

Panneau solaire orientable



Cours Secondaire d'Orsay

2015

Sommaire

1	Présentation générale.....	3
2	Étude du besoin.....	4
3	Fonctionnement du panneau solaire orientable.....	5
3.1	Analyse fonctionnelle.....	6
3.2	Schéma fonctionnel du panneau solaire orientable.....	7
3.3	Entrées.....	7
3.3.1	Le capteur solaire.....	7
3.3.2	Les capteurs fin de course.....	7
3.3.3	Le tableau des positions du soleil enregistrées.....	8
3.3.4	L'horloge interne.....	8
3.3.5	L'interrupteur « marche/arrêt ».....	8
3.4	Les actionneurs.....	8
3.4.1	Moteur directionnel horizontal Est-Ouest.....	8
3.4.2	Moteur directionnel vertical Sud-Nord.....	8
3.4.3	LED d' indication de l'état de fonctionnement de l'appareil.....	9
3.5	La chaîne de commande.....	9
3.6	L'autonomie énergétique.....	10
3.6.1	Le panneau solaire.....	10
3.6.2	Les batteries.....	10
3.6.3	La gestion de la batterie.....	10
3.6.4	La sortie USB.....	10
4	Boîtier et mécanismes.....	11
4.1	Socle étanche.....	11
4.2	Plateau de rotation horizontale.....	11
4.3	Bras motorisé vertical.....	12
	Annexe 1 : Programme de contrôle Arduino.....	13

1 Présentation générale

« L'énergie est notre avenir, économisons la ! »

Une devise qui pousse l'humanité à chercher des nouveaux modes de consommation, des nouvelles sources d'énergie.

L'énergie solaire pourrait fournir plus de milles fois l'énergie nécessaire au développement de nos activités. A condition qu'elle soit disponible là ou on a en besoin et quand on a besoin.

L'exploitation de l'immense potentiel de l'énergie solaire se heurte aux limites de notre technologie actuelle : rendement de conversion assez faible, disponibilité aléatoire, coûts d'exploitation exorbitants.

Les panneaux solaires photovoltaïques convertissent l'énergie solaire en énergie électrique facile à utiliser directement. Leur rendement de conversion dépend de l'orientation par rapport au soleil.

Afin d'augmenter son efficacité énergétique, le panneau solaire suivra la trajectoire apparente du soleil ; grâce à ses moteurs, il s'orientera afin de capter un maximum de lumière et maximiser la production d'énergie électrique à partir de l'énergie solaire.

Si le soleil manque pendant une courte période, le système de contrôle calculera sa position apparente ; son fonctionnement normal sera repris dès qu'il redeviendra visible.

Les mouvements du soleil pré-définis lui permettront de se repérer lors de l'absence de celui-ci, par exemple lors de la présence de nuages, de la nuit, ou d'une éclipse. Le panneau est donc autonome.

Ce projet met à profit des compétences scientifiques de mathématiques, technologie, sciences et vie de la terre, sciences physique et chimie. Il est développé par les élèves de 3e du Cours Secondaire d'Orsay.

1.1 Le panneau solaire photovoltaïque

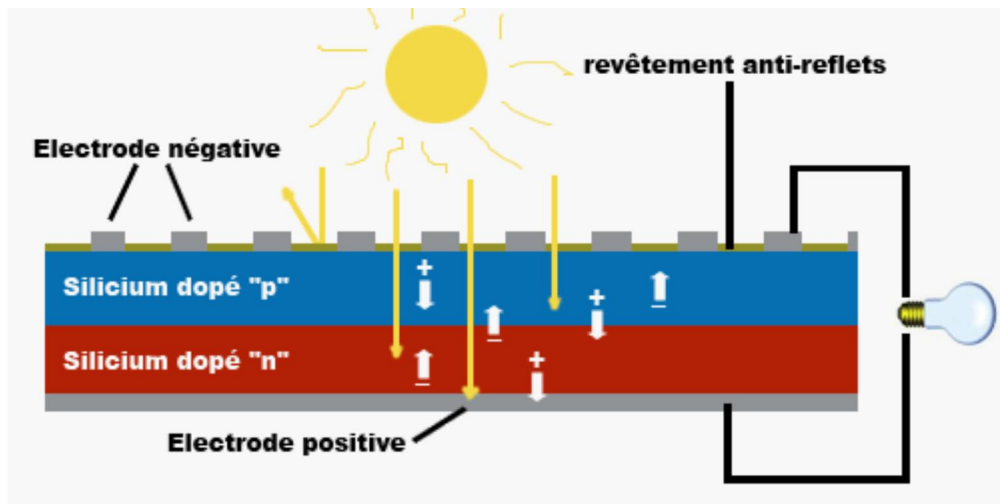
Avant tout, précisons qu'il existe deux types de panneau solaire, le panneau solaire thermique et le panneau solaire photovoltaïque. Cependant, c'est le dernier modèle qui nous intéresse ici.

L'idée de transformer l'énergie du soleil en énergie utilisable par l'Homme, qu'elle soit électrique ou thermique, date du XIXe siècle. Mais ce n'est qu'un siècle plus tard, lors de la recherche d'énergie pour la conquête spatiale, que les premières avancées voient vraiment le jour. Ainsi, ce n'est qu'à la fin du XXe siècle que les premiers panneaux sont mis en vente. Mais regardons d'abord comment un panneau solaire fonctionne.

Tout d'abord, il est important de noter qu'un panneau solaire repose sur l'effet photovoltaïque. Cette effet consiste à ce que lorsqu'un photon rentre en contact avec une cellule photovoltaïque, composée majoritairement d'un semi conducteur. Il lui donne de l'énergie aux électrons de ce matériau qui créent une tension. De plus, le semi-conducteur sert à renforcer la conduction.

La plupart des panneaux solaires utilisent du silicium comme semi-conducteur. Dans le panneau, celui-ci est partagé en deux couches, l'une où l'on a rajouté des atomes de phosphore (appelée "zone dopée n"), et l'autre des atomes de bores (appelée "zone dopée p"), pour améliorer la conduction. En effet, le phosphore est chargé d'un électron en plus que le silicium, à l'inverse du bore qui en contient un de moins. La zone « n » est donc négative et la zone « p » positive.

De cette façon, quand des rayons lumineux touches la zone « n », ils s'arrachent l'électron superflue du phosphore pour combler le trou de la zone « p ». Un panneau solaire fonctionne donc comme une pile, en forçant les électrons d'un côté à aller de l'autre. On adjoint également une couche anti-reflet pour une bonne absorption des photons.



Ainsi, un panneau solaire convertit les rayons du soleil en énergie, mais avec différents rendements, qui dépendent de la qualité du semi-conducteur utilisé (le silicium principalement). Il existe trois grandes qualités constituant les trois principaux types de cellules photovoltaïques: les cellules photovoltaïques amorphes, qui ont un coût de production faible mais un rendement faible (5 à 10%), les cellules photovoltaïques polycristallines ayant un coût de production moyen et un moyen rendement, et les cellules photovoltaïques monocristallines, ayant un très bon rendement mais chers à produire.

Actuellement, des filières de recherches cherchent à réduire le coût de productions de ce type de cellule photovoltaïques.

1.2 Position du soleil dans le ciel et solution adoptée

Calculer la position du soleil dans le ciel n'est pas une chose aisée. En effet, les calculs utilisés, sans parler du fait qu'ils contiennent beaucoup de fonctions trigonométriques, doivent prendre en compte différentes données, comme le mouvement de la terre autour du soleil (et donc la position du soleil en fonction de la période de l'année), la durée du jour, l'orientation des rayons du soleil face à un terrain, la déclinaison solaire (angle formé par la l'axe Terre-Soleil et le plan de l'équateur terrestre), les coordonnées horizontales du Soleil (hauteur angulaire, azimut), ainsi que la distance Terre-Soleil.

De plus, on peut noter que toutes ces variables dépendent aussi d'autres variables, comme le fait que la trajectoire de la terre n'est pas parfaitement circulaire (et que donc à certains moments, elle est plus proche du soleil et à d'autres moments plus éloignée, ce qui influe sur sa vitesse), que la Terre tourne sur elle-même mais avec un axe de rotation incliné, que la Terre ayant une atmosphère la lumière ne se diffuse pas de la même façon qu'une planète sans atmosphère, que l'heure de nos montres constituent une convention, se basant sur le temps moyen durant une année, mais qui est différent de l'heure solaire vraie (et elle doit se calculer si l'on veut être précis dans l'horloge interne). En sus, on pourrait parler de l'équation du temps, de l'angle horaire, ou de l'angle d'incidence des rayons du soleil à la surface.

Cependant, tous ces paramètres nous montre que la position du soleil est d'autant plus difficile à prédire que modéliser mathématiquement cette position est difficile, car les équations que l'on a sont précises dans une certaine mesure.

En effet, ces imperfections se retrouvent dans les systèmes de calendriers. Par exemple le calendrier grégorien a une année durant approximativement 365,2425 j, ce qui occasionne un décalage par rapport à l'année de notre calendrier, qui vaut 365,25 jours. Ainsi, il reste à rattraper 3 jours en 10000 ans.

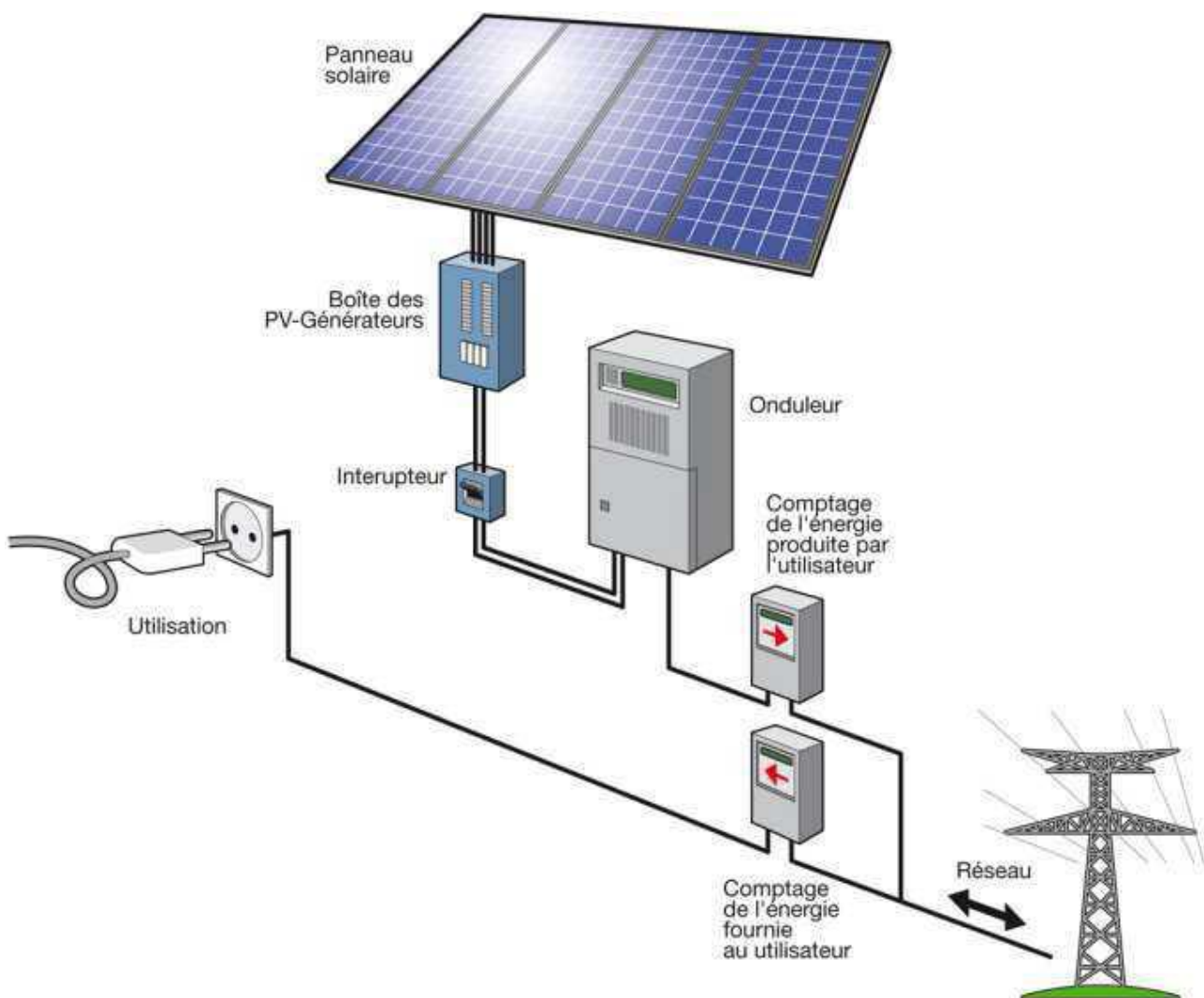
En outre, pour calculer la position du soleil, il faudrait programmer une horloge interne précise, ce qui est théoriquement possible, mais petit à petit faussé par d'inévitables changements dues à la précession des équinoxes, à la mutation de l'axe de rotation, à la variation de l'excentricité (variation de la distance entre les foyers dans l'ellipse), et à la précession planétaire (perturbations de la rotation du plan de l'écliptique et de l'orbite de notre planète).

De surcroît, ce sera une difficulté supplémentaire d'utiliser la mémoire en plus des autres utilisations que nous voulons en faire.

C'est pour ces raisons que nous avons choisis d'opter pour des capteurs photosensibles afin de réorienter le panneau sur un plan perpendiculaire aux rayons solaires.

1.3 Principe général de fonctionnement des panneaux photovoltaïques

1. Les panneaux solaires absorbent les rayons du soleil et les transforment en électricité (courant continu). La superficie des capteurs dépend de la surface disponible sur votre toiture et de la quantité d'électricité (kWh) qu'on souhaite produire annuellement. Les panneaux solaires sont installés de préférence en toiture dans le sens de la pente.
2. L'onduleur convertit le courant continu en courant alternatif, identique à celui distribué par le réseau.
3. Les panneaux solaires et l'onduleur sont raccordés au réseau électrique EDF par un compteur électrique spécifique qui comptabilise l'électricité produite pour la vente.



2 Étude du fonctionnement du panneau solaire orientable

2.1 Étude du besoin

Un panneau solaire permet de créer de l'énergie à partir de la lumière du soleil. Cet énergie renouvelable ne pollue pas. Néanmoins, la lumière étant très diffuse, il faut de grandes surfaces de panneaux pour assurer une puissance acceptable.

A qui rend-il service ?

Consommateur

Sur quoi agit-il ?

Besoin d'énergie

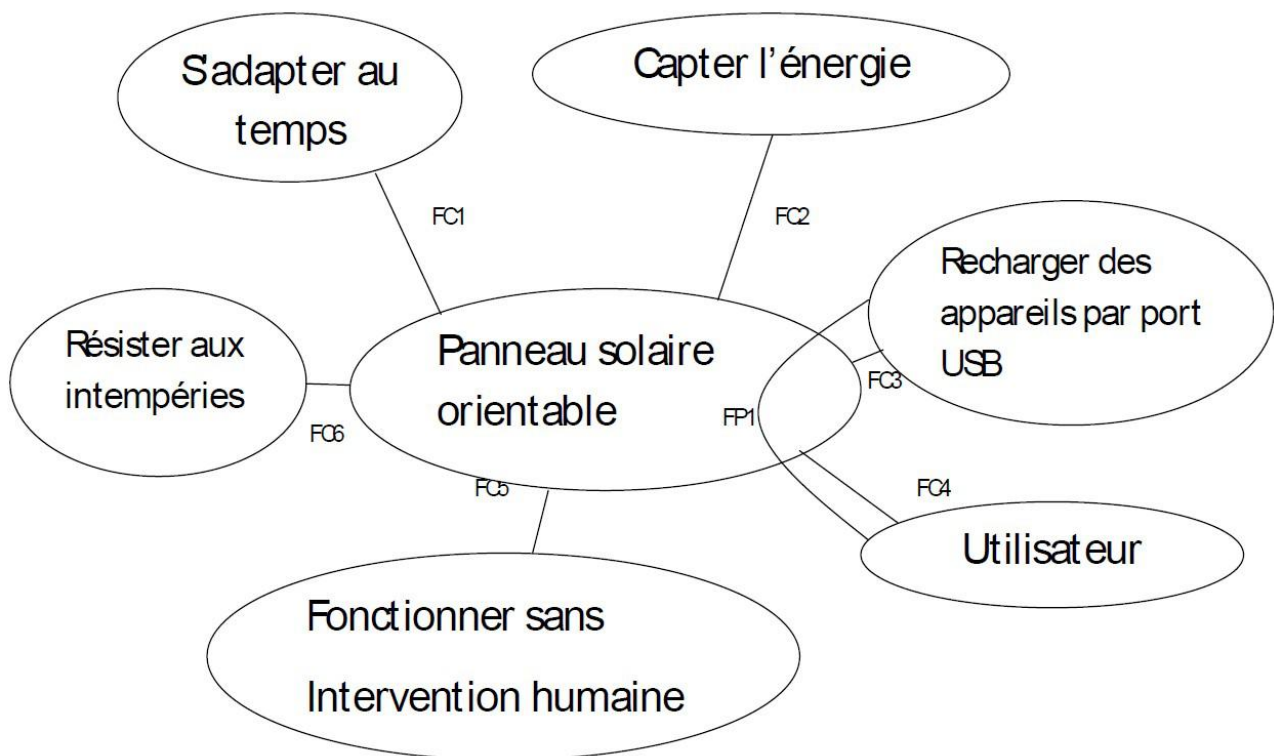
Panneau solaire

Dans quel but existe-t-il ?

Créer de l'énergie renouvelable à partir de l'énergie solaire, sans polluer.

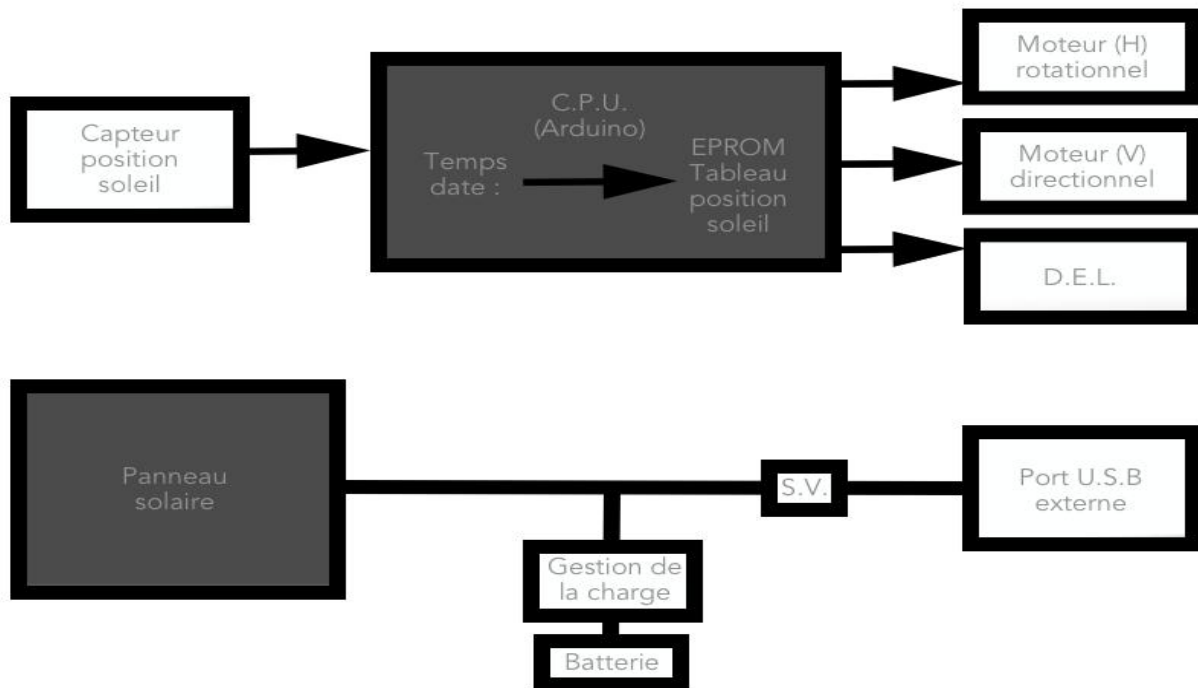
Le panneau solaire orientable permet à des particuliers de bénéficier de l'énergie solaire sans utiliser de grandes surfaces de panneaux. Notre prototype de panneau orientable permet d'assurer une puissance suffisante pour que chacun puisse recharger des batteries (piles rechargeables) ou des appareils possédant un port USB grâce à l'énergie solaire.

2.2 Analyse fonctionnelle



Description des fonctions contraintes		Critère d'appréciation	Niveau
FP 1	Convertir l'énergie solaire en électricité	Énergie produite	10 W
FC 1	S'adapter au temps	Suivre le soleil	Direction
FC 2	Capter l'énergie	Convertir l'énergie	Rendement
FC 3	Brancher des appareils au port USB	Nombre de ports USB	2
FC 4	Être facile à installer	Compétence utilisateur	Débutant
FC 5	Fonctionner sans intervention humaine	Autonomie	Domotique
FC 6	Résister aux intempéries	Matériaux	Protection

2.3 Schéma fonctionnel du panneau solaire orientable



2.4 Entrées

2.4.1 Le capteur solaire

Ce capteur solaire mesure l'intensité lumineuse du flux lumineux sur une direction perpendiculaire au panneau solaire. Les signaux électriques transmis à la carte programmable varient en fonction de la position du panneau solaire par rapport au soleil. Il permet à la carte programmable de connaître la position exacte du soleil et de suivre sa trajectoire apparente d'une manière optimale.

2.4.2 Les capteurs fin de course

Pour éviter la supra-sollicitation des moteurs, des capteurs sont installés en fin de course dans les systèmes de rotation horizontale Est-Ouest et de rotation verticale Sud-Nord :

- Arrêt du moteur de rotation horizontale Est
- Arrêt du moteur de rotation horizontale Ouest
- Arrêt du moteur de rotation verticale Sud

- Arrêt du moteur de rotation verticale Nord

2.4.3 Le tableau des positions du soleil enregistrées

Ce tableau permettra de connaître la position approchée du soleil en fonction de l'heure et de la date. Le panneau solaire continuera donc de parcourir une trajectoire correcte malgré l'absence de soleil (nuages, éclipse...).

2.4.4 L'horloge interne

Cette horloge permettra de connaître l'heure et la date exactes, afin de se référer au tableau des positions du soleil enregistrées.

2.4.5 L'interrupteur « marche/arrêt »

Cet interrupteur permettra à l'utilisateur d'arrêter le dispositif quand il le souhaite (l'horloge interne continuera tout de même à fonctionner).

2.5 Les actionneurs

2.5.1 Moteur directionnel horizontal Est-Ouest

Il sert à faire tourner la plate-forme sur laquelle sont installés :

- le bras du robot
- le moteur directionnel vertical,
- le panneau solaire et
- le capteur solaire.

La plate-forme tourne en plan horizontal sous un angle de 0° à 180° afin de pouvoir suivre le soleil d'Est en Ouest.

2.5.2 Moteur directionnel vertical Sud-Nord

Il sert à commander le bras du robot pour incliner le panneau solaire et le capteur solaire. Son mouvement est de rotation en plan vertical sous un angle de 0° à 90° pour pouvoir suivre le soleil qui se lève.

2.5.3 **LED d' indication de l'état de fonctionnement de l'appareil**

Elle s'allume pour indiquer que l'appareil est en marche et qu'il fonctionne.

2.6 **La chaîne de commande**

Fonction des informations recueillies par les capteurs, la carte programmable doit commander les actionneurs.

Entrée numérique	Commande de l'actionneur
Capteur fin de course Est	Arrêt du moteur de rotation horizontale et attente de l'arrivée du soleil au matin
Capteur fin de course Ouest	Arrêt du moteur de rotation horizontale et attente de la commande rotation vers l'Est
Capteur fin de course Sud	Arrêt du moteur de rotation verticale vers Sud
Capteur fin de course Nord	Arrêt du moteur de rotation verticale vers Nord
Horloge interne	Gestion et validation des commandes

Entrées analogiques	Commande de l'actionneur
Capteur solaire Central	Rien à faire
Capteur solaire Gauche	Rotation horizontale vers l'Est
Capteur solaire Droite	Rotation horizontale vers l'Ouest
Capteur solaire Bas	Rotation verticale vers le Sud
Capteur solaire Haut	Rotation horizontale vers le Nord

2.7 L'autonomie énergétique

2.7.1 Le panneau solaire

Ce panneau solaire alimente les batteries ainsi qu'une prise USB accessible sur le socle. Lorsqu'on branche un appareil, comme un téléphone, smartphone, tablette ou autre appareil photo, il sera chargé directement.

2.7.2 Les batteries

Ces batteries servent à stocker l'énergie électrique produite par le panneau solaire. En cas d'absence du soleil, elles assurent l'autonomie énergétique du panneau solaire orientable pour alimenter :

- la carte programmable et
- les deux moteurs pour la rotation horizontale et verticale.

2.7.3 *La gestion de la batterie*

Ce dispositif électronique permettra d'adapter la tension fournie par le panneau solaire pour charger les batteries et alimenter les appareils branchés à la prise USB. Il arrêtera la charge des batteries ou d'un appareil branché sur la sortie USB lorsqu'ils seront entièrement rechargés.

2.7.4 *La sortie USB*

Le panneau solaire rechargera directement et en priorité tout appareil branché à la prise USB. Si le soleil est absent, la charge de l'appareil se fait à partir des batteries.

3 Boîtier et mécanismes

3.1 Socle étanche

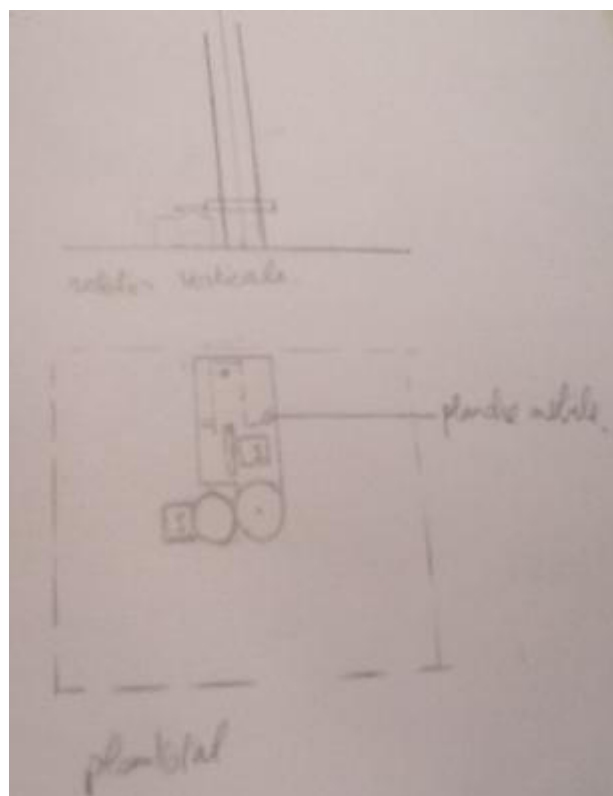
La base de la maquette du panneau solaire orientable est assurée par un socle étanche réalisé en bois récupéré à partir des palettes en fin de vie. Cette base loge et protège le circuit de commande et de contrôle ainsi que les batteries de stockage de l'énergie électrique produite.

Le poids des batteries assure une bonne stabilité de l'ensemble.

3.2 Plateau de rotation horizontale

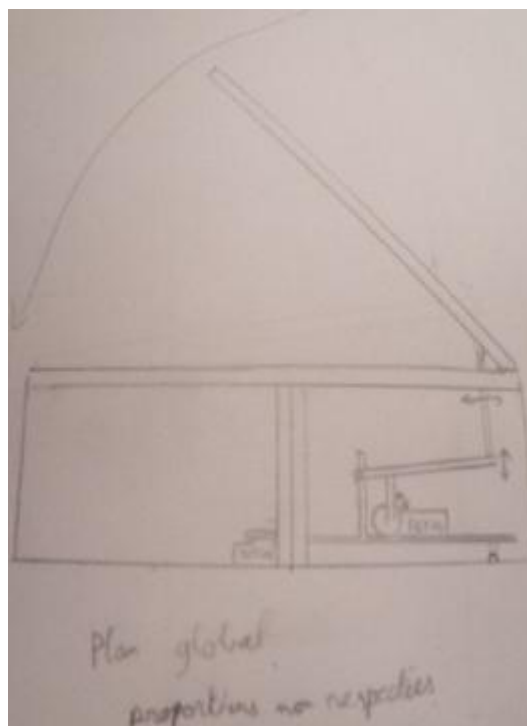
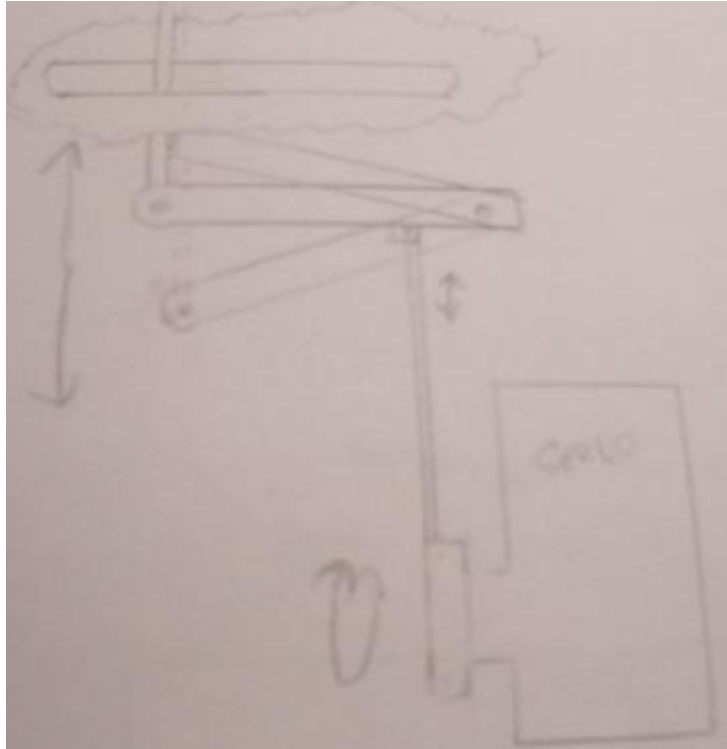
Ce plateau constitue la plate-forme qui soutient le mécanisme d'élévation verticale. Il tourne à l'horizontale autour d'un axe pour permettre au panneau solaire de suivre le mouvement du soleil de l'est à l'ouest. Pendant la nuit, il exécute une rotation de l'ouest à l'est afin de le mettre en position, prêt à démarrer le lendemain matin.

Pour faciliter son déplacement, le plateau horizontal glisse sur des roulements à billes. La rotation horizontale se fait à l'aide d'un moteur qui peut tourner dans les deux sens et entraîne par friction le plateau horizontal.



3.3 Élévation verticale

La commande verticale est assurée par une vis sans fin qui soulève ou baisse un coté du panneau solaire afin de lui permettre de suivre le soleil dans sa trajectoire apparente. Installé sur le plateau de rotation horizontale, il tourne solidairement avec.



Annexe 1 : Programme de contrôle Arduino