

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE D'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

UNIVERSITE D'ADRAR AHMED DRAYA

FACULTE DES SCIENCES DE LA MATIER

DEPARTEMENT DE PHYSIQUE ENERGETIQUE



Mémoire

Présenté pour l'obtention du diplôme de

MASTER

THEME

**ETUDE ET MESURE DES DONNEES SOLAIRE
D'UN GISEMENT SOLAIRE DANS UNE ZONE ISOLE**

PRESENTER PAR: MR DJABOUABDELLAH ABDELMADJID

SOUS LA SUPERVISION DE: MR BENAATILAH ALI

DEVANT LE JURE : HAMOUDA MESSAOUD - OUMARI BOUMEDIENE

ANNEE UNIVERSITAIRE 2014-2015

REMERCIEMENT

Je remercie tous d'abord mes parents ma mère et mon père

*Je remercie aussi tous ce qui ma aider de loin au de
prés de réaliser ce projet surtout mon encadreur MR
BENATILLAH, mes chairs amis MR AOUBID
ABDELLAH ET SON frère MOHAMED, MR LAAOUER
MOHAMED et MR LARBI DAOUADJID MOHAMED*

*Son oublier tous mes collègues de travaille et surtout
l'équipe EGS 150 de l'Entreprise Nationale de Géophysique
ENAGEO*

SOMMAIRE

[1] – INTRODUCTION :	4
[2] - LE RAYONNEMENT SOLAIRE :	4
CARACTERISTIQUE.....	5
MOUVEMENT TERRE-SOLEIL.....	7
LE MOUVEMENT APPARENT DU SOLEIL.....	10
CONSTRUCTION D'UN DIAGRAMME SOLAIRE.....	13
LA CARTE DU MONDE DE L'ENSOLEILLEMENT MOYEN ANNUEL.....	16
LES DIFFERENTES FILIERES DES ENERGIES RENOUVELABLES :.....	20
RAYONNEMENT SOLAIRE ET LA LONGUEUR D'ONDE.....	24
LONGUEUR D'ONDE.....	25
LONGUEUR D'ONDE DE DE BROGLIE.....	26
CALCULE DE RAYONNEMENT SOLAIRE.....	26
[3] - DESECRPTION DE PROJET	28
LE MICROCONTROLEUR ARDUINO	29
LES ENTREES/SORTIES	30
LE LOGICIEL.....	32
HISTORIQUE	33
[4] - FONCTIONNEMENT DES CAPTEUR	34
1* CAPTEURE DE TEMPERATURE 18B20	35
CARACTERISTIQUE.....	35
FONCTIONNEMENT - MESURE DE TEMPÉRATURE.....	35
2* CAPTEUR D'HUMIDITE HS1101	36
DEFFINITION.....	36
CIRCUIT RC	37
3* CAPTEUR D'ENSOLEILLEMENT LDR	38
LE FONCTIONNEMENT.....	40
[5] – ACQUISITION DES DONNEES	44
LE LOGICIEL PROCESSIN.....	44
COMMUNICATION SERIE ARDUINO PROCESSING	45
TRAITEMENT DES DONNES.....	46
[6] - CONCLUSION	49

[1]-INTRODUCTION :

Le soleil est une source d'énergie naturelle, gratuite et non polluante. L'énergie solaire grâce à ces multiples usages tend à être l'une des ressources énergétiques majeures du 3^{ème} millénaire, avec un gigantesque gisement solaire qui équivaut à 10 000 fois la consommation énergétique de l'humanité entière

Le soleil est une sphère gazeuse d'hydrogène et d'hélium, son diamètre est de 1 391 000 km, soit 110 fois celui de la terre.

La distance Terre – Soleil est ~ de 150 millions de km, soit 500 fois la distance terre lune,

Le soleil rayonne comme un corps noir à 5800K, Le rayonnement solaire est un rayonnement thermique qui se propage sous la forme d'ondes électromagnétiques

Alors d'où vient l'énergie solaire ?

Du noyau du soleil se produit un immense dégagement d'énergie type nucléaire estimé à 175 milliards de kW; Cette énergie sous forme de chaleur traverse les multiples couches de « l'atmosphère » de l'astre représentant une hauteur d'environ 3000 km, puis, à travers l'espace, pénètre dans les zones entourant le globe; La température dégagée qui était au de départ du noyau de 15 à 20 000 °C n'est plus que de 50 °C.

[2]-LE RAYONNEMENT SOLAIRE

Le rayonnement solaire est l'ensemble du rayonnement émis par le soleil. En plus des rayons cosmiques, particules animées d'une vitesse et d'une énergie extrêmement élevées, le soleil émet des ondes électromagnétiques dont le spectre s'étend des ondes radio aux rayons gamma, en passant par la lumière visible, ce rayonnement transporte l'énergie solaire, indispensable à toute vie terrestre.

Les réactions de fusion nucléaire qui ont lieu au cœur du soleil libèrent une énergie colossale qui nous parvient 8 minutes plus tard sous la forme du rayonnement solaire.

Caractéristiques du rayonnement solaire

A la limite de l'atmosphère terrestre, l'éclairement énergétique reçu par une surface placée perpendiculairement aux rayons solaires est en moyenne de 1367W/m^2 à l'extérieur de l'atmosphère terrestre, et arrive à $\sim 1200\text{W/m}^2$ sur la surface de la terre, Seule une partie du rayonnement traverse l'atmosphère et atteint le sol. Une autre partie du rayonnement est diffusée et répartie à peu près uniformément dans toutes les directions de l'espace.

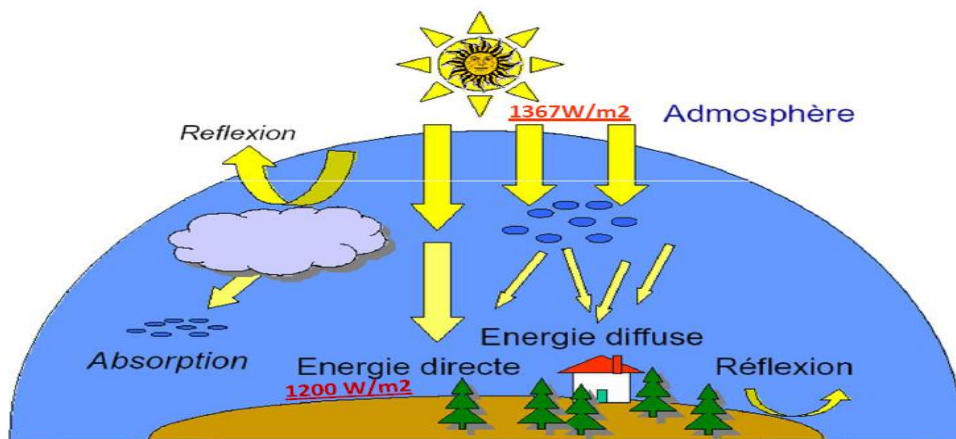


FIGURE1 : trajet du rayonnement solaire dans l'atmosphère

Le rayonnement solaire peut être converti chaleur (grasse a des capteurs solaire thermique), électricité (modules photovoltaïques), biomasse (photosynthèse)

Rayonnement solaire extrêmement variable suivant

L'attitude du site

La saison : durée d'ensoleillement, hauteur du soleil, proportion diffus/direct

Les conditions météo : nébulosité, poussières, humidité, ...

L'altitude : brouillard de plaines et vallées

L'heure de la journée : hauteur /azimut du soleil

la composition de l'atmosphère, le facteur le plus important pour évaluer la quantité du rayonnement solaire qui atteint la surface de la Terre est l'épaisseur d'atmosphère que le rayonnement doit traverser.

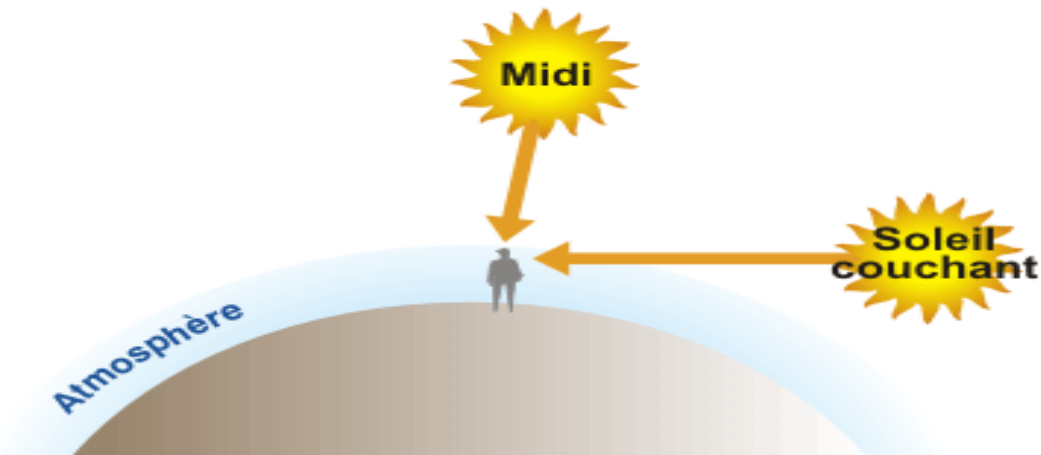


FIGURE2 : L'influence de l'heure de la journée

Au milieu du jour, le Soleil est au-dessus de nos têtes, et ses rayons ont à traverser une épaisseur d'air moindre avant d'arriver sur Terre. Mais au début et à la fin de la journée, le Soleil est bas sur l'horizon ; la traversée de l'atmosphère se fait alors plus longue. L'atmosphère absorbe et diffuse d'autant plus de particules de lumière qu'elle est plus épaisse et plus dense. Ainsi, au coucher du Soleil, les rayons sont suffisamment affaiblis pour permettre à l'œil humain de fixer le Soleil sans trop d'éblouissement. Par contre, lorsque l'altitude augmente, la couche d'atmosphère à traverser est plus réduite : dans les sites de montagnes, l'intensité du rayonnement augmente sensiblement.

L'épaisseur d'atmosphère traversée influence donc le spectre lumineux reçu. Les normes internationales définissent différents types de spectre : AM1 (pour air mass 1, lorsque le rayonnement a traversé une épaisseur d'atmosphère), AM0 (spectre à la surface externe de l'atmosphère), AM1.5 (spectre utilisé pour les tests standardisés des panneaux solaires correspondant à la traversée d'une atmosphère et demie).

Le rayonnement solaire reçu sur une surface varie donc au cours du temps en fonction de la position du Soleil et de la couverture nuageuse. La puissance solaire maximale à la surface de la Terre est d'environ $1\,000\text{ W/m}^2$ pour une surface perpendiculaire aux rayons.

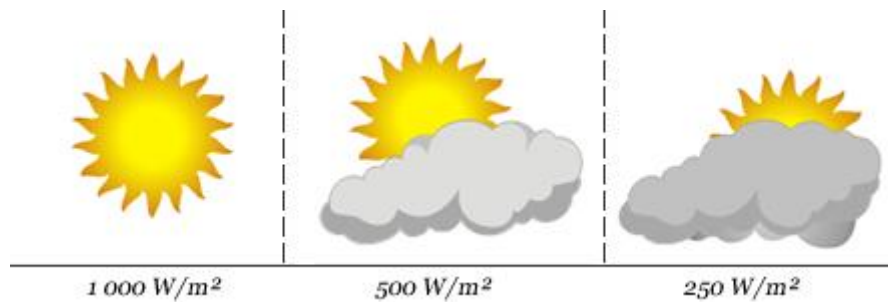


FIGURE 3 : Puissance solaire pour différents ciels.

Mouvement Terre-Soleil

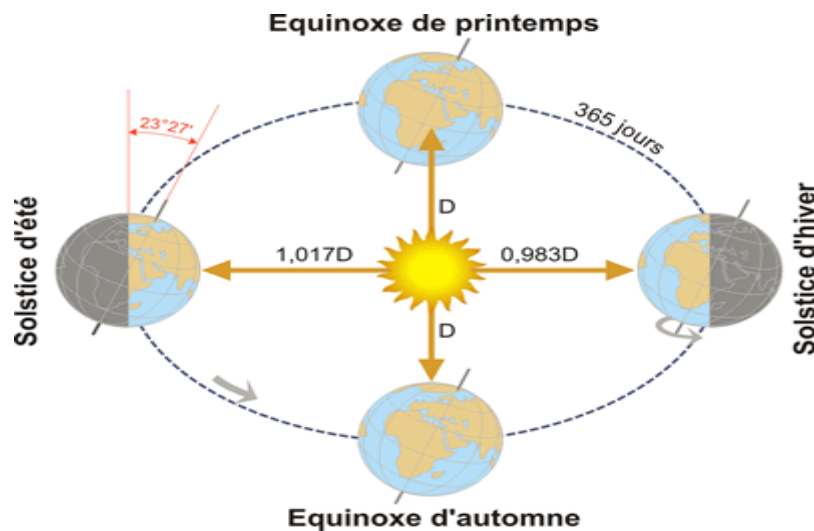


FIGURE4 : mouvement terre-soleil

La course de la Terre autour du Soleil décrit une ellipse légèrement aplatie. Dans cette ronde annuelle autour du Soleil, la Terre effectue un tour complet sur elle-même en 24 heures autour de l'axe des pôles. Cet axe nord - sud fait **un angle de $23^{\circ}27'$** avec la direction

perpendiculaire au plan de l'orbite terrestre autour du Soleil, Cette inclinaison est constante tout au long de la course autour du Soleil et est responsable des variations saisonnières Ainsi pendant nos mois d'hiver, en hémisphère nord la durée d'insolation est relativement courte et le Soleil ne monte pas très haut dans le ciel, tandis que l'été règne sur l'hémisphère sud. Pendant nos mois d'été, la situation est inversée, l'hémisphère nord est tourné vers le Soleil. Les jours sont alors plus longs que les nuits dans l'hémisphère nord et le rayonnement incident se rapproche de la verticale.

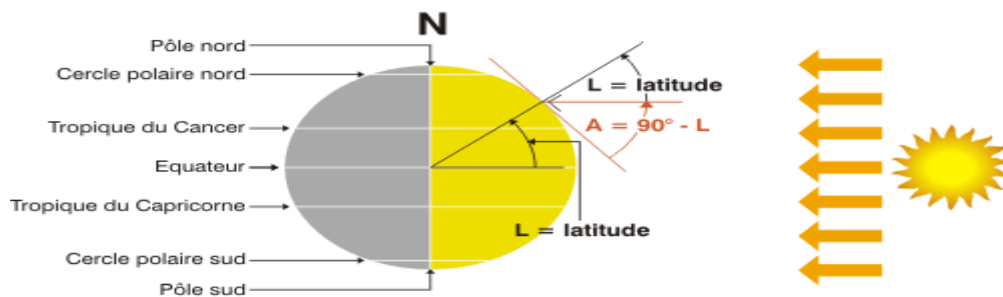


FIGURE5 : *équinoxes de printemps et d'automne*

Aux équinoxes de printemps et d'automne (21 mars, 21 septembre), à midi, le rayonnement est perpendiculaire à l'équateur (latitude 0°) et partout sur le globe, les jours et les nuits sont de durée égale. C'est à ce moment que la hauteur du Soleil à midi est la plus facile à calculer. En effet, sa hauteur est égale à l'angle complémentaire de la latitude.

$$H = 90^\circ - L$$

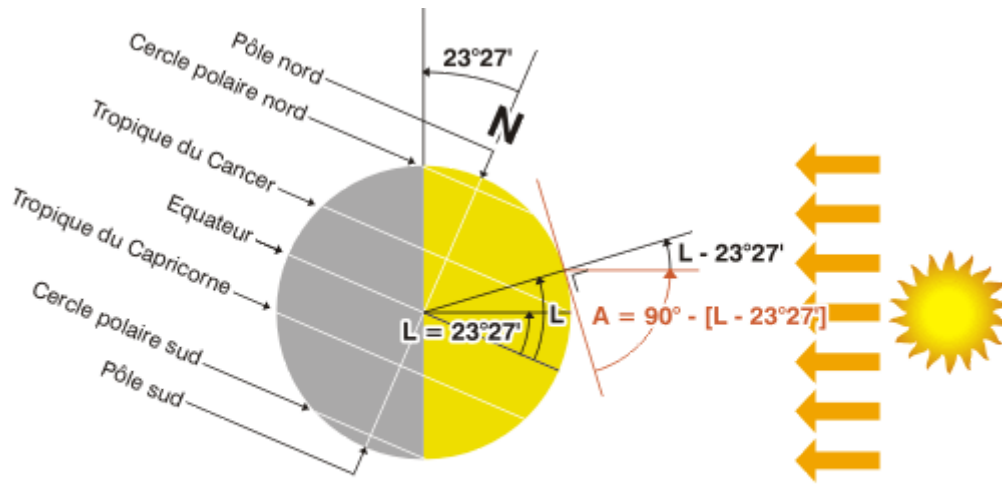


FIGURE6 : solstice d'été

Au solstice d'été (21 juin), la terre est inclinée vers les rayons solaires et, à midi, ceux-ci sont perpendiculaires au tropique du cancer (latitude 23°27' N). Le Soleil ne se couche jamais dans les régions du globe situées à l'intérieur du cercle arctique (celui-ci se trouvant 23°27' au-dessous du pôle Nord). Une personne vivant à la latitude de 66°33' N (90°-23°27') devrait veiller jusqu'à minuit pour voir le Soleil se promener aux alentours du nord, s'abaisser jusqu'à toucher l'horizon et commencer à s'élever de nouveau vers le secteur est du ciel. La hauteur du Soleil à midi (solaire) est de 23°27' supérieure à celle de l'équinoxe.

$$H = 90^\circ - L + 23^\circ 27'$$

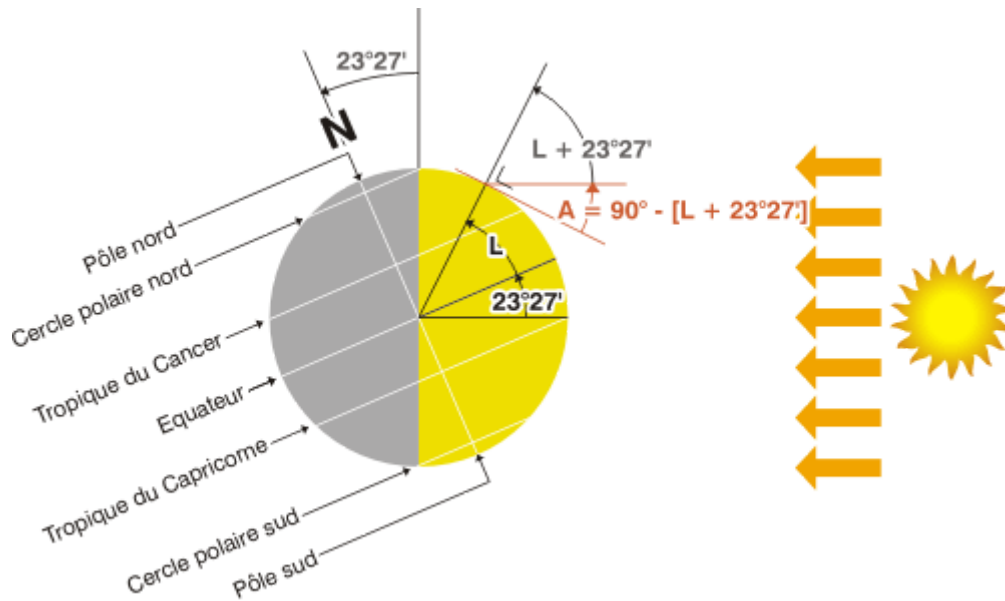


FIGURE7: solstice d'hiver

Au solstice d'hiver (22 décembre), l'angle d'inclinaison est inversé et c'est le tropique du capricorne (latitude 23°27' S) qui bénéficie d'un rayonnement perpendiculaire. La hauteur du Soleil à midi est de 23°27' inférieure à celle de l'équinoxe.

$$H = 90^\circ - L - 23^\circ 27'$$

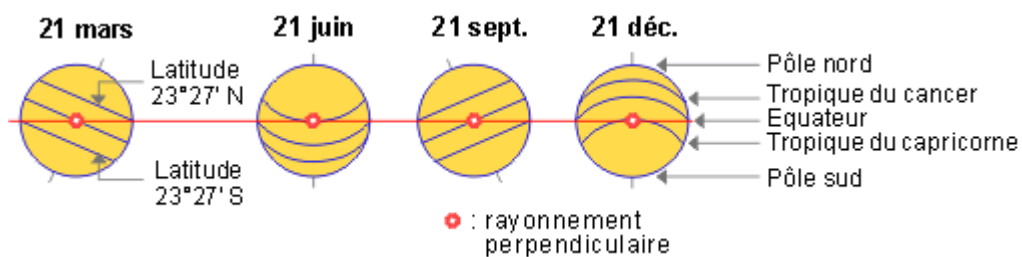


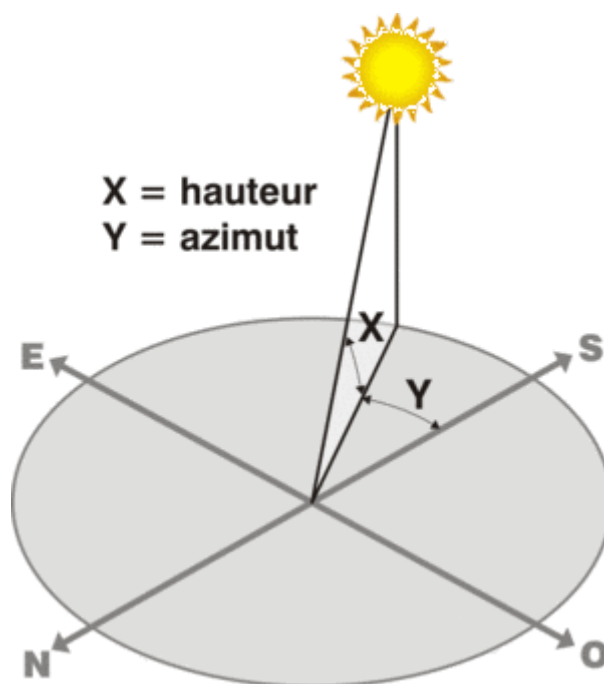
FIGURE 8: Influence de la saison

Le mouvement apparent du Soleil

Pour bien comprendre et utiliser l'influence du Soleil dans le choix et le traitement d'un site, il faut bien sûr connaître à tout instant la position du Soleil dans le ciel. Cette information est indispensable pour le calcul des apports solaires, pour le choix de l'exposition d'un immeuble, l'implantation de systèmes actifs solaires (thermique ou photovoltaïque),

l'aménagement des parties extérieures voisines, l'éclairage naturel des pièces intérieures, l'emplacement des fenêtres, des protections solaires et de la végétation, etc.

A un instant donné, la hauteur et l'azimut du Soleil déterminent la position du Soleil dans le ciel. Ainsi est connue la direction du rayonnement solaire et peuvent être calculées les surfaces ensoleillées du bâtiment. Ces calculs tiendront compte des effets d'ombrage dus au relief, au cadre bâti, à la végétation ou au bâtiment lui-même.



En un lieu, **FIGURE9** : la position du Soleil dans le ciel

- La hauteur " α " du Soleil est l'angle que fait la direction du Soleil avec le plan horizontal. Elle se compte de 0° à 90° à partir de l'horizon vers la voûte céleste.
- L'azimut " γ " du Soleil est l'angle créé entre le plan vertical passant à la fois par le Soleil et par le lieu considéré, et le plan vertical N-S. Cet angle vaut 0° au sud et est conventionnellement positif vers l'ouest et négatif vers l'est.

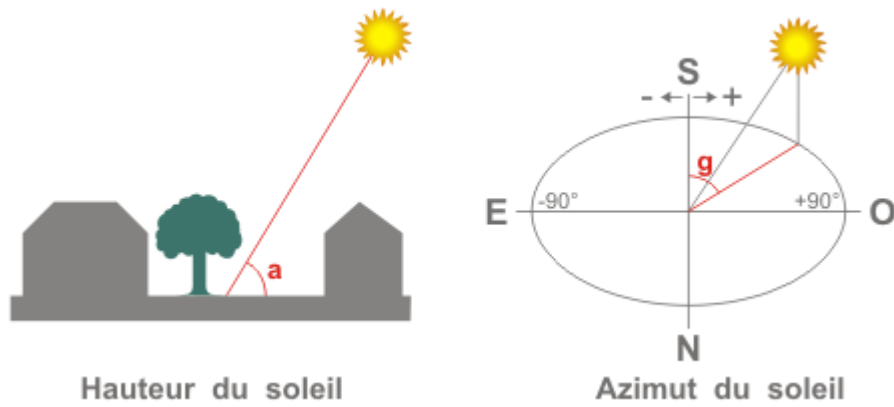


FIGURE10 : les surfaces ensoleillées

Pour plus de clarté, on représente généralement la course solaire par un diagramme en coordonnées rectangulaires.

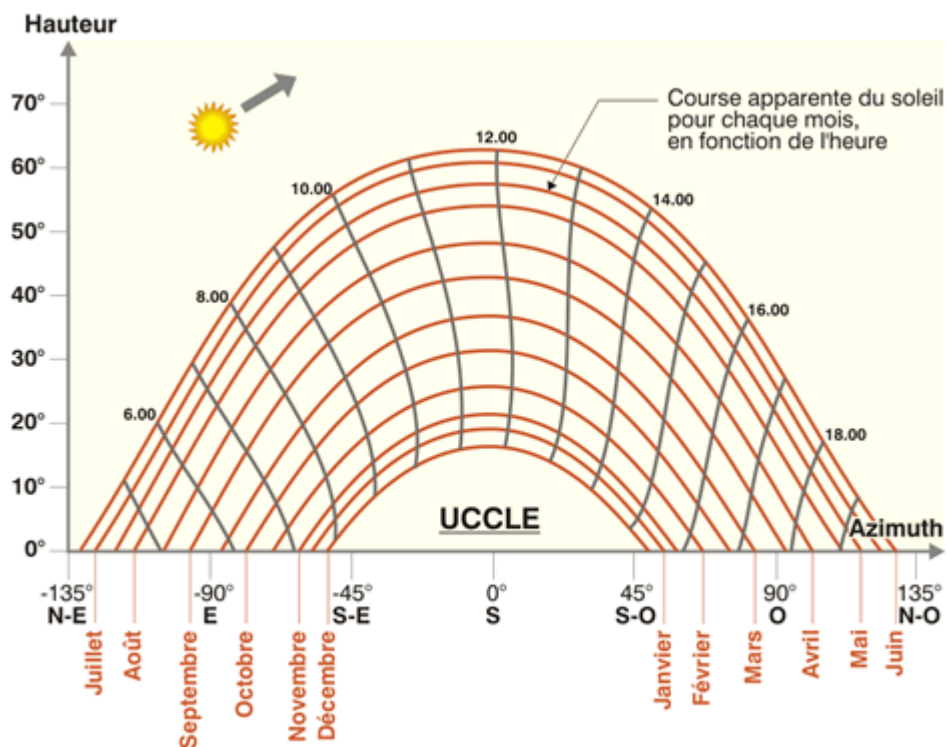


FIGURE11 : diagramme solaire

En regardant plus précisément, la valeur de l'azimut à différents moments de l'année, on constate que l'expression "le Soleil se lève à l'est et se couche à l'ouest" n'est pas exacte. En effet, en décembre, il se lève au sud-est pour se coucher au sud-ouest, tandis qu'en juin, il se lève pratiquement au nord-est pour se coucher au nord-ouest. Ceci donne 7 heures

d'ensoleillement maximum en décembre et plus de 16 heures en juin : ce sont les deux époques des solstices de l'année. Ce n'est qu'aux équinoxes de printemps et d'automne que la durée du jour est égale à celle de la nuit.

Quant à la hauteur du Soleil, elle atteint un maximum de 62° le 21 juin à 12 heure (heure universelle), alors que le 21 décembre a 12 heures. Elle n'atteint que 16° .

Construction d'un diagramme solaire

La voûte céleste est la partie visible du ciel dans toutes les directions au-dessus de l'horizon. Le quadrillage du diagramme solaire représente les angles horizontaux et verticaux des points de la voûte céleste. Tout se passe comme si l'observateur repérait l'azimut et la hauteur du Soleil sur un hémisphère transparent au-dessus de lui et comme si, ensuite, il étirait cette portion de sphère en cylindre vertical.

Lorsque l'on connaît l'azimut et la hauteur solaire, on n'a aucune peine à situer la position du Soleil dans le ciel.

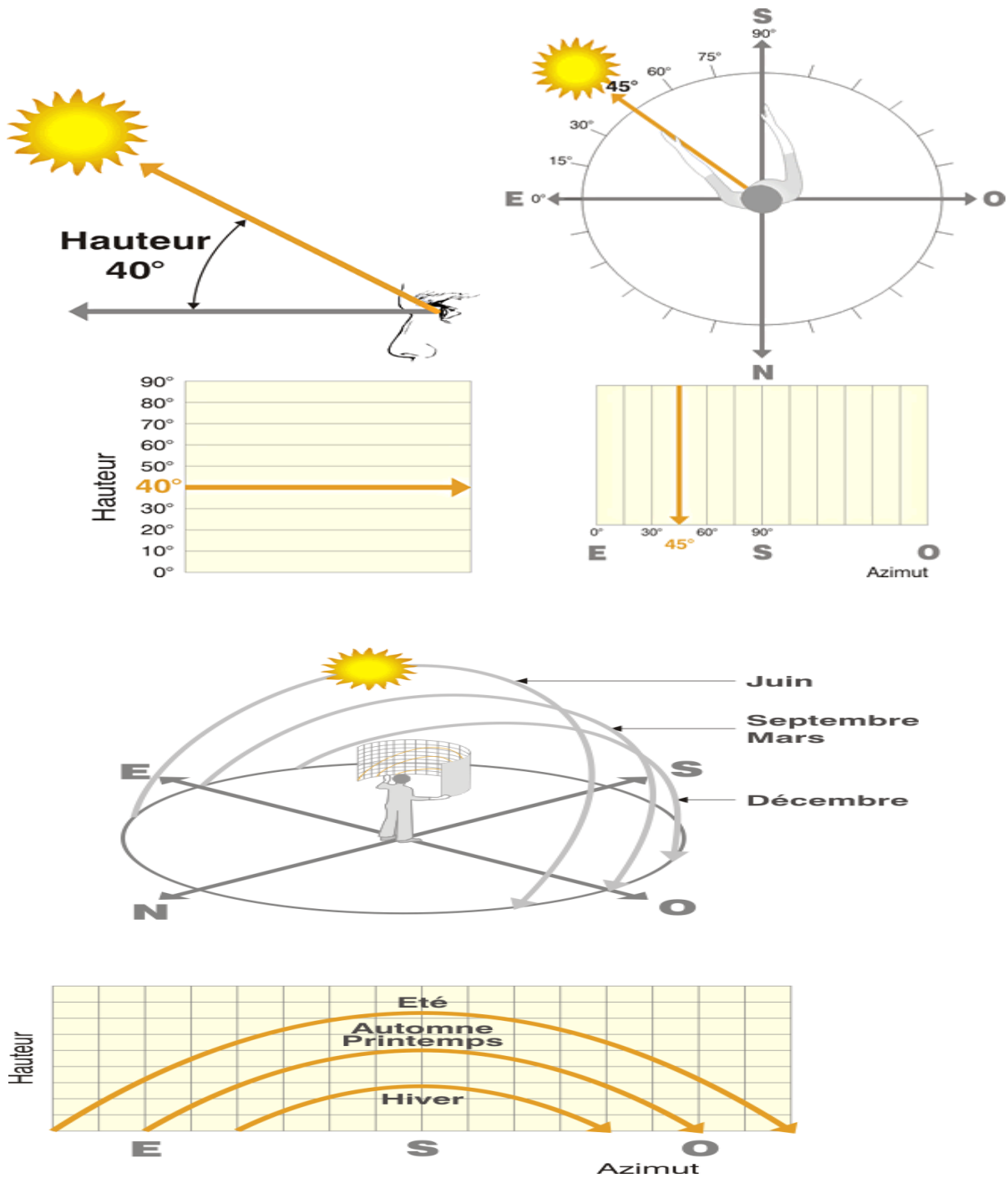


FIGURE14 : construction de diagramme solaire

En joignant les différentes localisations, du Soleil à divers moments de la journée, on obtient le tracé de la course du Soleil.

On peut ainsi tracer la course du Soleil pour n'importe quel jour de l'année. Les trajectoires représentées sur les diagrammes solaires correspondent au vingtième jour de chaque mois (certains diagrammes les donnent pour les 5, 15 et/ou 25ème jours de chaque mois). La journée solaire est la plus longue au solstice d'été, lorsque le Soleil atteint sa hauteur la plus élevée et balaie le secteur azimutal le plus large, de part et d'autre du sud. Au voisinage du solstice d'hiver, le Soleil est au contraire beaucoup plus bas dans le ciel : il reste visible moins longtemps et balaie le secteur azimutal le plus faible.

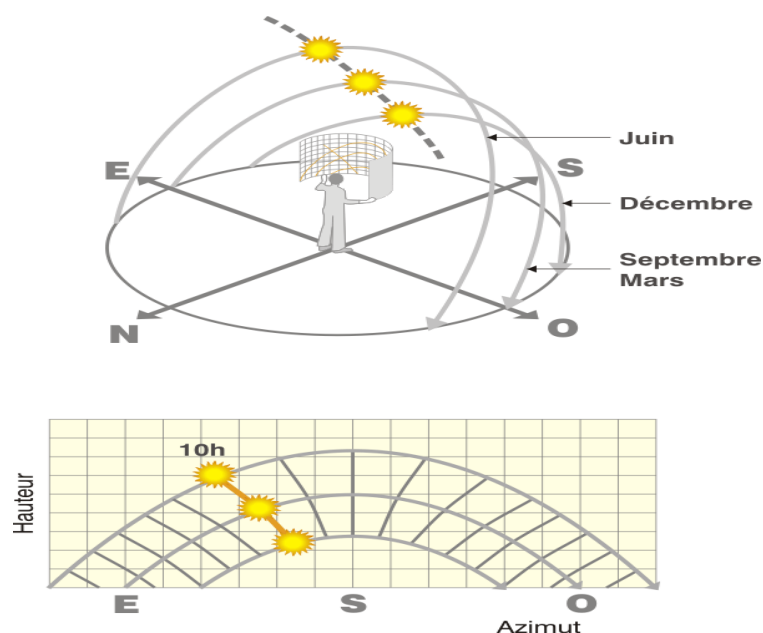


FIGURE15 : *diagramme solaire*

Pour terminer, si on relie entre eux les points qui correspondent aux mêmes heures sur les différentes courbes relatives à une même latitude (et à différents moments de l'année, on obtient pour chaque heure du jour une ligne particulière en pointillé.

D'une manière similaire, on pourra aisément représenter les masques solaires. Il suffira pour cela de repérer l'azimut et la hauteur de chacun des obstacles et de les reporter sur le diagramme.

LA CARTE DU MONDE DE L'ENSOLEILLEMENT MOYEN ANNUEL

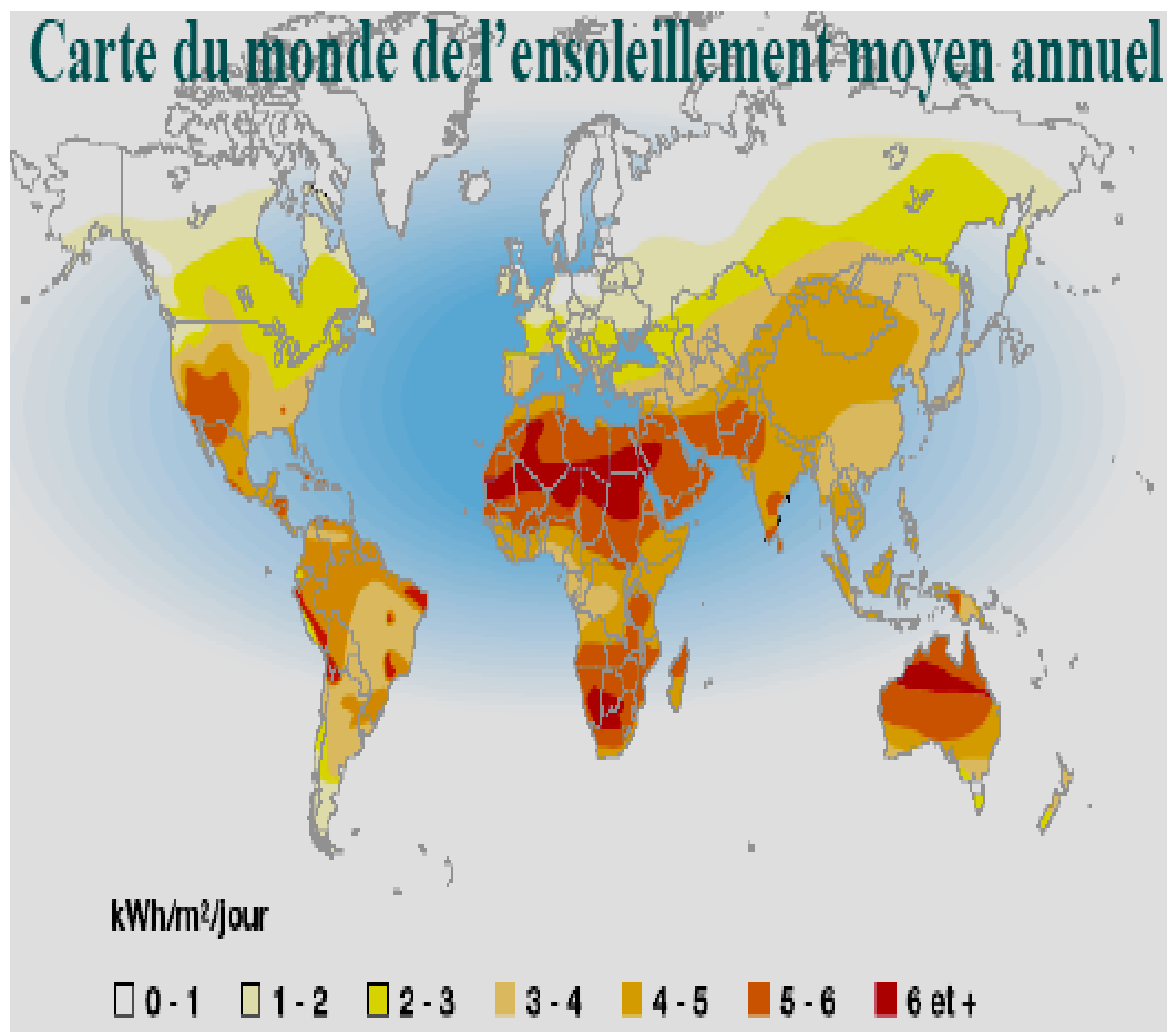


FIGURE16 : *ensoleillement moyenne annuelle mondiale*

Les régions désertiques du globe (Grand Sahara, Sud-Ouest des Etats-Unis d'Amérique, Australie, Afrique du Sud) recevant jusqu'à $2900 \text{ kWh/m}^2/\text{an}$ de rayonnement direct fournissent largement la surface nécessaire à une production massive d'énergie par les technologies à concentration

Les pays du Maghreb ont un potentiel solaire élevé. Les taux d'irradiation solaire effectués par satellites par l'Agence Spatiale Allemande (DLR), montrent des niveaux d'ensoleillement exceptionnels de l'ordre de $1200 \text{ kWh/m}^2/\text{an}$ dans le Nord du Grand Sahara. Par contre, les meilleurs taux d'irradiation solaire en Europe sont de l'ordre de $800 \text{ kWh/m}^2/\text{an}$ limités à la partie sud de l'Europe.

Suite à une évaluation par satellites, l'Agence Spatiale Allemande (ASA) a conclu, que l'Algérie représente le potentiel solaire le plus important de tout le bassin méditerranéen, soit: $169.000 \text{ TWh}/\text{an}$ pour le solaire thermique, $13,9 \text{ TWh}/\text{an}$ pour le solaire photovoltaïque et $35 \text{ TWh}/\text{an}$ pour l'éolien.

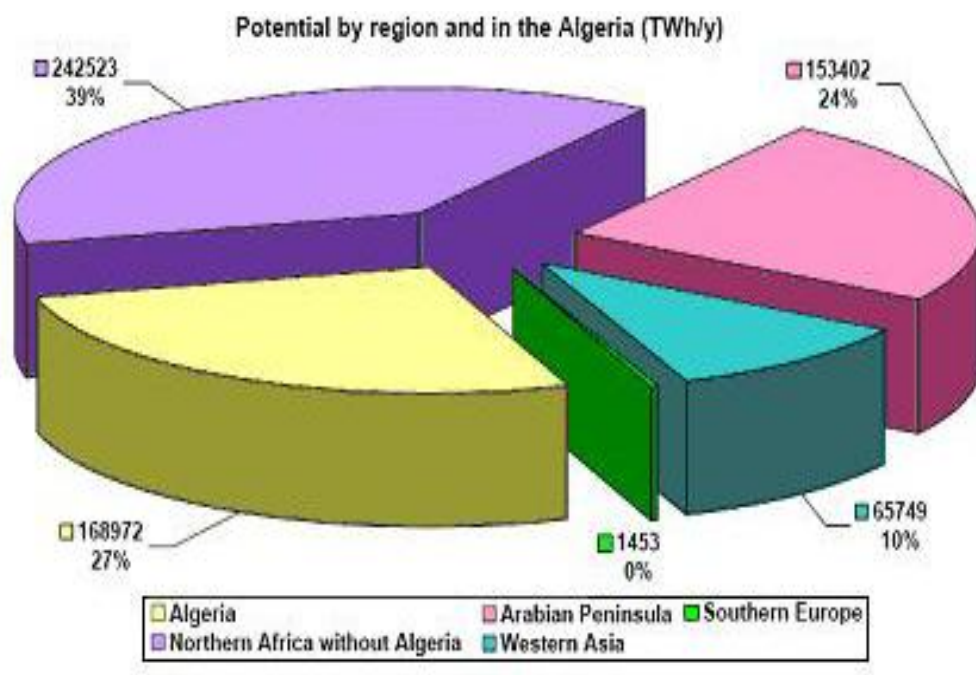


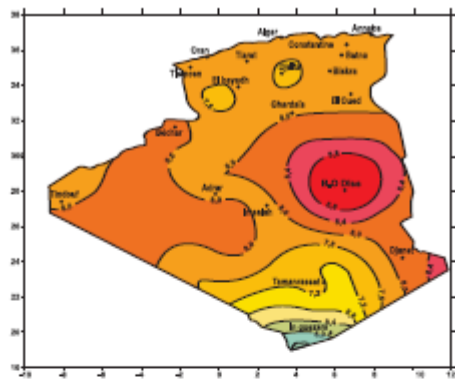
FIGURE17 : potentiel solaire dans le monde

De par sa situation géographique, l'Algérie dispose d'un des gisements solaires les plus importants du monde.

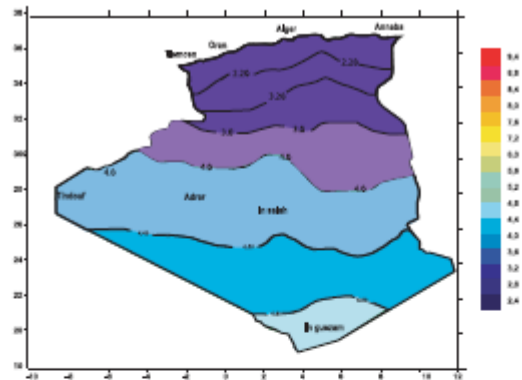
La durée d'insolation sur la quasi totalité du territoire national dépasse les 2000 heures annuellement et atteint les 3900 heures (hauts plateaux et sahara). L'énergie reçue quotidiennement sur une surface horizontale de 1 m² est de l'ordre de 5 Kwh sur la majeure partie du territoire national, soit près de 1700 Kwh/m²/an au Nord et 2263 KWh/m²/an au sud du pays.

Tableau 1: *Ensoleillement reçu annuellement en Algérie par région climatique*

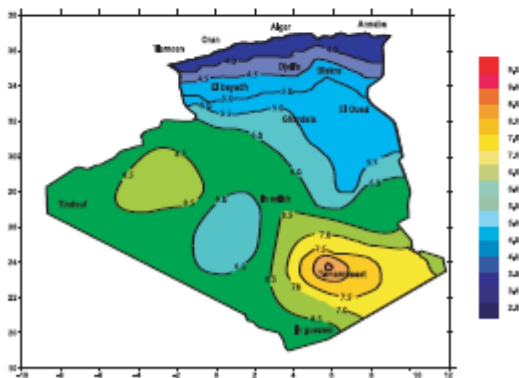
<i>Régions</i>	<i>Littoral</i>	<i>Hauts Plateaux</i>	<i>Sahara</i>
<i>Superficie (%)</i>	<i>4</i>	<i>10</i>	<i>86</i>
<i>Ensoleillement (h/an)</i>	<i>2650</i>	<i>3000</i>	<i>3500</i>
<i>Energie moyenne reçue (kWh/m²/an)</i>	<i>1700</i>	<i>1900</i>	<i>2650</i>



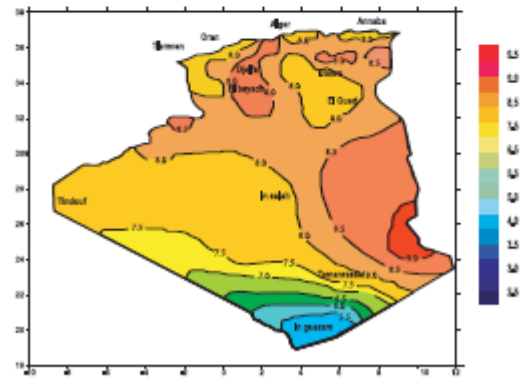
Irradiation globale journalière reçue sur plan horizontale au mois de Juillet



Irradiation globale journalière reçue sur plan horizontale au mois de Décembre



Irradiation globale journalière reçue sur plan normal au mois de Décembre



Irradiation globale journalière reçue sur plan normal au mois de Juillet

FIGURE18 : l'ensoleillement en Algérie

LES DIFFERENTES FILIERES DES ENERGIES RENOUVELABLES :

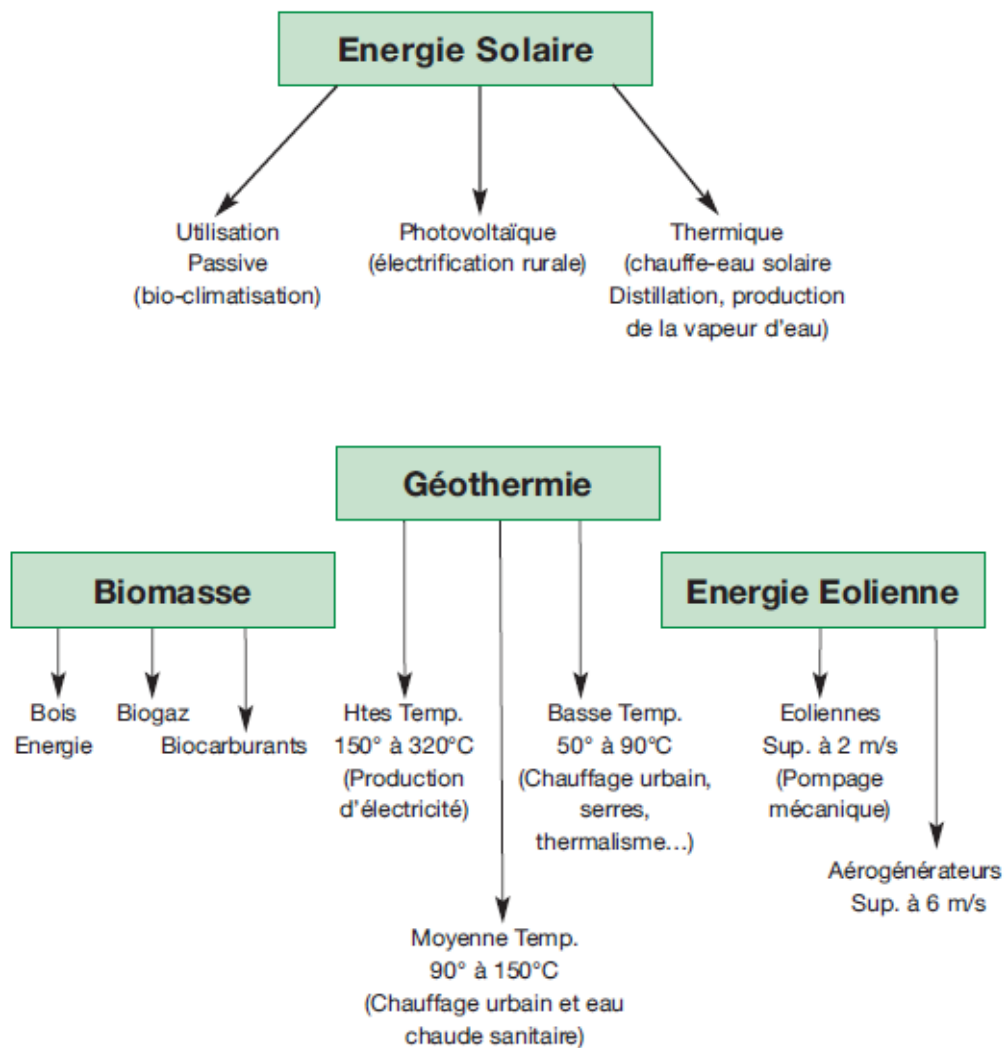


FIGURE19 : *différent types de l'énergie renouvelable*

1. Le solaire Thermique

a) Les capteurs solaires thermiques

La chaleur est récupérée grâce à un fluide (eau + antigel ou air) caloporteur, qui s'échauffe en circulant dans un absorbeur placé sous un vitrage. Celui-ci laisse pénétrer la

lumière solaire et minimise les pertes par rayonnement infrarouge de l'absorbeur en utilisant l'effet de serre. Ce vitrage permet en outre de limiter les échanges de chaleur avec l'atmosphère. Le capteur solaire sera d'autant plus performant que le revêtement de l'absorbeur aura un coefficient d'absorption élevé et un coefficient d'émission faible. Les matériaux qui présentent ces caractéristiques sont dits «sélectifs». Les performances du capteur sont encore améliorées en isolant la face arrière du module.

b) Le chauffe-eau solaire

Le chauffe-eau solaire est composé de trois principaux éléments :

- des capteurs thermiques vitrés qui reçoivent le rayonnement solaire,
- un ballon de stockage de l'eau sanitaire,
- un ensemble de régulation.

L'eau glycolée, chauffée par le capteur solaire, transfère sa chaleur à l'eau sanitaire du ballon de chauffe grâce à un échangeur. L'eau du ballon de chauffe est transférée à un ballon d'appoint, où un système annexe (chaudière, résistance électrique) permet de porter l'eau à la température désirée.

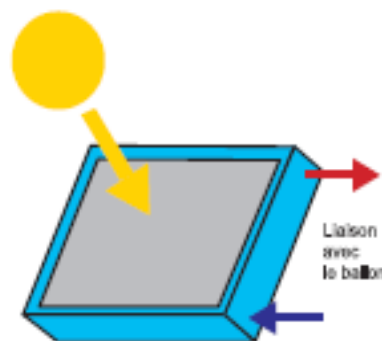


FIGURE20: chauffe-eau solaire

Les «capteurs» sont posés dehors et permettent de capter la chaleur du rayonnement solaire afin de chauffer l'eau.

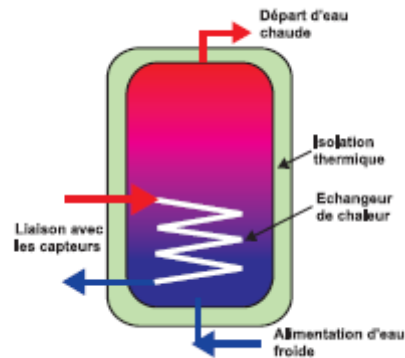


FIGURE21 : circulation de l'eau dans un chauffe eau solaire

Le «ballon» est installé à l'intérieur de la maison. Il sert à stocker l'eau chauffée par les capteurs. Ces deux éléments sont reliés par un circuit hydraulique.

C) Centrales solaires thermiques

Avec les centrales solaires thermiques, il est possible d'utiliser l'énergie du soleil à l'échelle industrielle

pour la production d'électricité. Ainsi le rayonnement solaire transformé en chaleur.

Dans les concentrateurs cylindro-paraboliques et solaires à tour, il est atteint, par la concentration de la lumière solaire, un niveau de température permettant l'utilisation des turbines raccordées de la centrale. Les systèmes collecteurs concentrant peuvent atteindre des températures utilisables de l'ordre de 1000°C et sont indispensables car les collecteurs plats ou à tubes vides ne peuvent pas atteindre le niveau de température nécessaire sans haute concentration.

La transformation ultérieure de l'énergie calorifique en énergie électrique correspond à celle des usines à turbines à vapeur ou à gaz.

2. Le solaire photovoltaïque

La lumière du soleil peut directement être transformée en électricité par des panneaux photovoltaïques, sans pièces tournantes et sans bruit. L'électricité produite peut être soit stockée dans des batteries, soit convertie par un onduleur pour être distribuée aux normes sur le réseau.

Par sa souplesse et sa facilité d'installation et de maintenance, l'énergie photovoltaïque est incontestablement une solution technique et économique adaptée pour les sites isolés.

Elle représente aussi un enjeu sociologique car, en apportant l'électricité dans ces mêmes zones, elle contribue à limiter le phénomène d'exode rural. Ces systèmes sont très bien adaptés aux «petits» besoins d'électricité lorsque le réseau public est inaccessible, les coûts de raccordements étant élevés. Ils couvrent en outre un large domaine d'applications : télécommunications,

signalisation terrestre (routière), maritime (phares et balises) et aérienne, pompage, électrification rurale, mobilier urbain (horodateurs, abris bus...) et utilisation grand public (montres, calculatrices)...

Dans une habitation, que ce soit pour les installations autonomes ou raccordées au réseau, une démarche globale préliminaire de maîtrise de l'énergie est nécessaire (changer les réfrigérateurs de mauvais rendement, éviter les halogènes et les lampes à incandescence et leur préférer les lampes basse consommation, équiper les appareils à veille de rallonges avec interrupteur intégré, et surtout, exclure le chauffage électrique...).

L'usage de l'électricité doit être réservé aux applications nobles de celle-ci : éclairage, informatique, télévision, hi-fi, moteurs électriques...

ENERGIE SOLAIRE À ADRAR

La station d'expérimentation des équipements solaires en milieu saharien d'Adrar a été créée par décret 88/57 du 22/3/88. Cette station est chargée d'entreprendre des activités de recherche dans le domaine des énergies solaire et éolienne.

Ses activités concernent également l'exploitation et le traitement des données radiométriques nécessaires à l'évaluation des gisements solaire et éolien, elle effectue aussi des travaux scientifiques et technologiques sur la conception et la réalisation des équipements solaires adaptés au climat désertique ainsi que sur l'endurance et la fiabilité des équipements. Applications solaires utilisées : conversions thermique et photovoltaïque dont le but est la transformation des radiations solaires pour le chauffage de l'eau sanitaire, la distillation de l'eau, le séchage solaire et la production du froid par absorption, et l'éclairage public et domestique. Deux centrales photovoltaïques sont installées à Adrar ainsi que 28 stations de pompage pour le renforcement de la foggara, 20 chauffe-eau solaires, des balises sur 820 km de piste, 3 relais de télécommunications et 2 kits d'éclairage de démonstration. La station d'Adrar participe également à différentes manifestations scientifiques et culturelles.

Rayonnement solaire et la longueur d'onde

La quantité d'énergie transportée par un rayonnement est fonction de sa longueur d'onde.

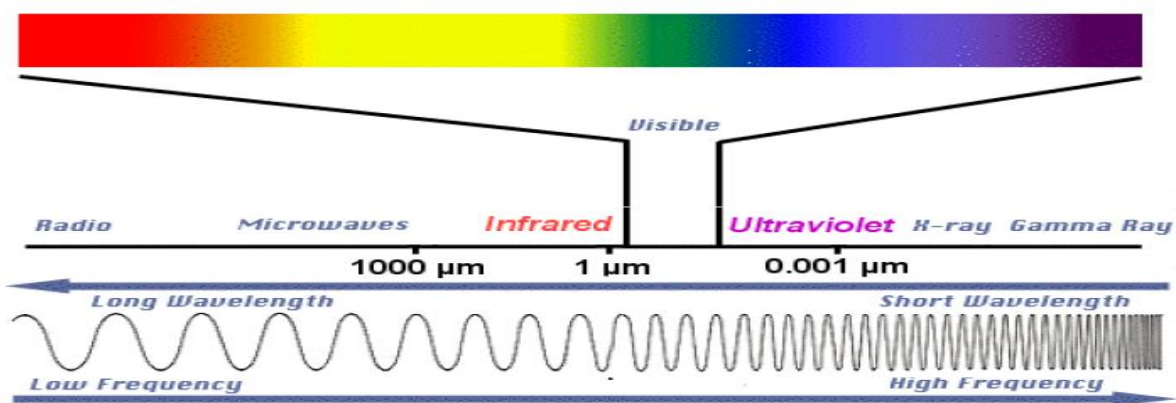


FIGURE22 : la gamme des différentes longueurs d'ondes

Le rayonnement solaire est un rayonnement de courte longueur d'onde (0,25 à 2,5 μm environ) dont le spectre est représenté par une courbe dite de Parry Moon.

Cette courbe de Parry Moon représentée ci-dessous donne la répartition énergétique du rayonnement solaire direct pour une hauteur de 30° au dessus de l'horizon par ciel clair sur une surface perpendiculaire au rayonnement.

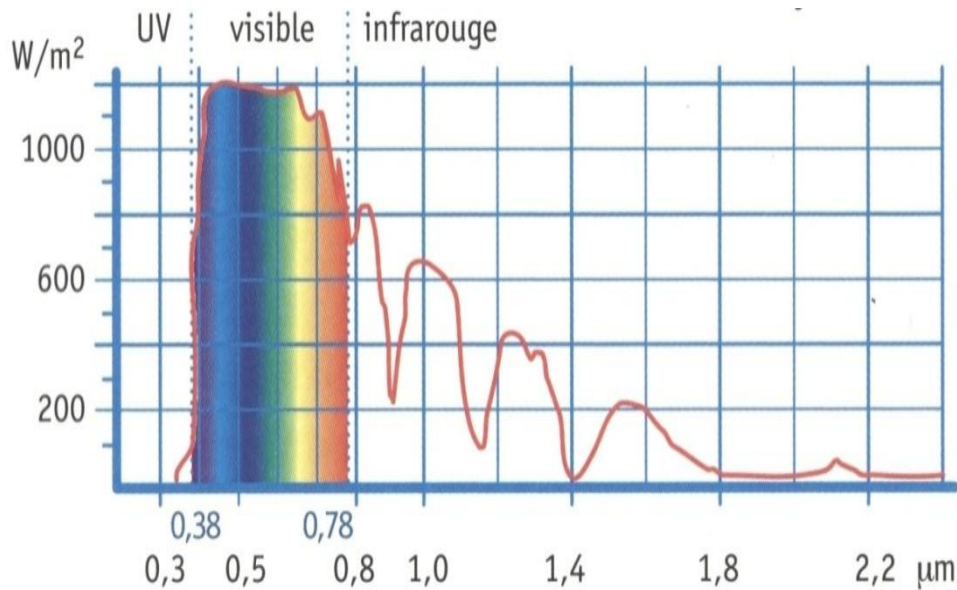


FIGURE23: *spectre de Parry Moon*

Longueur d'onde

Une onde est une perturbation qui se propage dans un milieu sans modifier de façon permanente ses propriétés.

La longueur d'onde est l'équivalent spatial de la période temporelle. En effet, la longueur d'onde est la distance parcourue par l'onde au cours d'une période. Si on appelle c la célérité de l'onde et T sa période temporelle, on a :

$$\lambda = c * T$$

Une onde électromagnétique se propage dans le vide, à une vitesse constante et indépassable. La vitesse de la lumière dans le vide c est une importante constante physique.

$$\lambda_0 = \frac{c}{\nu}$$

où :

- λ_0 est la longueur d'onde dans le vide de l'onde ;
- c est la vitesse de la lumière ($\approx 3 \times 10^8$ m/s) ;
- ν (nu) est la fréquence de l'onde.

Longueur d'onde de De Broglie

Louis de Broglie a découvert que toutes les particules physiques dotées d'une quantité de mouvement ont une longueur d'onde, nommée **longueur d'onde de De Broglie**. Pour une particule relativiste, la longueur d'onde de De Broglie est

donnée par

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv} = \frac{h}{\gamma m_0 v} = \frac{h}{m_0 v \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

où h est la constante de Planck, P est la quantité de mouvement de la particule, γ le facteur de Lorentz, m_0 la masse de la particule au repos, v la vitesse, et c la vitesse de la lumière dans le vide.

Calcul de rayonnement solaire

- *La constante solaire*

La valeur du rayonnement solaire "IC", reçu par une surface perpendiculaire aux rayons solaires placée à la limite supérieure de l'atmosphère terrestre (soit à environ 80Km d'altitude) varie au cours de l'année avec la distance Terre/Soleil. Sa valeur moyenne "I0" appelée constante solaire est de l'ordre de 1354 W.m⁻². En première approximation, on peut calculer la valeur de "IC" en fonction du numéro du jour de l'année "nj" par la relation suivante

$$I_C = I_0 [1 + 0.033 \times \cos (0.984 \times nj)]$$

L'énergie solaire est la plus dominante de toutes les énergies renouvelables, elle est l'une des plus facilement exploitables. Comme la plus part des énergies douces, elle donne à l'usager la possibilité de subvenir sans intermédiaire à une part de ses besoins.

Pour mieux exploiter cette source d'énergie on doit faire des études sur les gisements solaires ce nécessite des moyennes humaines et matérielles pour faire des mesure des données solaires (rayonnement solaire, température, humidité, les rayons UV et IR,..) pendant des intervalles de temps bien déterminé,

[3]DESCRIPTION DE PROJET :

Mon projet consiste à réaliser une appareil de (mesure, enregistrement et l'affichage) des données solaire c'est un DATA LOGGER, j'ai choisis trois données qui sont la température l'humidité et l'ensoleillement Ces données doit être mesurées, enregistrées , affichées puis envoyer vers le PC pour le traitement

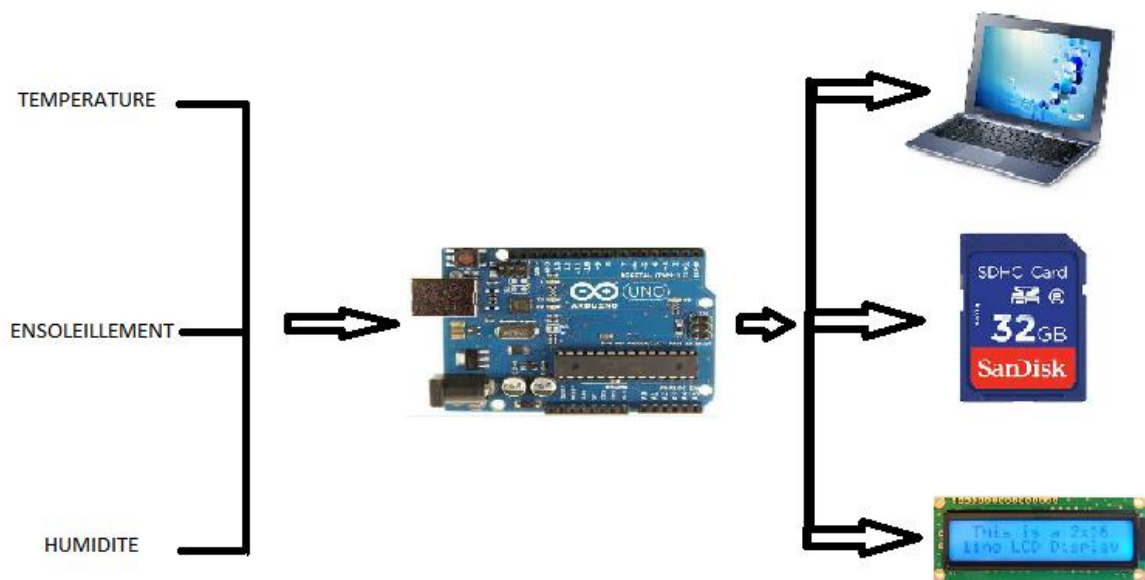


FIGURE24 : *schema de base d'un DATA LOGGERR*

Au début j'ai fait une recherche sur les capteurs, pour capturer et mesurer la température je trouve parmi plusieurs capteurs disponibles le meilleur Et le DS18B20 : c'est un capteur de type numérique a une précision aller jusqu'à 3 chiffre après la virgule.

Pour capturer l'humidité j'ai utilise le HS1101.

Il ya des capteurs de type numériques qui mesure la température et l'humidité en même temps avec précision (le DHT11 et DH22) mais malheureusement je ne peux pas les avoir.

Pour l'ensoleillement j'ai utilise un LDR (Light Depending Resistot).

J'ai assemblé ces trois captures et les reliev avec un microcontrôleur de type ARDUINO ce dernier va faire les opérations, mesure, conversion ADC, l'affichage sur un écran LCD, stockage des data dans une SD CARD et l'acheminement du data vers le PC pour le traitement graphique.

Globalement mon projet c'est la réalisation d'un DATALOGGER qui fait le prélèvement de température, humidité et l'ensoleillement [données solaire] dans des intervalles de temps bien déterminé programmables d'un gisement solaire dans une zones isolé

LE MICROCONTROLEUR ARDUINO :

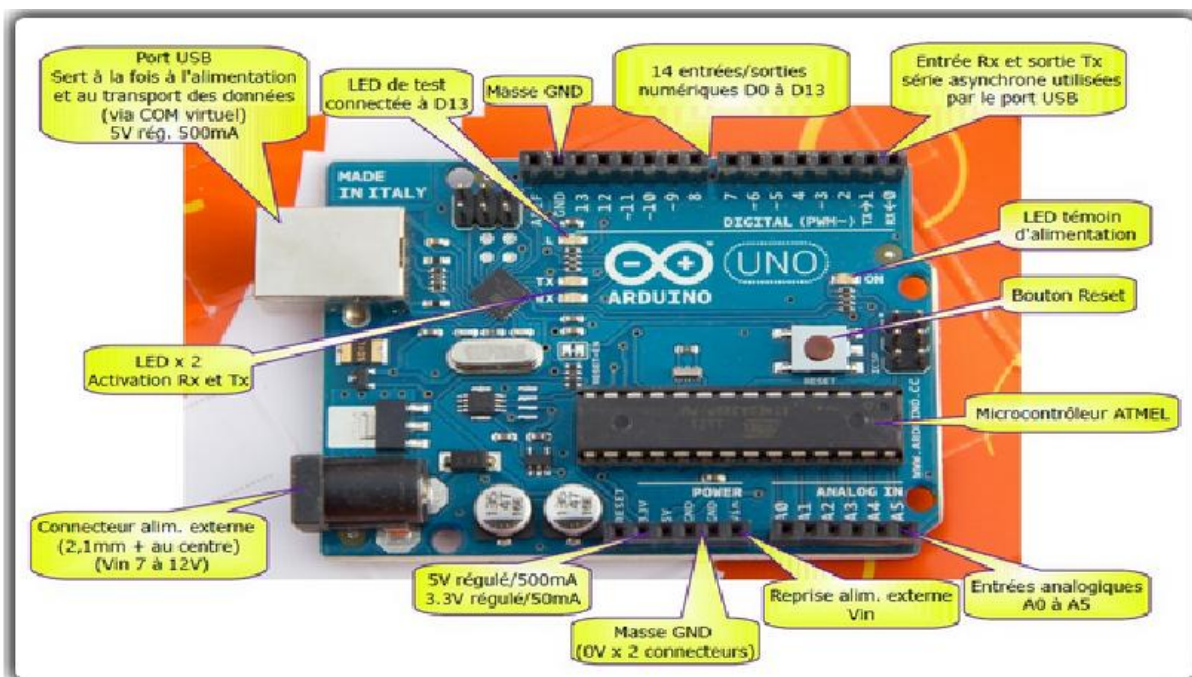


FIGURE25 : MICROCONTROLEUR ARDUINO

Arduino est une plate-forme de prototypage d'objets interactifs à usage créatif constituée d'une carte électronique et d'un environnement de programmation. Sans tout connaître ni tout comprendre de l'électronique, cet environnement matériel et logiciel permet à l'utilisateur de formuler ses projets par l'expérimentation directe avec l'aide de nombreuses ressources disponibles en ligne.

Pont tendu entre le monde réel et le monde numérique, Arduino permet d'étendre les capacités de relations humain/machine ou environnement/machine.

Arduino est un projet en source ouverte : la communauté importante d'utilisateurs et de concepteurs permet à chacun de trouver les réponses à ses questions.

La carte Arduino repose sur un circuit intégré (un mini ordinateur appelé également microcontrôleur) associée à des entrées et sorties qui permettent à l'utilisateur de brancher différents types d'éléments externes.

LES ENTREES/SORTIES :

Ce sont les deux rangées de connecteurs de part et d'autre de la carte qui permettent sa connexion au monde extérieur.

LES ENTREES/SORTIES NUMERIQUES D0 A D13 :



Chacun des connecteurs D0 à D13 peut être configuré dynamiquement par programmation en entrée ou en sortie.

Les signaux véhiculés par ces connecteurs sont des signaux logiques compatibles TTL, c'est-à-dire qu'ils ne peuvent prendre que deux états HAUT (5 Volts) ou BAS (0 Volt).

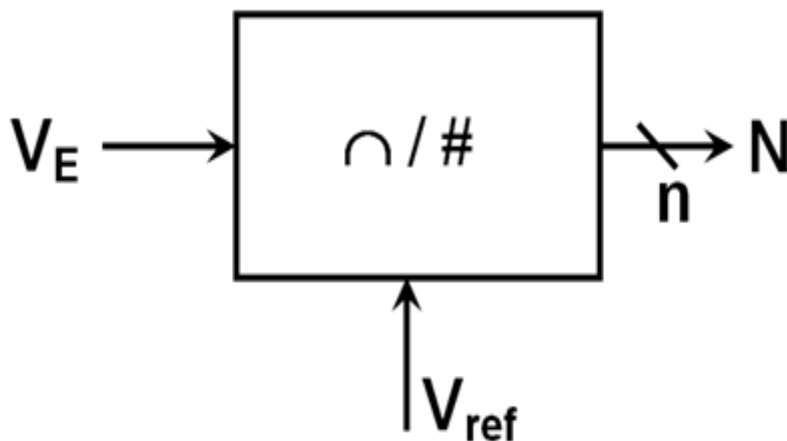
Chacun des connecteurs ne peut fournir ou absorber un courant supérieur à 40 mA environ (200 mA pour l'ensemble des connecteurs).

Certains connecteurs peuvent être spécialisés comme sorties PWM (repérées par un ~)

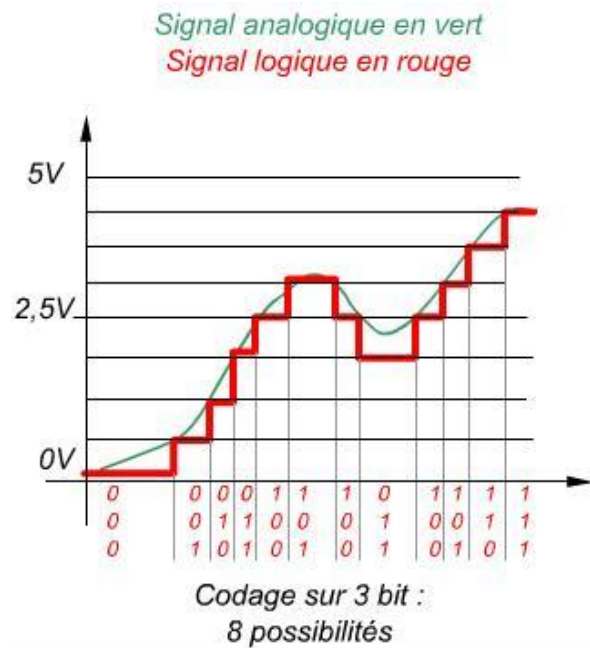
LES ENTREES ANALOGIQUES A0 A A5 :

Par défaut et contrairement aux entrées/sorties numériques qui ne peuvent prendre que deux états HAUT et BAS, ces six entrées peuvent admettre toute tension analogique comprise entre 0 et 5 Volts.

Pour pouvoir être traitées par le microcontrôleur, ces entrées analogiques sont prises en charge par un CAN (Convertisseur Analogique Numérique ou ADC pour Analog Digital Converter) dont le rôle est de convertir l'échantillon de tension V_E en une grandeur numérique binaire sur n bits.



Le principe de la conversion Analogique-Numérique est représenté ci-dessous (avec $n=3$ bits et la tension de référence $V_{ref}=5$ Volts) :



Le convertisseur de la carte Arduino Uno possède une résolution de 10 bits, soit $2^{10} = 1024$ possibilités de 0 à 1023.

Ainsi, pour $n=10$ bits et la tension de référence par défaut $V_{ref}=5$ Volts, si la tension analogique d'entrée échantillonnée est $V_E=3,8$ Volts, la grandeur numérique N (ici en entier décimal) en sortie du convertisseur peut être calculée grâce aux relations :

$$\text{quantum } q = V_{ref}/2^n = 5 / 2^{10} = 5 / 1024$$

$$N = V_E / q = 3,8 \times 1024 / 5 \text{ soit } N = 778$$

LE LOGICIEL :

L'environnement de programmation Arduino(IDE en anglais) est une application écrite en Java inspirée du langage Processing. L'IDE permet d'écrire, de modifier un programme et de le convertir en une série d'instructions compréhensibles pour la carte.

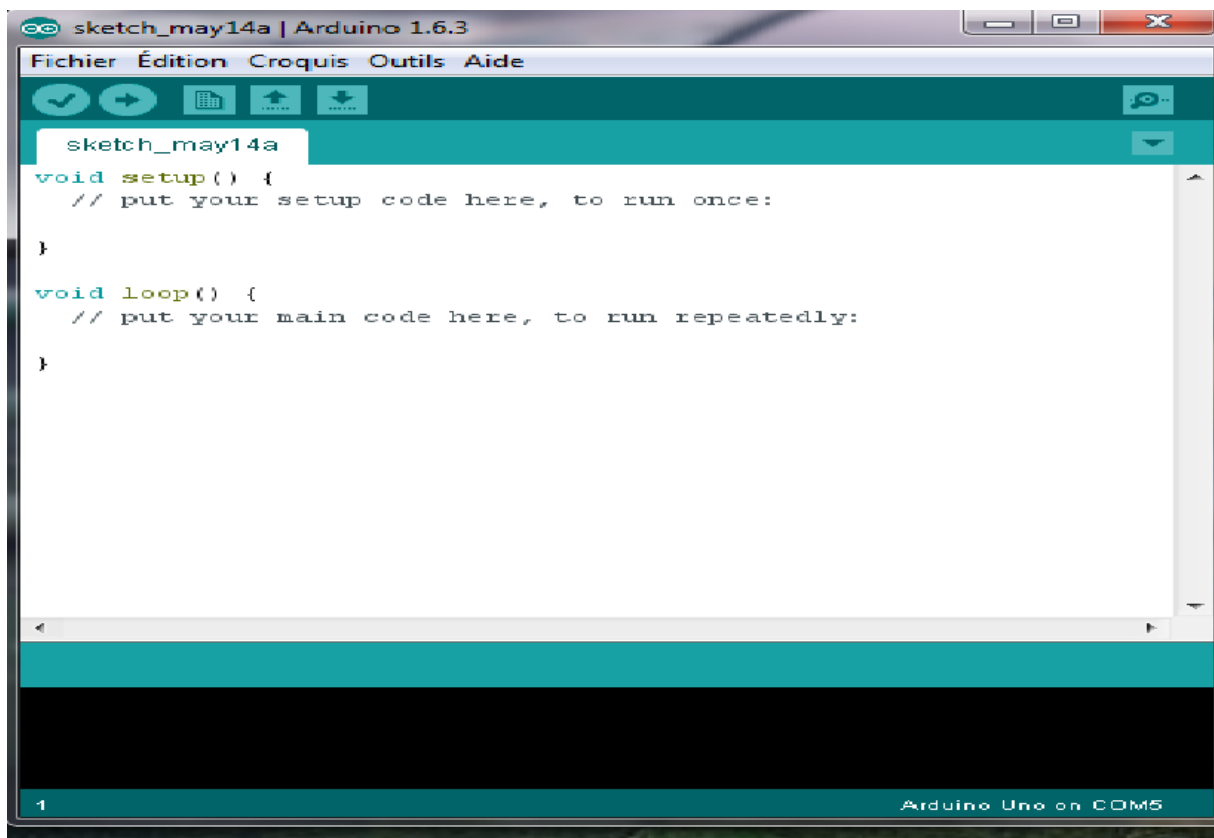


FIGURE26 : IDE arduino

HISTORIQUE :

D'après Wired Magazine :

Le projet Arduino est né en hiver 2005. Massimo Banzi enseigne dans une école de Design à Ivrea en Italie, et souvent ses étudiants se plaignent de ne pas avoir accès à des solutions bas prix pour accomplir leurs projets de robotique. Banzi en discute avec David Cuartielles, un ingénieur Espagnol spécialisé sur les micro-contrôleurs...

Ils décident de créer leur propre carte en embarquant dans leur histoire un des étudiant de Banzi, David Mellis qui sera chargé de créer le langage de programmation allant avec la carte.

En deux jours David écrira le code! Trois jours de plus et la carte était créée...Ils décidèrent de l'appeler Arduino (un bar fréquenté par les élèves à proximité de l'école)...

Ca devient un hit tout de suite auprès des étudiants. Tout le monde arrive à en faire quelque chose très rapidement sans même avoir de connaissances particulière ni en électronique ni en informatique: réponse à des capteurs, faire clignoter des leds, contrôler des moteurs...

Ils publient les schémas, investissent 3000 euros pour créer le premier lot de cartes: 200.

Les 50 premières partent directement à des élèves de l'école. En 2006 5 000 cartes vendues...En2007 plus de 30 000! en 2011 : >120 000, sans compter les clones !

FONCTIONNEMENT DES CAPTEUR :

1* CAPTEURE DE TEMPERATURE 18B20 :

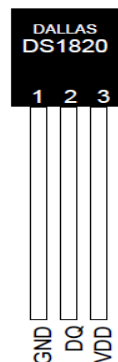


FIGURE27 : capteur de température DS18B20

CARACTERISTIQUE :

- Mesure de température de -55°C à 125°C
- $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ une précision de -1°C à $+85^{\circ}\text{C}$
- Résolution de thermomètre et programmable de 9 à 12 bits
- chaque DS18B20 contient un numéro de série unique => possibilité d'utiliser plusieurs capteurs DS18B20 sur le même bus de données cela permet de placer des capteurs DS18B20 dans de nombreux endroits différents

FONCTIONNEMENT - MESURE DE TEMPÉRATURE

La fonctionnalité de base de la DS18B20 est son capteur de température direct-vers-numérique. La résolution de la DS18B20 est configurable (9, 10, 11 ou 12 bits), avec des lectures 12 bits l'état par défaut d'usine. Cette équivalait à une résolution de température de $0,5^{\circ}\text{C}$, $0,25^{\circ}\text{C}$, $0,125^{\circ}\text{C}$, ou $0,0625^{\circ}\text{C}$. Après la publication de T la commande Convertir [44h], une conversion de la température est effectuée et les données thermiques sont stockées dans la mémoire de travail dans un 16-bit.

Les informations de température peuvent être récupérées en émettant une commande Lire Scratchpad [BEh] une fois que la conversion a été effectuée. Les données sont transférées sur le bus 1-Wire, LSB en premier. La MSB du registre de température contient le «signe» (S) bits, précisant si la température est positive ou négative.

Le tableau décrit la relation exacte de données de sortie à la température mesurée.

Le tableau suppose 12-bit

Résolution : Si le DS18B20 est configuré pour une résolution plus faible, les bits non significatifs contiennent des zéros. Pour

Utilisation Fahrenheit : une table de consultation ou de routine de conversion doit être utilisée.

2^3	2^2	2^1	2^0	2^{-1}	2^{-2}	2^{-3}	2^{-4}	LSB
MSb				(unit = °C)				LSb
S	S	S	S	S	2^6	2^5	2^4	MSB

TEMPERATURE	DIGITAL OUTPUT (Binary)	DIGITAL OUTPUT (Hex)
+125°C	0000 0111 1101 0000	07D0h
+85°C	0000 0101 0101 0000	0550h*
+25.0625°C	0000 0001 1001 0001	0191h
+10.125°C	0000 0000 1010 0010	00A2h
+0.5°C	0000 0000 0000 1000	0008h
0°C	0000 0000 0000 0000	0000h
-0.5°C	1111 1111 1111 1000	FFF8h
-10.125°C	1111 1111 0101 1110	FF5Eh
-25.0625°C	1111 1110 0110 1111	FF6Fh
-55°C	1111 1100 1001 0000	FC90h

*The power on reset register value is +85°C.

2*CAPTEUR D'HUMIDITE HS1101 :

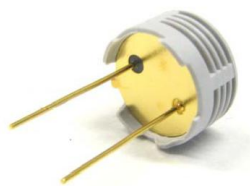


FIGURE28 : capteur d'humidité HS1101

DEFINITION :

L'humidité relative de l'air, ou degré hygrométrique, couramment notée ϕ , correspond au rapport de la pression partielle de la vapeur d'eau contenue dans l'air sur la pression de vapeur saturante (ou tension de vapeur) à la même

température. Elle est donc une mesure du rapport entre le contenu en vapeur d'eau de l'air et sa capacité maximale à en contenir dans ces conditions. Ce rapport changera si on change la température ou la pression bien que l'humidité absolue de l'air n'ait pas changé.

$$\varphi [\%] = \frac{P_{\text{vap}}}{P_{\text{sat}}(T)} \times 100$$

Le capteur d'humidité HS1101 est une solution rentable pour la mesure de l'humidité relative à l'intérieur de $\pm 5\%$ exactitude.

CIRCUIT RC

La conception du capteur est basé sur une cellule capacitive uniques; Par conséquent, en utilisant simple circuit RC

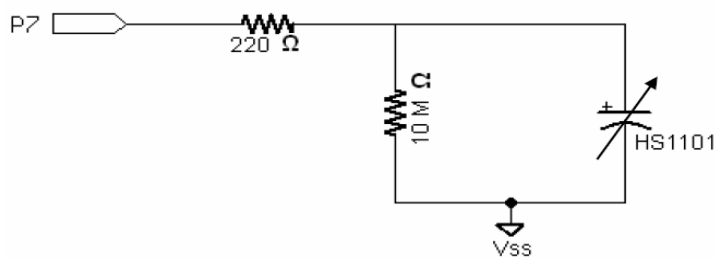


FIGURE29 : circuit électrique de capteur HS1101

Étant donné que le capteur d'humidité relative HS1101 est basé sur une cellule capacitive, l'humidité relative peut être liée à la durée de décroissance du capteur

La constante de l'approximation linéaire utilisé pour déterminer l'humidité relative peut varier si opérant dans différents environnements.

Utilisation de plusieurs mesures effectuées dans un environnement à humidité contrôlée, une équation de ligne simple peut être calculée en utilisant l'approximation linéaire pour définir la relation entre le temps de décroissance du capteur et le pour cent d'humidité relative:

$$T_{\text{Decay}} = 2.4 * \%RH + RH_{\text{constant}}$$

En utilisant cette équation, une courbe de réponse typique peut être obtenue en appliquant cette équation à différents pourcentages d'humidité relative.

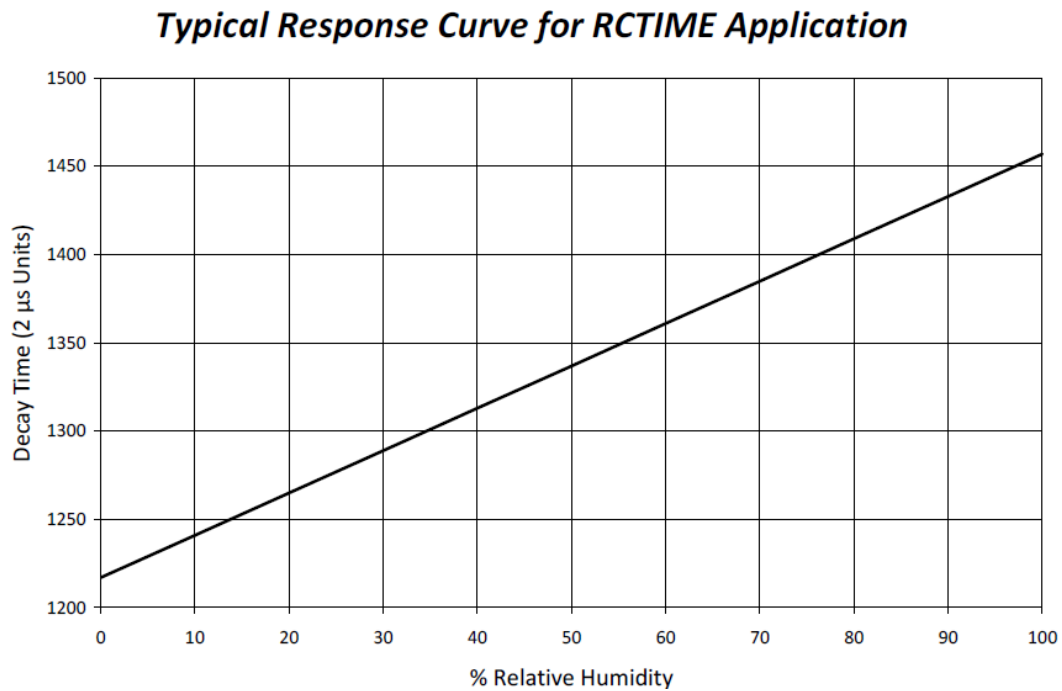


FIGURE30 : la reponse typique de circuit RCTIME

3*) CAPTEUR D'ENSOLEILLEMENT LDR :



FIGURE31 : photo diode(LDR)

Qu'est ce qu'une photorésistance?

Les photorésistances (PhotoCells ou CdS en anglais) sont des senseurs qui permettent de détecter la lumière , elles sont petites, bon marchés, économiques en énergies, faciles à utiliser et ne s'usent pas.

C'est pour ces raisons qu'elles apparaissent souvent dans les jouets, gadgets et appareils. Elles sont souvent identifiées sous la dénomination CdS (parce qu'elles sont faites de Cadmium-Sulfite), LDR (pour Light Dependant Resistor ce qui signifie Résistance dépendant de la lumière et Photo-résistance/photorésistance.

*Fondamentalement »é spécifications (caractéristiques) **mais sont très imprécises.***

Chaque photo-résistance agit un peu différemment d'une autre, même lorsqu'elles proviennent du même processus de fabrication. La variation peut-être vraiment grande, 50% voire plus!

C'est pour cette raison qu'elle ne doivent pas être utilisées pour déterminer précisément le niveau lumineux en lux ou milli-candela. A la place, vous pourrez être capable de détecter des variations de lumières élémentaires.

Comment mesurer la lumière avec une photorésistance ?

La résistance d'une cellule photo-résistive change lorsque sa surface est exposée à plus de lumière.

- Lorsque'il fait *SOMBRE*, le senseur se "ressemble" à une grande résistance (jusqu'à $10M\Omega$)
- Lorsque le niveau lumineux augmente, la résistance diminue.

Le graphique ci-dessous indique approximativement la résistance du senseur sous différents niveaux d'illumination

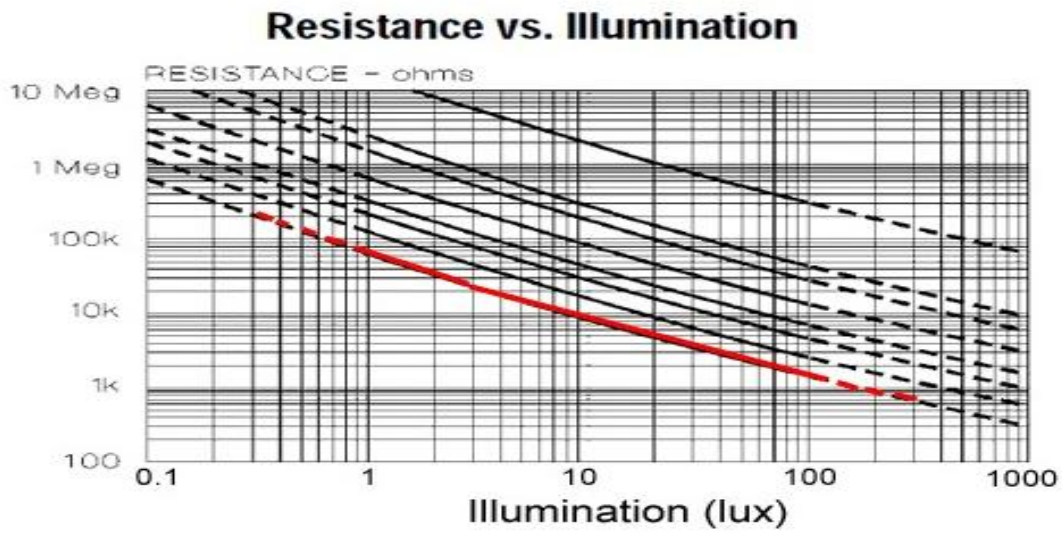


FIGURE32 : graphe de réponse de LDR sous différentes niveaux d'illumination

Le fonctionnement :

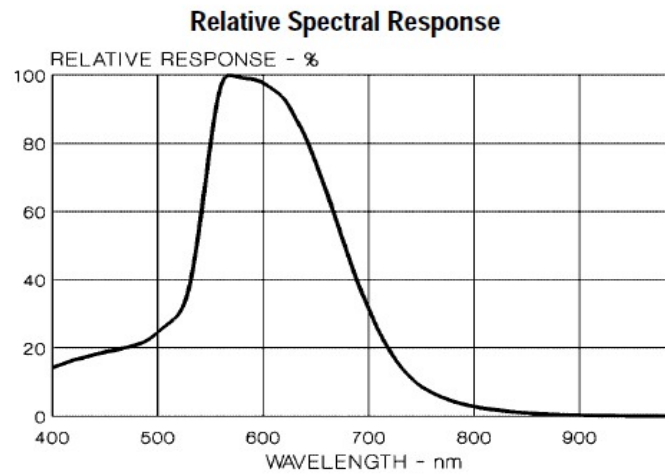
Dans ce projet je mets une résistance de $10\text{ K}\Omega$. En Pull-Down en serie avec LDR

Lorsque la résistance de la photo-résistance diminue (donc quand la luminosité augmente), la résistance totale "Photo-résistance + Résistance Pull-Down" diminue de $\sim 600\text{ K}\Omega$ à $10\text{ K}\Omega$.

1. *Cela signifie que le courant traversant le circuit "Photo-résistance + Résistance Pull-Down" augmente.*
2. *SI le courant augmente dans la résistance pull-down ALORS la chute de tension augmente à la borne de cette résistance.*
3. *Par conséquent, la tension mesurée sur l'entrée analogique du micro-contrôleur augmente aussi.*

Les photo-résistances, particulièrement les plus faciles à trouver et donc les plus communes, ne sont pas sensibles à toutes les lumières. En particulier, elles tendent à être sensibles à des lumières entre 700nm (rouge) et 500nm (vert).

FIGURE33 :réponse spectrale d'un LDR



J'ai essayé de trouver un capteur très sensible et couvre une large longueur d'onde, sur le net je trouve que les photodiodes de type BPW34 et BPW21 sont vraiment parmi les meilleurs capteurs de la lumière a titre d'exemple le BPW34 couvre une large longueur d'ondé, malheureusement je peut pas avoir un des ces capteurs j'ai réaliser mon projet avec un LDR

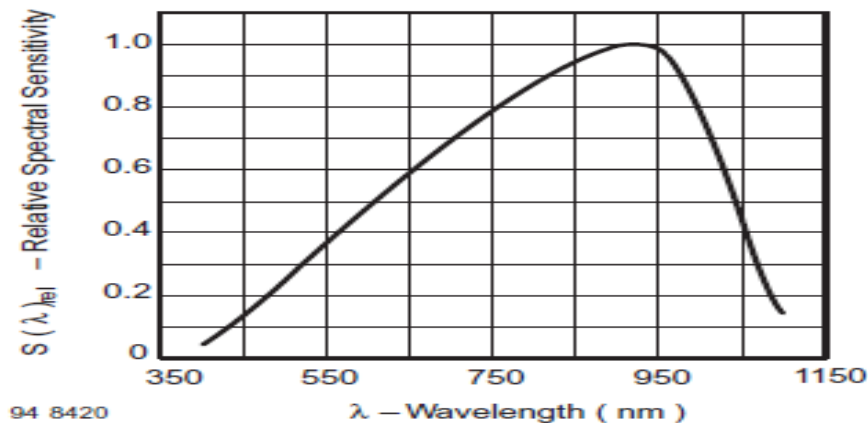


FIGURE34 : reponse spectrale de BPM34

Le convertisseur analogique numérique d'ARDUINO est a une précision de 10 bits alors la valeur maximum c'est $(2)^{10} = 1024$, les pines d'entrée ne support que 5 volts alors le voltage au borne de LDR est au maximum 5V suivant la valeur de lumière

Donc en a une variation de l'ensoleillement que je peux avoir avec arduino et LDR varie entre 0 et 1024 se qui est équivalent a la variation de valeur d'ensoleillement sur la terre

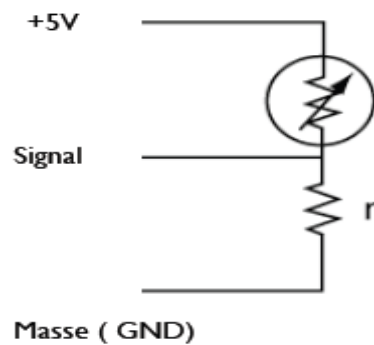


FIGURE35 : circuit de mesure de l'ensoleillement

Après l'assemblage des ces composants avec le microcontrôleur ARDUINO j'ai remarqué le bon fonctionnement du capteur de température je le comparé par d'autres thermomètres, le capteur d'humidité fonctionne mais question de précision je ne trouve pas un hygromètre pour lui étalonner, ce qui concerne le LDR (capteur d'ensoleillement) je remarque le bon fonctionnement dans les zones au l'ensoleillement et moyenne c'est-à-dire après certain valeur d'ensoleillement le LDR devient saturé et ne fait pas la différence entre temps ensoleillé et temps très ensoleillé comme solution je propose de mettre des filtre mais ça influé sur les valeurs d'ensoleillement faible

La plupart des fiches techniques utilisent le lux pour indiquer la résistance correspondant à un certain niveau lumineux. Mais qu'est ce que c'est qu'un lux ? C'est une unité difficile à évaluer.

Voici une table issue de Wikipedia permettant d'établir un correspondance entre Lux et Luminosité!

Luminosité	Exemple
0.002 lux	Nuit par temps clair sans lune.
0.2 lux	Minimum de lumière que doit produire un éclairage d'urgence (AS2293).
0.27 - 1 lux	Pleine lune par temps clair.
3.4 lux	Limite crépusculaire (sombre) au couché du soleil en zone urbaine.
50 lux	Eclairage d'un living room
80 lux	Eclairage des toilette/Hall
100 lux	Journée très sombre/temps très couvert.
300 - 500 lux	Levé du soleil, luminosité par temps clair. Zone de bureau correctement éclairée.
1,000 lux	Temps couvert; Eclairage typique d'un studio TV
10,000 - 25,000 lux	Pleine journée (pas de soleil direct)
32,000 - 130,000 lux	Soleil direct

[5]- ACQUISITION DES DONNES

LE LOGICIEL PROCESSING :

Processing est une bibliothèque java et un environnement de développement libre, créé par Benjamin Fry et Casey Reas, deux artistes américains. Processing est le prolongement « multimédia » de Design by numbers, l'environnement de programmation graphique développé par John Maeda au Media Lab du Massachusetts Institute of Technology.

*Processing est tout particulièrement adapté à la création plastique et graphique interactive. Le logiciel fonctionne sur Macintosh, Windows, Linux, BSD ET **ANDROID**. Il est basé sur la plateforme Java — il permet d'ailleurs de programmer directement en langage Java.*

Il existe également une version en Javascript de Processing, appelée Processing.js, cette version pouvant être exécuté dans un environnement HTML 5 ou via node.js.

Les programmes réalisés avec Processing peuvent être lus par les navigateurs internet équipés du plug-in java, mais aussi sous forme d'applications indépendantes pour Windows, Linux ou Mac OS X (en réalité n'importe quelle machine disposant d'une Machine virtuelle Java).

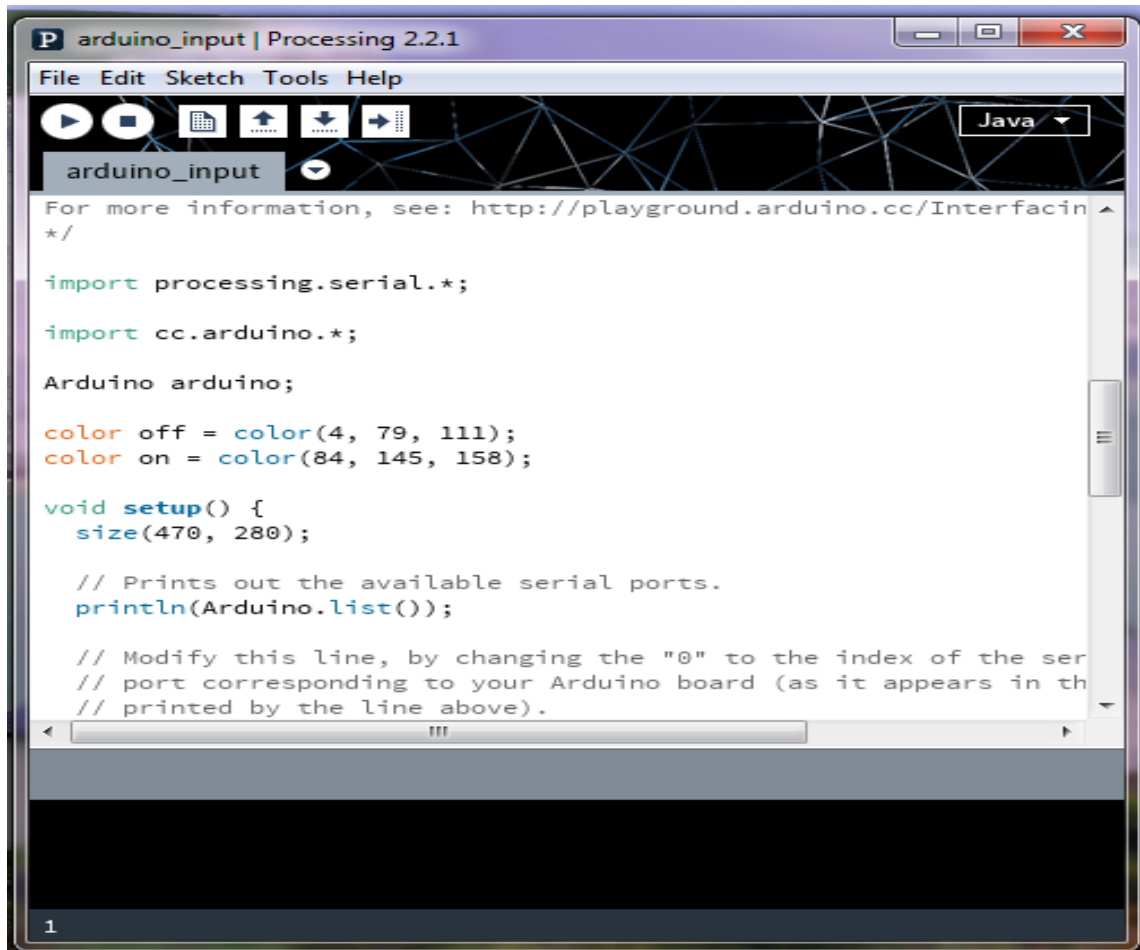


FIGURE36 : *IDE PROCESSING*

COMMUNICATION SERIE ARDUINO PROCESSING :

La communication série

*La communication série est une façon pour les ordinateurs (et, dans ce cas, des microcontrôleurs) de parler à l'autre, par la transmission d'octets, divisé en 8 bits. Les données transmises entre les machines est appelé **données série** -Parce que les paramètres de données sont transmis en série- et est généralement envoyé avec 10 ou 11 bits par octet (8 bits d'un mot + un début et un bit d'arrêt). La vitesse à laquelle les données sont transmises est appelé la vitesse de transmission (et dans la plupart des systèmes numériques actuels, est*

équivalent au taux de bit); il correspond au nombre de bits de données qui peuvent être transmises par seconde. La vitesse de transmission par défaut sur l'Arduino Uno est 9600.

Obtenez Arduino et Processing parler :

Pour obtenir Arduino et Processing parler; il ya 2 options. Soit utiliser Firmata et labibliothèque Arduino pour le traitement, ou les garder séparés et de les faire communiquer par le port série PORT USB.

Dans ce cas j'ai utilisé la communication via le port sérié

La figure ci de sous montre bien le protocole de communication entre ARDUINO ET le PC(PROCESSING)

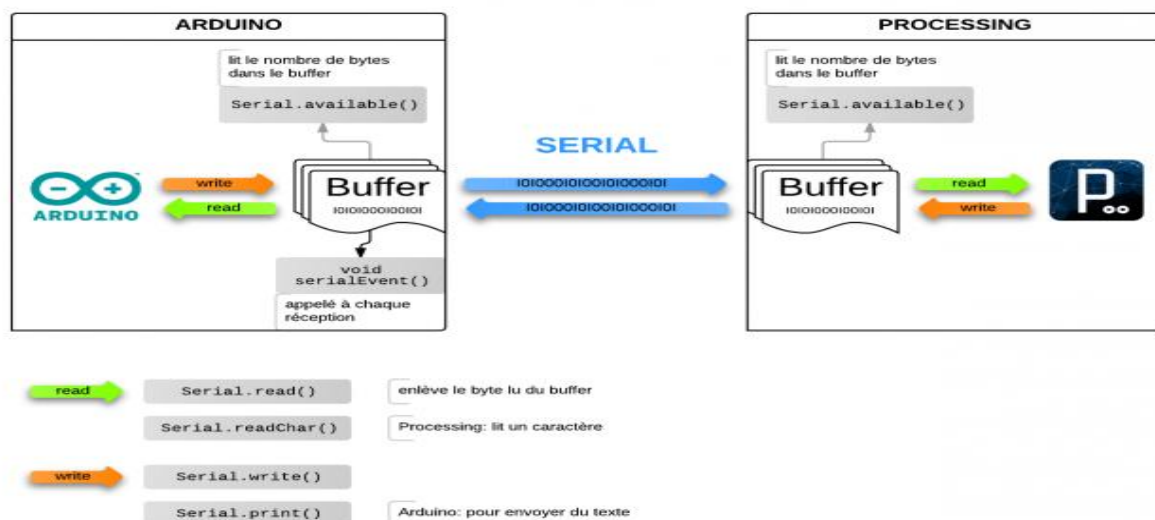


FIGURE37 : communication serial arduino processing

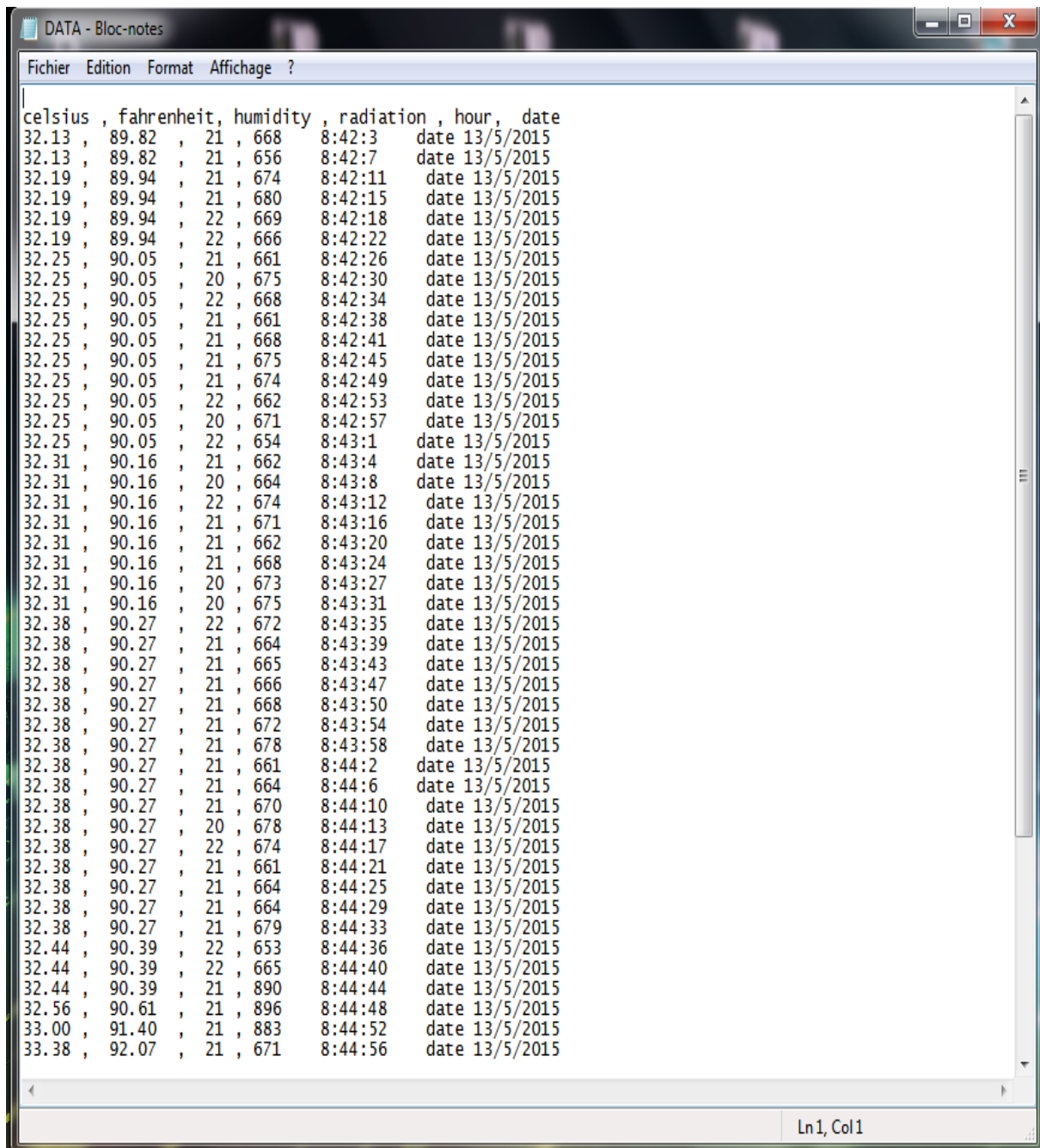
TRAITEMENT DES DONNES :

Pour schématiser les données enregistrés en carte mémoire SD CARD file DATA.txt en utilise soit l'Excel

Soit par liaison direct avec PC via un câble USB et le soft PROCESSING va faire les traitements nécessaire

Voila comme exemple quelque donnée prélevée par mon montage

File DATA .txt chaque 04 seconde



```
DATA - Bloc-notes
Fichier Edition Format Affichage ?
|
celsius , fahrenheit, humidity , radiation , hour , date
32.13 , 89.82 , 21 , 668 8:42:3 date 13/5/2015
32.13 , 89.82 , 21 , 656 8:42:7 date 13/5/2015
32.19 , 89.94 , 21 , 674 8:42:11 date 13/5/2015
32.19 , 89.94 , 21 , 680 8:42:15 date 13/5/2015
32.19 , 89.94 , 22 , 669 8:42:18 date 13/5/2015
32.19 , 89.94 , 22 , 666 8:42:22 date 13/5/2015
32.25 , 90.05 , 21 , 661 8:42:26 date 13/5/2015
32.25 , 90.05 , 20 , 675 8:42:30 date 13/5/2015
32.25 , 90.05 , 22 , 668 8:42:34 date 13/5/2015
32.25 , 90.05 , 21 , 661 8:42:38 date 13/5/2015
32.25 , 90.05 , 21 , 668 8:42:41 date 13/5/2015
32.25 , 90.05 , 21 , 675 8:42:45 date 13/5/2015
32.25 , 90.05 , 21 , 674 8:42:49 date 13/5/2015
32.25 , 90.05 , 22 , 662 8:42:53 date 13/5/2015
32.25 , 90.05 , 20 , 671 8:42:57 date 13/5/2015
32.25 , 90.05 , 22 , 654 8:43:1 date 13/5/2015
32.31 , 90.16 , 21 , 662 8:43:4 date 13/5/2015
32.31 , 90.16 , 20 , 664 8:43:8 date 13/5/2015
32.31 , 90.16 , 22 , 674 8:43:12 date 13/5/2015
32.31 , 90.16 , 21 , 671 8:43:16 date 13/5/2015
32.31 , 90.16 , 21 , 662 8:43:20 date 13/5/2015
32.31 , 90.16 , 21 , 668 8:43:24 date 13/5/2015
32.31 , 90.16 , 20 , 673 8:43:27 date 13/5/2015
32.31 , 90.16 , 20 , 675 8:43:31 date 13/5/2015
32.38 , 90.27 , 22 , 672 8:43:35 date 13/5/2015
32.38 , 90.27 , 21 , 664 8:43:39 date 13/5/2015
32.38 , 90.27 , 21 , 665 8:43:43 date 13/5/2015
32.38 , 90.27 , 21 , 666 8:43:47 date 13/5/2015
32.38 , 90.27 , 21 , 668 8:43:50 date 13/5/2015
32.38 , 90.27 , 21 , 672 8:43:54 date 13/5/2015
32.38 , 90.27 , 21 , 678 8:43:58 date 13/5/2015
32.38 , 90.27 , 21 , 661 8:44:2 date 13/5/2015
32.38 , 90.27 , 21 , 664 8:44:6 date 13/5/2015
32.38 , 90.27 , 21 , 670 8:44:10 date 13/5/2015
32.38 , 90.27 , 20 , 678 8:44:13 date 13/5/2015
32.38 , 90.27 , 22 , 674 8:44:17 date 13/5/2015
32.38 , 90.27 , 21 , 661 8:44:21 date 13/5/2015
32.38 , 90.27 , 21 , 664 8:44:25 date 13/5/2015
32.38 , 90.27 , 21 , 664 8:44:29 date 13/5/2015
32.38 , 90.27 , 21 , 679 8:44:33 date 13/5/2015
32.44 , 90.39 , 22 , 653 8:44:36 date 13/5/2015
32.44 , 90.39 , 22 , 665 8:44:40 date 13/5/2015
32.44 , 90.39 , 21 , 890 8:44:44 date 13/5/2015
32.56 , 90.61 , 21 , 896 8:44:48 date 13/5/2015
33.00 , 91.40 , 21 , 883 8:44:52 date 13/5/2015
33.38 , 92.07 , 21 , 671 8:44:56 date 13/5/2015
Ln1, Col1
```

*FIGURE38 : résultat de l'acquisition dans un fichier *.txt*

Voila aussi la photo de l'application en processing réaliser par moi-même qui fait le traitement en temps real du data

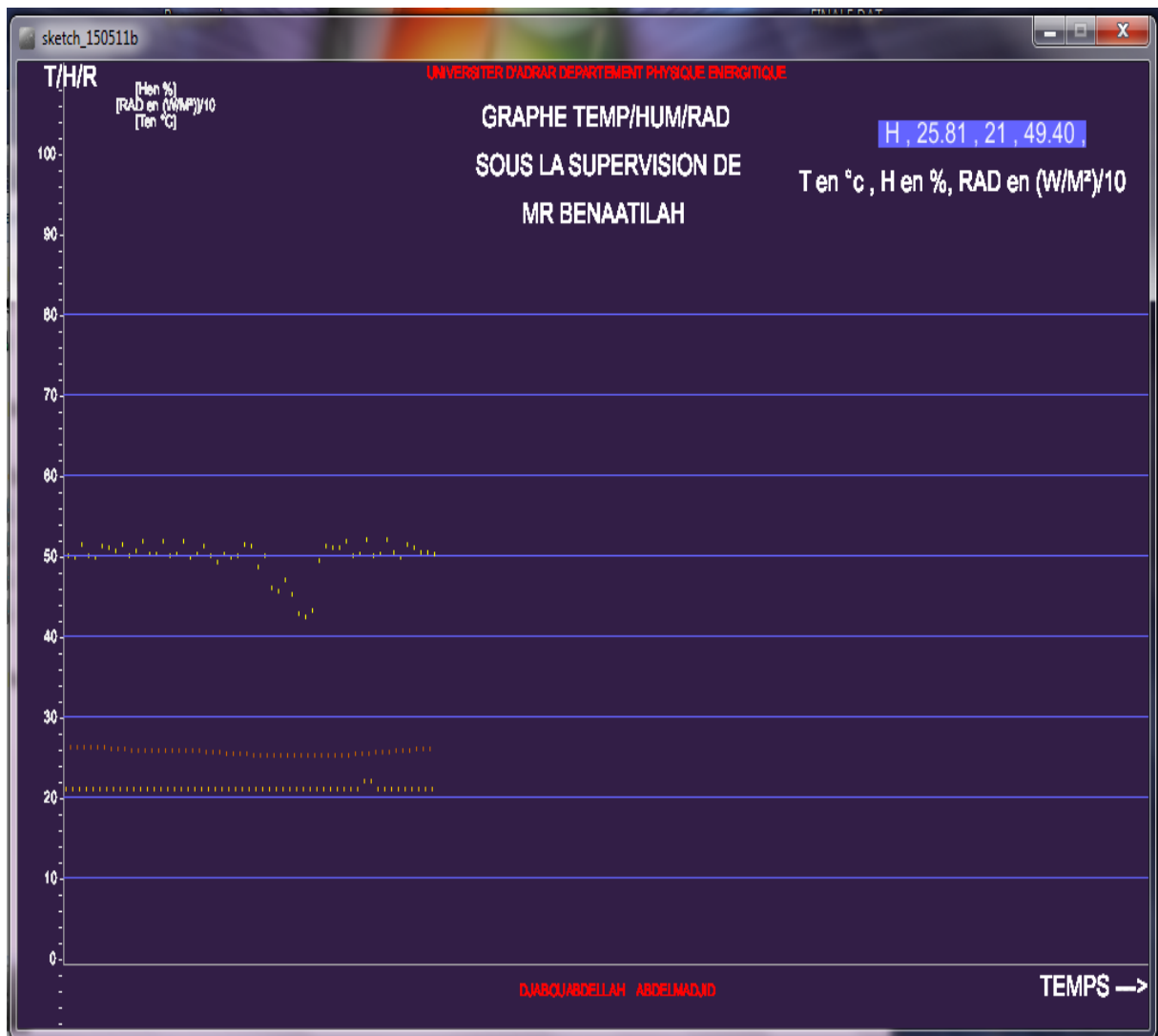


FIGURE39 : schématisations graphique des données

Voila quelques photos de l'appareille en fonctionnement

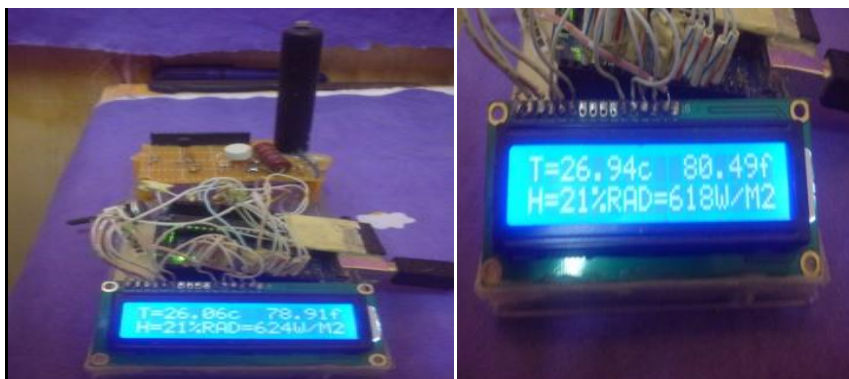


FIGURE40: image de DATA LOGGER en fonctionnement

[6] – CONCLUSION :

Dans ce mémoire j'ai comme objectif la réalisation et la mise en disposition D'un prototype d'une appareilles de mesure des donnes solaire (DATA LOGGER) c'est une station météologique programmable et indépendante j'ai limité le nombre des capteurs a 3 en peut ajouter d'autre capteurs par exemple une girouette, un anémomètre pour capturer la vitesse de vent, capteur des rayons UV, IR, gamma..., en utilisons une autre carte arduino (méga) avec un processeur de 32MHZ

La précision des données capturées revient à la nature du capteur utilisé

La bonne étude et mesure des données solaire sert exploiter au maximum l'énergie solaire

BIBLIOGRAPHIQUES :

- ARDUINO_COOKBOOK_2ND_EDITION_2
- *WWW.arduino.cc*
- *WWW. Wikipedia.com*
- <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/deed.fr>
- **Le gisement solaire** CNFPT – 21-23 février 2007 Noémie Poize – Rhônealpiénergie-Environnement
- <http://www.uvm.edu/~cricksat/documents/HS1101.pdf>
- <http://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS18B20.pdf>
- <http://www.ntc.com.tn/Web/upload/PV-Mod1-1-Le%20Gisement%20Solaire.pdf>
- http://www.biltek.tubitak.gov.tr/gelisim/elektronik/dosyalar/40/LDR_NSL19_M5_1.pdf
- <http://www.flossmanualsfr.net/booki/processing/processing.pdf>
- http://it.su.lt/~simram/images/content/Arduino_Processing/Arduino_T5.pdf
- <http://www.apper-solaire.org/Pages/Electronique/Electro/solari/solaripd.pdf>