



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche  
Scientifique  
Université Des Sciences et de la Technologie d'Oran  
Mohamed Boudiaf(USTO.MB)

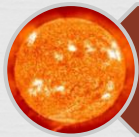


**CONCEPTION ET REALISATION D'UN DATALOGGER  
POUR UN SYSTEME PHOTOVOLTAIQUE**

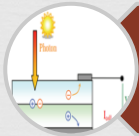
**Présenté par:  
MERABTANE Bilal**

**Encadré par :  
M. BENABADJI Noureddine**

# Plan de travail



I. ÉNERGIE SOLAIRE



II. ÉNERGIE ET SYSTÈME PHOTOVOLTAÏQUE



III. ÉTUDE THÉORIQUE DU DATALOGGER



VI. DESCRIPTION DU MONTAGE « KITLAAR99 » MINI DATALOGGER



V. CONCLUSION



## CHAPITRE I



# ENERGIE SOLAIRE

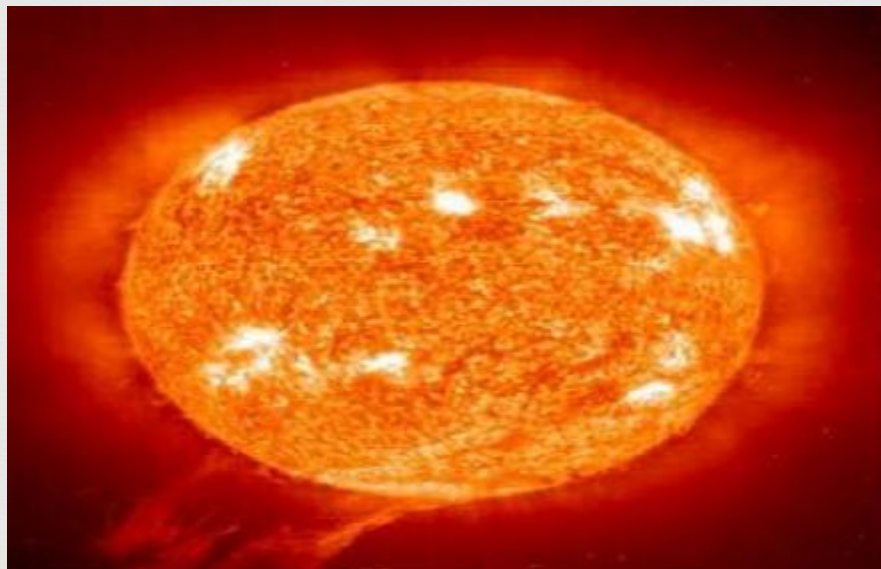
# I. ÉNERGIE SOLAIRE

## Le soleil



Le soleil C'est une gigantesque bombe thermonucléaire dont la puissance, émise sous forme de photons, représente un chiffre considérable:  $3,82 \cdot 10^{26}$  Watts.

elle est fournit une énergie colossale à la terre (10.000 fois la consommation en énergie de ses habitants) sous forme lumineuse.



# I. ÉNERGIE SOLAIRE

## Rayonnement solaire



Le rayonnement solaire est constitué de photons dont la longueur d'onde s'étend de l'ultraviolet ( $0.2 \mu\text{m}$ ) à l'infrarouge lointain ( $2.5 \mu\text{m}$ ).

On utilise la notion AM pour Air Mass afin de caractériser le spectre solaire en termes d'énergie émise.

AM  
0

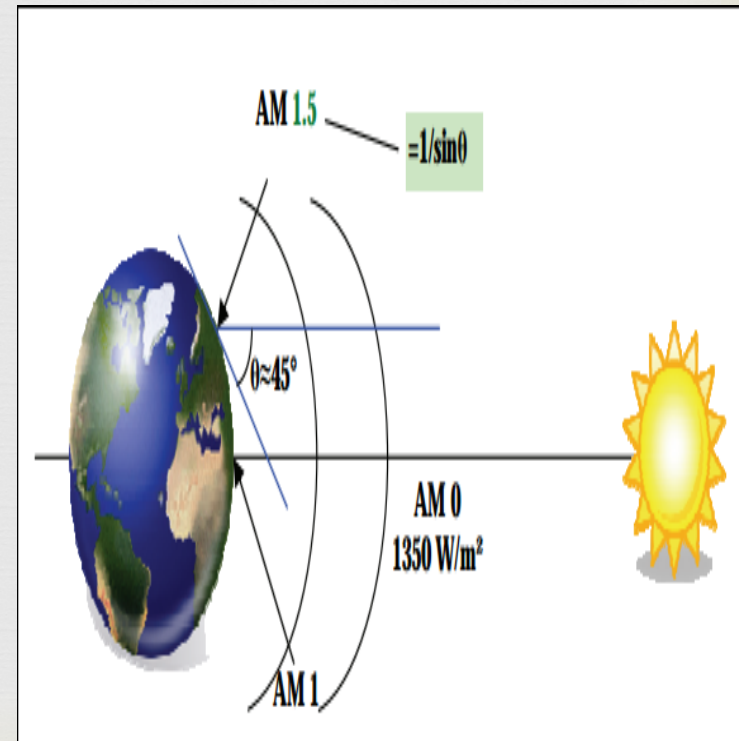
- L'énergie totale transportée par le rayonnement solaire sur une distance soleil-terre est de l'ordre de  $1350 \text{ W/m}^2$  (AM0) dans l'espace hors atmosphère terrestre.

AM  
1

- Le rayonnement solaire direct reçu au niveau du sol (à  $90^\circ$  d'inclinaison) atteint  $1000 \text{ W/m}^2$  du fait de l'absorption dans l'atmosphère (AM1).

AM  
1.5

- l'énergie directe transportée par le rayonnement solaire atteignant le sol avec un angle de  $45^\circ$  avoisine les  $833 \text{ W/m}^2$  (AM1.5).



# I. ÉNERGIE SOLAIRE

## Différents types Rayonnement

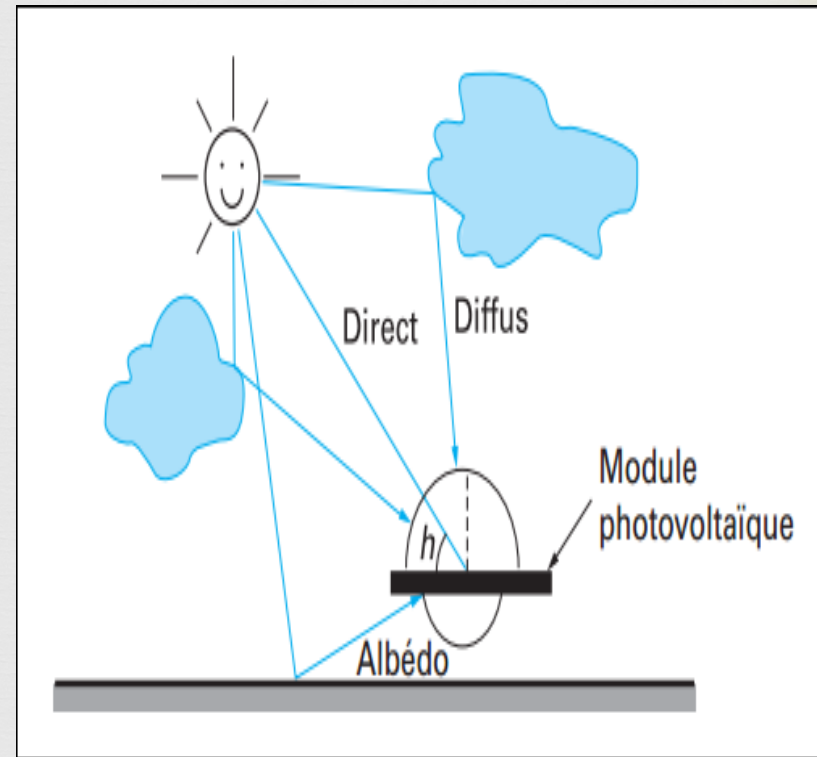


types de  
rayonnement solaire

Le rayonnement  
direct

Le rayonnement  
diffus

L'albédo

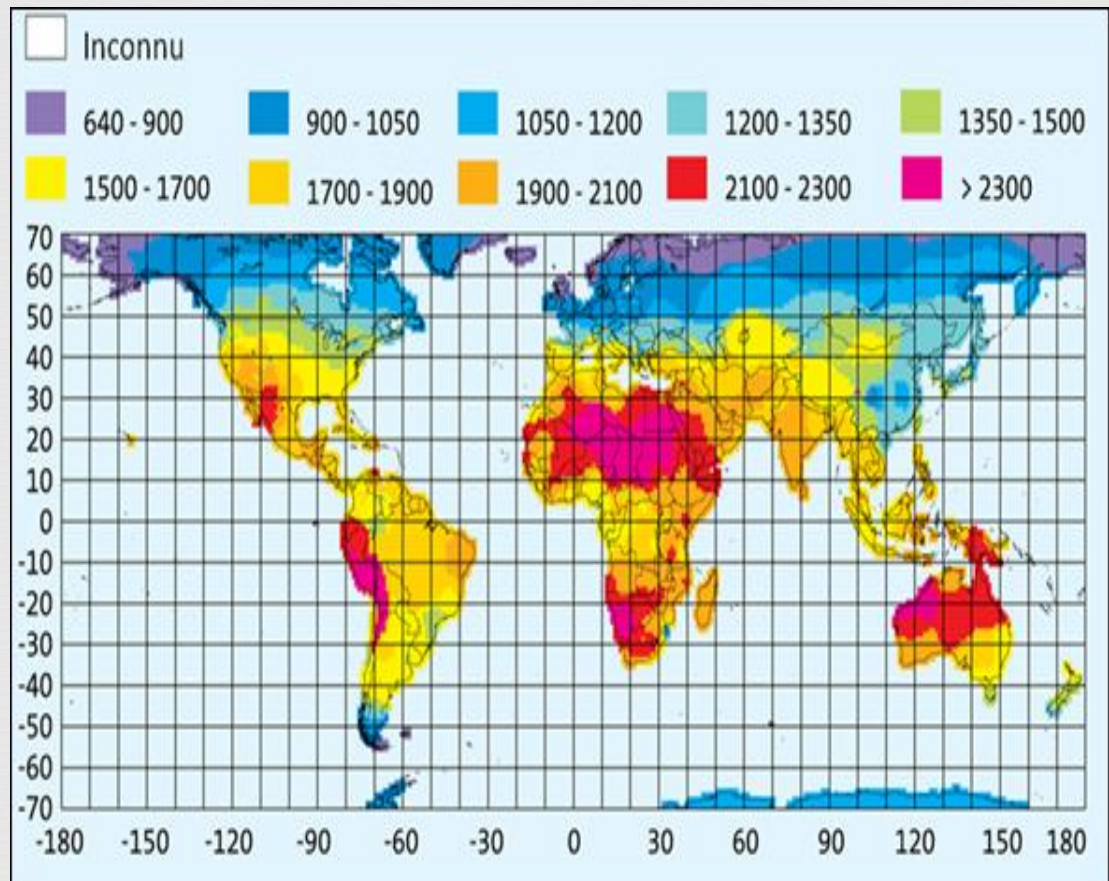


# I. ÉNERGIE SOLAIRE

## Rayonnement solaire dans le monde



Les régions adaptées sont très nombreuses et recèlent un potentiel très important. Elles se situent principalement en Afrique du Nord et septentrionale, au Proche et Moyen-Orient, en Australie, dans le sud-ouest des États-Unis, en Inde ou encore en Asie centrale.



# I. ÉNERGIE SOLAIRE

## Rayonnement Solaire En Algérie



De par sa situation géographique, l'Algérie dispose d'un des gisements solaires les plus élevés au monde. La durée d'insolation sur la quasi-totalité du territoire national dépasse les 2000 heures annuellement et peut atteindre les 3900 heures (hauts plateaux et Sahara).

Régions	Régions côtières	Hauts plateaux	Sahara
Superficie	4%	10%	86%
Durée moyenne d'ensoleillement (Heures=an)	2650	3000	3500
Energie moyenne reçue (KWh=m2=an)	1700	1900	2650



# I. ÉNERGIE SOLAIRE

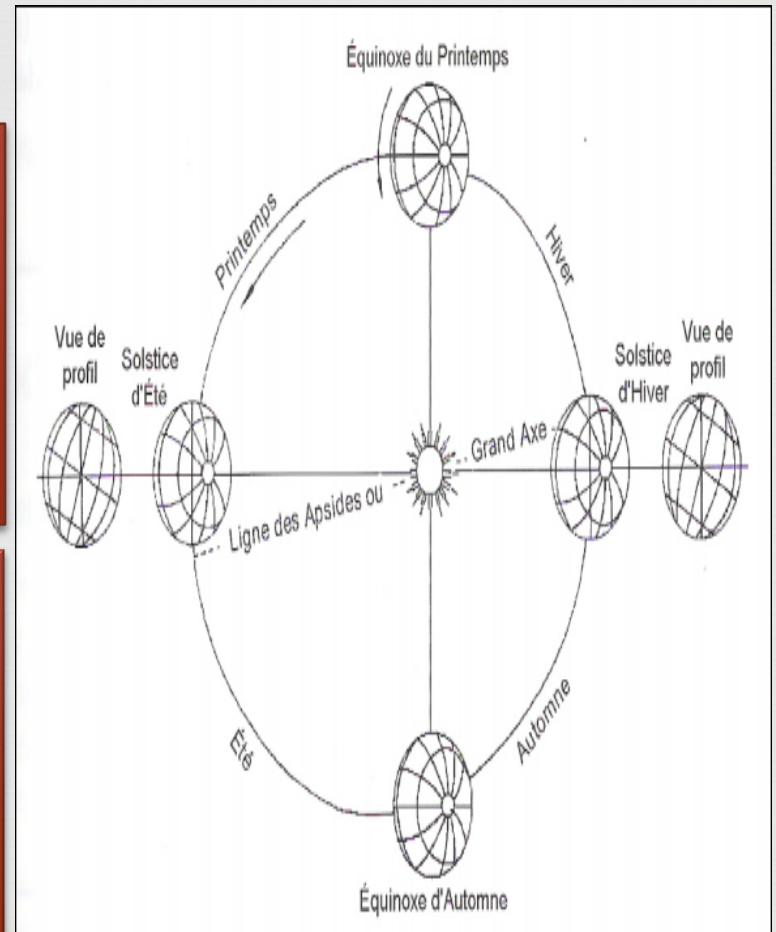
## Mouvement terre- soleil



### Mouvement terre

- La terre tourne autour de son axe de rotation (Pôle Nord, Pôle Sud) dans le sens trigonométrique. L'alternance des jours et des nuits est une manifestation immédiate de ce mouvement.

- Dans l'univers, tout est en mouvement. La terre est en rotation sur elle-même puis elle tourne autour du soleil. Ce mouvement s'effectue dans le sens trigonométrique et provoque le cycle des saisons.



# I. ÉNERGIE SOLAIRE

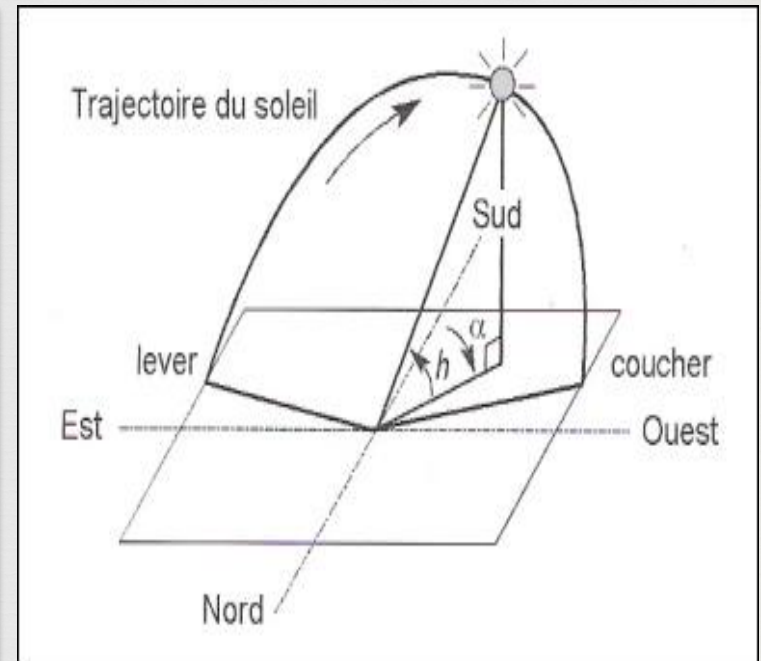
## Mouvement terre- soleil



### Trajectoire apparente du soleil

Pour un observateur situé sur la surface de la terre, le soleil décrit une trajectoire apparente qui dépend de la latitude et de la longitude du lieu .

La position du soleil est définie par deux angles : sa hauteur angulaire  $h$  (l'angle entre la direction du soleil et le plan horizontal du lieu) et son azimut  $\alpha$  (l'angle entre le méridien du lieu et le plan vertical passant par le soleil) compté négativement vers l'Est.



# I. ÉNERGIE SOLAIRE

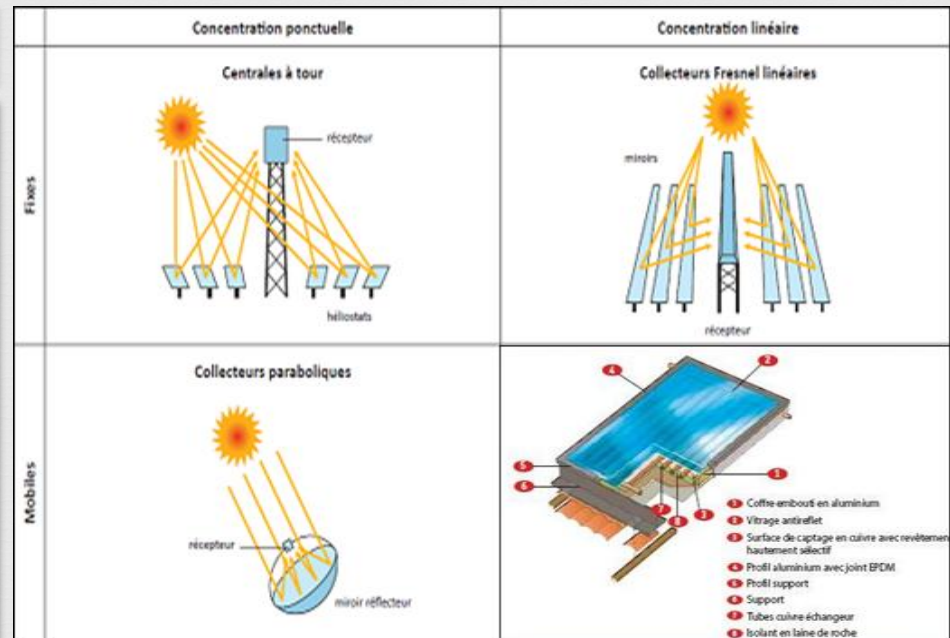
## Les type d'énergie solaire



La classification de ces types d'énergie solaire selon les applications d'exploitation de cette énergie comporte deux domaines principaux.

### L'énergie solaire thermique

L'énergie solaire thermique qui produit de la chaleur à partir du rayonnement solaire infrarouge, afin de chauffer de l'eau ou de l'air. On utilise dans ce cas des capteurs thermiques : ce sont des « chauffe-eau solaires » ou des « capteurs à air chaud ».



# I. ÉNERGIE SOLAIRE

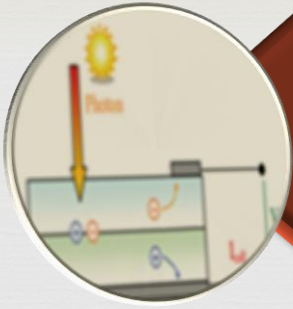
## Les type d'énergie solaire



### L'énergie solaire photovoltaïque

L'énergie solaire photovoltaïque convertit directement le rayonnement lumineux en électricité. Elle utilise pour ce faire des modules photovoltaïques composés de cellules solaires qui réalisent cette transformation d'énergie





## CHAPITRE II



# ENERGIE ET SYSTEME PHOTOVOLTAIQUE

# II. ENERGIE ET SYSTEME PHOTOVOLTAIQUE

## Histoire de l'énergie photovoltaïque



- ❧ Le mot « photovoltaïque » vient de grec « photos » qui signifie lumière et de « volta » du nom du physicien italien qui, en 1800, découvrit la pile électrique.
- ❧ Mais c'est le savant français Antoine Becquerel qui le premier, en 1839, mit en évidence cette conversion particulière de l'énergie: la variation de la conductivité d'un matériau sous l'effet de la lumière .
- ❧ Ce n'est que 115 ans plus tard en 1954 que Chapin. des laboratoires Bell Telephone ont développé la première cellule solaire au silicium, avec un rendement énergétique de 6 %.
- ❧ Dès lors, de nombreux et rapides progrès ont été réalisés dans ce domaine, notamment motivés par la conquête de l'espace.

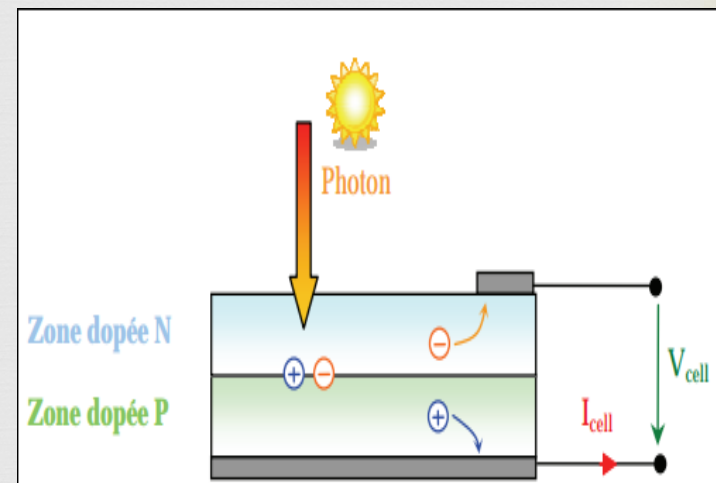
# II. ENERGIE ET SYSTEME PHOTOVOLTAÏQUE

## Principe de la conversion photovoltaïque



Pour créer un courant électrique dans un semi-conducteur, il faut lui fournir une énergie qui permet d'extraire des électrons de la bande de valence pour les transférer dans la bande de conduction, soit une énergie supérieure au gap de la bande interdite.

Lorsqu'un électron est extrait de la bande de valence pour passer dans la bande de conduction, il laisse derrière lui une vacance ou un trou à sa place.

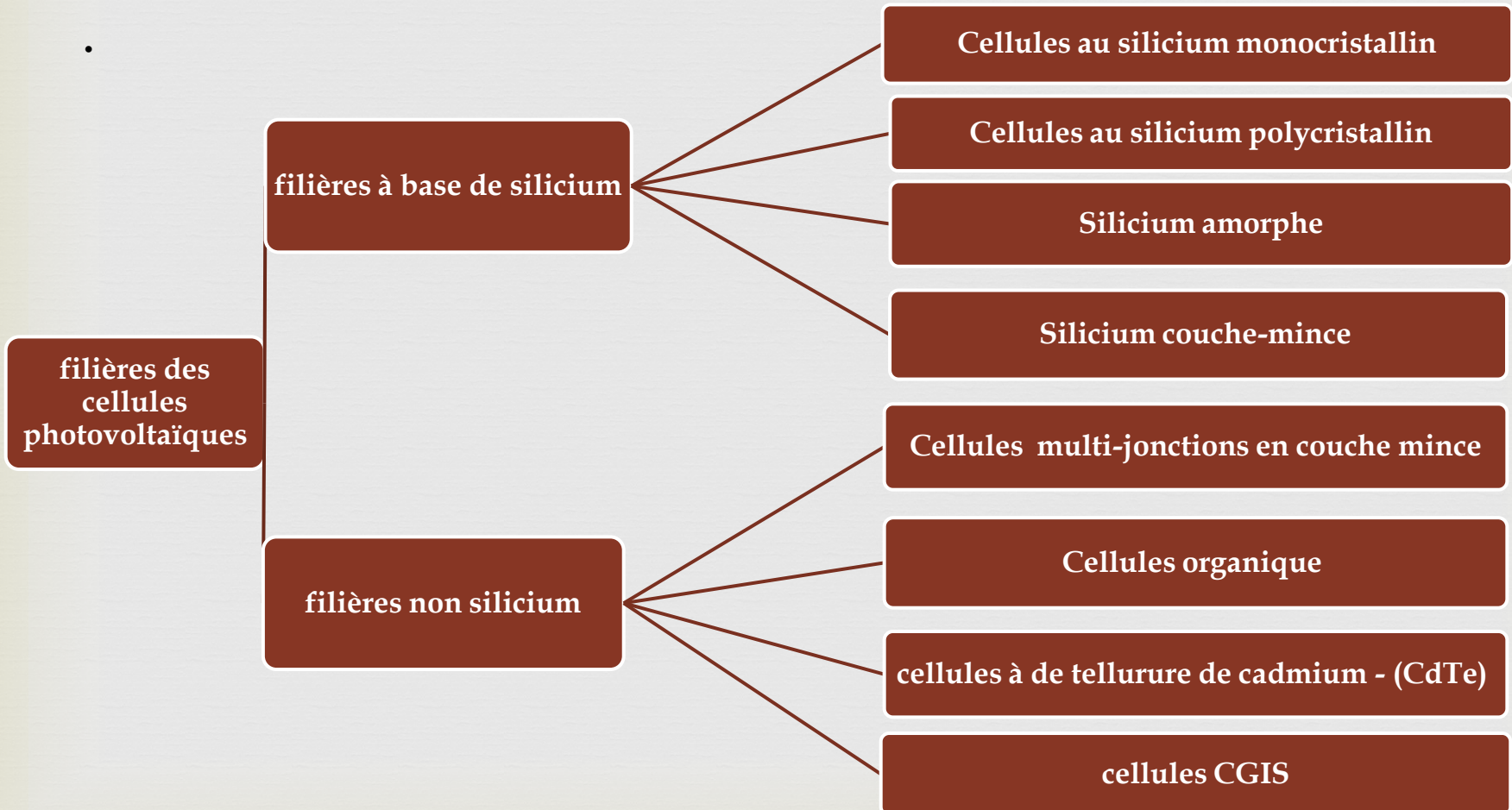


alors un autre électron proche de la bande de valence peut combler ce trou et laisser derrière lui à son tour un trou, on aura ainsi établi un courant de trous. Les deux types de courant ne seront pas différenciés, De même on dit que l'absorption de l'énergie des photons par le semi-conducteur crée des paires de porteurs électron-trou.

Pour transformer le semi-conducteur photosensible de composant passif en composant actif, il faut pouvoir générer un courant de porteurs, donc apporter une force qui obligera les électrons et les trous à s'écouler dans deux directions opposées. Cette force sera réalisée par un champ électrique interne provenant du dopage du semi-conducteur

# II. ENERGIE ET SYSTEME PHOTOVOLTAIQUE

## Les différentes filières des cellules photovoltaïques





# II. ENERGIE ET SYSTEME PHOTOVOLTAÏQUE

## Convertisseur photovoltaïque

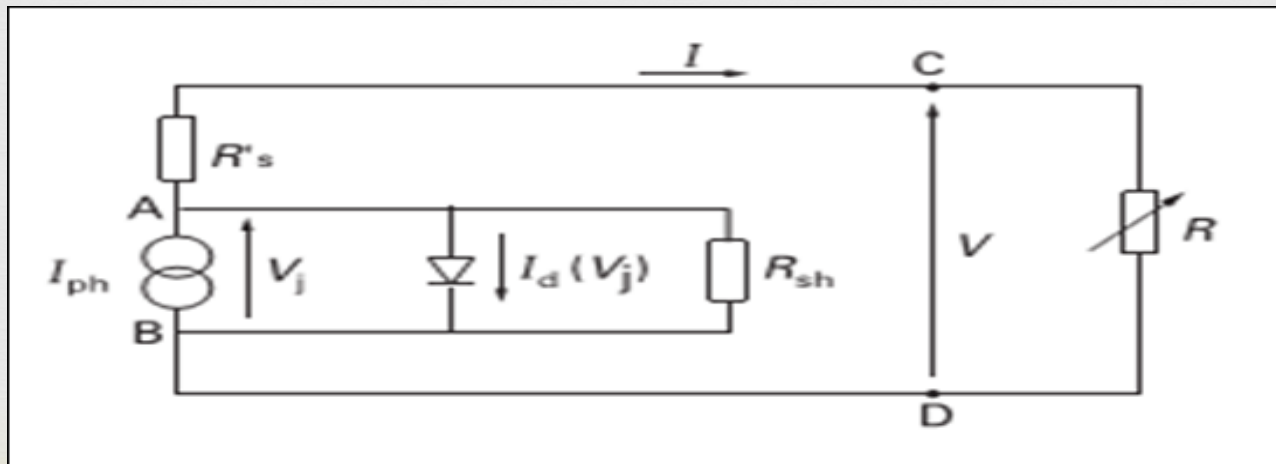


la cellule un élément générateur de courant.

Modèle réel d'une cellule solaire

Une cellule solaire se modélise à partir de l'équation suivante

$$I = I_{ph} - I_s \left[ \exp\left(\frac{1}{nKT} (V + I \cdot R_s)\right) - 1 \right] - \frac{V + R_s}{R_{sh}}$$



# II. ENERGIE ET SYSTEME PHOTOVOLTAÏQUE

## Systeme photovoltaïque



Les composants d'un système photovoltaïque :



Les Panneaux



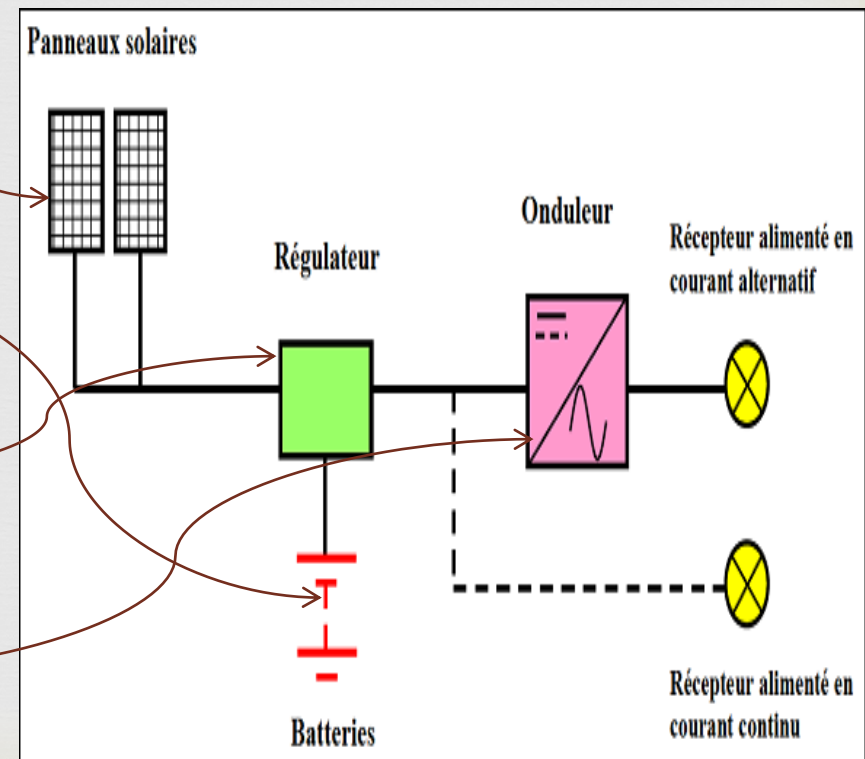
la batterie



Régulateur

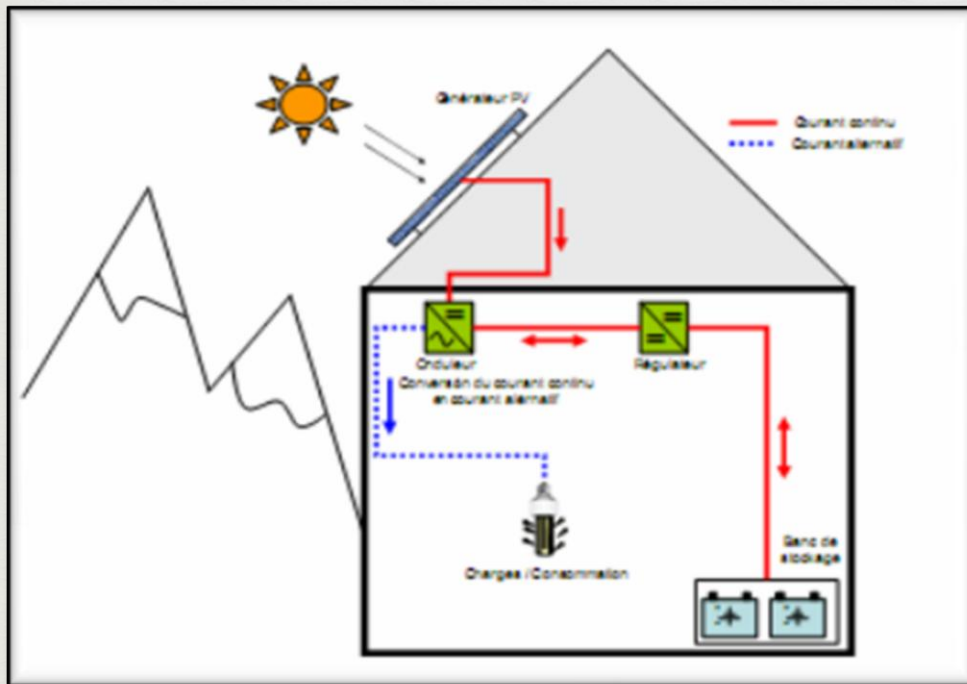


L'onduleur



# II. ENERGIE ET SYSTEME PHOTOVOLTAIQUE

## Les type de systèmes photovoltaïques

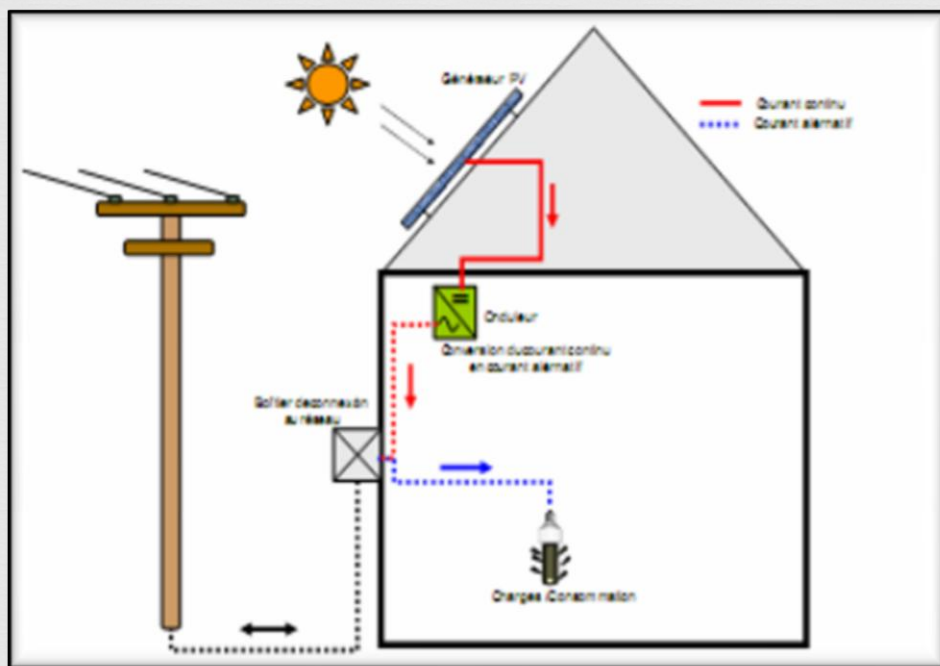


Systeme photovoltaïque autonome

Il dépend totalement du champ photovoltaïque. En cas d'absence de soleil, il puise l'énergie des batteries; ce système est adapté aux régions éloignées où le raccordement au réseau serait très coûteux

# II. ENERGIE ET SYSTEME PHOTOVOLTAIQUE

## Les type de systèmes photovoltaïques

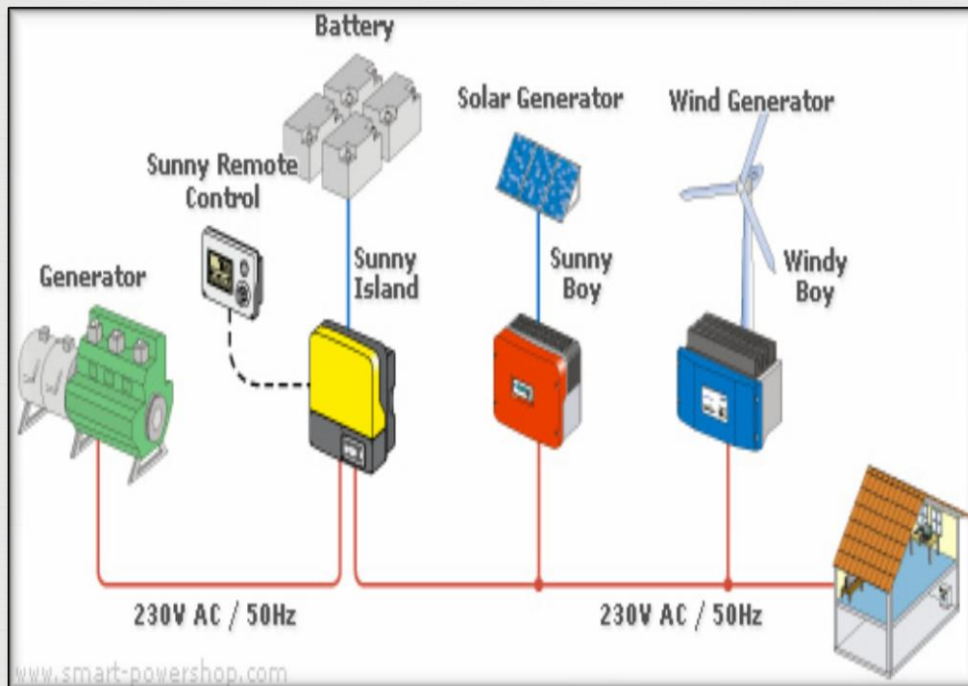


Systeme raccorderée au réseau :

L'énorme avantage de cette solution est l'absence de batterie. On ne stocke plus l'énergie, on l'injecte directement dans le réseau local ou national. Et ceci sans limite quantitative, donc toute l'énergie est récupérée. Il y a un compteur qui tourne dans un sens pour la consommation, et un autre dans l'autre sens pour la production.

# II. ENERGIE ET SYSTEME PHOTOVOLTAIQUE

## Les type de systèmes photovoltaïques



Système photovoltaïque hybride

système hybride, c'est disposer d'une autre source d'électricité qui vient compléter l'apport photovoltaïque. Cette autre source peut être un groupe électrogène ou éolien



## CHAPITRE III



# ETUDE THEORIQUE DU DATA LOGGER

# III. ETUDE THEORIQUE DU DATALOGGER

## Datalogger



Datalogger est un système électronique qui permet d'enregistrer des valeurs de mesure individuelles et des séries de mesure sur une longue période, les grandeurs mesurées peuvent être de toutes sortes: Température, humidité, tension, intensité, vitesse, pression, position GPS, etc...



# III. ETUDE THEORIQUE DU DATALOGGER

## Caractéristiques des datalogger



Un enregistreur de données possède les caractéristiques suivantes

1

• **Modularité**

2

• **Fiabilité et robustesse**

3

• **Précision**

4

• **Outil de gestion**

5

• **Facile à utiliser**



# III. ETUDE THEORIQUE DU DATALOGGER

## Avantages et Applications des datalogger



### Avantages des datalogger

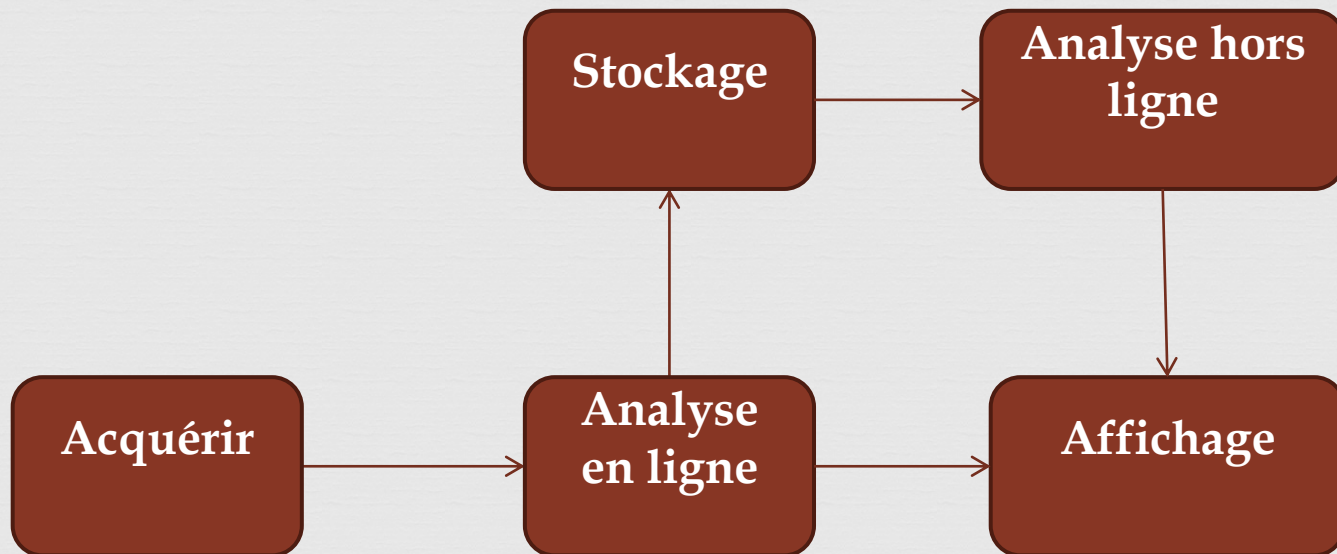
1. Ils ne doivent pas interférer avec les utilisateurs à exécuter leurs tâches.
2. Ils peuvent fonctionner indépendamment d'un ordinateur et sont disponibles en différentes formes et tailles.
3. Leurs gammes varient de la gamme d'entrée à canaux simple à celle à canaux multiples.

### Applications des datalogger

1. Dans les stations météorologiques, pour l'acquisition des paramètres comme la température, la vitesse du vent / direction, le rayonnement solaire et l'humidité relative.
2. Pour l'enregistrement hydrographique du débit d'eau, eau ph, la conductivité de l'eau, le niveau et la profondeur de l'eau.
3. Dans le suivi du transport, dépannage, sciences de l'éducation, des études de qualité, des études de terrain et de la recherche générale.

# III. ETUDE THEORIQUE DU DATALOGGER

Le principe de fonctionnement d'un datalogger

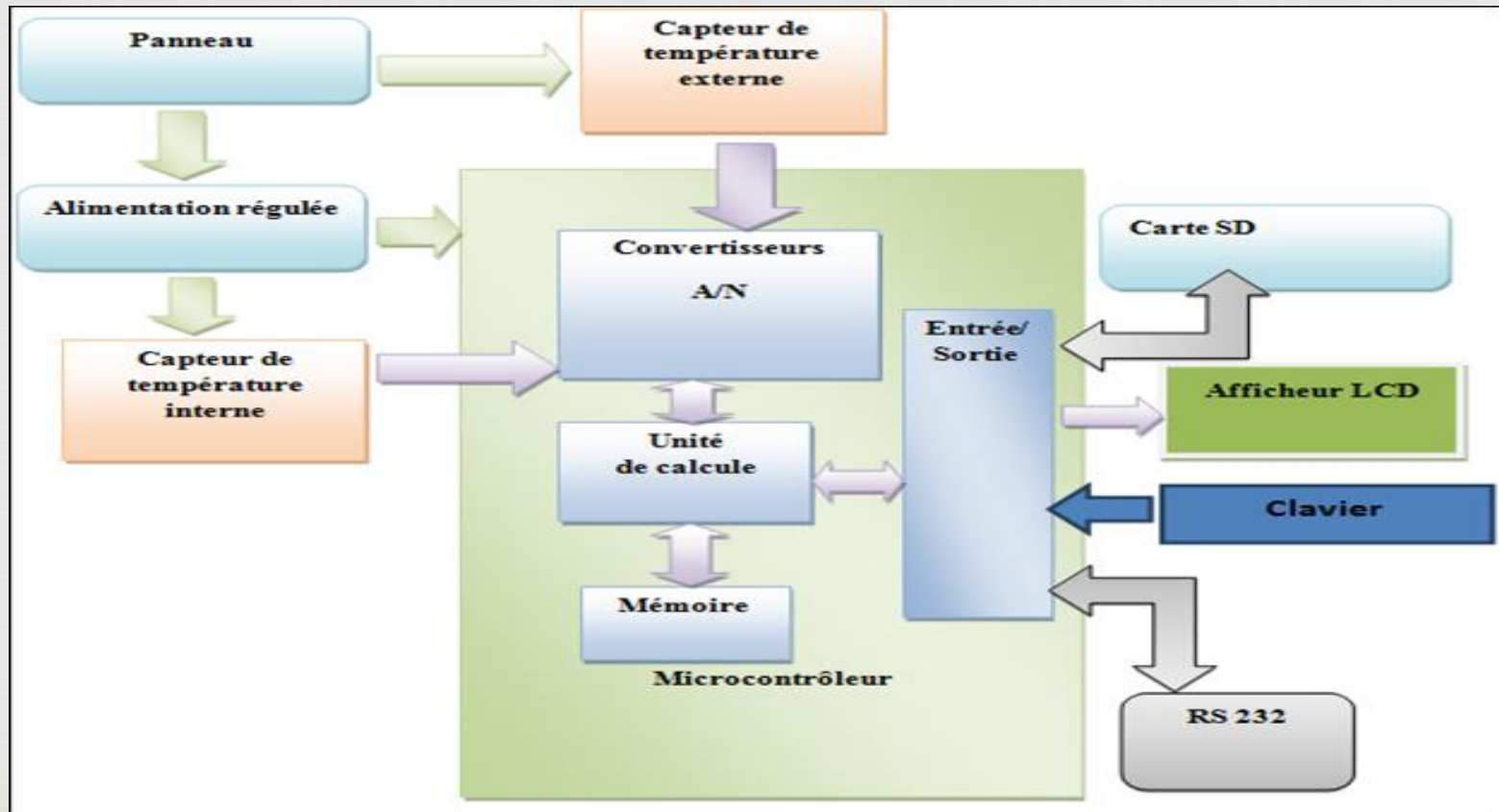


# III. ETUDE THEORIQUE DU DATALOGGER

## Schéma de fonctionnement



Voici une synoptique typique d'un datalogger pour systèmes photovoltaïques



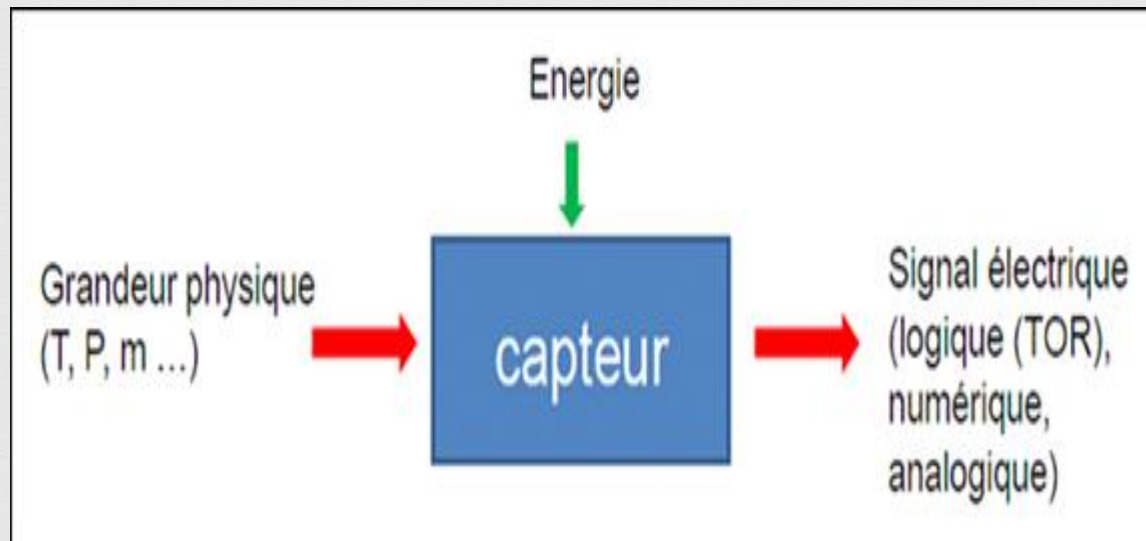
# III. ETUDE THEORIQUE DU DATALOGGER

## Composition d'un datalogger



### Les capteurs

Un capteur est un dispositif qui permet de transformer une grandeur physique (position, température, lumière, pression...) en une grandeur physique normée, généralement électrique.



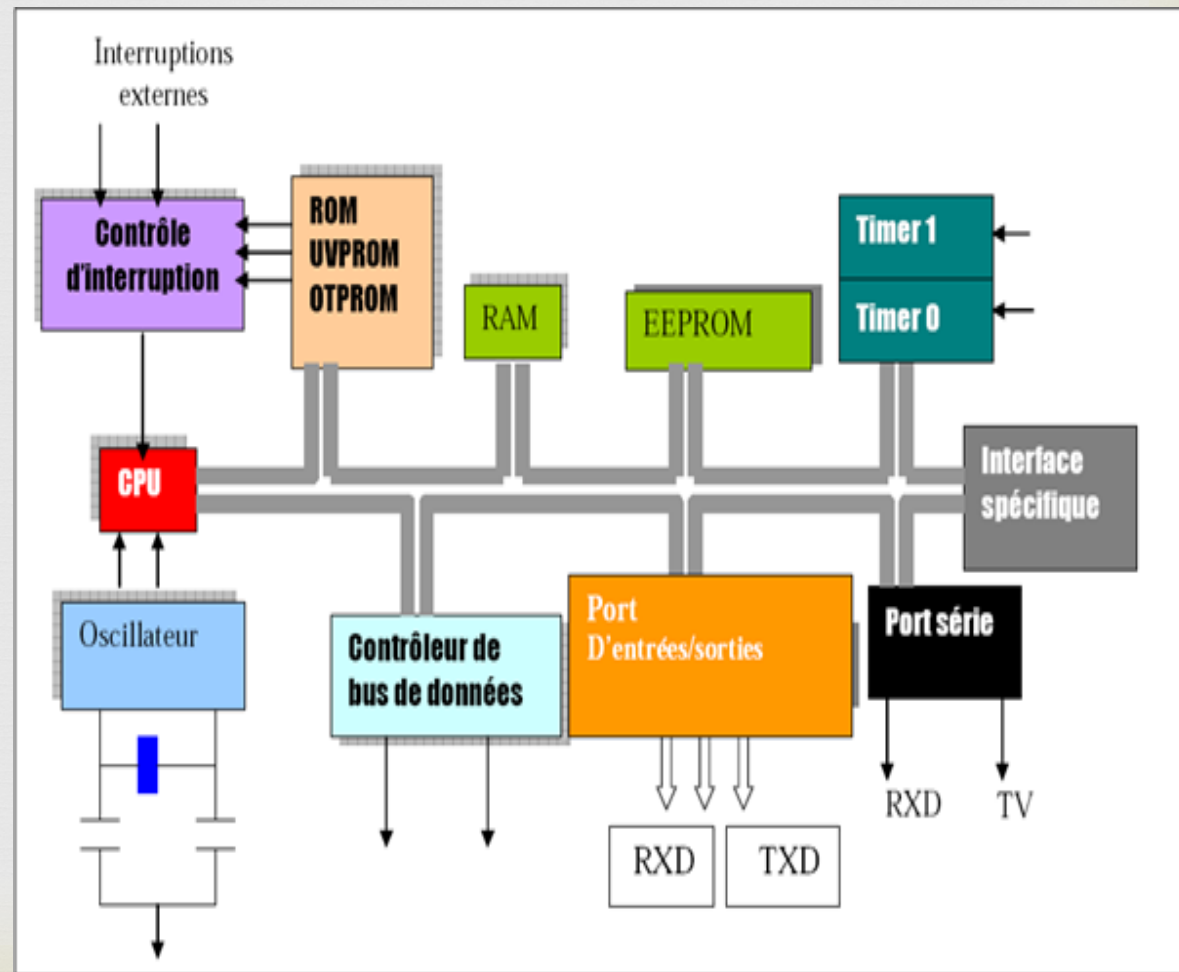
# III. ETUDE THEORIQUE DU DATALOGGER

## Composition d'un datalogger



### Le microcontrôleur

Les microcontrôleurs sont des composants intégrés qui contiennent dans un même boîtier un Microprocesseur, de la mémoire, et des périphériques courants, tels que Timer, liaison série asynchrone, liaison série synchrone, ports d'entrée sortie logiques, contrôleur de bus CAN, convertisseur analogique numérique, etc...



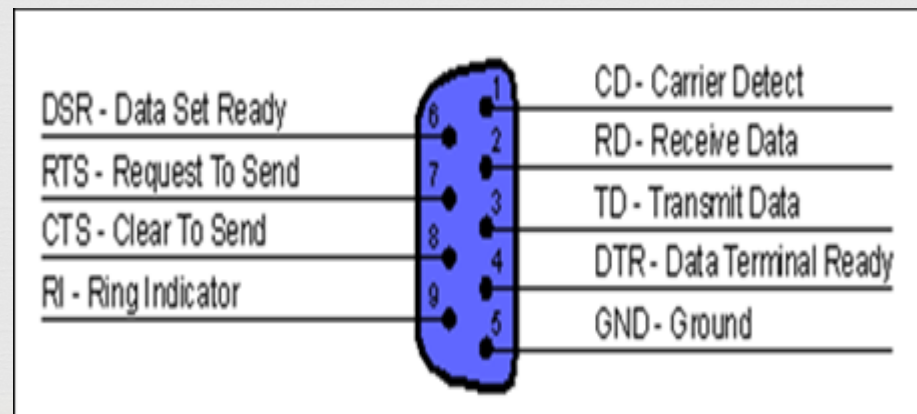
# III. ETUDE THEORIQUE DU DATALOGGER

## Composition d'un datalogger



### Communication série RS 232:

La communication entre 2 systèmes peut se faire soit de manier parallèle, soit de manier série. La communication série est très répandue dans le domaine des télécommunications et plus généralement dans le transfert d'informations. Contrairement au bus parallèle ou plusieurs bits sont transmis simultanément, dans les bus série, les bits sont envoyés les uns à la suite des autre.



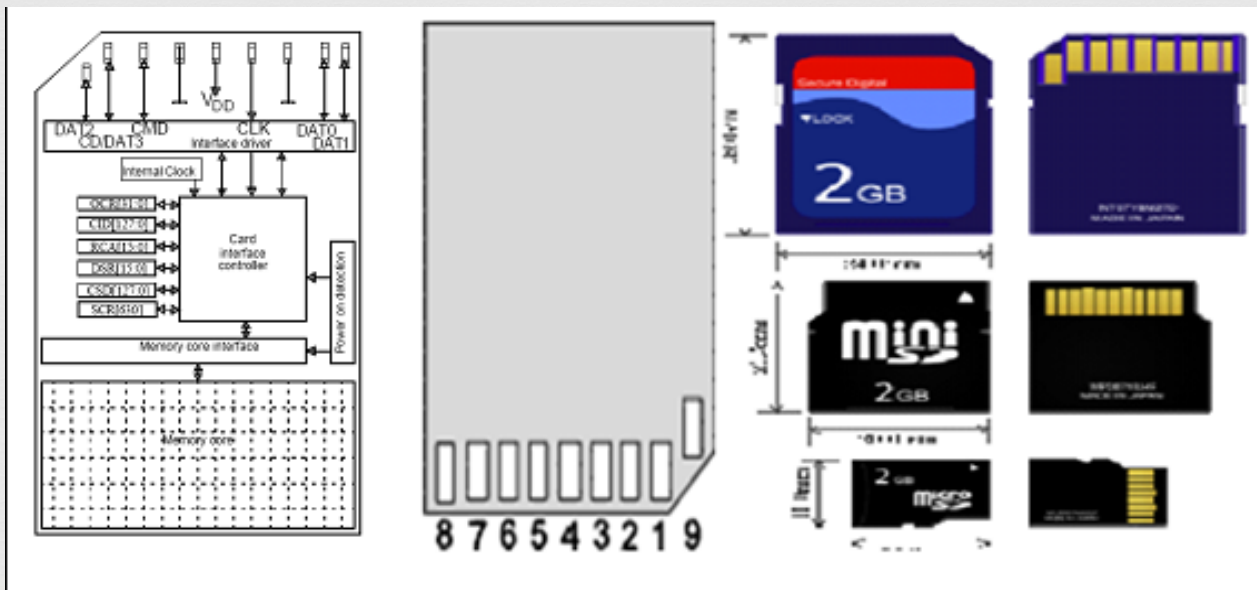
# III. ETUDE THEORIQUE DU DATALOGGER

## Composition d'un datalogger



### Carte mémoire SD

Une carte SD (Secure Digital) est une carte mémoire amovible de stockage de données numériques créée en janvier 2000 par une alliance formée entre les Industriels Panasonic, San Disk et Toshiba.





## CHAPITRE VI



# DESCRIPTION DU MONTAGE « KITLAAR99 » MINI DATA LOGGER



# VI. DESCRIPTION DU MONTAGE « KITLAAR99 » MINI DATALOGGER

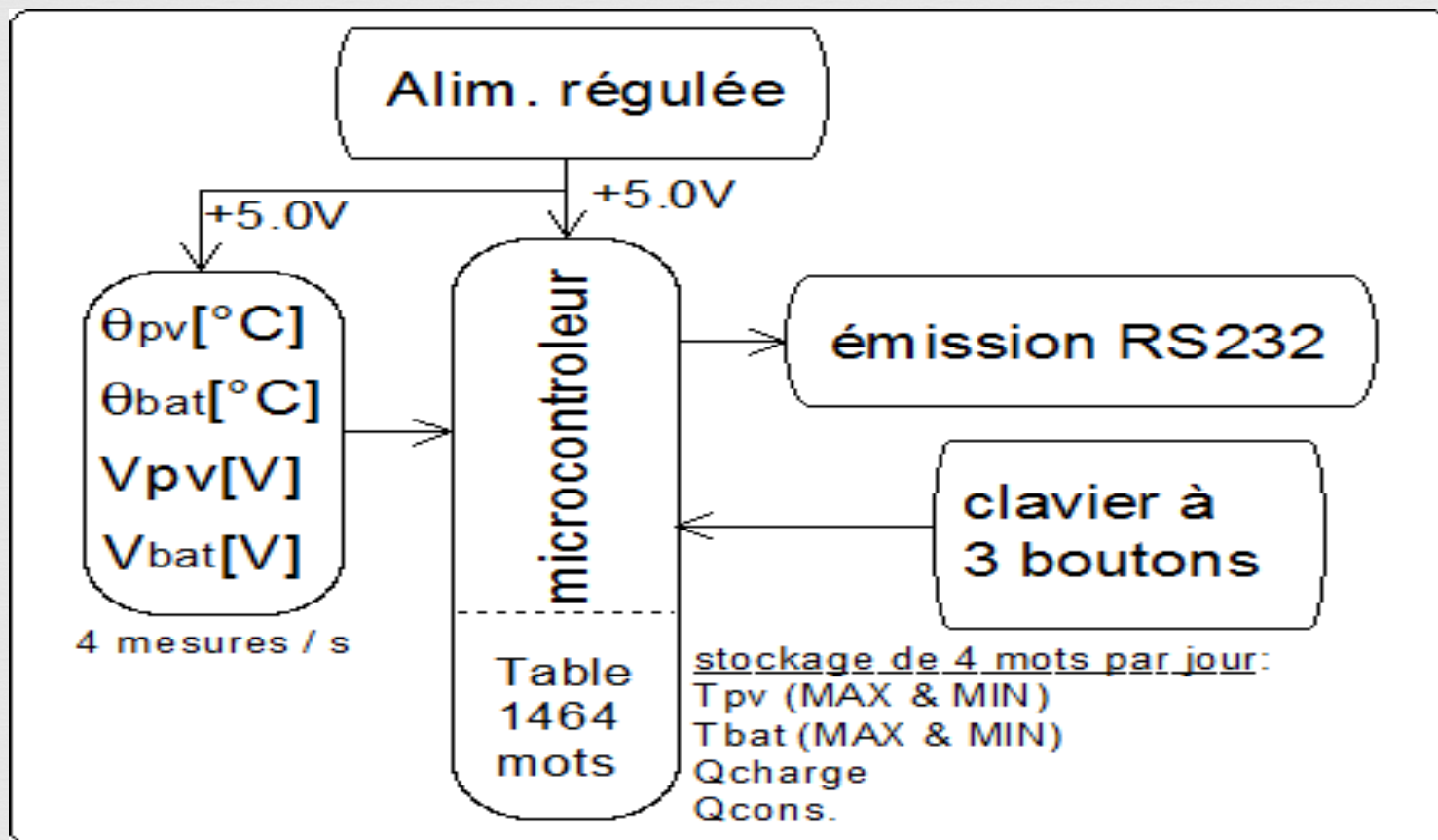
## Résumé



la réalisation d'un dispositif. Il est basé sur l'utilisation d'un microcontrôleur 8-bit chargé d'assurer toutes les fonctions prévues dans ce dispositif (mesures, contrôles et enregistrement), grâce à des modules intégrés spécialisés tels qu'un convertisseur analogique numérique 10-bit à quatre canaux de mesures, deux timers (8-bit et 16-bit) pour gérer une horloge-calendrier en temps réel RTCC, un module UART pour gérer automatiquement la liaison RS232 avec un PC, un mini clavier à trois boutons poussoirs et enfin une alimentation à base d'un régulateur intégré de type LDO micropower, caractérisée par une consommation propre très infime. La fonction enregistrement est assurée par la mémoire flash du microcontrôleur, au lieu d'utiliser une mémoire EEPROM externe.

# VI. DESCRIPTION DU MONTAGE « KITLAAR99 » MINI DATALOGGER

Réalisation pratique



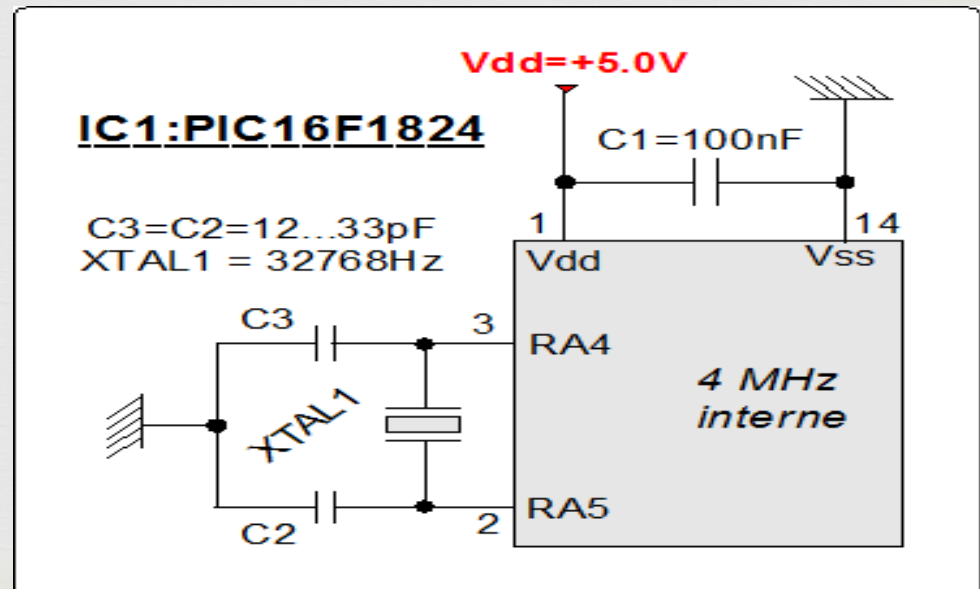
# VI. DESCRIPTION DU MONTAGE « KITLAAR99 » MINI DATALOGGER

## Le PIC16F1824



Le PIC16F1824 fait partie d'une nouvelle série de microcontrôleurs dite XLP (extreme low power) dans la gamme mid-range 8-bit. Il est doté d'une architecture RISC, Il peut être alimenté par une tension continue stabilisée pouvant aller de 1.8V à 5.5V, Il est doté d'un module interne de conversion analogique numérique ADC de résolution 10-bit

Enfin, ce PIC16F1824 est cadencé par une horloge système interne de 4 MHz, et par un quartz externe de 32768 Hz nécessaire pour gérer l'horloge calendrier RTCC avec précision (grâce au module interne Timer1 de 16-bit).



# VI. DESCRIPTION DU MONTAGE « KITLAAR99 » MINI DATALOGGER

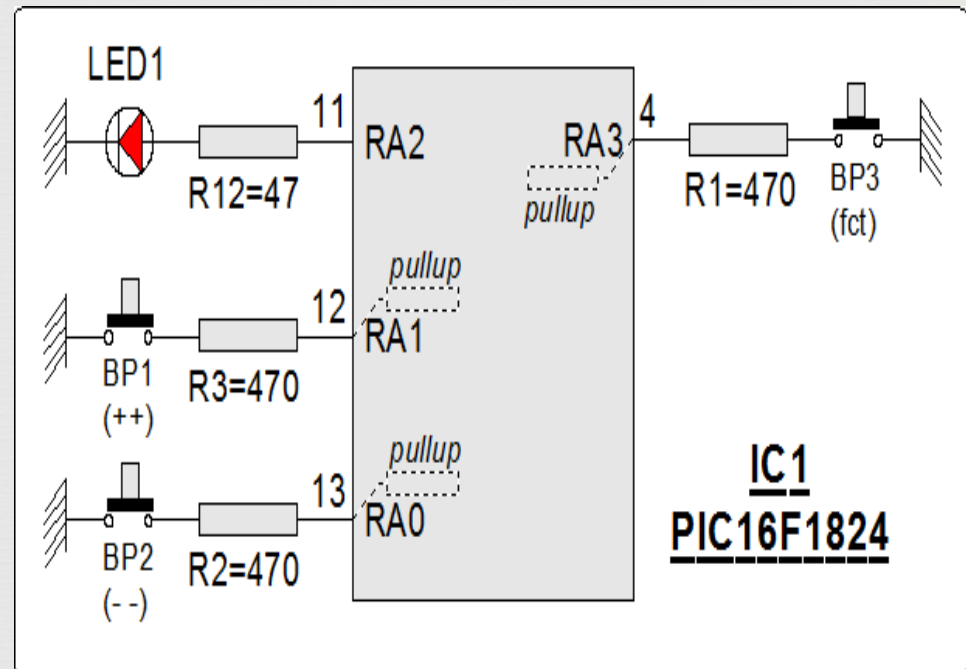
## Le clavier



Le clavier est composé de trois mini boutons poussoirs seulement : un pour incrémenter, un pour décrémenter, et un pour passer à la fonction suivante.

Ce minimum indispensable a été dictée essentiellement pour le réglage de l'horloge-calendrier RTCC (*Real Time Clock and Calendar*)

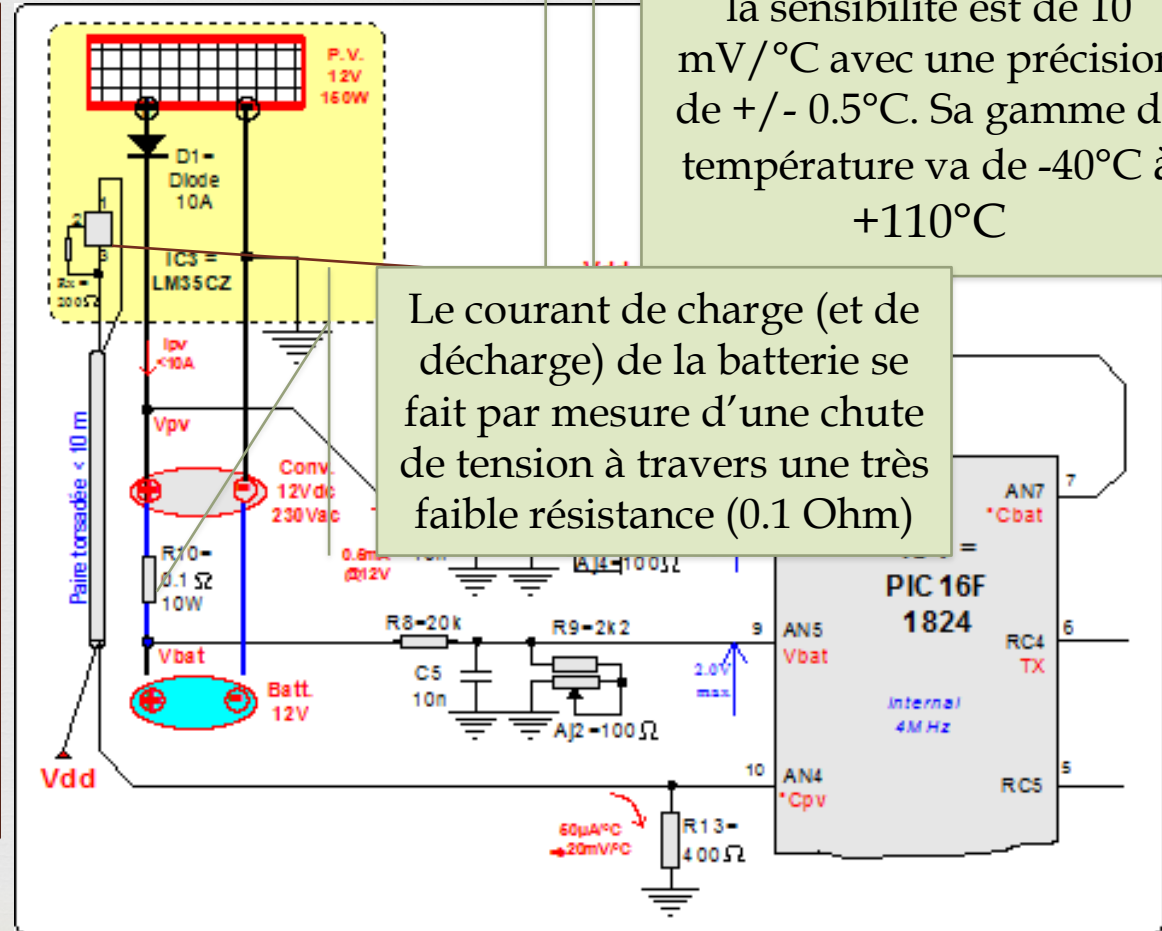
La broche RA2 (pin 11 du PIC16F1824) a été configurée en sortie pour piloter une diode LED chaque seconde en émettant un flash très bref.



# VI. DESCRIPTION DU MONTAGE « KITLAAR99 » MINI DATALOGGER

## Quatre entrées analogiques du PIC16F1824

Quatre entrées analogiques du PIC16F1824 ont été consacrées à la mesure de cinq paramètres physiques importants : le courant de charge de l'accumulateur d'énergie (une batterie 12V), son courant de décharge, sa tension de charge, la température externe (celle des panneaux photovoltaïques 12V) et la température interne (celle des batteries).

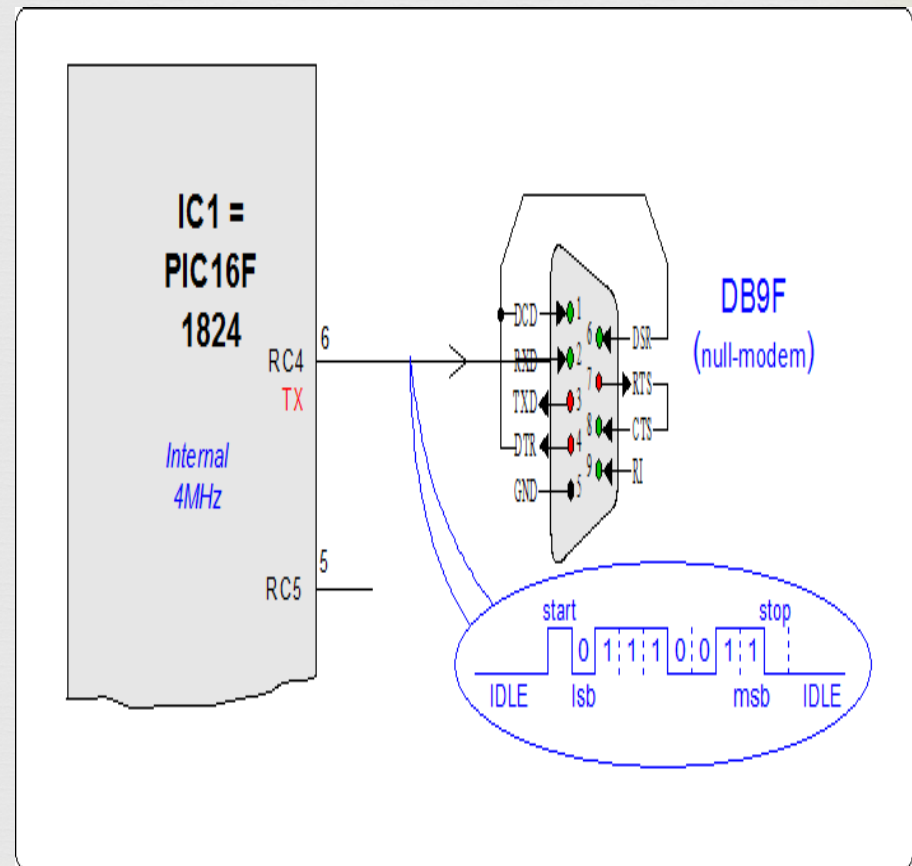


# VI. DESCRIPTION DU MONTAGE « KITLAAR99 » MINI DATALOGGER

## RS232



La section émission RS232 peut être connecté à un PC à travers la liaison série en utilisant le protocole RS232 à 115200 bauds, 8N1 et cela, sans circuit de conversion type MAX232. En effet, les lignes d'entrées/sorties séries des PC modernes sont sensibles jusqu'à des niveaux de tensions inférieurs à 3V (en valeur absolue). Le connecteur femelle DB9F doit être câblé en null-modem. Du côté PC, il suffit d'utiliser l'application hyperterminal pour visualiser l'acquisition des mesures en temps réel (chaque seconde)

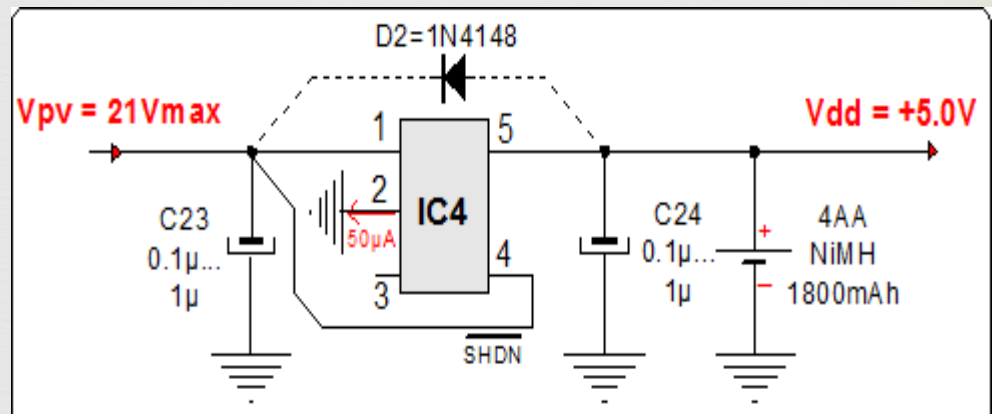


# VI. DESCRIPTION DU MONTAGE « KITLAAR99 » MINI DATALOGGER

## Alimentation Régulée



La section alimentation stabilisée comporte un régulateur de tension intégré micropower MCP1804 dont le rôle est d'abaisser la tension délivrée par les panneaux solaires 12V à 5.0V pour alimenter l'ensemble des circuits actifs (les deux capteurs de température LM35CZ et le microcontrôleur PIC16F1824). ce régulateur MCP1804 dispose d'une entrée de contrôle spéciale (pin4 : SHDN) qui permet de le désactiver si nécessaire.



MCP 1804T - 5002 I/O T

Fixed Voltage 5.0 Volt

Tolerance 2%

Temperature -40°C to +85°C

Package 5-pin SOT-23

*150 mA Low Quiescent Current LDO Regulator*

*2.0 V < Vin < 28.0 V*

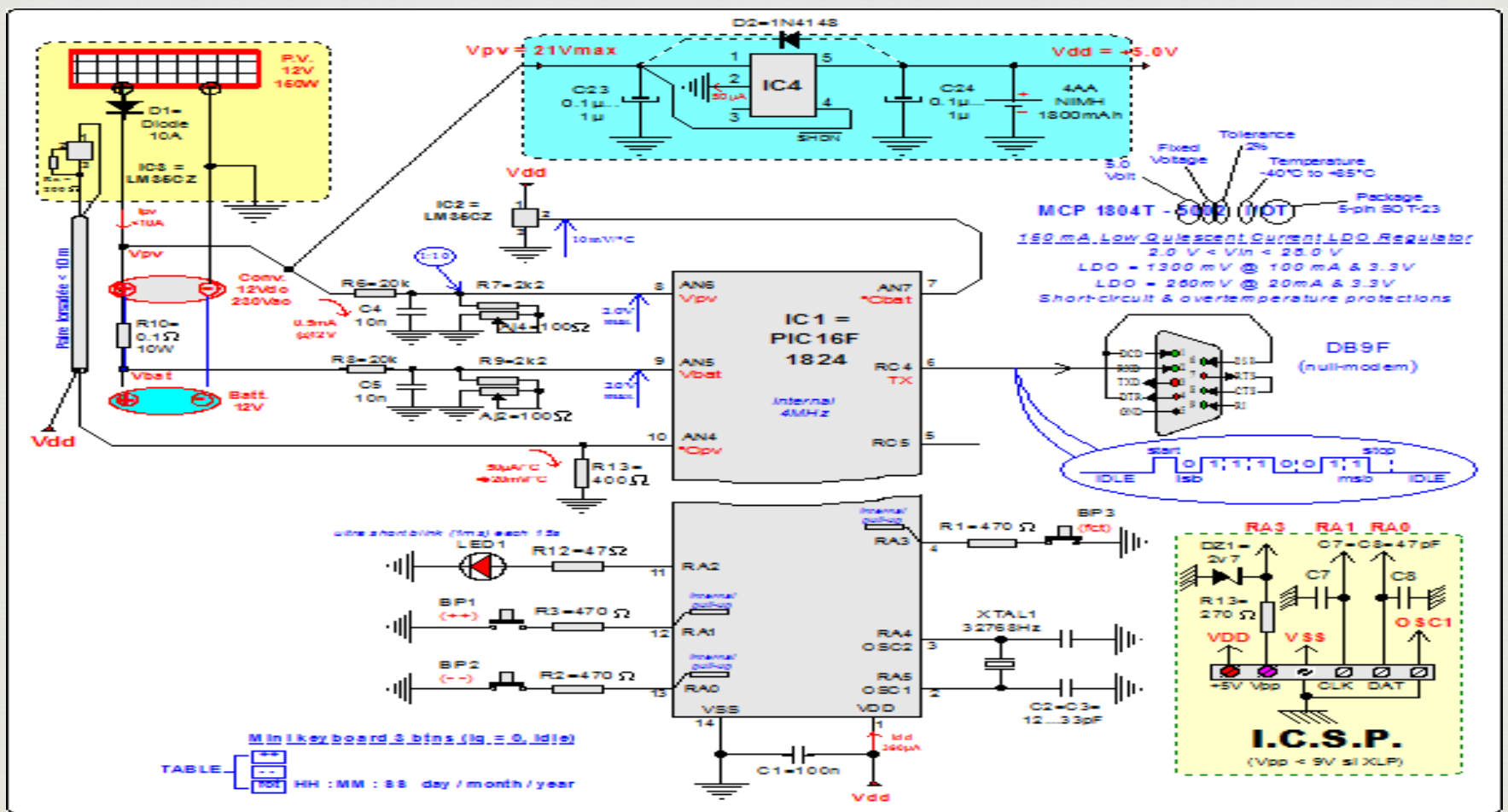
*LDO = 1300 mV @ 100 mA & 3.3V*

*LDO = 260mV @ 20mA & 3.3V*

*Short-circuit & overtemperature protections*

# VI. DESCRIPTION DU MONTAGE « KITLAAR99 » MINI DATALOGGER

Schéma complet du dispositif réalisé





# VI. DESCRIPTION DU MONTAGE « KITLAAR99 » MINI DATALOGGER

## Organisation de la mémoire



Ce dispositif est dédié à la mesure automatique de cinq paramètres importants à surveiller dans une centrale solaire, à savoir : le courant de charge de l'accumulateur d'énergie (ensemble de batteries 12V), son courant de décharge, sa tension de charge, la température externe (celle des panneaux photovoltaïques 12V) et la température interne (celle des batteries). Ces mesures sont acquises périodiquement (une mesure par seconde) et immédiatement envoyées vers un PC à travers la liaison RS232 pour être visualisées en temps réel par l'application Hyperterminal réglée à 115200 bauds, 8N1. Chaque ligne affiche le format suivant :  
Tpv. Vbat. Vpv. Tbat. HH :MM :SS JJ /MM/AA

Nbr bits	Variable	Signification
7	TpvMAX	Température maximale des panneaux photovoltaïques
7	TpvMIN	Température minimale des panneaux photovoltaïques
7	TbatMAX	Température maximale des batteries
7	TbatMIN	Température minimale des batteries
14	Qcharge	Quantité d'électricité accumulée pour 1 jour
14	Qcons	Quantité d'électricité consommée pour 1 jour

# VI. DESCRIPTION DU MONTAGE « KITLAAR99 » MINI DATALOGGER

## Programmation



Le microcontrôleur PIC16F1824 a été programmé en assembleur, en utilisant l'environnement intégré MPLAB v8.92 (année 2013)

la gravure dans la puce a été assurée par le logiciel PicPgm version 1.7.8.0 (année 2012)

le programmeur utilisé est un circuit relativement simple, dit programmeur JDM2 pour microcontrôleurs PIC

Paramétrage du logiciel pour programmeur de PIC sur port série :

- Programmeur = JDM2 Programmer.
- Port = COM1 (ou COM2)
- Interface = Direct I/O



# VI. DESCRIPTION DU MONTAGE « KITLAAR99 » MINI DATALOGGER

Résultat de Enregistrement

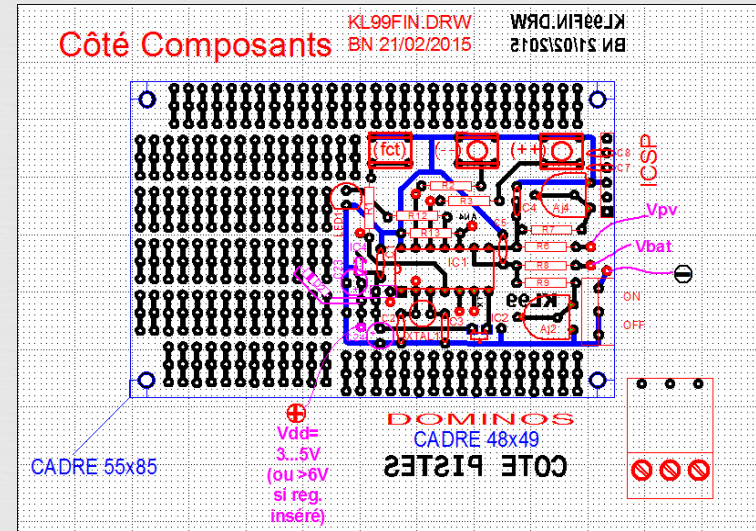
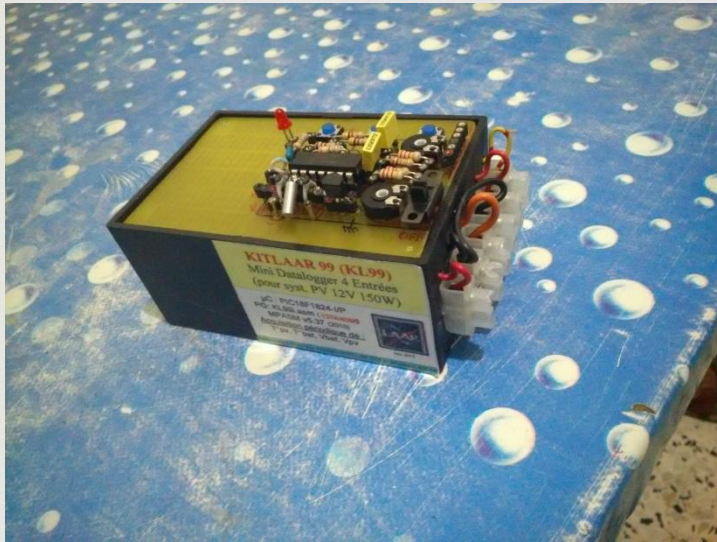


Visualisation des données  
stockées sur 1 année.

nDay	TpvMAX	TpvMIN	TbatMAX	TbatMIN	Qcharge	Qcons
027	138	139	023	11:25:34	02/06/15	
027	138	139	023	11:25:35	02/06/15	
027	138	139	023	11:25:36	02/06/15	
nDay	TpvMAX	TpvMIN	TbatMAX	TbatMIN	Qcharge	Qcons
00001	127	127	127	127	16384	16384
00002	127	127	127	127	16384	16384
00003	127	127	127	127	16384	16384
00004	127	127	127	127	16384	16384
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
00366	127	127	127	127	16384	16384

# VI. DESCRIPTION DU MONTAGE « KITLAAR99 » MINI DATALOGGER

## Montage Réalisé



# VI. DESCRIPTION DU MONTAGE « KITLAAR99 » MINI DATALOGGER

## CONCLUSION



Le but de ce travail est de concevoir et de réaliser un datalogger pour système photovoltaïque qui assure le contrôle et l'enregistrement automatique des principaux paramètres physiques que sont la tension, le courant et la température. Le prototype mis au point est centré sur l'emploi d'un microcontrôleur 8-bit de la famille PICmicro XLP, caractérisé essentiellement par un courant excrément faible (de l'ordre de quelques  $\mu\text{A}$  en fonctionnement, puis réduit en nA en mode veilleuse).