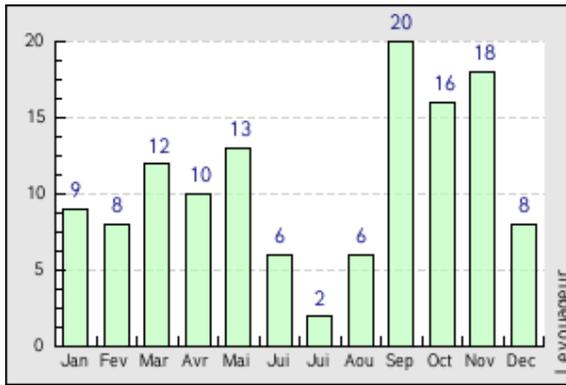


Figure 129 : la précipitation (mm) (Source : <http://www.levoyageur.net/climat-ville-BISKRA.htm>)

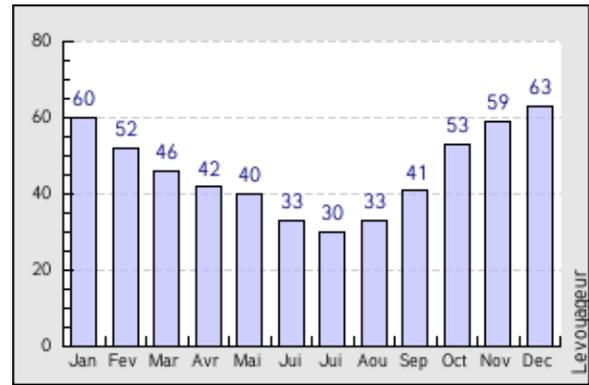


Figure 130 : L'humidité (Source : <http://www.levoyageur.net/climat-ville-BISKRA.htm>)

La précipitation moyenne annuelle est très faible, environ 8.8 mm. Elle atteint sa valeur maximale durant le mois de septembre (20mm). Les précipitations en été sont presque nulles (2 mm durant le mois de juillet). L'humidité moyenne annuelle est de 46%.

II .2. Les mois de confort à Biskra

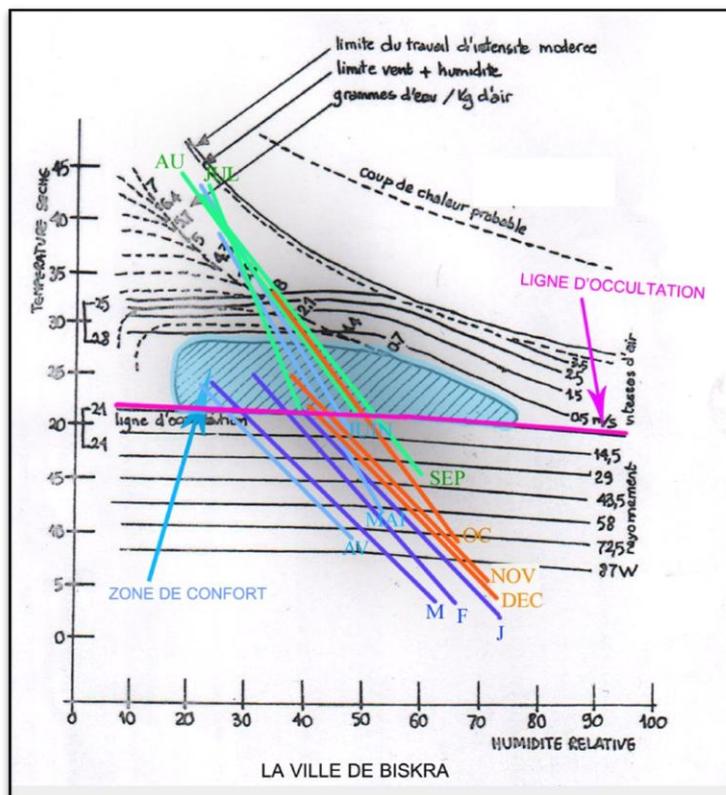


Tableau 131: Le diagramme de Olgay (Source : Auteur)

Le diagramme d'Olgay montre que la plupart des mois touchent seulement la zone de confort. Les mois d'hivers se trouvent sous la ligne d'occultation (besoin de chauffage) alors que les mois d'été nécessitent une occultation, car, ils se trouvent au dessus de la ligne. Le diagramme montre aussi que le climat de la ville de Biskra est relativement sec (les lignes des mois sont verticaux) et une grande différence de température entre le jour et la nuit.

II. 3. Le potentiel solaire

L'Agence spatiale allemande (ASA) et suite à une évaluation par satellites a conclu que l'Algérie représente le potentiel solaire le plus important de tout le bassin méditerranéen. La durée d'insolation, de l'ordre de 3500 heures/an est la plus importante au monde. Elle est toujours supérieure à 8 heures/jours. Pendant l'été, elle peut atteindre jusqu'à plus de 12 heures/jour au centre du Sahara. La carte suivante montre que l'Algérie se trouve dans une région dans laquelle l'ensoleillement direct moyen annuel excède 2000 kWh/m²/an. Ce qui nous intéresse le plus à ce stade, c'est la quantité du rayonnement solaire que reçoit la ville de Biskra au cours de toute l'année. La carte terrestre de l'ensoleillement moyen annuel indique que le potentiel reçu dans cette ville se trouve dans la fourchette de (5-6 kWh/m²/jour) et annuellement, compris entre 1825 et 2190 kWh/m²/an. La ville de Biskra possède ainsi un gisement solaire très important qui nécessite une exploitation rationnelle et durable.

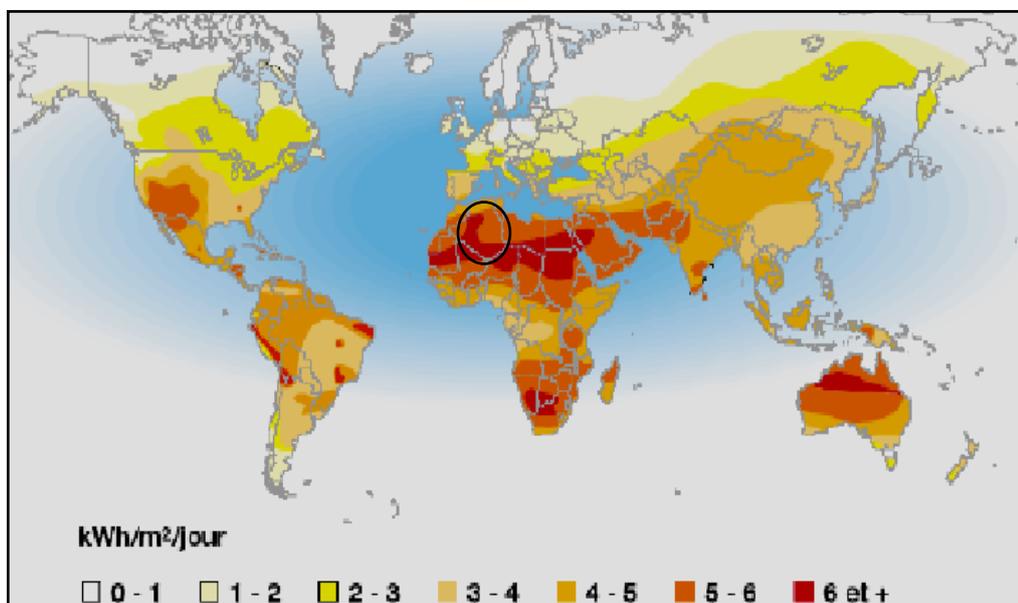


Figure 132 : Carte du monde de l'ensoleillement moyen annuel
(Source : Projet Maghreb – Europe : Production d'Hydrogène Solaire)

La répartition du potentiel solaire par région climatique au niveau du territoire algérien montre que le Sahara occupe une grande superficie du territoire et que l'ensoleillement annuel reçu est très important et atteint 2600 kWh/m²/an, ce qui le classe parmi les plus grands gisements solaires au monde.

Ensoleillement reçu annuellement en Algérie par région climatique	Superficie (%)	Ensoleillement (h/an)	Energie moyenne reçue (kWh/m ² /an)
Région Littoral	4	2650	1700
Hauts Plateaux	10	3000	1900
Sahara	86	3500	2650

Tableau 12 : l'ensoleillement reçu annuellement en Algérie par région climatique
(Source : Projet Maghreb – Europe : Production d'Hydrogène Solaire)

II. 4. La couverture nuageuse

Il est important de comprendre le fonctionnement du système climatique y compris le rôle des nuages dans la détermination de la sensibilité du climat. Les nuages affectent le climat et à leur tour sont affectés par les évolutions climatiques. La relation est un système compliqué de rétroactions dans lequel les nuages modulent le bilan radiatif de la terre. Les nuages refroidissent la terre en réfléchissant la lumière solaire incidente et ils peuvent la réchauffer en absorbant la chaleur émise par la surface en la réémettant vers le bas (effet de serre) et à leur tour, ils sont eux-mêmes affectés par le réchauffement ou le refroidissement de la terre. Un autre objectif de cette étude est de déterminer le taux de couverture nuageuse moyen de la voûte céleste de la ville de Biskra et donc, connaître le type de ciel dominant au cours de l'année ce qui permettra de déterminer effectivement l'éclairement intérieur réel reçu sur une surface horizontale ou verticale.

II. 4. 1. Les stations météorologiques de mesure du taux de couverture nuageuse

Il existe deux types de stations météorologiques qui permettent la mesure du taux de la couverture nuageuse du ciel. On peut obtenir ces données soit, par les stations météorologiques de surveillance au sol ou par des données de satellites géostationnaires "le programme SSE de la NASA" (Surface Météorologique et de l'Energie Solaire) (<http://www.eosweb.larc.nasa.gov/sse/>). Les stations de mesure au sol se situent principalement

dans les pays développés. Elles ne donnent pas des valeurs précises à cause des problèmes inhérents à leur utilisation (conditions atmosphériques extérieurs). De plus, lors de l'enregistrement des données, les valeurs recueillies peuvent être sporadiques conduisant à des profils climatologiques incomplets. Contrairement aux mesures au sol, les données de la station SSE de la NASA sont plus précises car elles représentent la moyenne de 10 ans de collecte des données météorologiques qui sont recueillies par des stations qui couvrent la surface entière de la terre et sur une grille de 10 par 10 km (chaque grille est divisée en cellules). Cependant, il est important de noter que l'ensemble des données de la NASA n'est pas destiné à remplacer la qualité des données de mesure au sol mais de combler le vide là où les mesures au sol sont manquantes et d'élargir les zones où ces dernières existent. Les deux types de données sont complémentaires, les unes compensant les autres. L'ensemble des données et des cartes de la NASA peuvent déterminer les caractéristiques climatiques et permettent une estimation du potentiel des ressources énergétiques renouvelables qui peut être déterminé pour n'importe quel endroit du globe.

La couverture nuageuse fournie par les satellites de la NASA est de trois sortes:

- La quantité mensuelle moyenne de nuages qui est définie par la quantité de nuages durant le jour dans une région donnée (elle s'exprime en %).
- Les données mensuelles de la couverture liée au temps de mesure. Ces données seront utilisées pour dégager les équations qui calculent la fréquence des nuages.
- La nébulosité du ciel est classée selon trois degrés de la couverture nuageuse :
 - Clair (nébulosité <10%).
 - Partiellement nuageux (nébulosité comprise entre 10% -70%).
 - Couvert (> ou = nébulosité de 70%).

L'ensemble des données climatiques concernant les nuages fournies par le programme SSE de la NASA proviennent du projet international de climatologie satellitale des nuages (ISCCP) (<http://www.isccp.giss.nasa.gov>) qui a été créé en 1982 en soutien au Programme de Recherche sur le Climat Planétaire (WCRP) pour collecter et analyser les mesures de radiance satellitale et en déduire par la suite la distribution générale des nuages, leurs propriétés et leur variations journalières, saisonnières et interannuelles (Rossow et Schiffer 1991, Lu et Walker, 1991).

Ces données sont utilisées pour étudier le rôle des nuages sur le climat, à la fois leurs effets sur les échanges d'énergie radiative et leur rôle dans le cycle de l'eau (Brest et Rossow 1992). ISCCP a été un projet exceptionnellement utile. Il a fourni une archive satellitale extrêmement condensée qui reste manipulable, idéale pour les études du climat à long terme et permis des recherches qui n'auraient pas été possibles autrement dans ce domaine.

La couverture nuageuse globale qui comprend des facteurs comme la répartition, le type, l'épaisseur et l'altitude des nuages a une importante influence sur le climat et joue le rôle d'indicateur de l'évolution de celui-ci. Les satellites météorologiques sont les seuls capables de cartographier les configurations évolutives de la nébulosité et apportent donc une contribution vitale au Programme de Recherche sur le Climat Planétaire (WCRP).

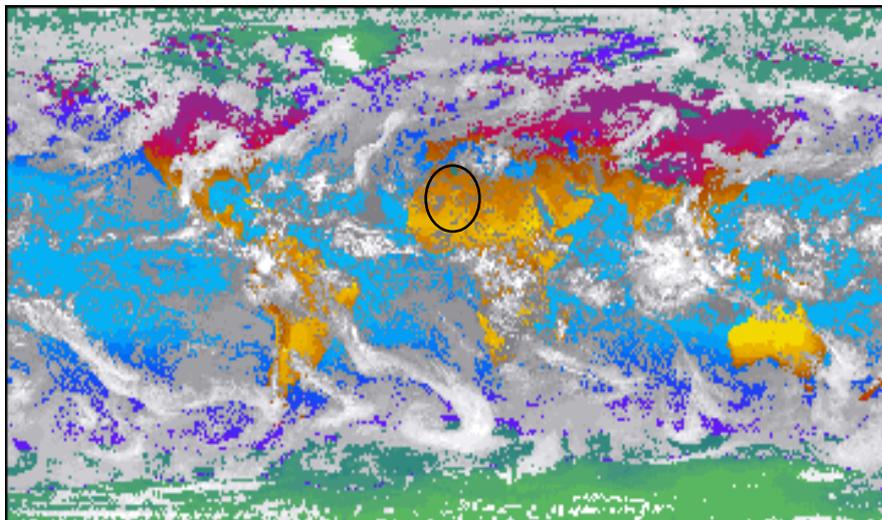


Figure 134 : Exemple de la configuration de nuage produite par ISCCP
(Source : Dr Zemmouri .N)

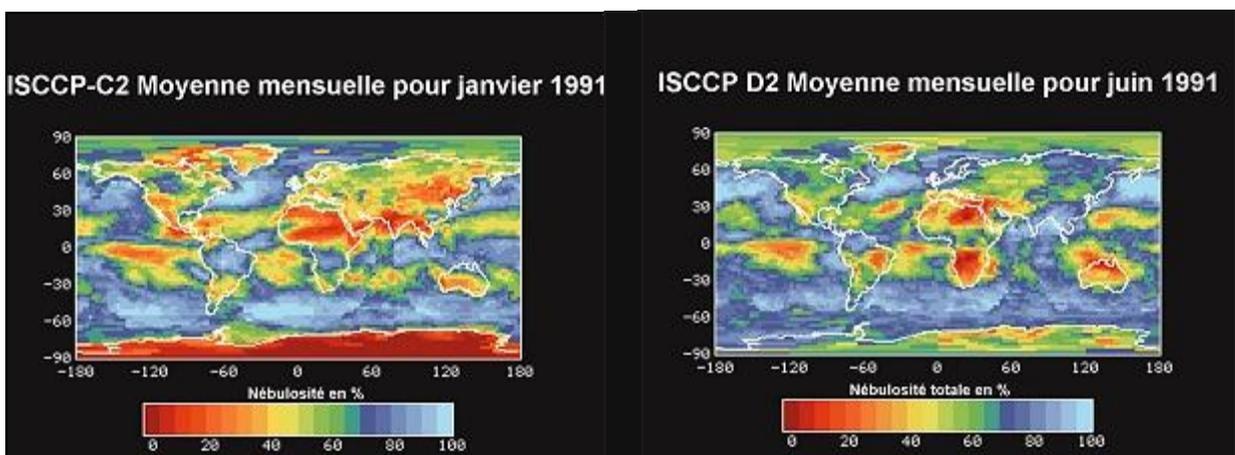


Figure 135 : Nébulosité moyenne pour janvier et juin 1991 extraite des séries de données ISCCP
(Source : Le Projet International Climatologie Satellitale des Nuages)

La détermination de la couverture nuageuse est basée sur la mesure de la quantité du rayonnement réfléchi vers l'espace. Cette quantité est une mesure de l'albédo planétaire (Sa valeur moyenne est de 30%) qui est le rapport de la quantité de lumière réfléchi par un objet sur la quantité de lumière qu'il reçoit. Il est inversement proportionnel à la couverture nuageuse du ciel. La configuration de nuage produite par ISCCP (figure 135) montre qu'en Algérie, le ciel n'est ni clair, ni couvert. A titre d'exemple, la nébulosité atteinte en 1991 en Algérie a été entre 20 et 30% en janvier et entre 35 et 55% en juin, ce qui indique que le ciel en Algérie est partiellement couvert (intermédiaire).

La carte suivante est produite par le logiciel "RETScreen" (logiciel de calcul des données climatiques) ; elle indique l'emplacement de toutes les stations de mesure dans le monde, les points rouges représentent l'emplacement des stations météorologiques au sol, tandis que les points bleus représentent l'emplacement des données satellite ou analysées mondiales de la NASA pour les régions peuplées. Les données de la NASA se trouvant dans la base de données climatique pour les endroits peuplés sur la terre. L'ensemble de ces points représente les endroits où il y a au moins 10 habitants selon les données de peuplement des Nations Unies. La base de données climatiques RETScreen contient les données météorologiques nécessaires au modèle. Le logiciel peut fournir des données climatiques en provenance des stations météorologiques de surveillance au sol ou des données satellitaires (NASA SSE).

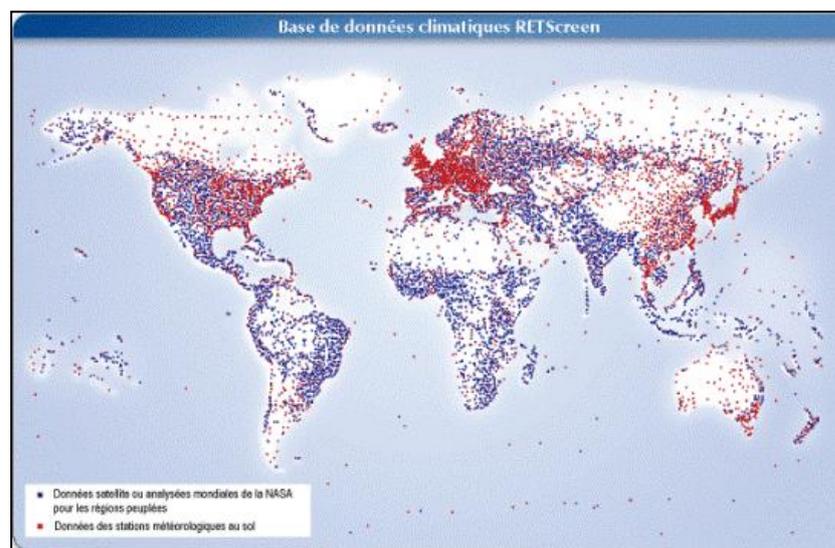


Figure 133 : Carte des données climatiques (Source : <http://www.retscreen.net/fr>)

Remarque : Bien que l'Algérie se trouve dans une zone de grand potentiel solaire, le nombre des stations de mesure reste insignifiant et elles sont implantées surtout au nord du pays.

II.4. 2. Le type de ciel dominant à BISKRA

La détermination du type de ciel dominant durant toute l'année à Biskra permettra de caractériser le climat de la ville de manière générale ainsi que le gisement solaire et l'éclairement lumineux, ce qui est l'un des objectifs principaux de cette recherche. Cette détermination se fait par le calcul de la couverture nuageuse qui représente la quantité des nuages dans une région donnée pendant la journée, ce taux est exprimé en pourcentage (%). La variation de cette couverture de 0 à 100% détermine le type de ciel : 0% indique un ciel clair, 100% un ciel couvert et entre 10 et 70% le ciel est intermédiaire. Les données représentées dans les tableaux suivants sont reprises des données satellitaires de la NASA qui donnent le taux de la couverture nuageuse annuelle moyenne à Biskra durant toute l'année et au cours de différentes heures de la journée.

Lat 34.48 Lon 5.44	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Juil	Auo	Sep	Oct	Nov	Dec
Moyenne de 10 ans	52.5	53.6	55.9	54.3	55.0	47.1	31.3	35.0	41.4	56.3	56.0	52.2

Tableau 13 : Le taux de la couverture nuageuse (%)
(Source: NASA Surface meteorology and Solar Energy Data Set)

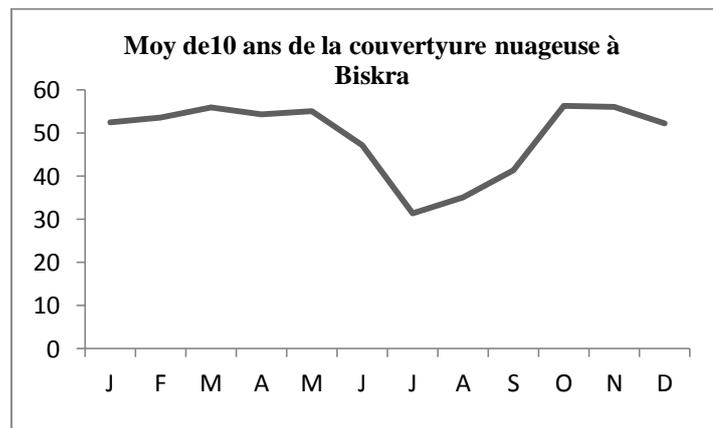


Figure 136 : Le taux de la couverture nuageuse (%)
(Source: Auteur)

Le tableau précédent indique que le taux de la couverture nuageuse à BISKRA au cours de toute l'année est compris entre 31.3% et 56%, avec une moyenne de 49,21%. Nous constatons aussi que pendant les mois de Janvier à Mars et d'Octobre à Décembre, le ciel est partiellement couvert (plus de 52% de couverture) alors que dans le reste de l'année, la

moyenne de la couverture est de 38,7%. Le graphe montre que le taux de la couverture du ciel est constant dans la période hivernale et un peu différent en été (10% de différence).

Donc, nous concluons que dans une moyenne de 10 ans, le type de ciel qui domine dans la ville de Biskra est intermédiaire, proche du clair.

Lat 34.48 Lon 5.44	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Juil	Auo	Sep	Oct	Nov	Dec
Moy@0	44.2	42.6	46.0	44.5	48.2	41.8	24.0	29.8	37.9	51.0	46.3	44.4
Moy @3	44.9	43.8	45.2	44.7	46.7	39.2	20.9	25.2	34.4	51.0	46.6	44.6
Moy @6	45.8	44.9	45.9	41.9	42.5	35.1	17.8	21.2	32.7	50.9	48.4	44.4
Moy @9	48.2	47.2	51.1	51.7	52.6	45.4	29.3	31.5	38.7	52.8	52.4	47.7
Moy @12	55.7	58.0	63.0	61.6	60.2	53.5	37.5	40.3	45.3	62.0	60.0	56.7
Moy @15	53.6	55.5	63.6	63.9	63.7	54.5	39.3	44.7	49.2	59.5	55.7	52.3
Moy @18	46.4	45.5	53.4	52.2	55.9	47.2	32.7	37.3	41.1	51.7	49.9	47.5
Moy @21	45.2	42.8	47.4	46.1	50.1	43.8	26.3	33.3	39.2	50.1	47.6	45.1

Tableau 14: Taux de la couverture nuageuse dans les différentes heures GMT (%)
(Source: NASA Surface meteorology and Solar Energy Data Set)

Il est clair que la moyenne annuelle de la couverture nuageuse du ciel aux différentes heures de la journée (de 0h à 21h) est de 45.78% ce qui indique que ciel est partiellement couvert. Ce taux est dépassé pendant certaines heures et peut atteindre les 60% (par exemple, dans le mois d'avril à 15h, la couverture du ciel est de 63.9%). Il se dégrade dans certains cas à 17% pendant le mois de Juillet à 6h.

Remarque : La période moyenne d'étude est située entre 9h et 18h.

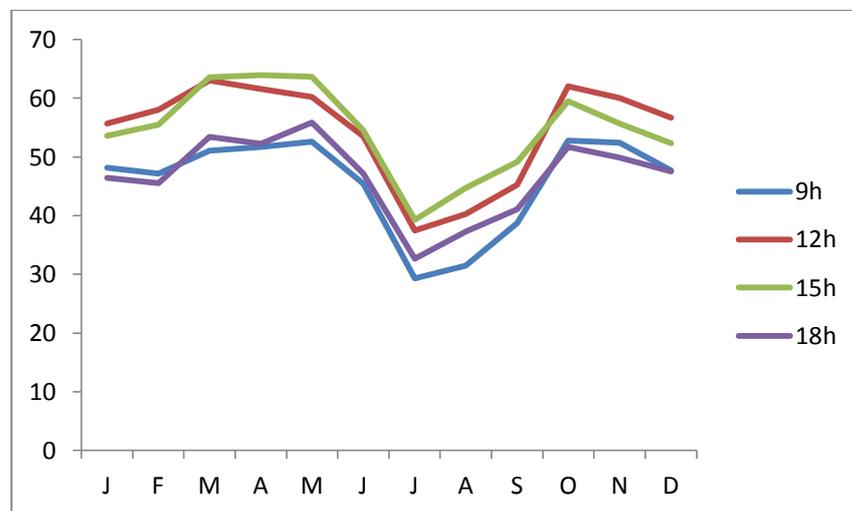


Figure137 : Le taux de la couverture nuageuse pendant les différentes heures GMT (%) (Source : Auteur)

L'heure	La couverture nuageuse annuelle
Moy @9	45.72 %
Moy @12	54.54 %
Moy @15	54.63 %
Moy @18	46.73 %

Tableau 15 : La moyenne de la couverture nuageuse pendant les différentes heures GMT (%) (Source : Auteur)

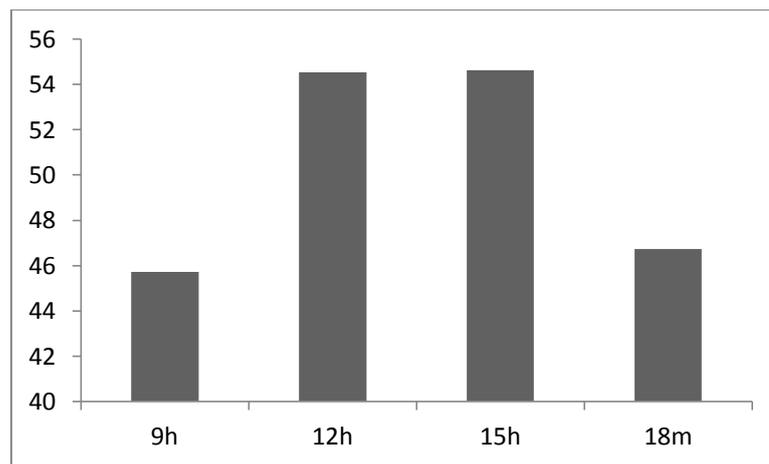


Figure 138 : La moyenne de la couverture nuageuse pendant les différentes heures GMT (%) (Source : Auteur)

A partir des figures et des tableaux précédents, nous pouvons tirer les constatations suivantes :

Pendant la journée, le taux de la couverture nuageuse diffère d'une heure à l'autre. Il est important à 12 h et à 15h (54.63%). Le taux de la couverture nuageuse moyenne annuelle qui concerne la période entre 9h et 18h est de 50.40%. De plus, ce taux est le même à 9h et 18h et identique également à 12h et 15h. Nous en concluons donc que le ciel dominant à Biskra est de type intermédiaire.

Comme il été déjà avancé, la détermination du type de ciel dominant à Biskra va nous aider à calculer le gisement solaire et lumineux. Il est nécessaire de tenir compte de la composante diffuse produite par la voute céleste pendant que le ciel est couvert, ainsi que de la composante directe du soleil dans les moments où le ciel est clair (pas de couverture nuageuse).

III. Le gisement solaire à Biskra

III. 1. La détermination du gisement solaire

L'énergie solaire est une source d'énergie inépuisable et propre qui ne provoque pas d'émissions de gaz nocifs pour notre environnement. Elle se propage dans l'espace sous forme de photons, donc, elle est disponible partout et sans cesse renouvelable. Le gisement solaire est un ensemble de données décrivant l'évolution du rayonnement solaire disponible au cours d'une période donnée. Son évolution peut se faire à partir des données de l'irradiation solaire globale. L'objectif dans cette partie est de pouvoir déterminer le rayonnement solaire global reçu à Biskra.

III.1.1. Les données de METEONORM

"METEONORM" est une référence météorologique complète comprenant un catalogue de données météorologiques et des méthodes de calcul pour les applications solaires et la conception du système à n'importe quel endroit désiré dans le monde. Il est basé sur plus de 23 années d'expérience dans le développement de bases des données météorologiques pour les applications de l'énergie. Il regroupe plus de 20 stations de mesure à travers le monde. La carte suivante représente l'irradiation solaire globale et annuelle de toute l'Afrique. Nous remarquons que l'irradiation solaire dans la ville de Biskra atteint 2000 KWh/m².

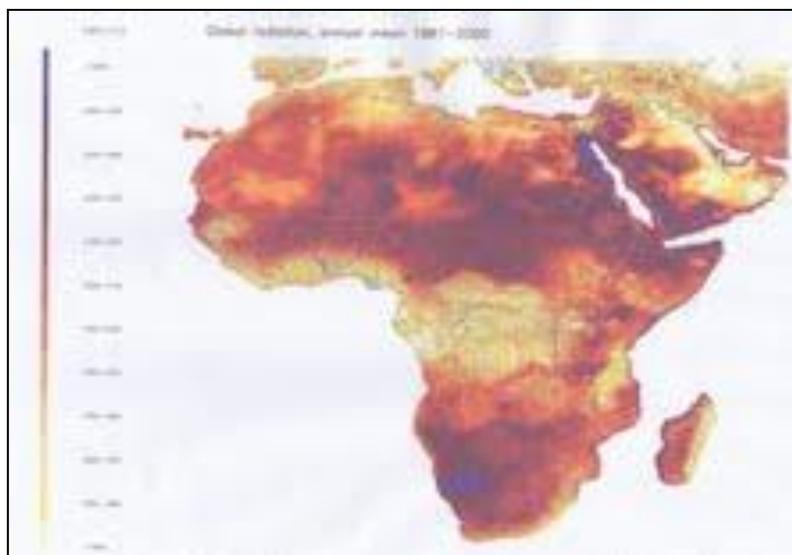


Figure 139 : Carte d'irradiation solaire globale annuelle tirée de METEONORM 1981-2000 (Source : www.meteonorm.com)

III.1.2. Les données du logiciel "NOOR 1.1"

Ce logiciel est un outil pédagogique d'évaluation de la lumière naturelle. Il aide les architectes à la conception car il permet d'avoir des renseignements sur le climat lumineux de n'importe quelle région du globe terrestre. Il calcule pour les trois types de ciel (clair, couvert et intermédiaire) la quantité de rayonnement solaire en W/m^2 , l'éclairement extérieur en lux ainsi que l'efficacité lumineuse. Ces valeurs varient selon les différentes heures du jour, de l'altitude et de l'azimut.

Le logiciel calcule l'irradiation solaire sur une surface plane ou inclinée du lever jusqu'au coucher du soleil pour chaque mois. Les données nécessaires au calcul sont : le nom de la région, la date (jour, mois, année), le temps, la latitude, la longitude, l'altitude, la nature de la région (rurale, urbaine, industrielle), l'angle d'inclinaison du plan et enfin le pourcentage de la couverture du ciel. Les résultats calculés sont ensuite affichés sous forme de tableau.

```

D:\LA THESE\Etude climatique\Fortr\NOUCHK1.exe
WELCOME TO MORE COMPUTER PROGRAM USED
IN THE GENERATION OF ILLUMINANCES ON
THE HORIZONTAL AND SLOPED PLANES
PLEASE ENTER THE OUTPUT FILE NAME
biskra 4

PLEASE ENTER THE LOCATION NAME
biskra

ENTER SUCCESSIVELY DAY, MONTH & YEAR
15,4,2010

ENTER THE STANDARD TIME LONGITUDE OF THE PLACE
1

ENTER LATITUDE AND LONGITUDE
34,5

ENTER NOW THE ALTITUDE OF THE PLACE ABOVE SEA LEVEL IN KM
0,1

ENTER THE TURBIDITY ZONE

1 STANDS FOR RURAL ZONE
2 STANDS FOR URBAN ZONE
3 STANDS FOR INDUSTRIAL ZONE
2

ENTER NOW THE SLOPE OF THE PLANE/HORIZONTAL IN dg
45

ENTER THE MEASURED PERCENTAGE OF SUNSHINE
CORRESPONDING TO THE GIVEN MONTH
54,3
    
```

Tableau 16 : Interface de logiciel « NOOR 1.1 » (Source : Auteur)

Le calcul du taux d'ensoleillement et d'éclairement sur des surfaces inclinées par ce logiciel va prendre en considération l'orientation du plan. Il suffit de lui donner l'inclinaison du plan en degrés, il va donner ensuite les résultats pour les orientations suivantes : nord, nord-est, est, sud-est, sud, sud-ouest, ouest, nord-ouest.

Le tableau suivant donne la quantité mensuelle du rayonnement solaire reçu à Biskra en KW/m². La période ciblée dans notre recherche est celle comprise entre 9h et 16.

Heure Mois	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h
Janvier			64.210	212.21	352.07	453.95	504.80	500.13	440.30	330.86	186.93			
Février			120.42	293.40	449.93	562.80	620.74	620.74	562.80	449.93	293.40	120.42		
Mars		54.36	233.01	426.42	588.95	698.88	749.96	745.42	684.65	565.14	395.46	200.49		
Avril	14.95	164.21	360.79	547.20	690.09	771.71	797.58	790.83	741.31	630.31	464.02	267.51	83.96	
Mai	74.26	247.42	444.36	619.99	734.30	793.78	789.73	795.10	772.66	677.07	519.11	326.30	137.00	7.32
Juin	83.79	235.61	404.23	553.63	656.71	692.20	672.35	684.17	684.76	615.95	488.13	326.05	160.01	31.44
Juillet	50.24	158.44	281.76	393.66	474.79	510.45	505.79	509.09	504.97	454.69	362.53	244.94	122.95	25.56
Aout	21.52	131.25	268.74	398.29	496.98	550.87	564.28	562.99	539.71	471.63	361.81	226.99	93.44	
Sept		99.72	251.87	400.30	516.90	588.40	615.10	603.99	551.22	451.78	313.68	158.38	26.65	
Octobre		63.26	236.68	416.38	560.72	651.22	682.67	655.16	568.54	427.40	249.09	73.26		
Nov		8.12	145.60	308.22	444.98	533.24	564.03	535.21	448.78	313.37	151.02	11.21		
Déc			76.69	218.30	346.56	434.99	472.27	454.91	384.44	268.73	127.50	5.67		

Tableau 17 : Valeurs de rayonnements solaires obtenus par logiciel "NOOR 1.1"
(Source : Auteur)

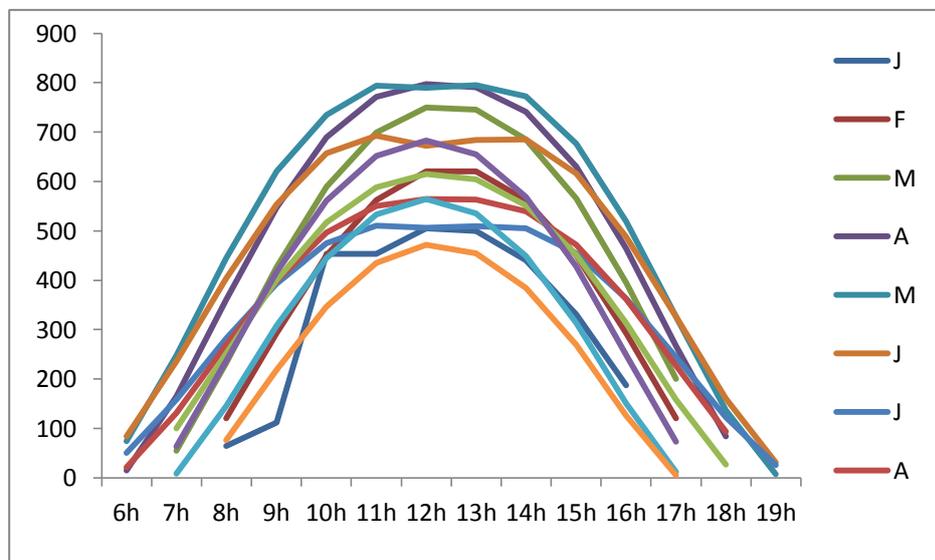


Tableau 140: Valeurs de rayonnements solaires obtenus par logiciel "NOOR 1.1"
(Source : Auteur)

Nous remarquons qu'au cours de l'année, le rayonnement solaire atteint sa valeur maximale vers midi et avec des valeurs minimales au lever et au coucher du soleil. Les quantités de rayonnement reçues en début de journée et pendant l'après midi sont presque équivalentes (la quantité reçue à 9h est très proche de celle reçue à 16h). Cette valeur maximale est atteinte pendant les mois d'avril et mai de 9h jusqu'à 15h et la quantité de rayonnement est de 797.58 kW/m². Pendant les mois de janvier et décembre, la quantité reçue est moindre à cause de la faible hauteur du soleil. Nous constatons aussi que le nombre d'heures d'insolation journalière dans la ville de Biskra est important ; il est supérieur à 9 h et atteint pendant les mois chauds 14 heures d'exposition au soleil.

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Jui	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Nombre d'heure d'insolation	9	10	11	13	14	14	14	13	12	11	11	10

Tableau 18 : Nombre d'heure d'insolation (Source : Auteur)

Le graphe suivant donne la quantité de rayonnement solaire reçue sur une surface horizontale à Biskra le 15 Avril 2010 par le logiciel NOOR 1.1. Nous remarquons que cette quantité atteint 797.58W/m² à midi

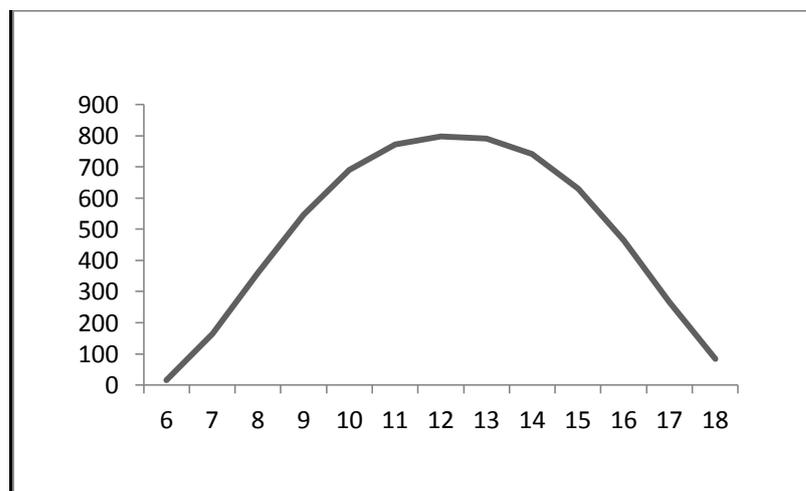


Figure 141 : Courbe de rayonnement solaire reçu sur une surface horizontale à Biskra le 15 avril 2010 par le logiciel "NOOR 1.1" (Source : Auteur)

Pour confirmer la validité de ce logiciel nous allons procéder à une étude comparative entre les résultats obtenus par une application de laboratoire de génie mécanique en plus des

résultats d'une journée d'expérimentation et de mesure entreprise sur le site de l'université de Biskra le mois d'avril 2009. Nous avons pris le mois d'avril comme mois de comparaison (mois représentatif), car ce mois ne représente pas les cas extrêmes, il se trouve dans la mi-saison et nous recevons au cours de ce mois une quantité importante de rayonnement solaire.

III.1.3. Données de l'application de laboratoire de génie mécanique

Ce logiciel a été réalisé par un groupe de chercheurs dans le laboratoire de génie mécanique à l'université de Biskra. L'objectif principal de ce logiciel est de calculer la quantité de rayonnement solaire à Biskra pour pouvoir estimer la quantité d'énergie reçue par les capteurs solaires. Il suffit de choisir le jour, le mois le type de ciel, la latitude du lieu et l'angle de déclinaison. Les résultats obtenus vont donner les valeurs de rayonnement global, direct, diffus et réfléchi sous forme de graphe. Ce logiciel ne prend malheureusement pas en considération l'orientation.

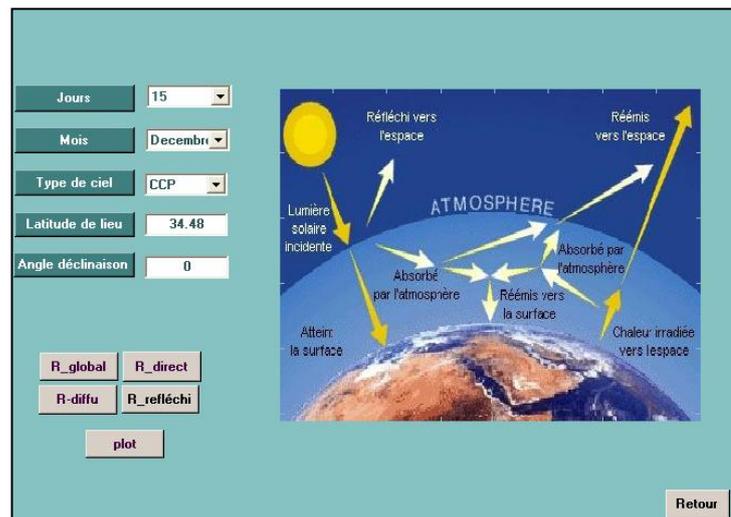


Figure 142: Interface graphique de l'application de génie mécanique
(Source : Auteur)

Le tableau et le graphe suivants nous donnent le rayonnement solaire global, direct et diffus reçu sur une surface horizontale à Biskra le 15 avril sous un ciel intermédiaire. Nous constatons que la quantité de rayonnement solaire global est minime au lever et au coucher du soleil avec des valeurs maximales à midi qui atteignent 970 KW/m^2 . Nous remarquons aussi que la quantité de rayonnement direct reçue est plus grande que la quantité de rayonnement diffus, du essentiellement à la clarté du ciel.

Heure	Rayonnement global	Rayonnement direct	Rayonnement diffus
6	65	15	50
7	240	160	80
8	480	395	85
9	635	575	60
10	820	750	70
11	915	800	115
12	970	830	140
13	915	800	115
14	820	750	70
15	635	575	60
16	385	385	85
17	240	160	80
18	65	15	50

Tableau 19: Valeurs de rayonnement solaire reçu sur un plan horizontal à Biskra le 15 avril par l'application de génie mécanique (Source : Auteur)

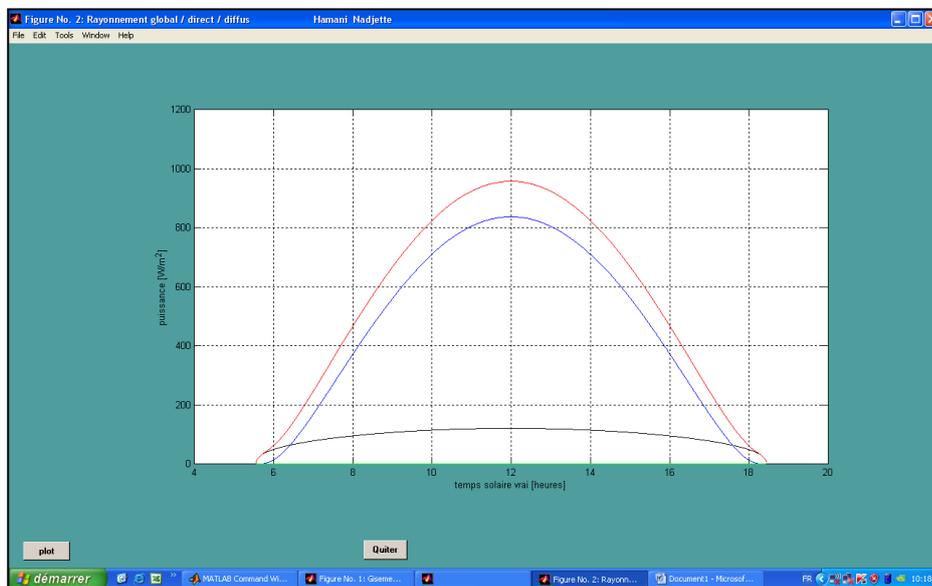


Figure 143: Courbe de rayonnement solaire global, direct et diffus reçu sur une surface horizontale à Biskra pour le 15 avril (Source : Auteur)

III.1.4. Données de la journée expérimentale et de mesure

Les mesures se sont déroulées le 04 avril 2009 à Biskra sous un ciel intermédiaire proche de clair et nous avons pu mesurer le rayonnement en utilisant un pyranomètre (instrument de mesure de rayonnement solaire). L'objectif de cette expérience était de mesurer la quantité du rayonnement global reçue sur une surface horizontale et inclinée pour pouvoir calculer par la

suite le rendement du capteur solaire en ce jour. Ce rendement atteint 72% dans les moments où le capteur reçoit une grande quantité de rayonnement avec une moyenne de 53,98%.

Les résultats de cette étude expérimentale sont donnés dans le tableau suivant :

Heure	T am [° C]	T e [° C]	T s [° C]	T m [° C]	Ig-hor [W/m ²]	Ig-incliné [W/m ²]
12H00	21,800	27	67	47,000	780	837
12H15	21,800	28	65	46,500	800	840
12H30	21,800	28	64	46,000	800	848
12H45	21,800	29	63	46,000	800	847
13H00	21,800	29	60	44,500	700	842
13H15	21,800	30	59	44,500	790	832
13H30	21,800	31	58	44,500	800	822
13H45	21,800	32	57	44,500	780	801

Tableau 20 : Valeurs de rayonnement solaire reçu sur une surface horizontale à Biskra le 04 avril (Source : Auteur)

Tam: Température ambiante [°c].

Te: Température à l'entrée du capteur [°c].

Ts: Température à la sortie de capteur [°c].

Tm: Température moyenne [°c].

Ig hor: Rayonnement global horizontal [W/m²].

Ig incliné: Rayonnement global incliné [W/m²].

Nous remarquons dans ce tableau que la valeur de rayonnement solaire reçue sur une surface horizontale et inclinée n'est pas constante et varie sur des périodes de 15 minutes avec un écart de 100W/m². La quantité de rayonnement reçue horizontalement à midi à Biskra est de 780 W/m² sous un ciel intermédiaire.

III.1.5. Comparaison des résultats

Heure	Résultats de logiciel NOOR 1.1	Résultats de logiciel	Résultats de l'expérimentale
6	14.95	65	-
7	164.21	240	-
8	360.79	480	-
9	690.09	635	-
10	771.71	820	-
11	915	915	-
12	797.58	970	780
13	790.83	915	800
14	741.31	820	-
15	630.31	635	-
16	464.02	385	-
17	267.51	240	-
18	83.96	65	-

Tableau 21 : Valeurs du rayonnement solaire reçu sur un plan horizontal à Biskra pendant le mois d'avril pour les trois données (Source : Auteur)

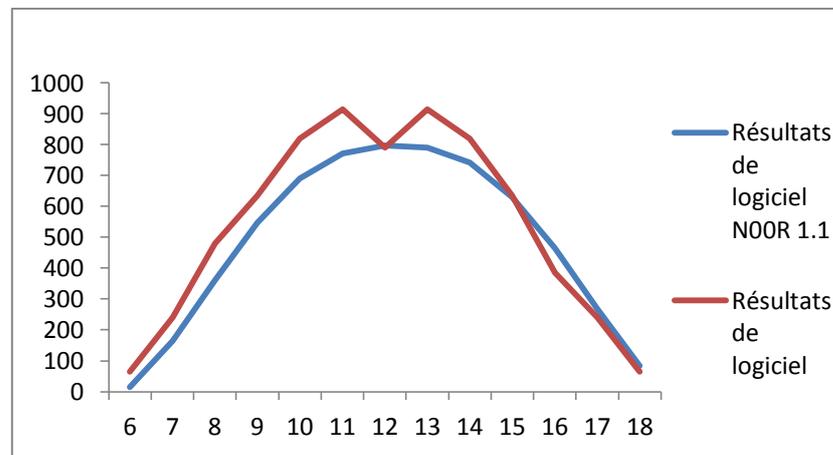


Figure 144: Valeurs de rayonnement solaire obtenu par les deux logiciels données (Source : Auteur)

Après la comparaison des résultats des trois outils qui ont été utilisés pour le calcul de l'irradiations solaire, nous remarquons qu'ils donnent des valeurs de rayonnement solaire très proches surtout à midi ou la différence est presque négligeable entre le logiciel "NOOR 1.1" et la journée expérimentale avec un écart de 17 W/m² seulement, alors qu'entre le logiciel "NOOR 1.1" et l'application de génie mécanique, l'écart est plus grand et de l'ordre de 173 W/m².

Pour la prédétermination et le calcul de l'éclairement extérieur dans la ville de Biskra, nous allons utiliser le logiciel "NOOR 1.1", car il est valable et donne des résultats exacts.

IV. La détermination de l'éclairage extérieur

IV.1. L'éclairage extérieur global

Heure Mois	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h
Janvier			4514	17034	31515	43024	49039	48172	41384	29133	14559			
Février			8850	25302	42701	55612	62349	62349	55612	42701	25302	8850		
Mars		4107	19459	40000	58839	70961	76821	76350	69511	56010	36528	16320		
Avril	1403	13470	33742	54560	70430	79619	82560	81760	76387	63801	45272	23531	6685	
Mai	6134	21911	43235	62949	76806	82640	82912	83108	80028	69294	51563	30095	11324	762
Juin	7179	21500	39994	57021	68314	72708	71585	72426	71533	63946	49583	31287	14020	2924
Juillet	4661	14858	28323	40858	49980	54152	54266	54459	53409	47815	37418	24121	11316	2524
Aout	2108	11749	26159	40822	51960	57839	59578	59363	56573	48956	36635	21666	8234	
Sept		8281	23190	39765	53157	61011	63863	62669	56693	45817	29963	13639	2391	
Octobre		4821	19820	39141	55626	65618	69353	66014	56349	40149	21167	5530		
Nov		724	10945	26554	41879	51818	55252	52008	41130	27231	11419	968		
Déc			5518	17757	31121	40974	45205	43192	35361	22859	9504	520		

Tableau 22 : Valeurs de l'éclairage extérieur global annuel reçu à Biskra le 15 avril sur une surface horizontale
(Source : Auteur)

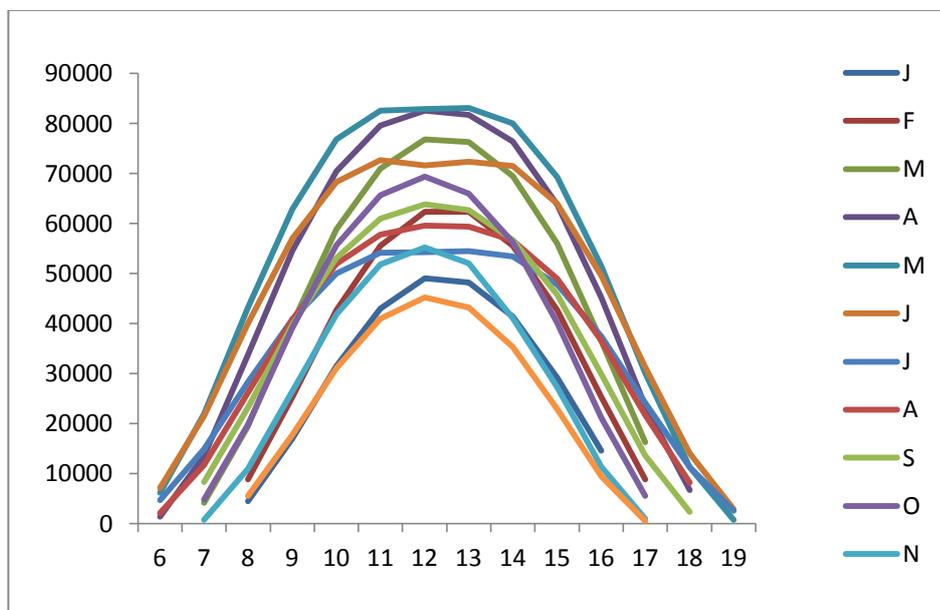


Figure 145 : Valeurs de l'éclairage extérieur global annuel reçu à Biskra le 15 avril sur une surface horizontale
(Source : Auteur)

A partir du tableau et du graphe, nous remarquons que la quantité d'éclairement extérieur global reçue à Biskra diffère d'un mois à l'autre. Nous distinguons trois périodes : la première qui regroupe les mois de janvier, février, Novembre et décembre est celle qui reçoit la quantité d'éclairement la plus faible ; celle de juillet, aout, septembre et octobre reçoit une quantité moyenne d'éclairement alors que la dernière qui comprend les mois de mars, avril, mai et juin reçoit la plus grande quantité d'éclairement qui atteint 82000lux. D'autre part, l'éclairement diffère aussi d'une heure à l'autre :

De 6 h à 7h : L'éclairement extérieur global est relativement faible et compris entre 724 et 21911 lux.

De 8 h à 17h : L'éclairement extérieur global est relativement fort et atteint 83108 lux.

De 18 h à 19h : L'éclairement extérieur global est relativement faible et se situe entre 14020 et 762 lux.

Nous en concluons que la quantité d'éclairement extérieur reçue dans la ville de Biskra durant toute l'année est proportionnelle à la quantité de rayonnement solaire. Un maximum est atteint au niveau de la mi-journée (midi) et un minimum au lever et coucher du soleil.

IV. 2. L'éclairement extérieur direct

Heure Mois	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h
Janvier			1656	11350	23887	34008	39297	38498	32559	21790	9264			
Février			4567	18293	33576	44841	50630	50630	44841	33576	18293	4567		
Mars		1171	12736	30562	46996	57067	61678	61330	55920	44550	27514	10113		
Avril	105	7140	24093	41958	54837	61022	61952	61841	59164	49618	34041	15333	2354	
Mai	1807	13466	31600	48135	58343	59771	56592	58500	59879	53104	38685	20331	5147	25
Juin	2204	12521	27700	41423	48959	48680	43241	45762	49804	46436	35553	20509	6762	352
Juillet	826	6722	16549	25681	31407	31977	29039	29928	32332	30275	23251	13402	4372	206
Aout	161	4963	15629	26941	34868	37638	37142	37393	37276	32820	23737	12197	2738	
Sept		3196	14395	27900	38560	44161	45827	45168	32819	21894	19894	6941	291	
Octobre		1501	12868	29659	44065	52526	55648	52849	44710	30517	14026	1899		
Nov		53	6107	19311	32883	41637	44632	41799	33184	19921	6484	90		
Déc			2210	11761	23301	31930	35629	33865	27020	16122	5060	31		

Tableau 23 : Valeurs de l'éclairement extérieur direct reçu à Biskra le 15 avril sur une surface horizontale (Source : Auteur)

IV. 3. L'éclairage extérieur diffus

Heure Mois	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h
Janvier			2858	5684	7628	9016	9742	9674	8826	7343	5296			
Février			4273	7009	9125	10771	11719	11719	10771	9125	7009	4273		
Mars		2936	6723	9438	11843	13894	15144	15019	13591	11486	9013	6207		
Avril	1299	6329	9649	12602	15594	18597	20608	19919	17222	14184	11231	8198	4332	
Mai	4328	8445	11635	14813	18463	22869	26321	24609	20149	16190	12879	9763	6177	737
Juin	4975	8980	12294	15598	19355	24028	28344	26664	21729	17511	14030	10778	7258	2572
Juillet	3835	8136	11774	15177	18574	22175	25227	24531	21076	17540	14167	10720	6944	2318
Aout	1947	6787	10530	13882	17093	20202	22436	21970	19296	16137	12898	9469	5496	
Sept		5085	8796	11864	14597	16850	18036	17500	15577	12998	10068	6697	2101	
Octobre		3320	6952	9452	11561	13092	13705	13166	11684	9633	7141	3631		
Nov		671	4838	7243	8996	10181	10620	10209	9046	7310	4935	878		
Déc			3308	5996	7820	9044	9576	9327	8341	6737	4444	489		

Tableau 24 : Valeurs l'éclairage extérieur diffus reçu à Biskra le 15 avril sur une surface horizontale
(Source : Auteur)

L'éclairage extérieur global reçu sur un plan horizontal à Biskra est la somme d'un éclairage direct qui est dû au soleil et d'un éclairage diffus qui est dû au ciel. La quantité d'éclairage directe est plus grande que celle de l'éclairage diffus ; cela est dû à la nature du ciel qui est intermédiaire et proche du clair ou la composante diffuse est très faible.

Remarque : il est à noter qu'au cours de la simulation nous avons travaillé sur les valeurs d'éclairage extérieur global concernant la période de 9h à 16h, ce qui permettra d'évaluer l'efficacité du système light shelf. Ces valeurs sont présentées dans le tableau 22.

Conclusion

La situation géographique du Sahara algérien lui permet de bénéficier d'un potentiel solaire très important qui excède 2190 KW/m^2 par an ; elle est parmi les régions les plus ensoleillées dans le monde avec 14 heures d'insolation par jour et la quantité moyenne de rayonnement solaire atteint 797.58 KW/m^2 . Une utilisation durable de ce potentiel permettra de répondre en grande partie à la demande du bâtiment en termes d'éclairage, de chauffage, de climatisation...etc. La présente recherche montre aussi que cette ville est caractérisée par un ciel intermédiaire proche du clair avec une couverture nuageuse moyenne annuelle de 49.21%. Ces caractéristiques climatiques permettent à cette ville de recevoir un important gisement lumineux qui atteint dans certains mois la valeur de 83100 lux, comme par exemple, le mois de mai. Plusieurs logiciels de calcul des données climatiques ont été développés, tels que le logiciel RETScreen, Météonorm, NOOR 1.1...etc. Dans notre étude, nous avons utilisé le logiciel NOOR 1.1 qui nous a permis de calculer le gisement solaire, l'éclairement lumineux global, direct et diffus durant toute l'année, ce qui est l'objectif principal dans cette partie.

Généralement l'éclairement des espaces intérieurs se fait à travers les fenêtres. Mais pendant les périodes extrêmes, elles peuvent être une source d'inconfort visuel et thermique ce qui nous conduit à l'utilisation de l'éclairage électrique pendant le jour pour couvrir nos besoins en éclairage. L'utilisation du système light shelf est l'une des solutions à ce problème, car il permet d'éclairer et de protéger au même temps les ouvertures et réduire les besoins en éclairage électrique. Dans la ville de Biskra, l'utilisation de ce système d'éclairage naturel reste limitée car peu d'études ont été faites pour l'étudier et le simuler dans l'espace architectural.

Il est clair que la ville de Biskra est caractérisée par un gisement solaire et potentiel lumineux important. Ce fort niveau d'éclairement doit être utilisé de manière intelligente et durable pour pouvoir répondre aux besoins quantitatifs et qualitatifs de l'occupant tout en protégeant le bâtiment et l'environnement. La simulation par des logiciels d'éclairage ou l'expérimentation à l'aide d'un modèle réduit sont des moyens qui nous aident à étudier l'éclairage naturel et à concevoir un système d'éclairage qui correspond au niveau du gisement lumineux de la ville de Biskra.