



FILIERE :MSEI

Rapport : Traqueur solaire



Réalisé par : **ISMAIL EL ABYAD**

HAMZA ABOUL-HROUZ

FILIERE :MSEI

Plan

INTRODUCTION

1. SOLUTION & Description technique

a) Solution

b) Description

2. Comparison de différents axes

a) Suiveur a un axe

b) Suiveur a deux axes

3. Composantes du suiveur solaire

a) Slewing drive

i. Roulement d'orientationa billes

ii. Moteur hydraulique

b) Linear actuator DC

c) Controler box

4. Analyse fonctionnelle

a) Diagrammebete a corne

b) Diagramme pieuvre

c) Fast

5. Maintenance & Durée de vie

6. Mise en place les capteurs de lumière et programmaion sur Arduino

7. Finance&côut

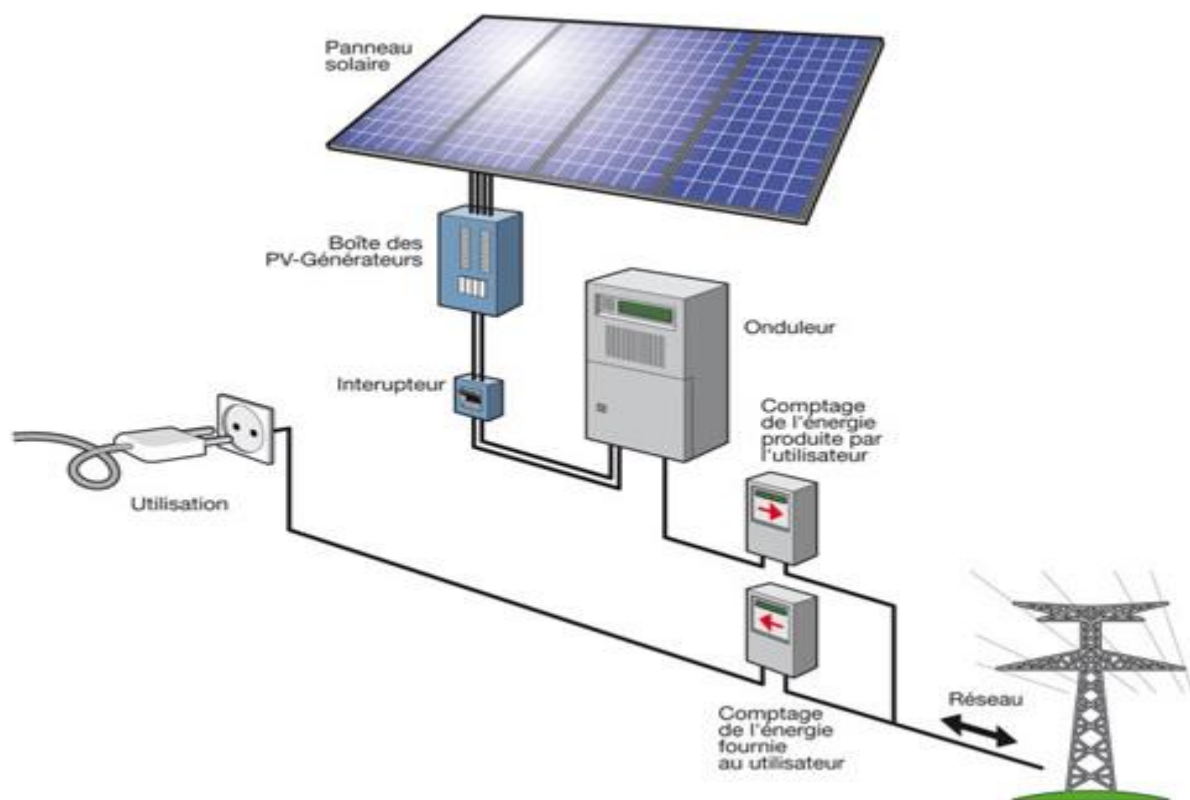
Conclusion

INTRODUCTION

L'énergie solaire est une source d'énergie qui dépend du soleil. Cette énergie permet de fabriquer de l'électricité à partir de panneaux photovoltaïques ou des centrales solaires thermiques, grâce à la lumière du soleil captée par des panneaux solaires.

L'énergie solaire est propre, n'émet aucun gaz à effet de serre et sa matière première, le soleil bien que distant de plus de 150 millions de kilomètres de nous, est gratuite, inépuisable et disponible partout dans le monde.

3 éléments sont nécessaires à une installation photovoltaïque : des panneaux solaires, un onduleur et un compteur.



Ces trois éléments permettent de récupérer l'énergie transmise par le soleil, de la transformer en électricité puis de la distribuer à l'ensemble des clients connectés au réseau.

Au début l'installation des panneaux solaires s'était mal fait par fixer les panneaux solaires dans une seule direction.

La terre se tourne autour du soleil et sur elle-même. Pendant une moitié de la journée, un point à la surface de la Terre est éclairé par le Soleil.

Pendant toute la journée la position du soleil se diffère par rapport aux panneaux solaires tel que les panneaux ne bénéficient du soleil qu'une période de la journée, et pour ça on va donner des solutions par la suite pour maximiser l'exploitation du soleil pour les panneaux solaires.



La centrale solaire Noor, située dans le désert du Sahara près de Ouarzazate, occupe une superficie de 160 hectares. - Fadel Senna - AFP

1. Solution & Description technique

a) Solution

La solution proposée est le suiveur du soleil.



L'objectif d'un suiveur solaire est de pouvoir suivre le soleil tout au long des mois et de la journée. En suivant continuellement la position du soleil, ce système permet d'assurer une production électrique maximum.

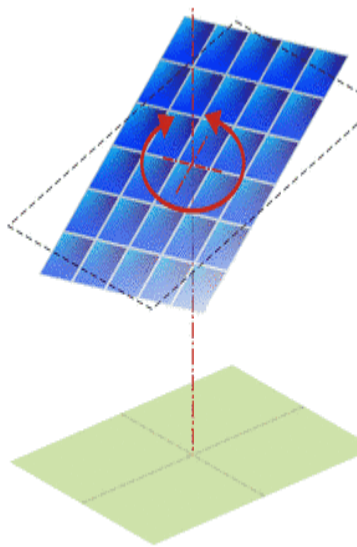
b) Description technique

Axes de rotation

Un suiveur solaire peut avoir deux degrés de liberté de rotation : horizontal pour régler l'inclinaison et vertical pour l'orientation. Il en existe différents types :

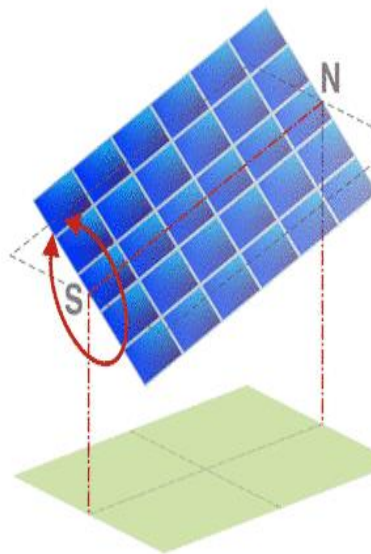
Le suiveur à un axe, qui permet (généralement) de suivre le soleil d'est en ouest.

Simple axe longitudinal



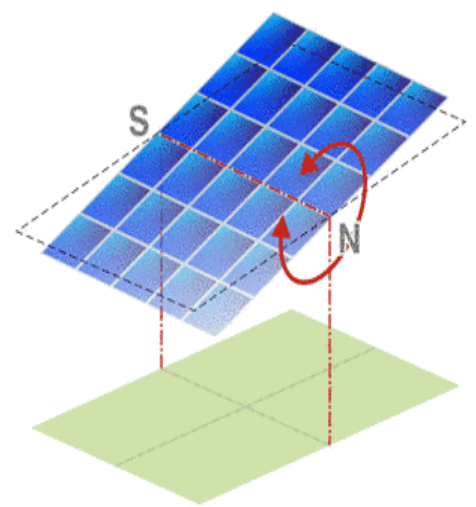
Simple axe longitudinal.

Simple axe vertical



Simple axe vertical.

Simple axe transversal



Simple axe transversal.

Le suiveur à deux axes qui permet une modification de l'orientation et de l'inclinaison. Ce dernier cas nécessite l'intervention de deux moteurs.

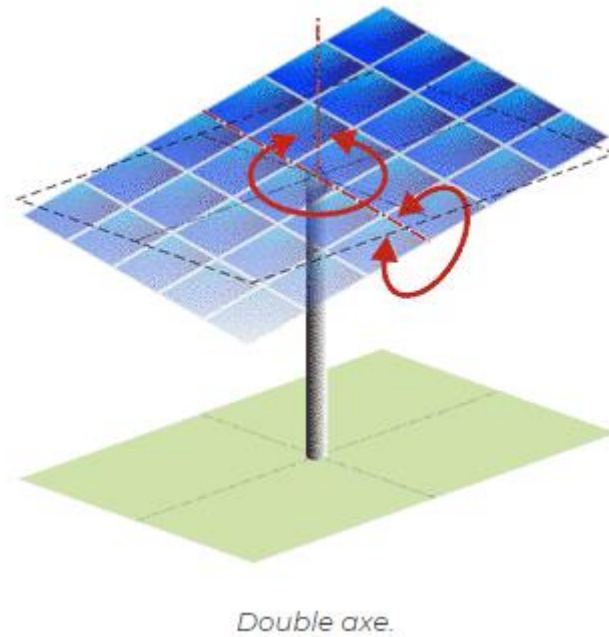
Une rotation horizontale pour régler l'azimut et une rotation verticale pour l'inclinaison.

La rotation horizontale permet de suivre le mouvement du soleil tout au long de la journée.

La rotation verticale permet d'orienter la structure selon la déclinaison saisonnière du soleil.

La rotation autour de l'axe vertical (le mouvement Est/Ouest) est programmée dans l'automate. Elle est activée grâce au capteur de luminosité et fonctionne suivant un principe de suivi horaire avec un réglage fin grâce au capteur de luminosité

La rotation autour de l'axe horizontal (inclinaison) est positionnée exclusivement sur un suivi horaire. L'inclinaison est activée également suivant un seuil de luminosités



2. Avantages et comparaisons de différents axes

Au niveau de la production électrique, un suiveur à deux axes garantit une augmentation de la production électrique par rapport aux panneaux fixes d'au minimum 25 %. Des résultats de mesures sur cinq années ont par ailleurs permis au centre de recherche solaire allemand ZSW, d'estimer l'augmentation des performances par rapport à un système fixe pour Stuttgart (latitude de 48°, proche des 50° pour la Belgique) :

27 % pour un suiveur double axe (réellement on peut arriver parfois jusqu'à 30%)

23 % pour un suiveur simple axe vertical

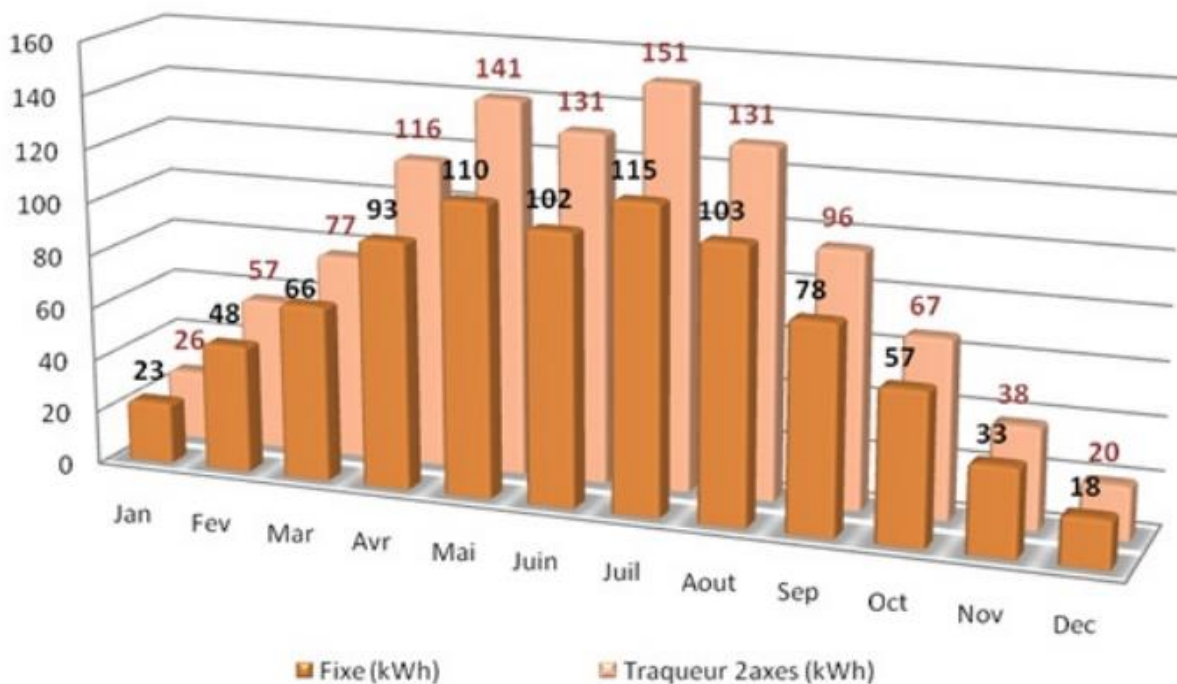
23 % pour un suiveur simple axe longitudinal 1/3

12 % pour un suiveur simple axe transversal

Production d'électricité mensuelle avec et sans traqueur

Exemple : production d'électricité mensuelle avec et sans traqueur installé au sud avec une inclinaison de 35° (Namur) sur une année moyenne.

	Fixe [kWh]	Traqueur 2 axes [kWh]
<i>Moyenne mensuelle</i>	70	88
<i>Moyenne journalière</i>	2.3	2.9
<i>Production totale annuelle</i>	845	1 050



Source : PVGIS (Geographical Assessment of Solar Energy Resource and Photovoltaic Technology 2001-2007). Remarquons que la différence de performance se marque donc plus en toute logique les mois les plus ensoleil

3. Composantes du suiveur solaire

Le traqueur se compose de plusieurs composantes on site les éléments les plus importants :

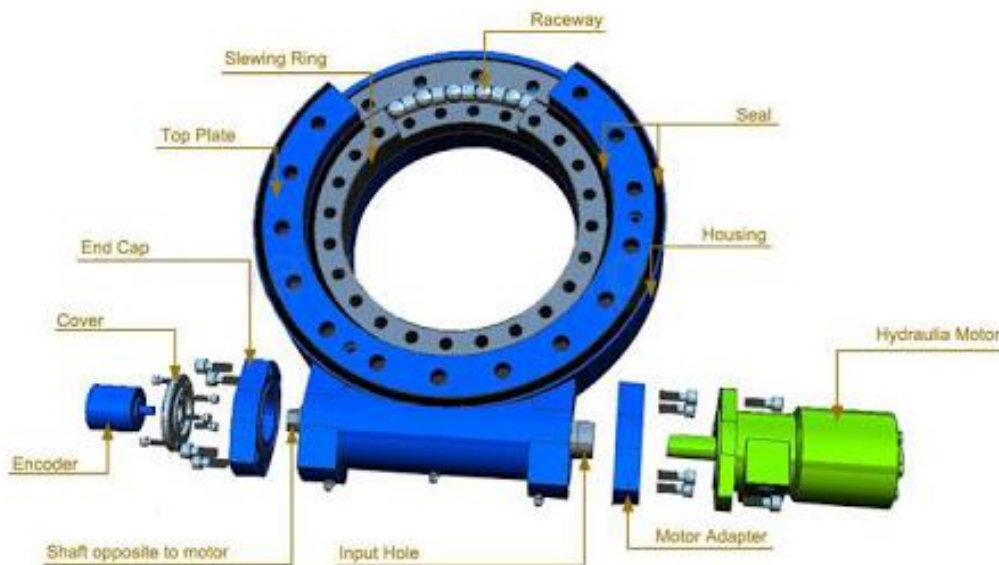
- Slewing drive
- Linear actuator DC

- Control box



a) Slewing Drive

En termes de structure rotative à cycle complet de machines d'ingénierie et de construction, ainsi que d'énergie solaire, d'énergie éolienne et de machines de suivi automatique pour un fonctionnement à long terme, en raison de la chaîne de transmission courte de la structure compacte, l'entraînement rotatif est facile à obtenir une plus grande précision et plus facile à réaliser un contrôle numérique, il est donc également largement utilisé dans le domaine des robots industriels.



Les avantages de l'entraînement pivotant sont la modularité, la sécurité et la conception simplifiée du moteur principal. La transmission à vis sans fin peut obtenir un rapport de réduction relativement plus grand que la transmission à engrenages traditionnelle, dans certains cas, peut économiser les pièces du réducteur pour l'hôte, de sorte non seulement réduire le coût d'achat pour les clients, mais également réduire considérablement le taux de défaillance de l'hôte.

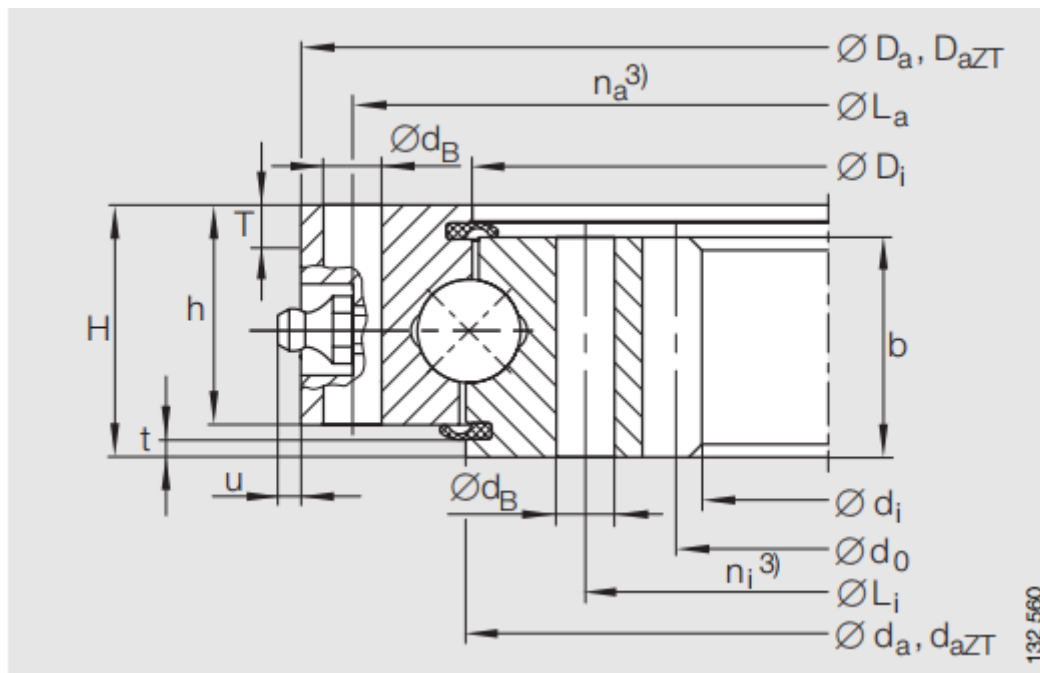
il répond sur le besoin du rotation de traqueur verticalement, Il se compose de plusieurs éléments, parmi eux les parties les plus critique sont : moteur hydraulique et couronne d'orientation.

- i. roulement d'orientation à billes à quatre points de contact



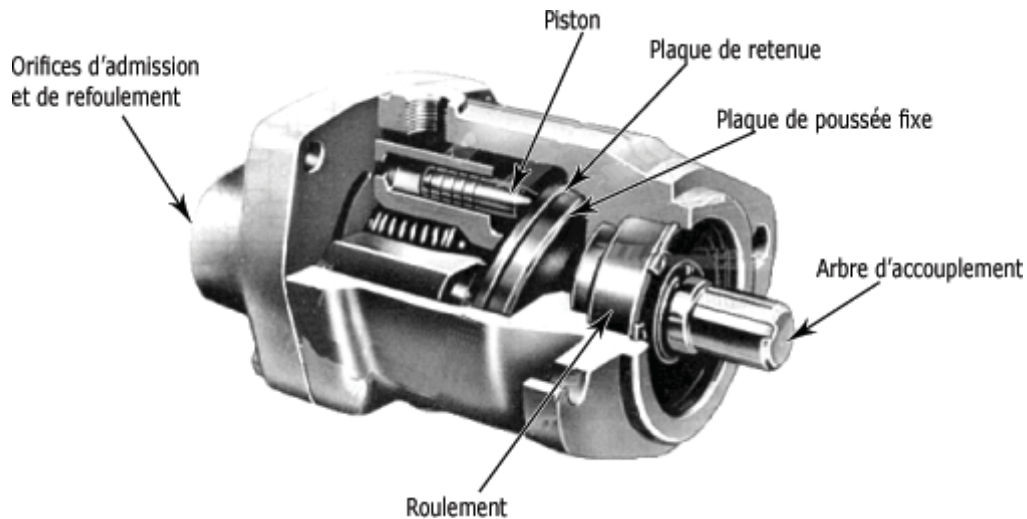
Notre roulement d'orientation à billes à quatre points de contact est composé de deux anneaux de siège. Dans ce roulement d'orientation, les billes entrent en contact avec le chemin de roulement circulaire en quatre points. Le roulement peut supporter simultanément la force axiale, la force radiale et le moment résultant.

Nos roulements d'orientation à billes à quatre points de contact sont de conception compacte et légère. Ils peuvent être appliqués dans des convoyeurs pivotants, des manipulateurs de soudage, des grues et des excavatrices de taille moyenne ou petite, etc.



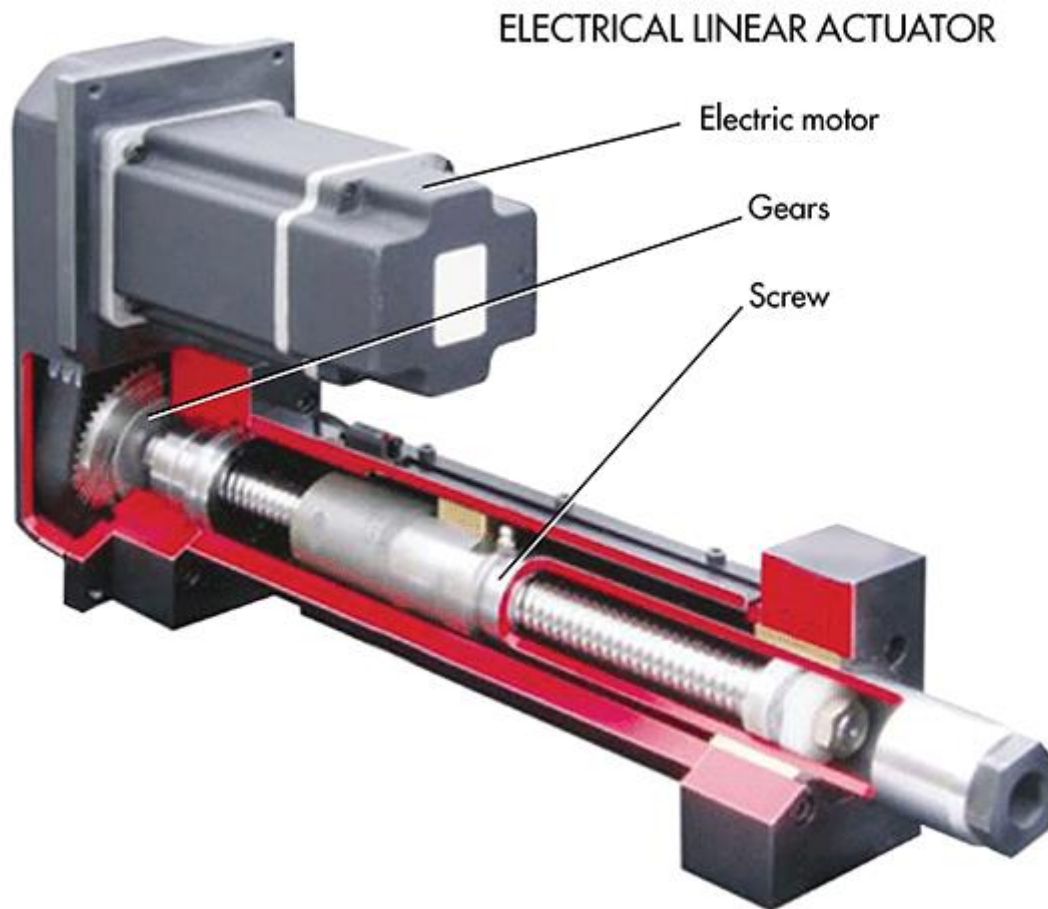
ii. Moteur hydraulique

Le principe de fonctionnement de tous types de moteurs hydrauliques reste le même, la différence réside dans leurs dimensions ainsi que dans la pression entre le roulement et l'admission, et elle se passe au niveau des parties mobiles internes jointes de façon mécanique à l'arbre d'accouplement. Sous l'effet de l'écart de pression, ces pièces mobiles internes bougent et entraînent l'arbre du moteur et la pousse à déplacer. Qu'importe la différence, le moteur hydraulique envoi un mouvement de rotation à une charge. Concrètement, l'énergie hydraulique obtenue par le fluide sous pression est transformée en énergie mécanique, et il en résulte un mouvement de rotation de l'arbre de sortie.



b) Linear Actuator DC

Un actionneur est un dispositif composant chargé d'activer ou de contrôler les mouvements dans divers types de machines. Il nécessite une source d'énergie, qu'il utilise pour faire fonctionner le mécanisme ou le système dans lequel il a été intégré.



Les actionneurs linéaires électriques sont des dispositifs mécaniques alimentés par un moteur et utilisent l'énergie électrique pour convertir le mouvement rotatif en déplacement linéaire ou en mouvement linéaire poussant ou tirant. Parce qu'ils n'utilisent pas d'huile ou d'autres fluides, ces actionneurs ont tendance à être le type d'actionneurs linéaires le plus propre disponible, en plus de produire le moins d'impact environnemental.

De nombreux actionneurs linéaires électriques offrent des capacités de positionnement linéaire très précises. Ils sont utilisés dans une large gamme d'applications, en particulier à des fins d'automatisation où des mécanismes ou des systèmes entraînent des déplacements très précis vers des positions spécifiques.

Bien que les actionneurs linéaires électriques soient les plus facilement disponibles parmi tous les autres types d'actionneurs linéaires, ils ont tendance à être relativement plus chers, et tous ne

Diagram of a double-acting hydraulic cylinder. The cylinder is shown in a cross-section view, revealing the internal components. The main body is blue, and the piston is shown in the center. The piston rod is a long, silver-colored rod extending from the piston to the left end of the cylinder. The rod is sealed by two sets of rod seals. The piston is sealed by a piston and seal assembly. The cylinder has two ports: a Retract Flow Port on the left and an Extend Flow Port on the right. The diagram is labeled with the following parts:

- Retract Flow Port
- Extend Flow Port
- Piston Rod
- Rod Seals
- Piston & Seals

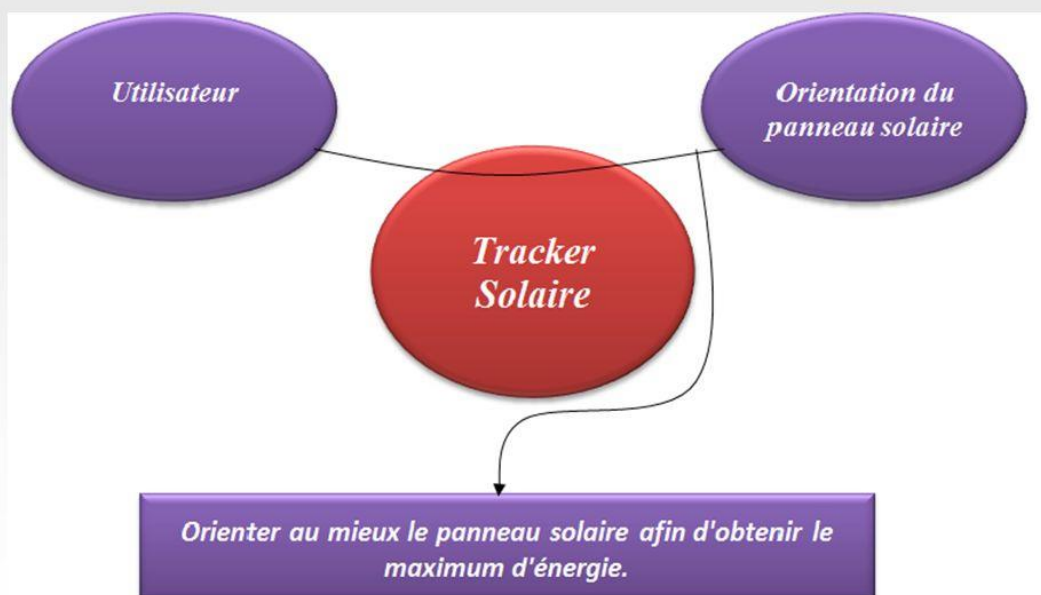


Ce contrôleur à double axe peut contrôler l'actionneur linéaire à double axe pour que le panneau solaire suive la lumière du soleil, gardez le panneau solaire toujours face à la lumière du soleil. Le contrôleur de suivi solaire à double axe est un composant de base du système de suivi solaire à double axe. Il peut fonctionner avec un actionneur linéaire 12 V / 24 V et permettre au traqueur solaire d'améliorer considérablement la quantité d'énergie produite par un système en améliorant les performances du matin et de l'après-midi. Notre tracker solaire à deux axes avec détecteur de temps intelligent, arrête de fonctionner les jours nuageux. Aplanir le panneau solaire pendant la nuit ou les jours de pluie. Aplatissez le panneau solaire dans la tempête.

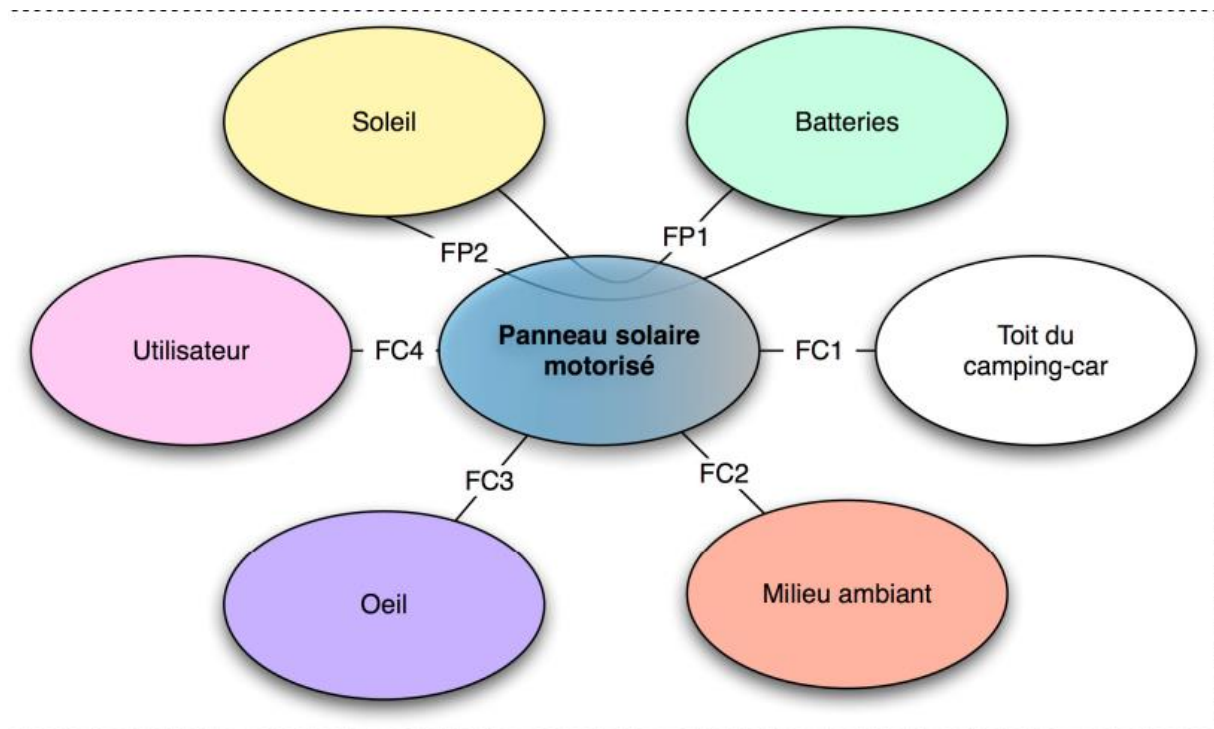
4. Analyse fonctionnelle

a) diagramme bête à corne de suiveur de soleil

Diagramme bête à corne.



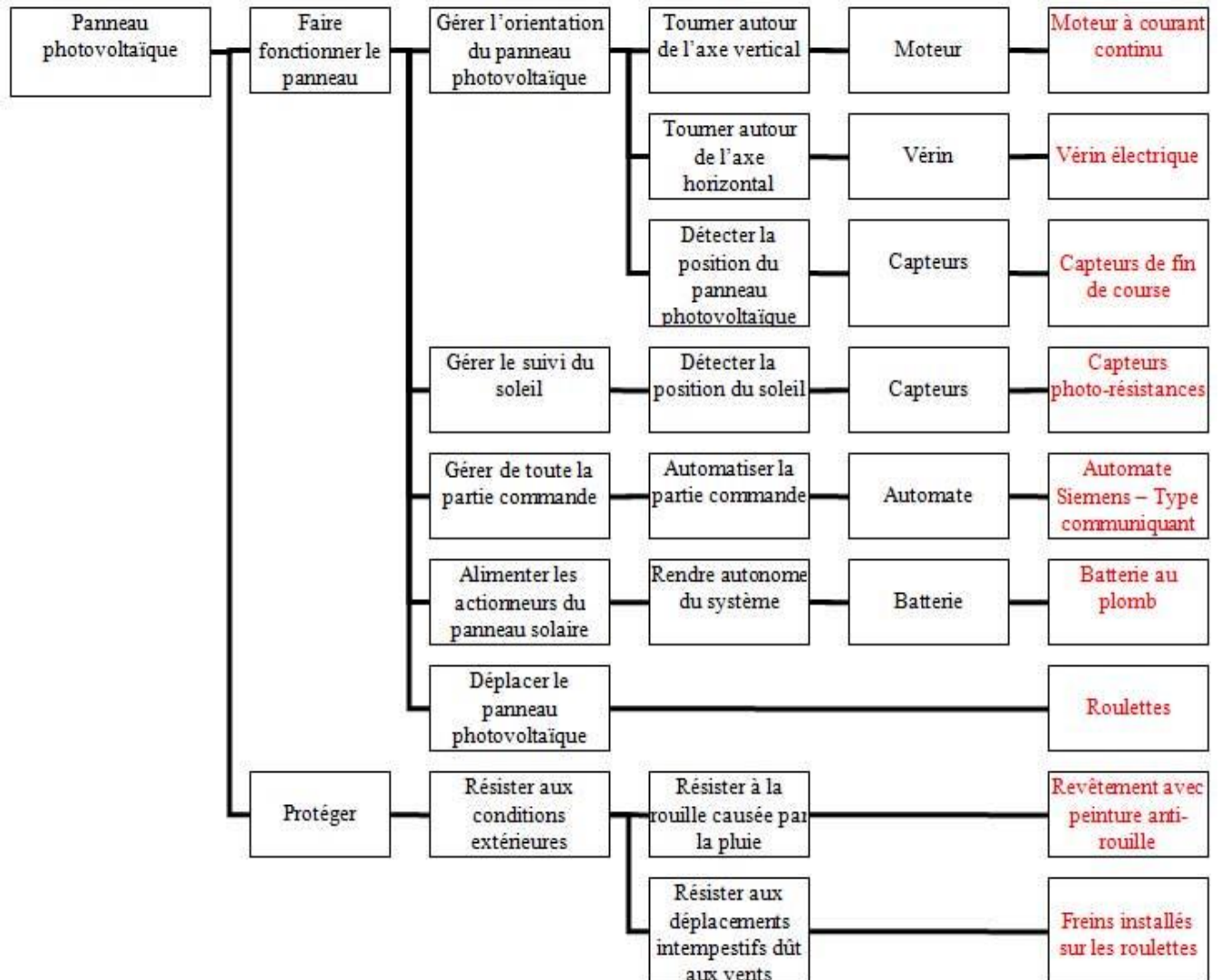
b) Diagramme pieuvre de traqueur



Les fonctions principales et contraintes du système

Fonction	Enoncé	Critère
FP1	Convertir l'énergie émise par le soleil et la stocker dans la batterie de bord	Puissance maximale
FP2	Suivre le soleil dans sa trajectoire de façon automatique en utilisant l'énergie de la batterie du moteur	- Erreur de positionnement - Energie dissipée pour maintien statique
FC1	Etre fixé sur le toit du camping-car	
FC2	Résister au milieu ambiant	- Résister au vent - Résister aux impacts
FC3	Etre agréable à l'œil	
FC4	Etre piloté par l'utilisateur	

c) FAST du suiveur solaire



5. Maintenance et durée de vie d'une installation

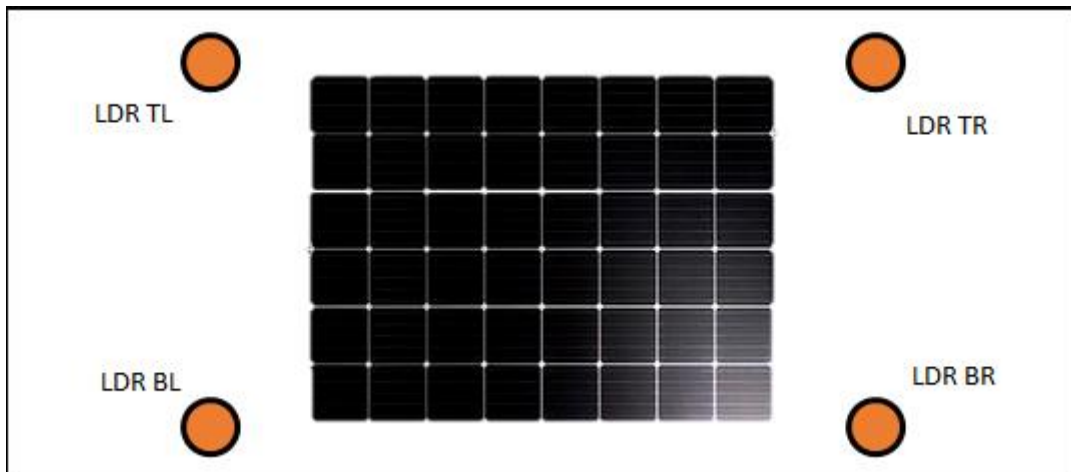


L'entretien nécessaire aux installations photovoltaïques est très limité. Un nettoyage occasionnel reste conseillé. Néanmoins, sa fréquence peut être influencée par de nombreux facteurs environnants : inclinaison, situation près de zone boisée, pollution, ... Un des avantages de cette technique est que, via la présence de compteurs, la production est facilement comptabilisée. Cela permet de détecter rapidement un fonctionnement anormal de l'installation. Un suiveur solaire nécessite par contre un entretien plus important (moteurs, onduleur..). Un système photovoltaïque est un investissement à long terme puisque sa durée de vie est généralement supérieure à 25 ans et peut même atteindre 40 ans. Les fabricants, eux-mêmes, garantissent généralement qu'après 20-25 ans le module atteindra encore 80 % de sa puissance crête initiale. Un onduleur a par contre une durée de vie plus limitée (de 10 à 15 ans).

6. Mise en place les capteurs de lumière et Programmation sur Arduino

Automatiser le suiveur (tracker)

Le modèle est basé sur 4 capteurs de lumière LDR placé sur les 4 côtés du panneau solaire :



Le LDR, nommé aussi photorésistance, est un composant électronique dont la résistance varie en fonction de la lumière perçue. Cette résistance est lue à l'aide d'une carte Arduino à travers des entres analogique.



Le principe de mouvement est composé de 2 comparaisons :

Le mouvement selon l'axe horizontal est déterminé par la comparaison de la moyenne de la quantité de lumière capté par les 2 LDR L (à gauche) à la moyenne de la quantité de lumière capté par les 2 LDR R (à droite).

Le mouvement selon l'axe vertical est de même déterminé par la comparaison de la moyenne de la quantité de lumière capté par les 2 LDR T (en haut) à la moyenne de la quantité de lumière capté per les 2 LDR B (en bas).

Pour commander les servomoteurs utilisant Arduino, il faut importer la bibliothèque servo.h et créer 2 variables type servo qui fonctionne comme classe en C++.

La variable servo contiendra également les angles minimum et maximum de rotation dans un intervalle de [0° à 180°].

Programme dans Arduino

```
#include
<Servo.h>

//defining Servos
Servo servohori; // servo-moteur horizontal
int servoh = 0;
int servohLimitHigh = 160; // angle max de rotation
int servohLimitLow = 20; // angle min de rotation


Servo servoverti; // servo-moteur vertical
int servov = 0;
int servovLimitHigh = 160;
int servovLimitLow = 20;
//Assigning LDRs
int ldrtopl = 2; //top left LDR
int ldrtopr = 1; //top right LDR
int ldrbotl = 3; // bottom left LDR
```

```

int ldrbotr = 0; // bottom right LDR

void setup ()
{
  servohori.attach(10); // attacher la broche au servo-moteur
  servohori.write(0); // fixer l'état initial
  servoverti.attach(9);
  servoverti.write(0);
  delay(500);
}

void loop()
{
  servoh = servohori.read();
  servov = servoverti.read();
  //capturer valeurs analog des LDR
  int topl = analogRead(ldrtopl);
  int topr = analogRead(ldrtopr);
  int botl = analogRead(ldrbotl);
  int botr = analogRead(ldrbotr);
  // calculer average
  int avgtop = (topl + topr) / 2; //average of top LDRs
  int avgbot = (botl + botr) / 2; //average of bottom LDRs
  int avgleft = (topl + botl) / 2; //average of left LDRs
  int avgright = (topr + botr) / 2; //average of right LDRs

  if (avgtop < avgbot)
  {
    servoverti.write(servov +1);
    if (servov > servovLimitHigh)
    {
      servov = servovLimitHigh;
    }
    delay(10);
  }
  else if (avgbot < avgtop)
  {
    servoverti.write(servov -1);
    if (servov < servovLimitLow)
    {
      servov = servovLimitLow;
    }
    delay(10);
  }
}

```

```

    }
    else
    {
        servoverti.write(servov);
    }

    if (avgleft > avgright)
    {
        servohori.write(servoh +1);
        if (servoh > servohLimitHigh)
        {
            servoh = servohLimitHigh;
        }
        delay(10);
    }
    else if (avgright > avgleft)
    {
        servohori.write(servoh -1);
        if (servoh < servohLimitLow)
        {
            servoh = servohLimitLow;
        }
        delay(10);
    }
    else
    {
        servohori.write(servoh);
    }
    delay(50);
}

```

7. Finance & Cout



Suiveur de soleil à axe singulier :

Prix : 3 168.00 \$

Structural Parameters Of Independent Horizontal Single Axis Tracker			
Solar Panel Type	Fully compatible(suitable for PV modules available in the market, preferably double-sided solar panels)		
Installed Capacity	18 ~ 24KW	Number Of Solar Panels	44P
Arrangement Of Solar Panels	Horizontal vertical (2 * 22p)	Ground Clearance	400mm (customizable)
Area Of Grid Structure (m ²)	≈100m ²	Area Occupied	1-1.6 (HA) / MW
Number Of Units Per MW	42-57sets/MW	System Weight	≈1220kg/sets
North South Slope (°)	< 25° (customizable)	East West Slope	No restrictions
Bracket Material	Hot dip galvanized steel	Main Material	Q235B / Q355B
Galvanizing Thickness	> 70um	Fastener Material	304 stainless steel
Protection Of Wind Speed	17 m/s	Snow Load	0.2 ~ 1.6KN/m ²
Mechanical Design Life (y)	> 25 years	Foundation Form	Steel pile ramming type
Extreme Wind Speed	37 ~ 50M / S (ASCE7-10,other wind speeds can be customized)		
Design Code	ASCE7 EN1991 AS1170 GB50009-2012		
Quality Cssurance Period	The whole machine is guaranteed for 3 years (except for man-made damage and force majeure)		
Working Temperature (°C)	General default configuration -30°C ~ +70°C special customized configuration -50°C ~ +85°C		

Parameters Of Independent Horizontal Single Axis Controller			
Control Algorithm	Closed loop control of astronomical algorithm and position sensor		
Controller Type	Single-Chip Microcomputer	Control Core	MCU (32bit)
Communication Type	RS485 (customizable:LoRa, CAN)	Power Supply Mode	Self powered / external power supply
Night return Mode	have	Backtracking Algorithm	have
Intelligent Tracking Of Inverter	Customizable	Protection Level	IP66
Anemometer	have	Tracker SCADA	Customizable
GPS	have	Heavy Rain Cleaning Mode	Optional
Snow Removal Mode	Optional	Drive Type	Multipoint drive design
Driving Device	Rotary driver / linear driver (DC24 V)	Azimuth Tracking Range (°)	-45° ~ +45° / -60° ~ +60°(customizable)
Tracking Accuracy (°)	≤1°	Power Supply Mode	have
Driving Power (W)	150W	Daily power consumption (KWH)	≤0.3kWh
Drive Protection	have		
Network Communication Type	WiFi / Bluetooth / wired / 4G (optional)		
Network Communication Mode	RS485 (optional ZigBee or ZigBee + RS485)		
Rotating Position Protection Mode	Sensor protection + software protection		
System Power Supply	L+N(two-phase input) 100V~240V AC(wide voltage input) Customizable: PV group series self powered 1000~1500V		

Suiveur de soleil à double axe de rotation :



Prix : 1 580.00 \$

Structure parameters of multi-function dual axis tracker			
Solar panel type	1791*1052mm	Installed capacity	5kw
System weight	≈550kg/sets	Number of solar panels	16P
Arrangement of solar panels	Vertical arrangement	Ground clearance	400mm (customizable)
Area of grid structure (m ²)	≈30m ²	Bracket material	Hot dip galvanized steel
Protection of wind speed	17 m/s	Snow load	0.2 ~ 0.8KN/m ²
Main material	Q235B / Q355B	Galvanizing thickness	> 70um
Fastener material	304 stainless steel	Mechanical design life (y)	> 25
Design code	ASCE7 EN1991 AS1170 GB50009-2012		
Foundation form	Concrete (customizable all steel foundation)		
Extreme wind speed	33M / S (ASCE7-10,other wind speeds can be customized)		
Quality assurance period	The whole machine is guaranteed for 3 years (except for man-made damage and force majeure)		
Working temperature (°C)	General default configuration -30°C ~ +70°C special customized configuration -50°C ~ +85°C		

Parameters of multi function dual axis controller			
Control algorithm	Closed loop control of astronomical algorithm and position sensor		
Controller type	Single-Chip Microcomputer	Control core	MCU (32bit)
Communication type	RS485+CAN	Gale protection	have
Night return mode	have	Backtracking algorithm	have
Anemometer	have	Protection level	IP66
GPS	have	Heavy rain cleaning mode	Optional
Drive protection	have	Snow removal mode	Optional
System voltage	DC24	Driving device	Linear drive*2
Driving power (W)	350W	Tracking accuracy (°)	≤2°
Power supply mode	Self powered / external power supply	Azimuth tracking range (°)	-45° ~ +45°
Daily power consumption (KWH)	≤0.3kWh	Altitude angle tracking range (°)	0° ~ 45°
System power supply	L+N(two-phase input) 100V~240V AC(wide voltage input) Customizable: PV group series self powered 1000~1500V		
Network communication type	Bluetooth (customizable WiFi, 4G)		
Position protection mode	Sensor protection + software protection		

Suiveur à double axe de rotation :



Prix : 3 490.00 \$

21PV-78-LD Dual-axis Solar Tracker Structure Parameters			
Solar panel type	2131*1052mm	Installed capacity	9kw
System weight	≈1276kg/sets	Number of solar panels	21P
Arrangement of solar panels	Upright arrangement	Ground clearance	400mm
Area of grid structure (m ²)	≈47m ²	Bracket material	Hot dip galvanized steel
Protection of wind speed	17 m/s	Snow load	0.5 ~ 1.6KN/m ²
Main material	Q235B / Q355B	Galvanizing thickness	> 85um
Fastener material	304 stainless steel	Mechanical design life (y)	> 25
Design code	ASCE7 EN1991 AS1170 GB50009-2012		
Foundation form	Concrete (customizable all steel foundation)		
Extreme wind speed	37 ~ 50M / S (ASCE7-10,other wind speeds can be customized)		
Quality assurance period	The whole machine is guaranteed for 3 years (except for man-made damage and force majeure)		
Working temperature (°C)	General default configuration -30°C ~ +70°C special customized configuration -50°C ~ +85°C		

Conclusion

Dans ce projet on a étudié le système du suiveur du soleil d'une manière générale.

Au premier lieu on a présenté l'installation des systèmes photovoltaïques en générale puis le système traqueur avec ses différents composants avec leur fonctionnement et leur prix.

D'une part , après de déterminer le besoin du traqueur ,on a fait la comparaison de système panneaux avec et sans traqueur pour montrer sa valeur puis sa fonctionnement dans plusieurs domaines, et on a montré la comparaison entre un traqueur à boucle ouverte (sans capteur) et un traqueur a boucle fermée (avec capteur)

D'autre part, on a fait l'étude de maintenance du traqueur en générale sans préciser les parties critiques, on a proposé la maintenance pour toute l'installation, parce que les systèmes PV avec traqueur ne nécessitent pas une grande maintenance juste un nettoyage des panneaux solaires et la lubrification des éléments de traqueur comme le slewing drive dont le roulement d'orientation et aussi l'actionneur.

Ainsi on a pu programmer le mouvement du traqueur dans Proteus avec deux axes de rotations horizontal et vertical pour assurer une autonomie décisionnelles du suiveur aussi on a la boîte de contrôle qui nous permet de Controller ses mouvements.

Finalement on veut remercier les responsables sur les stages et les projets, qu'ils nous ont donné l'opportunité de placer des projets a la place de stage a cause de la situation actuelle de Covid 19

