

FORMATION POMPAGE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE



MODULE I

Typologie et Composants de systèmes solaires & Dimensionnement de système solaire de pompage



SOMMAIRE

- **CHAPITRE I:** Typologie et composantes des Systèmes solaires
- **CHAPITRE II:** Type de pompage solaire, composants et options
- **CHAPITRE III:** Dimensionnement, Réception de site et formation Utilisateur

PLANNING

- Présentation de CERME, CREFER et INFAST-M2D objectifs & atouts de la formation
- Introduction au Solaire Photovoltaïque
- Description d'une installation photovoltaïque autonome (Panneaux, Régulateurs, Onduleur, Batteries et accessoires)
- Type de pompage solaire, composants et options
- Dimensionnement d'un système de pompage solaire
- Partage d'expérience au métier du solaire Photovoltaïque
- Réception de site et formation Utilisateur
- TP



CHAPITRE I:

INTRODUCTION AU SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

I-HISTORIQUE

- ❑ 1839: Effet Photovoltaïque mise au point par Antoine Becquerel
- ❑ 1877: 1^{ère} Cellule PV au Sélénium (Le sélénium est l'élément chimique de numéro atomique 34, de symbole Se. Ce troisième élément du groupe VI A est un non-métal.) (Un semi conducteur)
- ❑ 1954: 1^{ère} Cellules PV au silicium, le rendement passe de 4,5% à 6% en quelques mois
- ❑ 1955: 1^{ère} commercialisation cellule PV 14mW (\$25))
- ❑ 1958: Satellite avec cellules PV

PLAN

I- Historique

II- Utilisation de l'énergie solaire

III- Etat de lieux de l'utilisation de l'énergie solaire (Photovoltaïque et Thermique)

I-Historique



1839

Découverte l'effet photovoltaïque



1913

1^{er} brevet
sur les
cellules



1916

1^{er} à
produire de
l'électricité



Evolution rapide:
-Crise pétrolière
-Recherche
d'énergie pour les
satellites



1954
Cellules
photovoltaïque à
haut rendement
(6%)



1958
Rendement (9%)



1973

1^{er} maison
alimentée
Par des cellules



1990

maison alimentée
Par des Panneaux

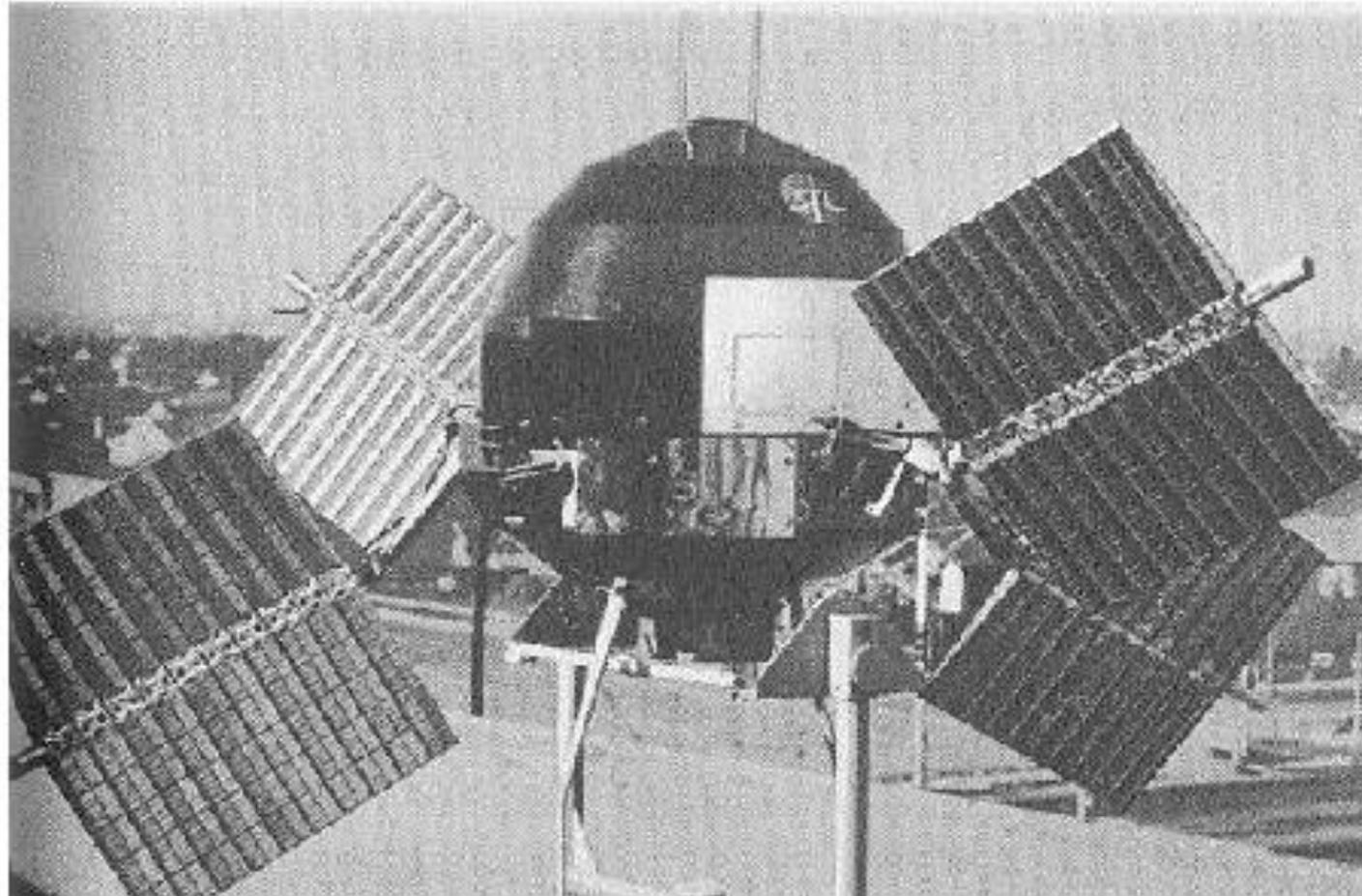


1995-2001

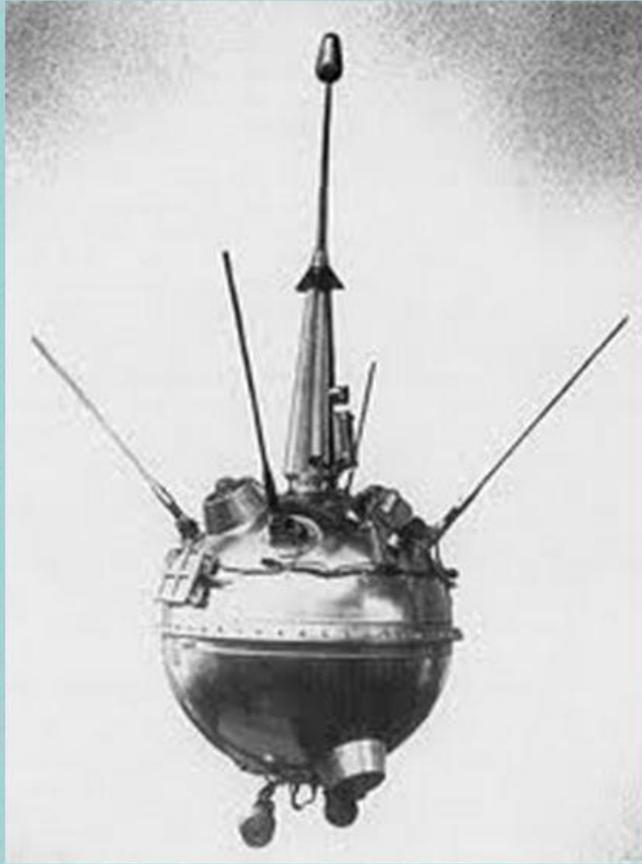
Mise en vente dans
le commerce

I-Historique

Le premier satellite scientifique Américain l'Explorer-6 lancé en août 1959 il est équipé de panneaux solaires, il a une masse de 40 kg et dispose d'une caméra sommaire pour voir la terre. (Doc NASA 1959)



I-Historique

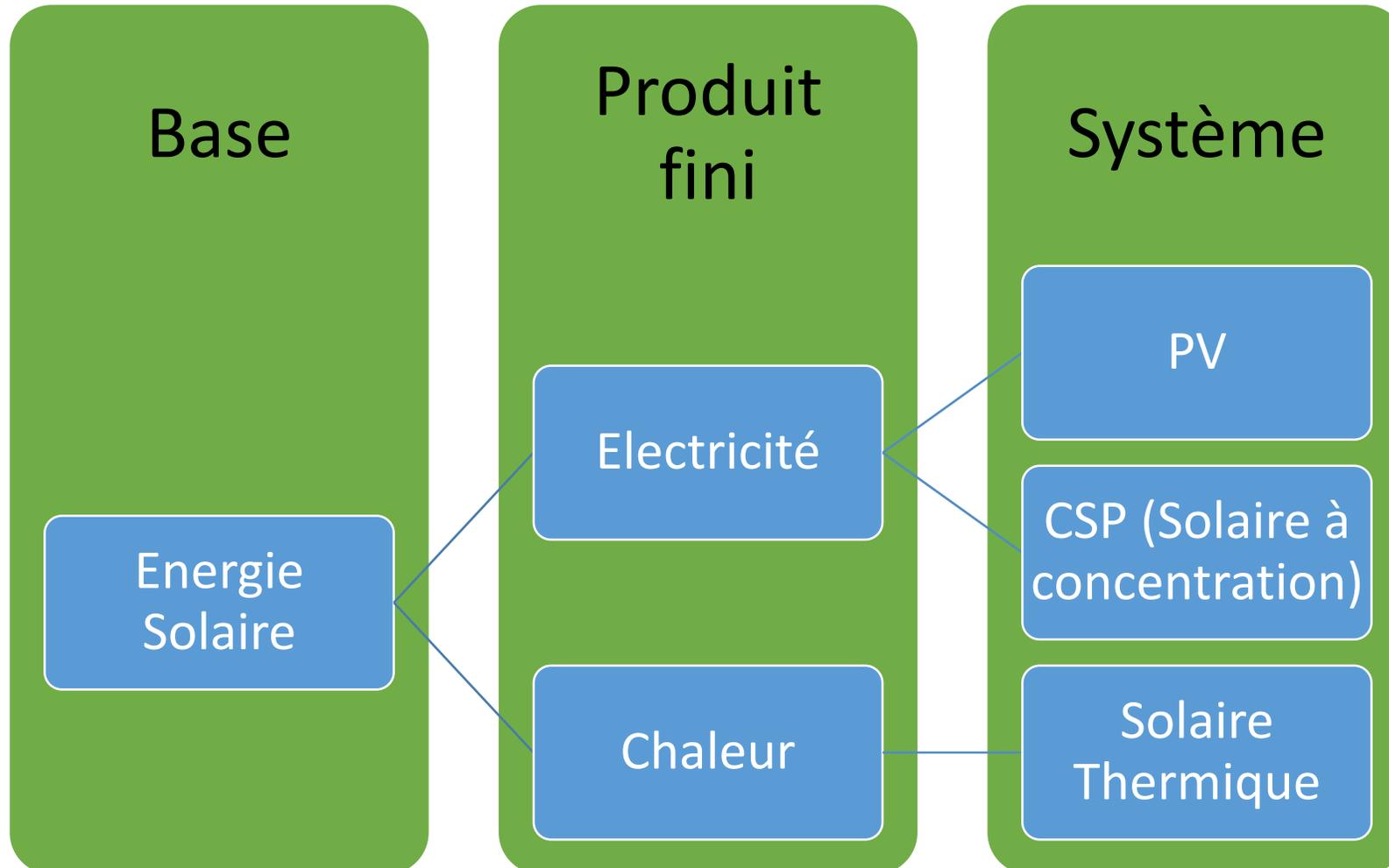


satellite américain Vanguard en
1959



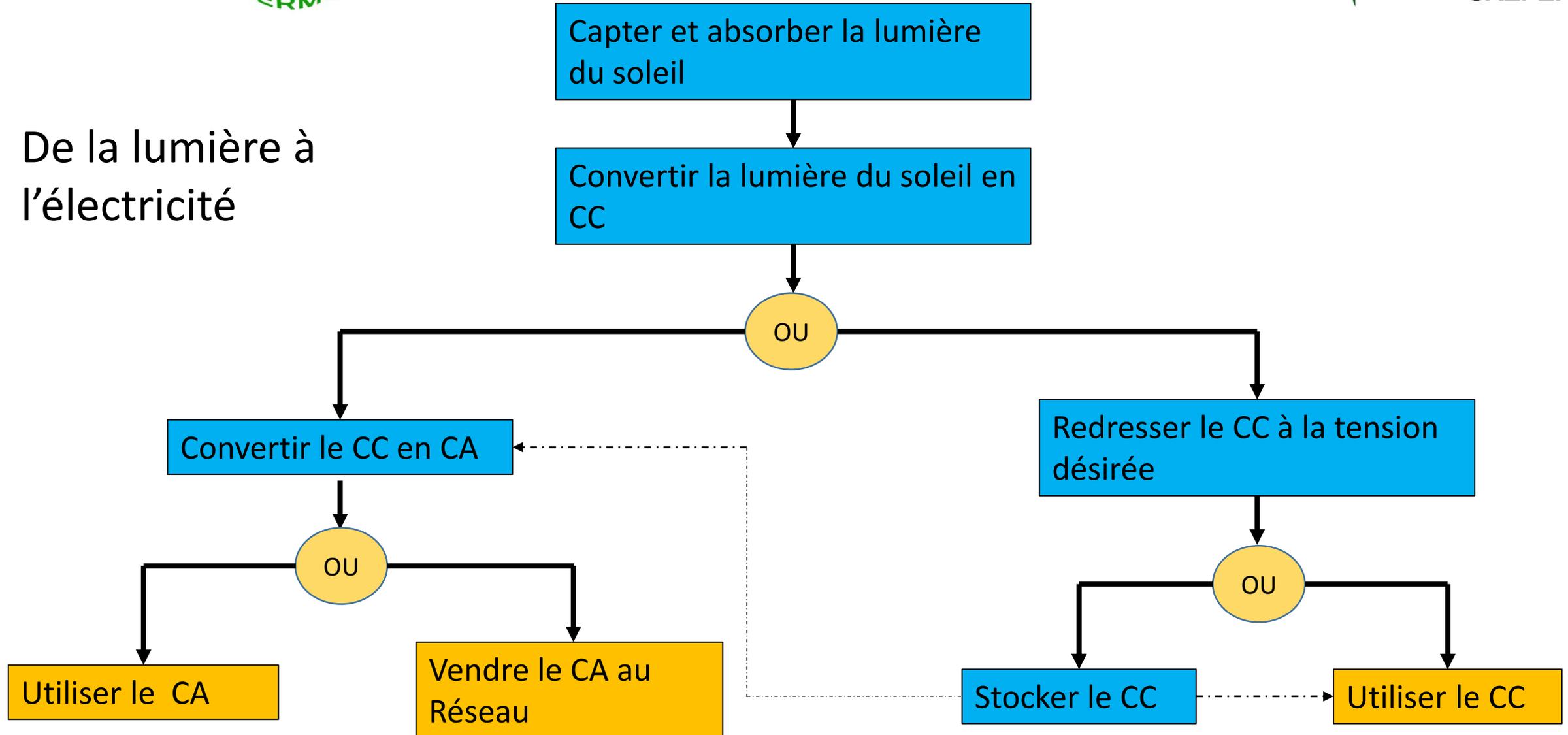
Première voiture alimentée par énergie
photovoltaïque (1983)

II-Utilisation de l'énergie Solaire



II-Utilisation de l'énergie Solaire

De la lumière à
l'électricité



The image displays various components of a photovoltaic (PV) system. On the left, a portion of a blue solar panel is visible. Below it is a red charge controller with several black cables coiled in front of it. In the center is a large grey battery with a blue top, labeled 'POWER 75 SUNNY'. To the right of the battery is a white inverter with a red display panel. Further right is a yellow charge controller. Next to it is a blue component, possibly another charge controller or inverter. On the far right, there is a silver metal mounting bracket for solar panels.

CHAPITRE II: TYPOLOGIE ET COMPOSANTES DES SYSTÈMES SOLAIRES PV



PLAN

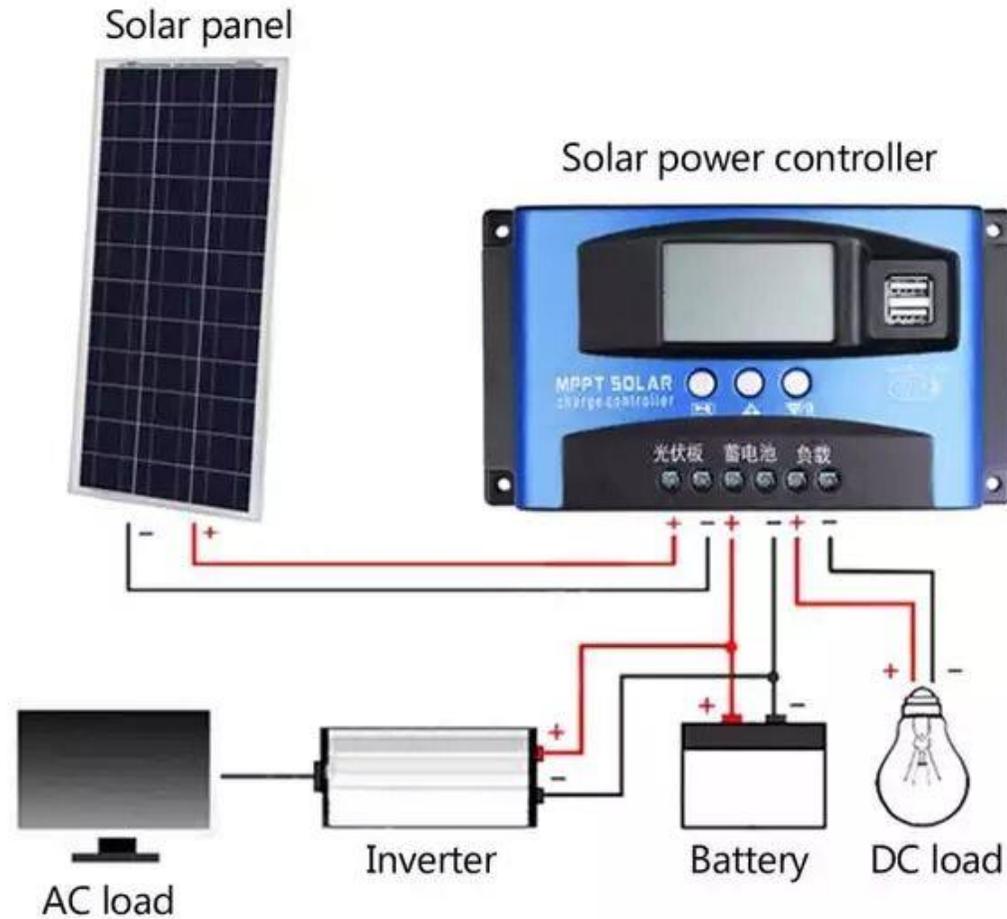
I- Modules Solaires PV

II- Régulateurs

III- Batteries

IV- Onduleurs

SCHÉMA STANDARD

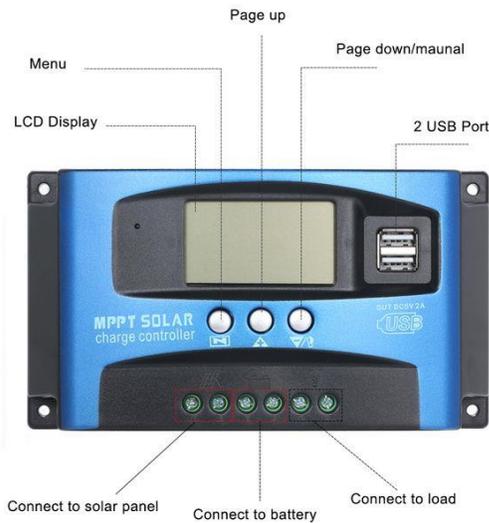


Composante d'un site solaire

- A. Panneau Solaire / Module Solaire / Générateur PV
- B. Régulateur
- C. Batterie
- D. Onduleur



Module



Régulateur



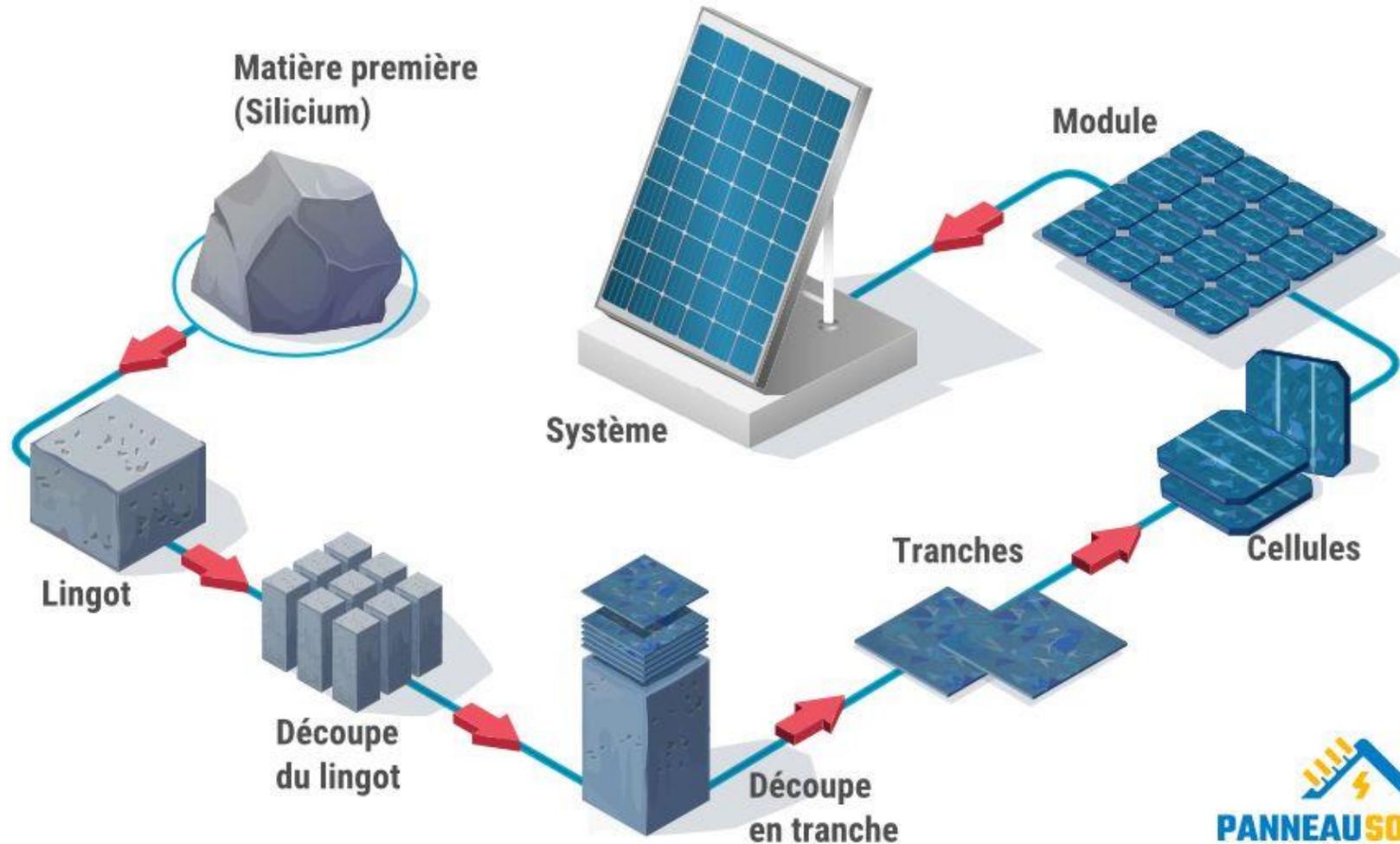
Batterie



Onduleur

A- Module solaire

La chaîne de fabrication du photovoltaïque

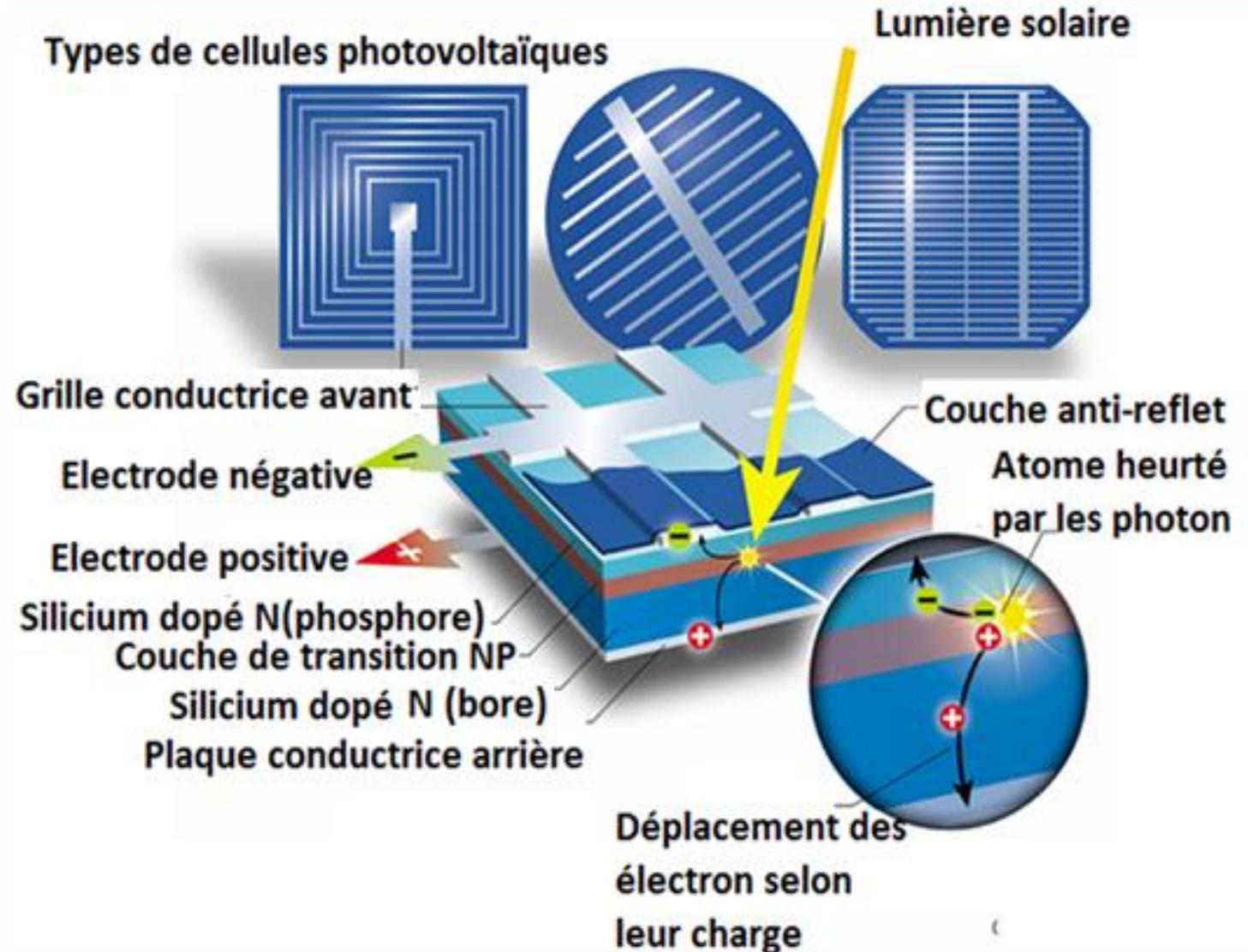


A- Module solaire

Cellule – Module – Champs PV

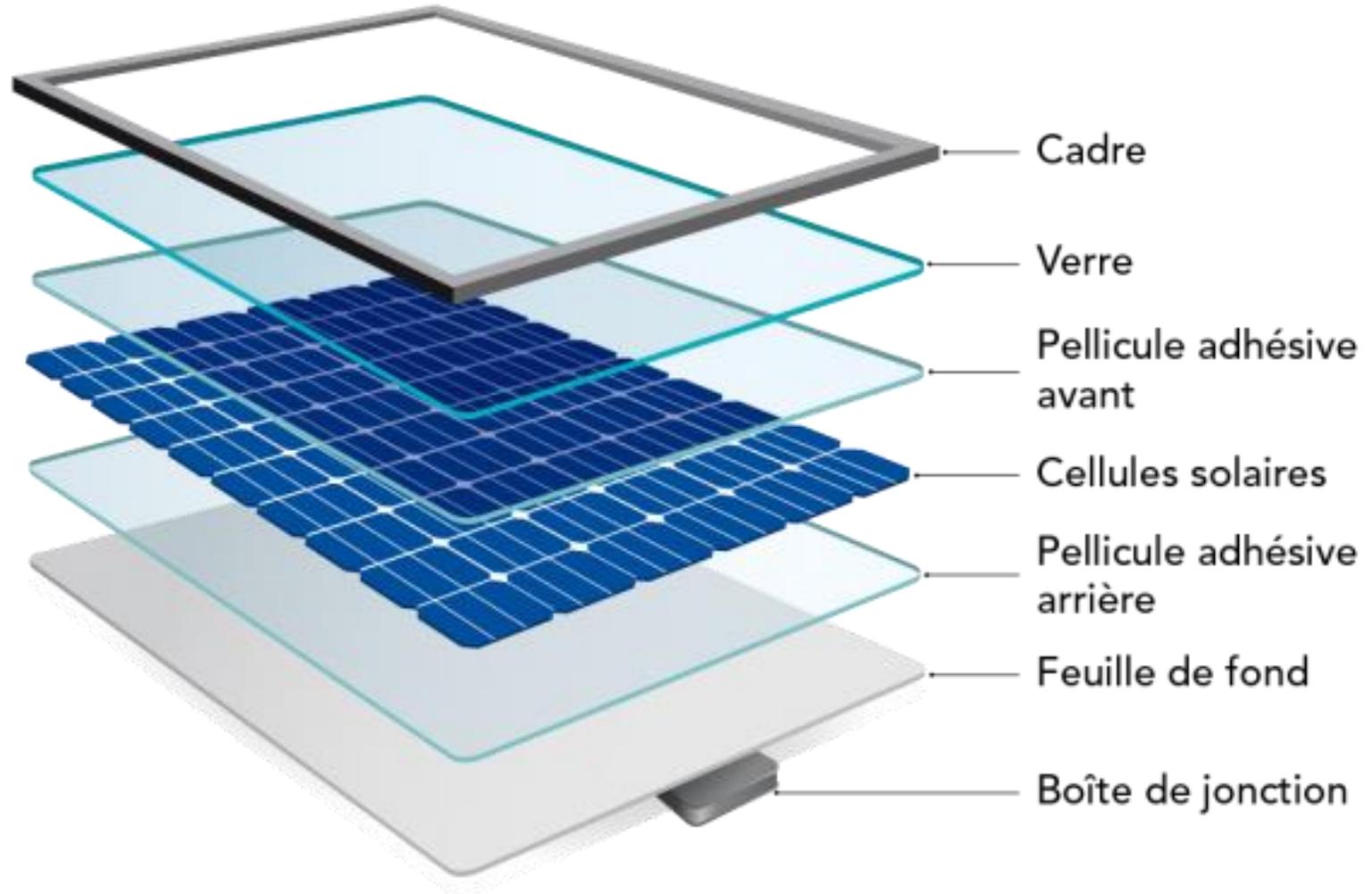
Cellule PV

- ❑ Dispositif qui convertit directement l'énergie du Rayonnement (Solaire) en Energie Electrique;
- ❑ Elément de Base des Systèmes PV;
- ❑ Différent Technologie définies par le type de semi-conducteur et le processus de fabrication des cellules



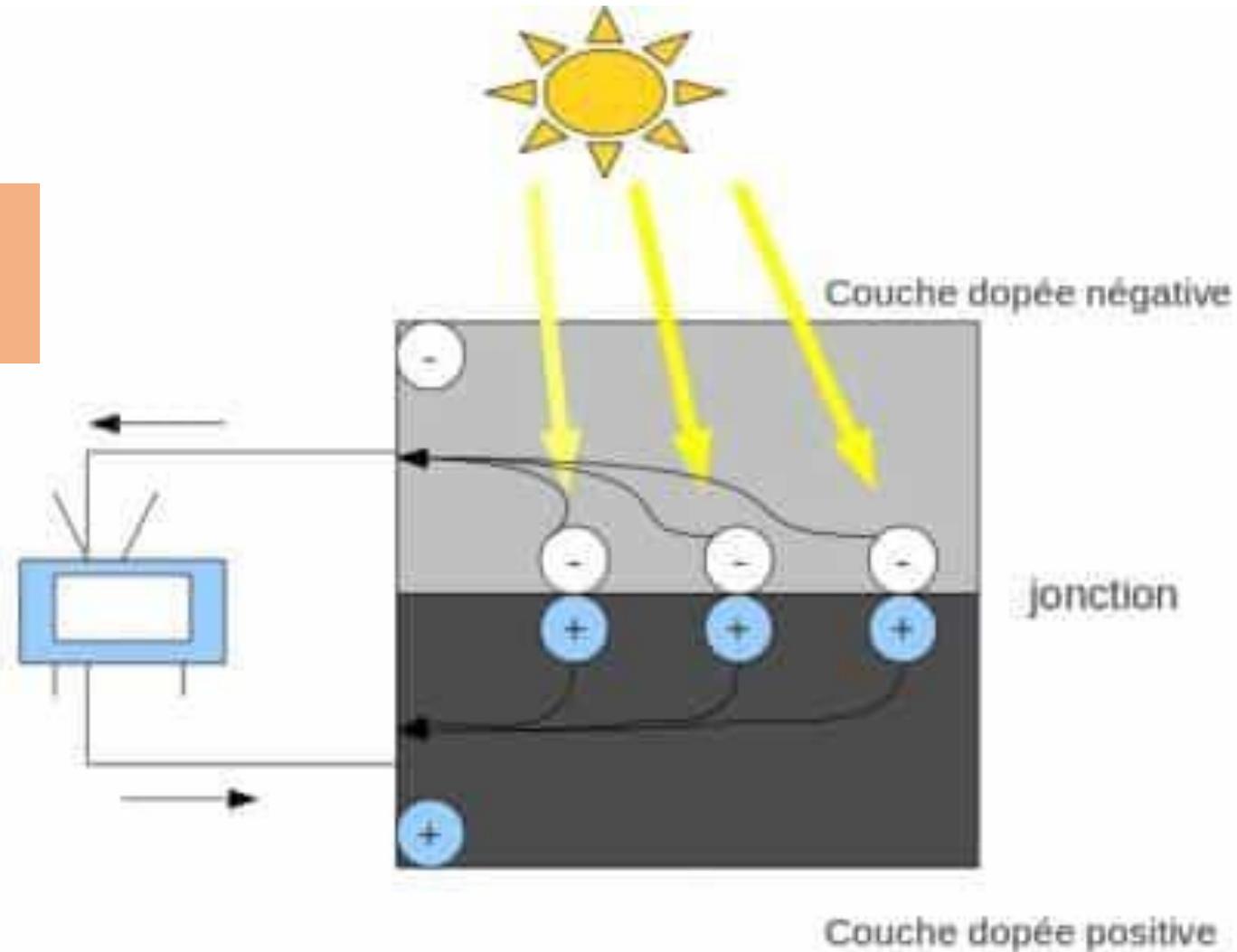
A- Module solaire

Constitution d'un panneau



A- Module solaire

Fonctionnement d'une cellule



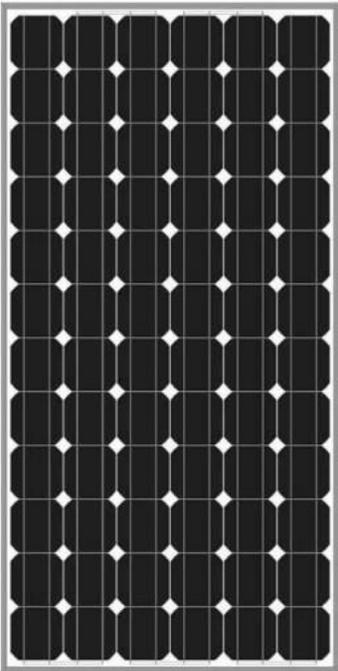
A- Module solaire

Différentes Technologies de Modules

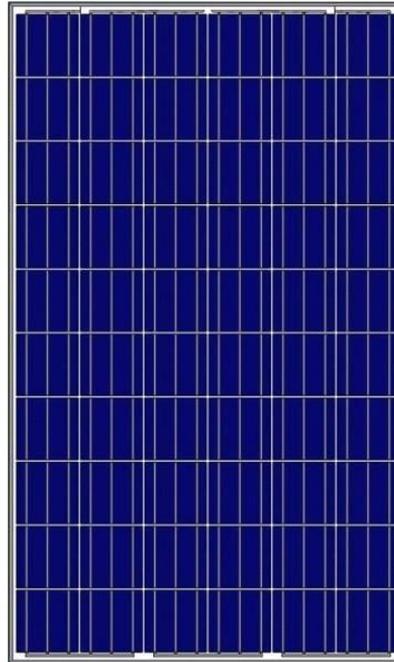


A- Module solaire

Les Trois types de modules les plus utilisés



Monocrystallin



Poly Cristallin



Amorphe

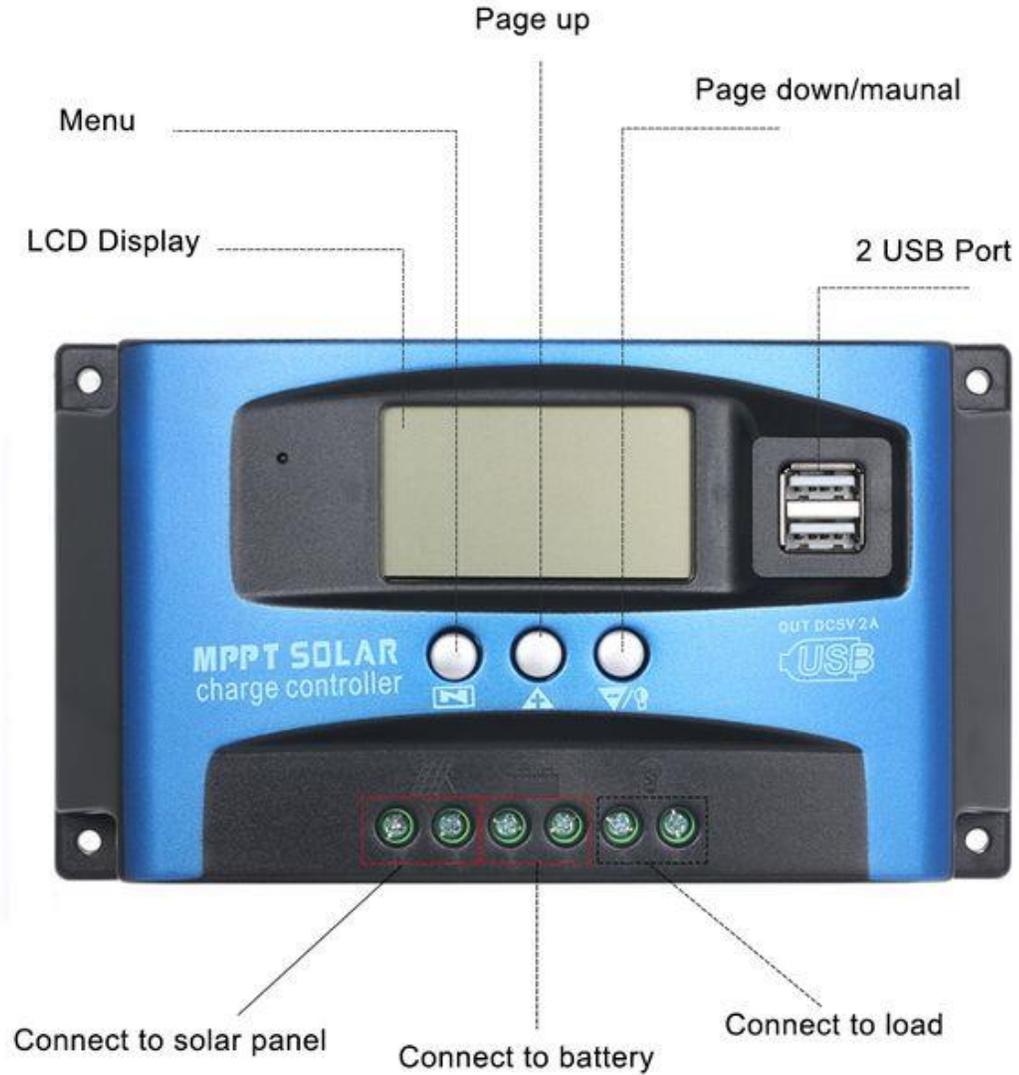
A- Module solaire

Les caractéristique d'un panneau solaire

Référence module	BMO	315	320	325	330	335
Puissance nominale	P_{MPP} [W]	315	320	325	330	335
Courant de court-circuit	I_{CC} [A]	9,80	9,80	9,90	9,95	10,05
Tension en circuit ouvert	U_{CO} [V]	42,5	42,6	42,7	42,9	43,0
Courant au point de puissance maximale	I_{MPP} [A]	9,05	9,15	9,25	9,35	9,45
Tension au point de puissance maximale	U_{MPP} [V]	34,8	35,0	35,1	35,3	35,4
Rendement cellule	η_C [%]	21,5	21,2	21,5	21,8	22,2
Rendement module	η_M [%]	18,9	19,2	19,5	19,8	20,5
Tolérance de puissance en sortie		±3 %				
Courant inverse maximum		18 A				
Voltage maximum du réseau		1.000 V (Anwendungsklasse A)				

B- Régulateur

- PWM
- MPPT



B- Régulateur

1 - PWM



B- Régulateur

1 - MPPT



MUST[®]

MPPT
solar charge controller

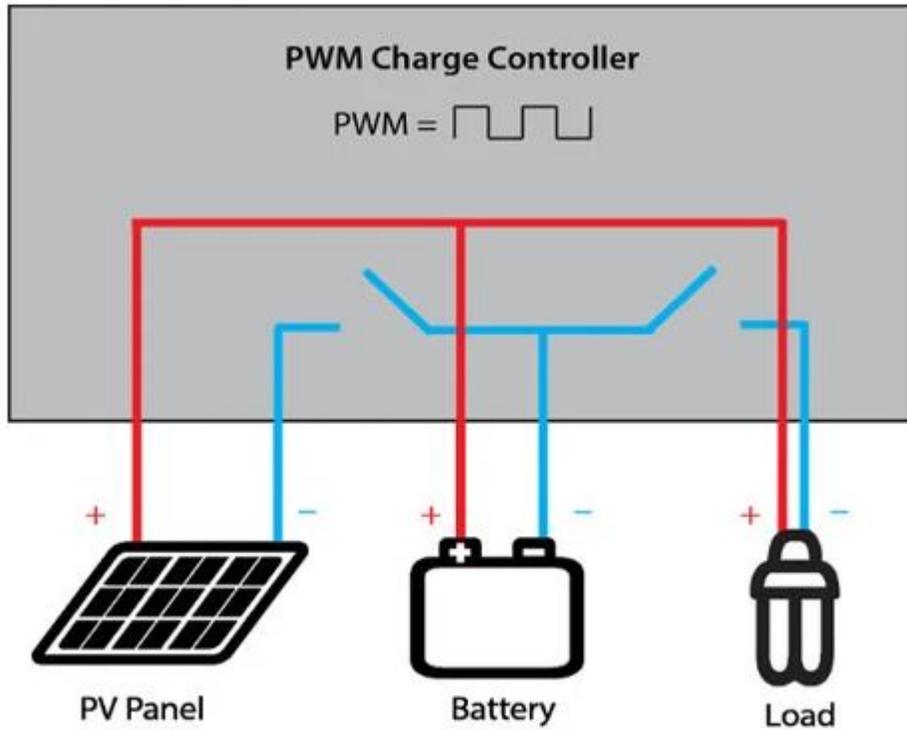
**80A
MPPT**

NEW!

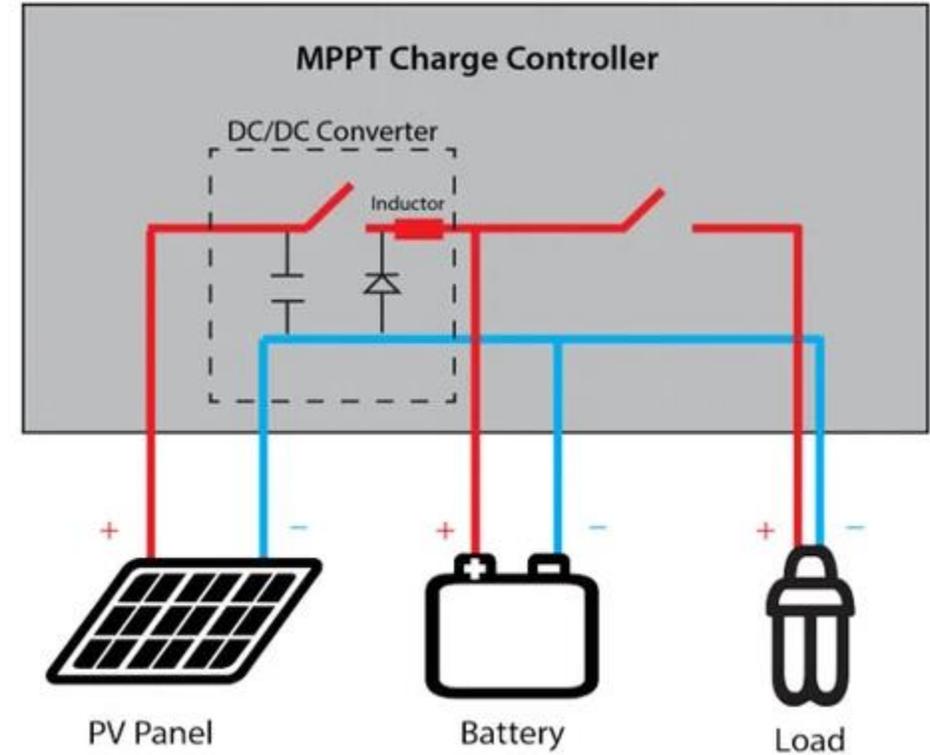
Solar Charge Controller CE ISO 9001 SGS

The advertisement features a central image of a tall, grey and black MUST MPPT solar charge controller. The device has a digital display and several control buttons. To the left of the device is a red 'NEW!' badge. To the right is a red circular badge with '80A MPPT'. At the bottom, there are several certification logos including CE, ISO 9001, and SGS, along with a yellow dollar sign icon.

B- Régulateur



VS



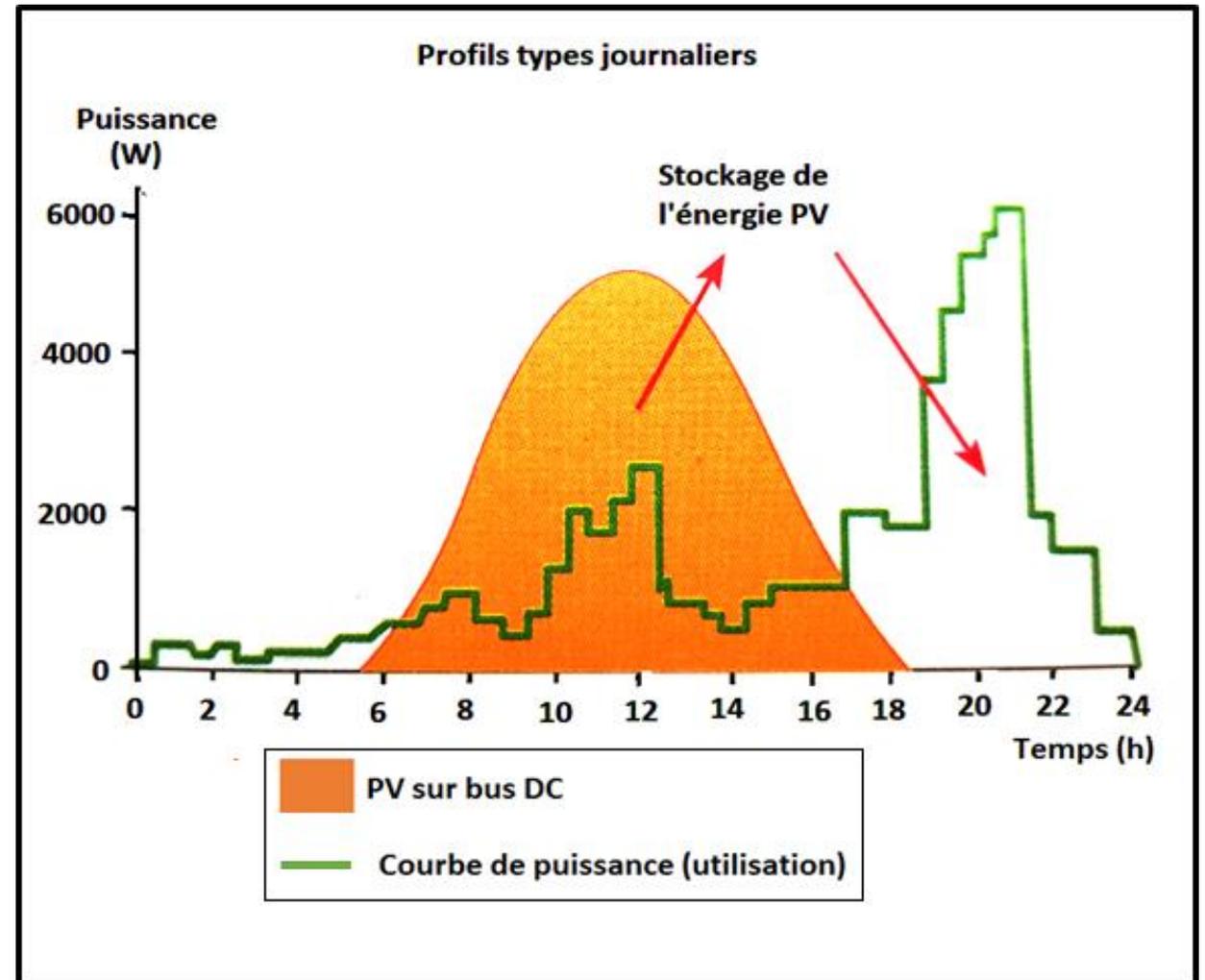
C- BATTERIE

RÔLE

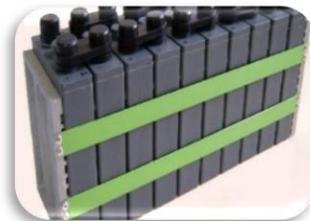
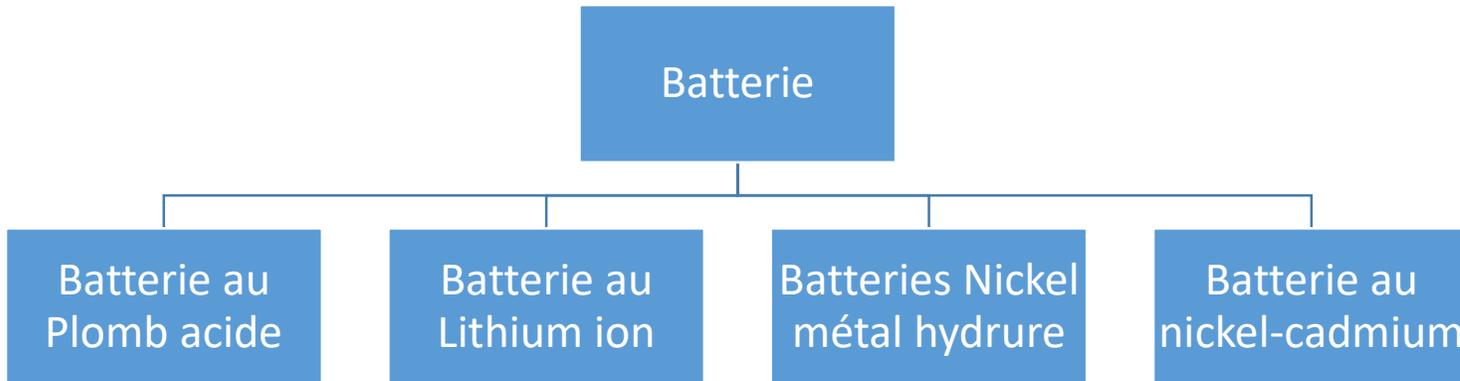
Stocker l'énergie du champ PV pour ainsi décaler sa consommation ou lisser la production d'énergie

Condition essentielle:

- Assurer une bonne autonomie,
- Fournir une tension stable



04 différents types de batterie solaire souvent utilisé



Type de batteries	Avantages	Inconvénients
Lithium-ion	<ul style="list-style-type: none"> Densité énergétique élevée ; Réduction significative du poids et du volume ; Très faible autodécharge. 	<ul style="list-style-type: none"> La nécessité d'un circuit de protection ; Coût élevé.
Nickel Cadmium (Ni-Cd)	<ul style="list-style-type: none"> Très bonne résistance mécanique ; Supporte bien les décharges profondes ; Bonne résistance aux faibles températures. 	<ul style="list-style-type: none"> Présence d'effet mémoire ; Durée de vie moyenne ; Toxicité élevée.
Nickel – Hydrure Métallique	<ul style="list-style-type: none"> Supporte bien les décharges profondes ; Non Toxique. 	<ul style="list-style-type: none"> Autodécharge élevée ; Coût élevé ; Faible rendement.
Plomb acide	<ul style="list-style-type: none"> Faible coût ; Pas d'effet mémoire ; Disponible sur le marché. 	<ul style="list-style-type: none"> Faible densité énergétique ; Très sensible à la température.

C- BATTERIE

Les batteries solaires Plomb acide les plus utilisées



12V Batterie AGM



12V Batterie Gel



2V OPzV (gel)



2V Batterie OPzS
(Electrolyte liquide)

Les combinaisons suivantes sont à Proscrire:

- ❖ Vieilles et Nouvelles batteries
- ❖ Différentes Capacités
- ❖ Différents types de batterie
- ❖ Différentes marques
- ❖ Différentes technologies ou chimie

- Quand vous constituez un parc de batterie avec des batteries différentes, la plus faible des batteries "Polluera" les autres en les mettant au niveau de celle-ci, donc tout le parc sera mis au niveau de la plus faible batterie,

- Qu'importe si les autres batteries sont neuves et ont de la <<Pèche>>, si une batterie est mauvaise, toutes les autres seront très rapidement mauvaises!
- En conclusion, toutes les bonnes batteries seront vieilles prématurément,



Qu'arrive-t-il quand une batterie a chaud?

Une température de batterie élevée agira sur le vieillissement accéléré de celle-ci, La réaction chimique s'accélère avec la température, la durée de vie sera plus courte

Prévention contre les fortes températures de batteries

- Local technique (Le lieu de Stockage des batteries est très important!)
- Ventilation (S'assurer que les batteries peuvent dissiper leur température)
- Utilisation (S'assurer que les températures ne montent pas en température)



Batterie non utilisée – Autodécharge
4 mois au plus pour les batteries Ouverte;
6 à 8 mois au plus pour les batterie étanches

C- BATTERIE

Surcharge d'une Batterie (souvent provoquée par la non utilisation de régulateur)



Pour optimiser la durée de vie d'une batterie, il faut bien faire attention aux facteurs suivants:

☐ Types de batterie:

1. Bien choisir la batterie en fonction de l'usage recherché
2. Des batteries de types et de modèles différents ont une durée de vies différentes

(Caractéristique)

3. Utiliser des batteries à décharge profonde (Pas de batteries de démarrage)
4. La durée de vie d'une batterie est indiquée en nombre de cycle
5. Toujours utiliser de nouvelles batteries et ne surtout pas mélanger vieilles et nouvelles batteries.

☐ Dimensionnement de système batterie

☐ Facteurs environnementaux

1. Température du local technique
2. espaces entre les batteries
3. Une température idéale d'environ 25°C
4. Un support pour les batteries (Pas par terre directement)



C- BATTERIE



YES

NO



Rôle?
Est-il possible d'avoir
un SPV sans
Onduleur?



sodishop

Onduleur à découpage



ISO CE RoHS

Onduleur à transformateur



Onduleur hybride

Types d'Onduleurs Solaires:

- À découpage
- À transfo (simple ou hybride)
- Hybride with battery
- Hybride without battery
- À injection au réseau



CHAPITRE II: Type de pompage solaire, composants et options



TYPES DE POMPAGE SOLAIRE, COMPOSANTS ET OPTIONS



Définition

Les systèmes de pompage solaire permettent un **approvisionnement en eau** à partir d'une source à n'importe quel endroit même si **aucune source d'énergie n'est présente sur le site**. La source peut être un **bassin, un puit, un forage, une rivière, un cours d'eau, etc.** Il est construit **au fil du soleil avec un réservoir d'eau** afin d'optimiser la production des modules solaires.



TYPES DE POMPAGE SOLAIRE, COMPOSANTS ET OPTIONS



TYPES DE POMPAGE SOLAIRE, COMPOSANTS ET OPTIONS

A- Types de pompage solaire

B- Principaux composants

- 1- Panneaux solaires Photovoltaïques (PV)
- 2- Supports de Panneaux solaires
- 3- Coffret de protection
- 4- Contrôleur de pompe
- 5- Mise à la terre
- 6- Sonde de niveau bas eau dans le puit
- 7- Pompe submersible (Ou groupe motopompe)

C- Composants optionnels possible

- 8- Support de panneaux orientable
- 9 10 – Groupe électrogène de secours ou complément
- 11- Sondes et détection de niveau d'eau dans le réservoir

TYPES DE POMPAGE SOLAIRE, COMPOSANTS ET OPTIONS

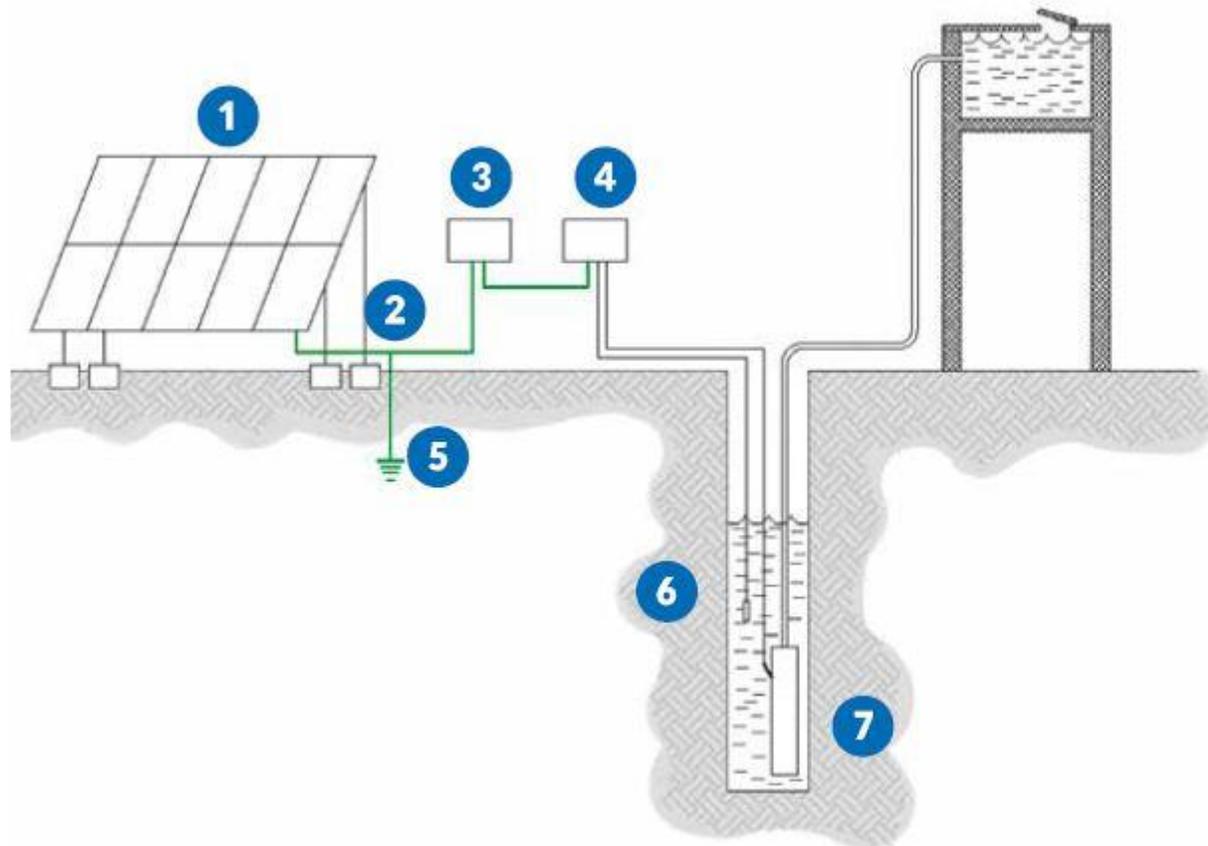
A - TYPES DE POMPAGE SOLAIRE

3 Types de pompage solaire sont souvent exploités

CONFIGURATION	Les pompes motorisées ①	Les pompes "spécial solaire" ②	Les pompes classiques ③
Puissance	< 250 W < 0,35 HP	250 W à 4 000 W (jusqu'à 2 000 W uniquement chez certains fournisseurs) 0,35 HP à 5 HP	> 4 000 W > 5 HP
Solution	Pompage manuel préconisé. Pour les applications d'irrigation (longues durées de pompage), il existe des pompes manuelles « motorisées » qui offrent l'avantage de garder un mode manuel en cas de problème.	Pompe dite « solaire », à commander avec contrôleur de pompe adapté. Possible de trouver des pompes en courant alternatif (AC) et/ou continu (DC).	Pompe standard alimentée avec onduleur solaire de pompage. Les pompes sont systématiquement alimentées en courant alternatif (AC) triphasé et à fréquence variable dans l'immense majorité des cas.
Exemple de matériel		 Petit contrôleur de pompe.	 Onduleur solaire de pompage.

TYPES DE POMPAGE SOLAIRE, COMPOSANTS ET OPTIONS

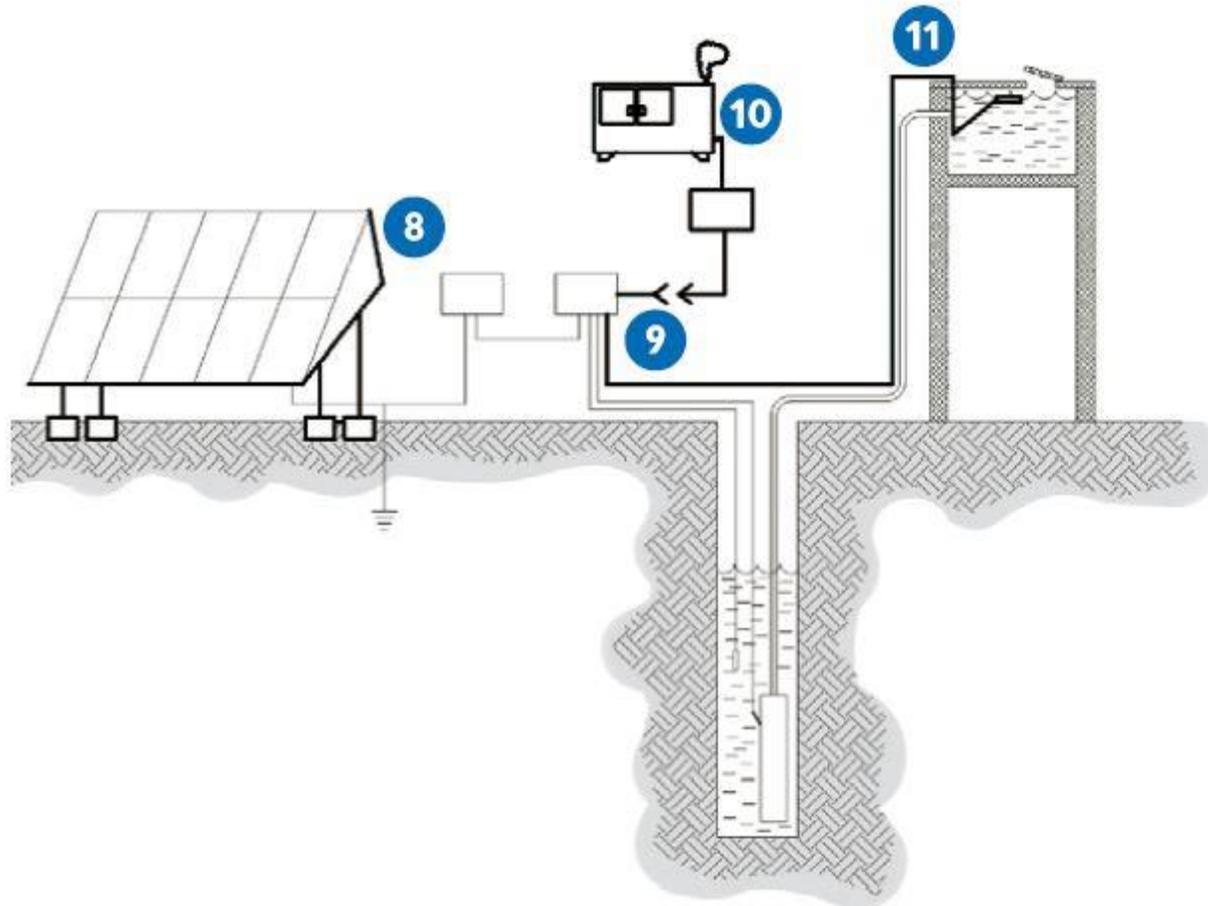
B-Principaux composants



- 1 Parc de panneaux solaires.
- 2 Support de panneaux avec fondations et système d'accrochage antivibratoire.
- 3 Coffret de protection avec fusible, coupe-circuit général et parafoudre.
- 4 Contrôleur de pompe ou Onduleur solaire de pompage.
- 5 Piquet de terre connecté au circuit de terre général regroupant les panneaux, leur support, coffret et pompe.
- 6 Sonde de sécurité niveau bas eau (arrête immédiatement la pompe si le puit est vide).
- 7 Pompe submersible.

TYPES DE POMPAGE SOLAIRE, COMPOSANTS ET OPTIONS

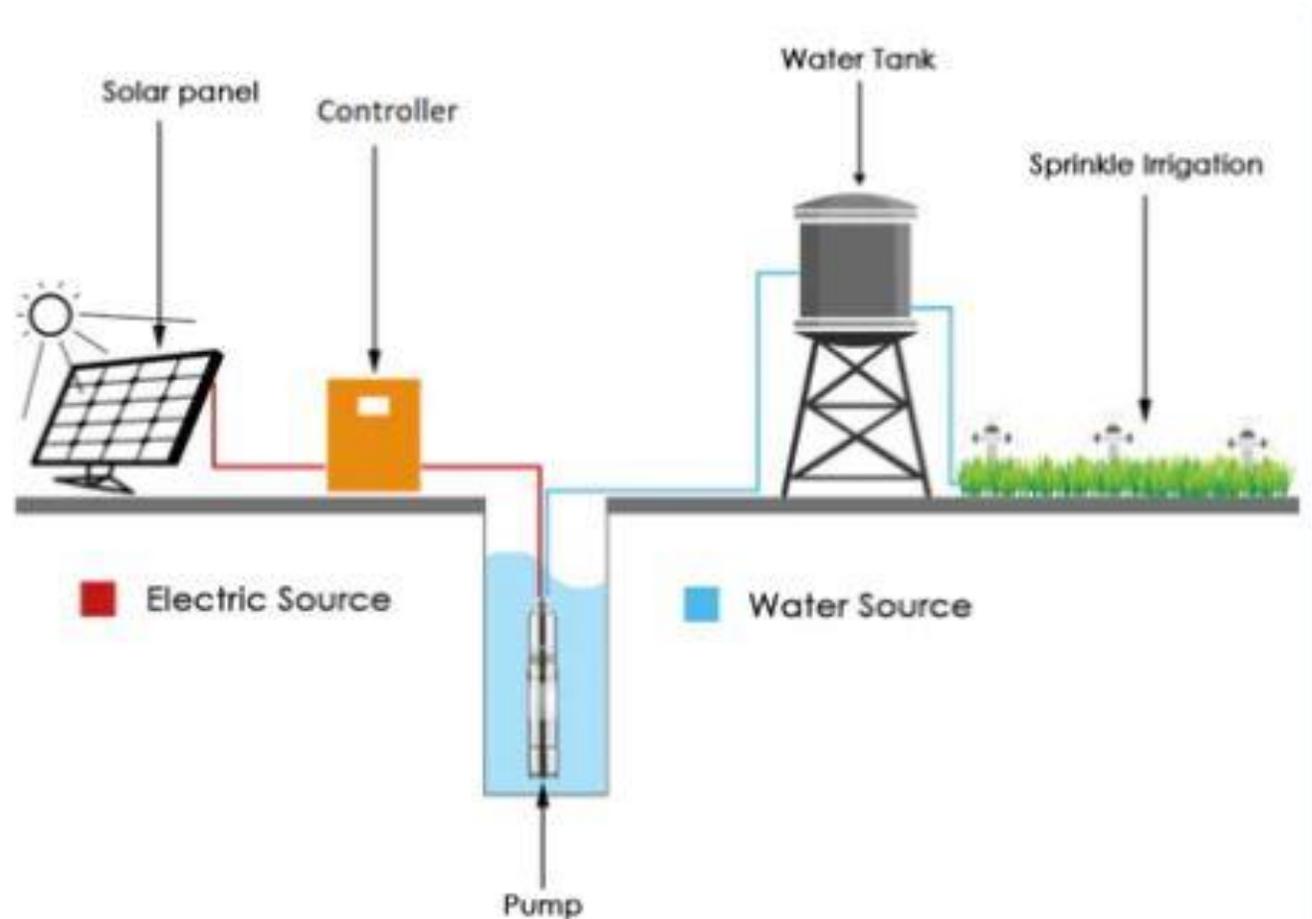
C- composants Optionnels



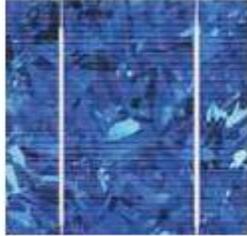
- 8 Support de panneaux avec 2 inclinaisons possibles (été / hiver).
- 9 Entrée disponible pour groupe électrogène temporaire en cas de problème (le groupe n'est pas installé de manière permanente).
- 10 Groupe électrogène permanent pour application secours ou complémentaire (en saison de pluies et/ou matin + soir).
- 11 Sonde de niveau d'eau dans le réservoir pour marche/arrêt pompe automatique, **ou** sonde de niveau d'eau dans le réservoir pour marche/arrêt pompe automatique + report visible du niveau depuis le sol.

TYPES DE POMPAGE SOLAIRE, COMPOSANTS ET OPTIONS

B-1-Principaux composants: Les panneaux solaires



B-1-Principaux composants: Les panneaux solaires

TYPES DE PANNEAUX	MONOCRISTALLIN (MONO-C)	POLYCRISTALLIN (POLY-C)
Image pour identification		
Aspect de la cellule	Cellules d'un bleu généralement foncé et uniforme.	Cellules d'un bleu généralement clair laissant apparaître des cristaux.
Rendement	13 à 17 %	11 à 15 %
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> • Meilleur rendement global et par faible ensoleillement que le PolyC • Meilleure durée de vie que le PolyC 	<ul style="list-style-type: none"> • Prix inférieur au monoC • Faible empreinte écologique • Peu sensible aux variations de températures
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> • Prix plus élevé que le PolyC • Baisse du rendement à température élevée 	<ul style="list-style-type: none"> • Rendement plus faible que le MonoC • Durée de vie un peu plus faible que le MonoC

TYPES DE POMPAGE SOLAIRE, COMPOSANTS ET OPTIONS

B-1-Principaux composants: Les panneaux solaires



TYPES DE POMPAGE SOLAIRE, COMPOSANTS ET OPTIONS

B-1-Principaux composants: Les panneaux solaires



TYPES DE POMPAGE SOLAIRE, COMPOSANTS ET OPTIONS

B-1-Principaux composants: Les panneaux solaires





TYPES DE POMPAGE SOLAIRE, COMPOSANTS ET OPTIONS



B-3-Principaux composants: Coffret de protection

Le coffret de protection est indispensable sur tous les sites de pompage dont la tension d'utilisation (au niveau de la pompe) est supérieure à 120 V.

L'installation de ce coffret concerne donc presque tous les pompages, car cette tension est atteinte même sur les petites installations (4 panneaux de 250 Wc).

Le coffret de protection sert à :

- Protéger les équipements des surcharges (fusibles).
- Mettre l'installation hors-tension pour pouvoir intervenir via un bouton principal ON/OFF (maintenance).
- Protéger l'installation des impacts de foudre et des surtensions (parafoudre).
- Créer un point central de mise à la terre.
- Sur certains pompages de forte puissance, il sert aussi à connecter les différentes branches de panneaux solaires ensemble et de cumuler leur puissance sur une seule sortie qui alimentera le contrôleur ou l'onduleur.

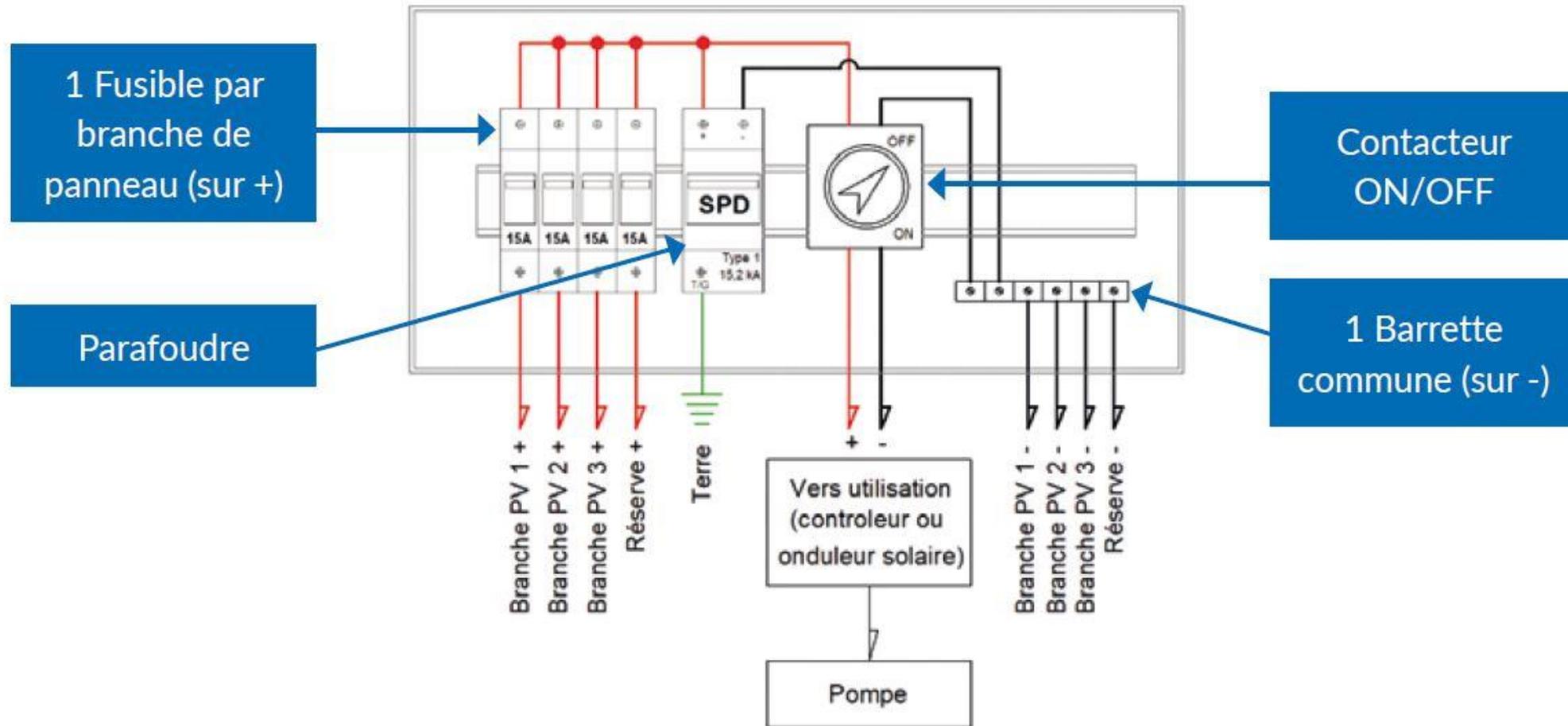
TYPES DE POMPAGE SOLAIRE, COMPOSANTS ET OPTIONS

B-3-Principaux composants: Coffret de protection



TYPES DE POMPAGE SOLAIRE, COMPOSANTS ET OPTIONS

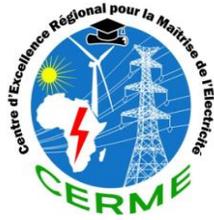
B-3-Principaux composants: Coffret de protection



B-4-Principaux composants: Contrôleur ou Onduleur

Il s'agit de deux équipements ayant la même fonction : piloter la pompe. La différence de noms entre contrôleur et onduleur vient essentiellement du type de pompe à piloter :

- **Les petites pompes** (<2 kW ou 3HP) fonctionnent majoritairement en courant continu (DC) et se pilote par variation de la tension.
- **Les pompes de plus fortes puissances** (>4 kW ou 5,5HP) sont pilotées par variation de fréquence alternative (AC). Pour cela le courant DC des panneaux doit être ondulé, d'où le nom « onduleur de pompage ».
- **Lorsque l'on cherche une puissance intermédiaire** (entre 2 000 W et 4 000 W), alors il est possible que les fournisseurs proposent des pompes DC ou des pompes AC, ou des pompes prenant en charge les deux types de tension, et ce en fonction de la marque qu'ils fournissent habituellement, de ce qu'ils ont en stock, ...



TYPES DE POMPAGE SOLAIRE, COMPOSANTS ET OPTIONS



B-4-Principaux composants: Contrôleur, Rôle

La vitesse de rotation de la pompe est pilotée par sa tension d'alimentation : plus la tension est élevée, plus la vitesse de rotation de la pompe sera élevée. Les contrôleurs de pompe sont de petites tailles et possèdent tous à minima un bouton ON/OFF, et un afficheur indiquant l'état de la pompe, et les défauts rencontrés s'ils provoquent l'arrêt de la pompe.

TYPES DE POMPAGE SOLAIRE, COMPOSANTS ET OPTIONS

B-4-Principaux composants: Contrôleur



TYPES DE POMPAGE SOLAIRE, COMPOSANTS ET OPTIONS

B-4-Principaux composants: Onduleur

Démarrage de la pompe à une faible fréquence de 25Hz pour atteindre 50Hz



Marque Grundfos



Marque Lorentz



Marque SolarTech



Marque Suocer (China)



Marque générique

B-4-Principaux composants: La mise à la terre



Symbole de
la terre sur
les équipements

ÉQUIPEMENT À METTRE À LA TERRE	SECTION ET TYPE DE CÂBLE MINI JUSQU'AU PIQUET
Les panneaux solaires, en général un petit perçage est déjà fait dans le cadre du panneau avec le symbole terre (ci-contre) est déjà présent.	Section identiques aux câbles de panneaux solaires
Les supports des panneaux solaire et tout châssis métallique présent	16 mm ² / Cuivre isolé ou nu
Le parafoudre présent dans le coffret de protection	16 mm ² / Isolé
Le châssis du contrôleur ou de l'onduleur s'il est dans un coffret métallique	16 mm ² / Isolé
Le contrôleur de pompe ou l'onduleur solaire de pompage	Section identique au câble d'alimentation
La pompe	Section identique au câble d'alimentation

TYPES DE POMPAGE SOLAIRE, COMPOSANTS ET OPTIONS

B-4-Principaux composants: Sonde de niveau eau bas





TYPES DE POMPAGE SOLAIRE, COMPOSANTS ET OPTIONS



B-4-Principaux composants: Les Pompes

Une pompe solaire peut être composée avec plusieurs technologies différentes, volumétrique (Shurflo), centrifuge et hélicoïdale (Lorentz) et pour des utilisations variées comme le pompage de surface (étang, lac, rivière, cuve) et le pompage immergé (puits, forage).

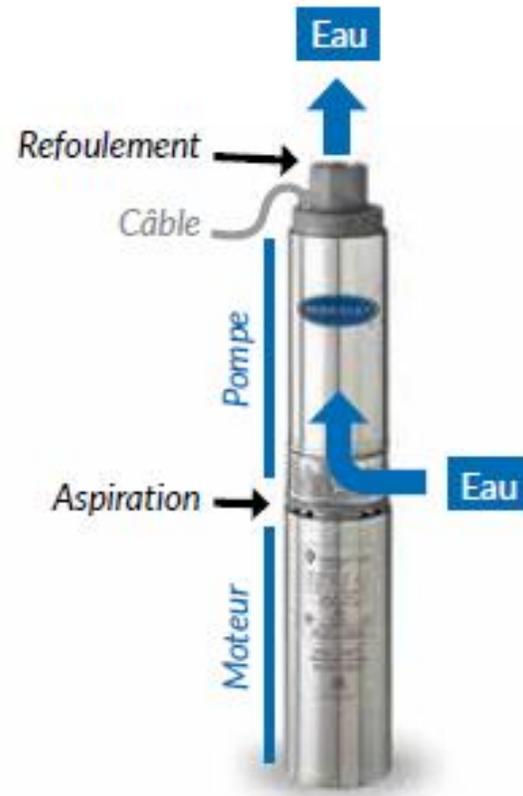
TYPES DE POMPAGE SOLAIRE, COMPOSANTS ET OPTIONS

B-4-Principaux composants: Les Pompes



TYPES DE POMPAGE SOLAIRE, COMPOSANTS ET OPTIONS

B-4-Principaux composants: Les Pompes



TYPES DE POMPAGE SOLAIRE, COMPOSANTS ET OPTIONS

B-4-Principaux composants: Les Pompes



TYPES DE POMPAGE SOLAIRE, COMPOSANTS ET OPTIONS

B-4-Principaux composants: Les Pompes



TYPES DE POMPAGE SOLAIRE, COMPOSANTS ET OPTIONS

B-4-Principaux composants: Les Pompes



POMPE SOLAIRE

EGENT-TOGO

PUISSANCE : 750 W
TENSION : 110 V
DEBIT : 2.7m³/h
PROFONDEUR : 170m

GARANTIE
1 an

f Instagram Twitter EAGENT TOGO

EXIGEZ LA QUALITÉ

☎ 00228 91204373 - 92531455

TYPES DE POMPAGE SOLAIRE, COMPOSANTS ET OPTIONS

B-4-Principaux composants: Les Pompes



POMPE SOLAIRE

EGENT-TOGO

PUISSANCE : 600 W
TENSION : 48 V
DEBIT : 2.3m³/h
PROFONDEUR : 132m

GARANTIE
1 an

f i t EAGENT TOGO

EXIGEZ LA QUALITÉ

00228 91204373 - 92531455

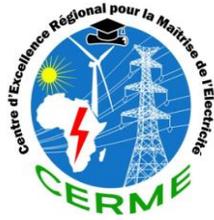


TYPES DE POMPAGE SOLAIRE, COMPOSANTS ET OPTIONS



B-4-Principaux composants: Les Pompes

La **capacité d'une pompe** est définie et mesurée par le débit ou volume d'eau pompé par unité de temps, par exemple en mètres cubes par minute ou en litres par seconde.



TYPES DE POMPAGE SOLAIRE, COMPOSANTS ET OPTIONS



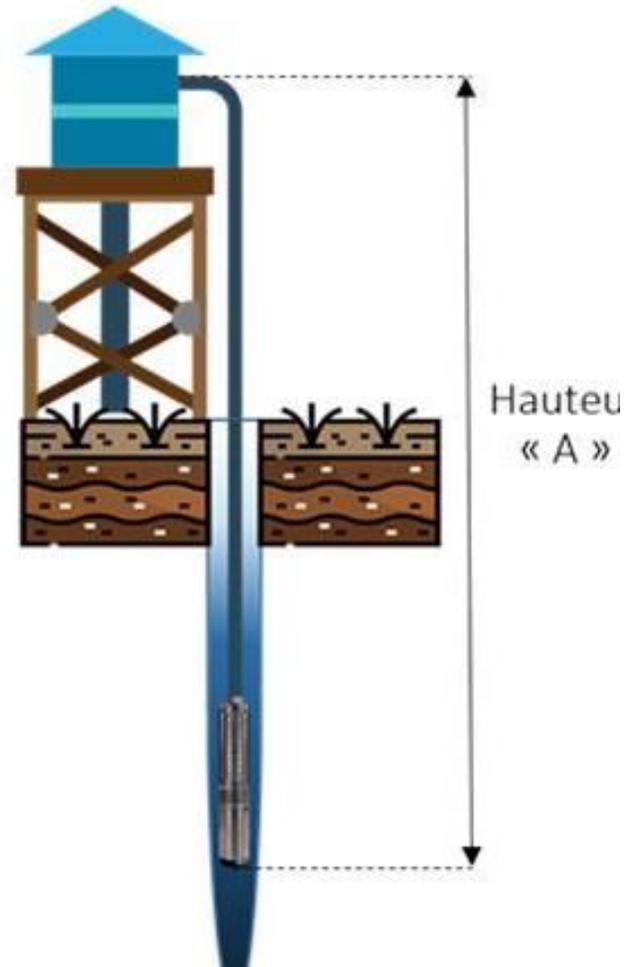
B-4-Principaux composants: Les Pompes

Qu'est-ce que la hauteur manométrique d'une pompe ?

La hauteur manométrique d'une pompe est une quantité physique qui exprime la capacité de la pompe à élever un volume donné de fluide, généralement exprimé en mètres de colonne d'eau, à un niveau supérieur à partir du point où la pompe est positionnée.

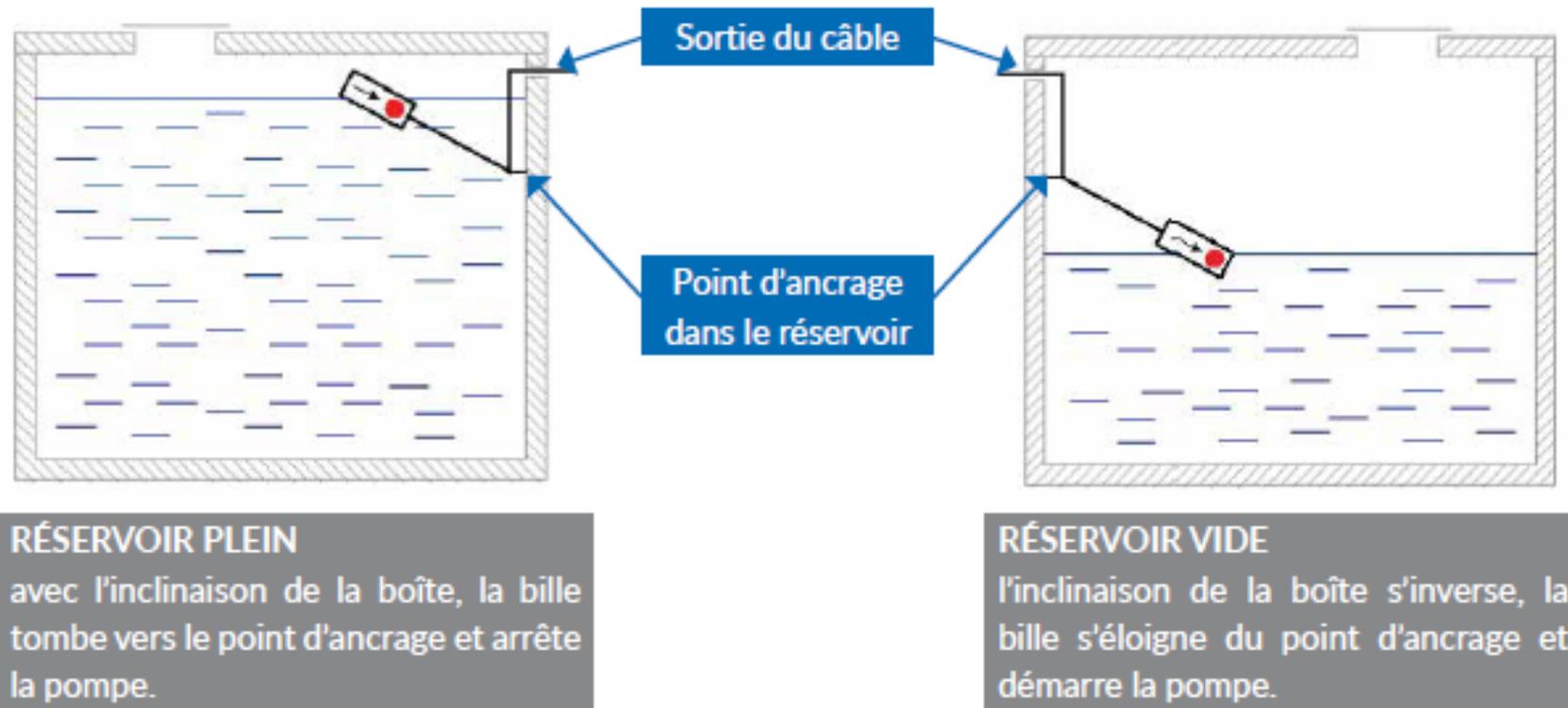
TYPES DE POMPAGE SOLAIRE, COMPOSANTS ET OPTIONS

B-4-Principaux composants: Les Pompes



TYPES DE POMPAGE SOLAIRE, COMPOSANTS ET OPTIONS

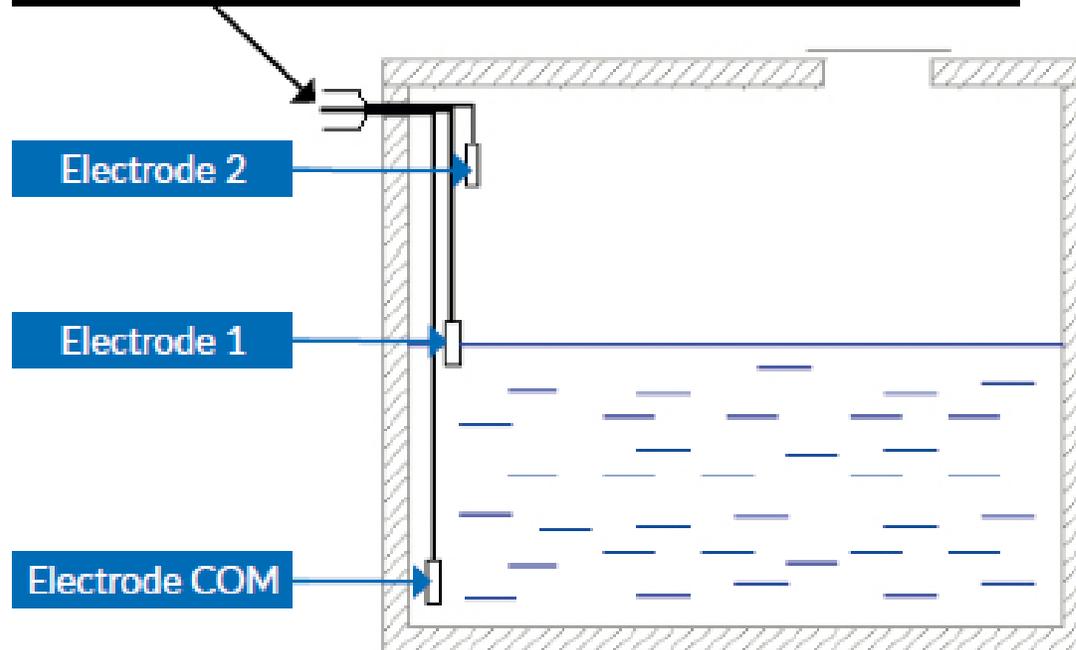
B-4- Composants Optionnel: Les Flotteurs



TYPES DE POMPAGE SOLAIRE, COMPOSANTS ET OPTIONS

B-4- Composants Optionnel: Sonde à Flotteurs

Sortie des câbles à connecter sur relai (1 câble par électrode)



Lorsque l'eau descend sous l'électrode 1, alors il n'y a plus de contact entre l'électrode COM et l'électrode 1.

Le relai interprète cette rupture de signal comme « réservoir à mi-hauteur » et démarre la pompe.

Le réservoir se remplit jusqu'à ce que l'eau fasse à nouveau contact entre l'électrode COM et l'électrode 2 ce qui arrête la pompe et ainsi de suite.

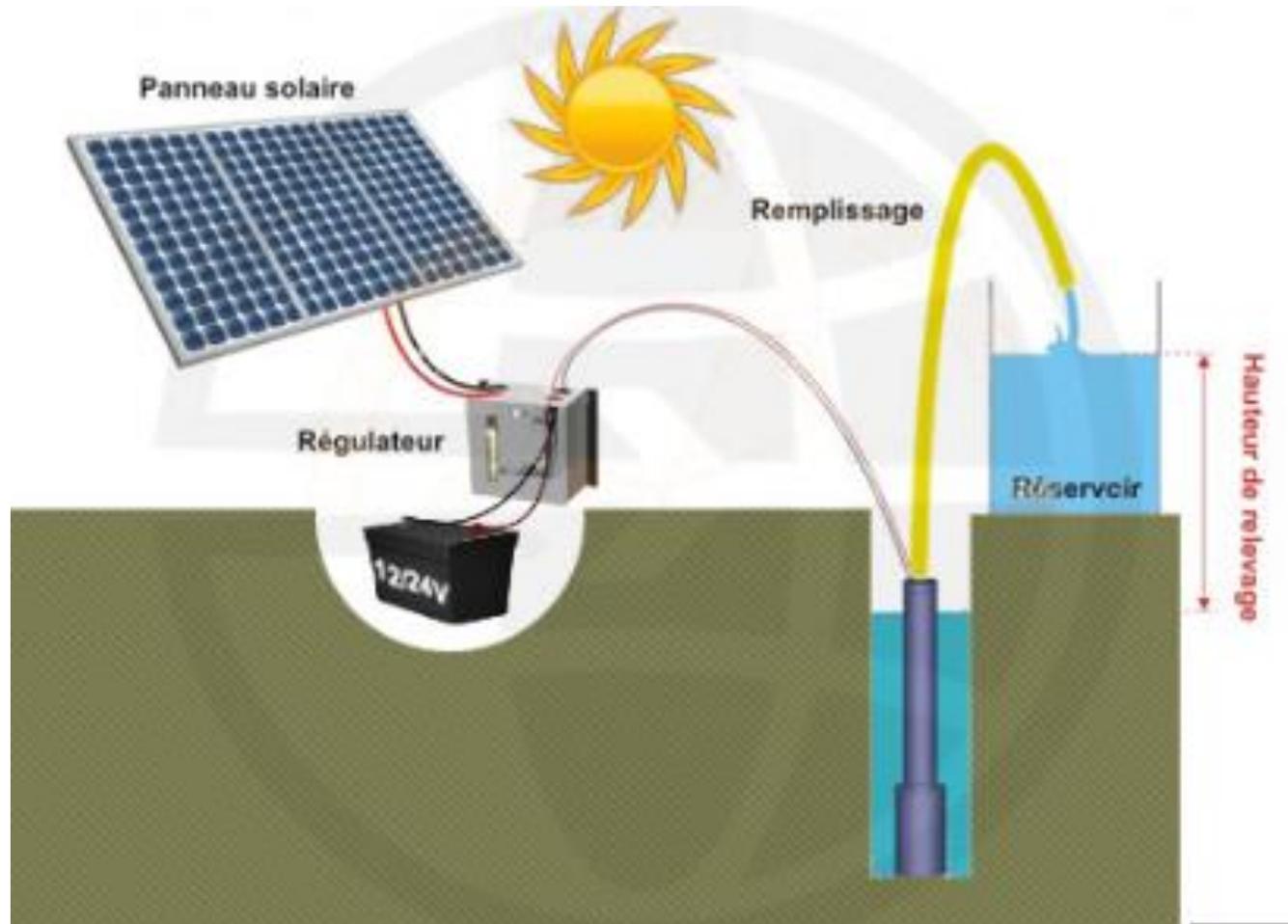
TYPES DE POMPAGE SOLAIRE, COMPOSANTS ET OPTIONS

B-4- Composants Optionnel: Réservoir

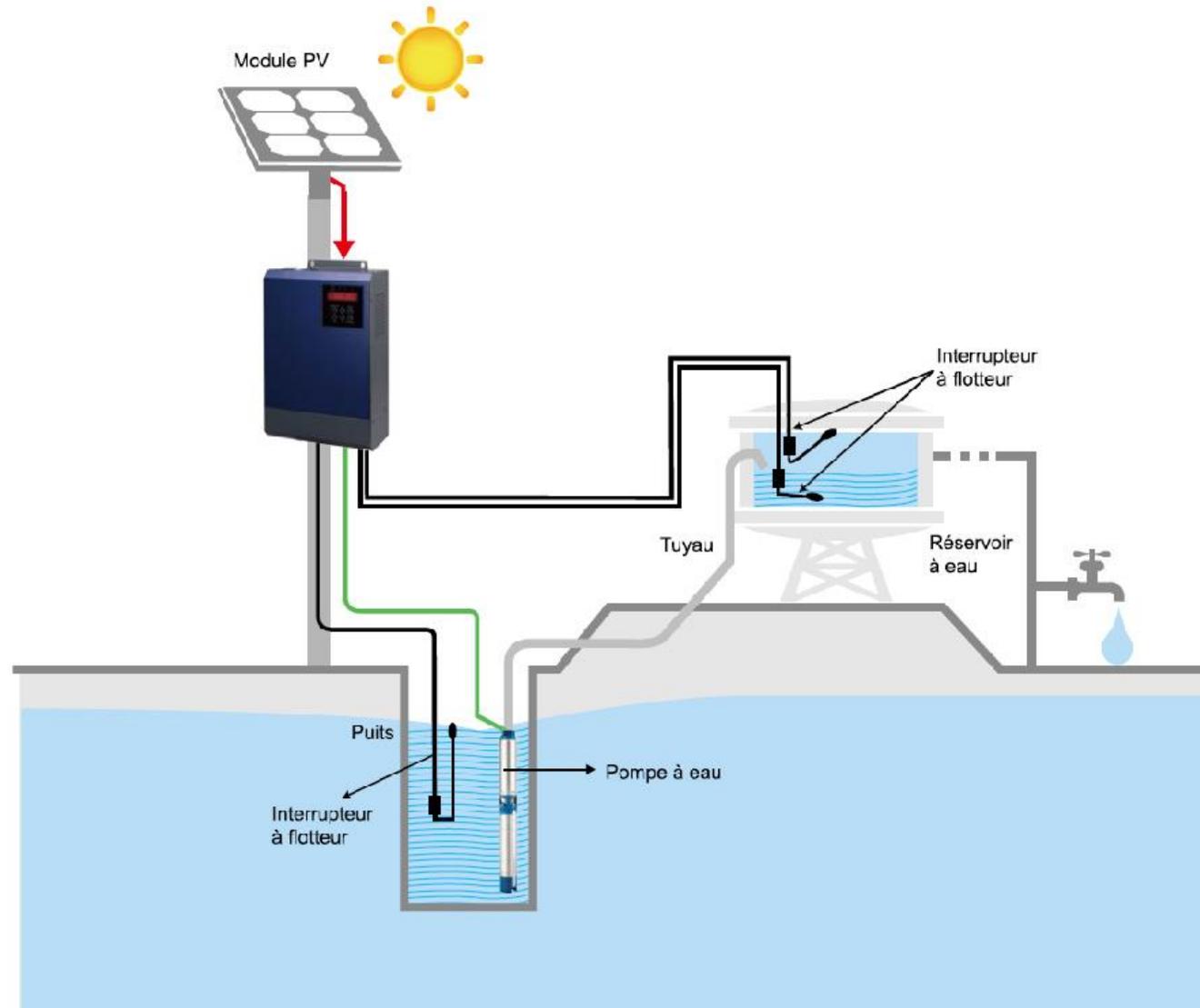


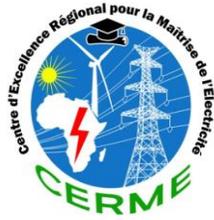
TYPES DE POMPAGE SOLAIRE, COMPOSANTS ET OPTIONS

B-4- Composants Optionnel: Stockage d'énergie



TYPES DE POMPAGE SOLAIRE, COMPOSANTS ET OPTIONS





Dimensionnement



ETAPES DE DIMENSIONNEMENT

A- collecte des informations du projet

- 1- Identifier vos besoins en m^3/j ou en m^3/h
- 2- Définissez la profondeur du forage, le niveau d'eau statique, le niveau d'eau de sécheresse

B- Débit et la HMT de la Pompe

- 1-Calcul du débit de la pompe
- 2-Calcul de la Hauteur manométrique de la pompe

C- Choix de la Pompe

- 1- Choisir la Puissance et La tension de la pompe

ETAPES DE DIMENSIONNEMENT

D- Déterminer l'énergie de la pompe

- 1- Calculer l'énergie de la pompe

E- Déterminer la puissance du champ pv

- 1- Calculer la puissance crête du champ PV
- 2- Calculer le nombre de panneau

F- Schéma de montage de panneaux

- 1- Proposer un schéma de montage des panneaux fonction du contrôleur