

TRACKER SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE



Tuteur : M. LARRAMENDY Philippe

REMERCIEMENTS

Nous souhaitons remercier l'ensemble des professeurs pour leur aide tout au long du projet.

Particulièrement M Philippe LARRAMENDY, tuteur de notre projet, ainsi que M LUTHON, directeur de la licence Ecologie Industrielle.

RESUME

Nous vous présentons dans ce rapport la démarche suivie afin de mettre en place un panneau solaire tracker de 150W sur le toit de l'iut de Bayonne, au pôle scientifique de Montaury.

Le but de ce projet est de pouvoir récupérer l'énergie électrique produite par le panneau solaire pour pouvoir la stocker dans une batterie, solidaire du coffret, et être par la suite utilisée pour alimenter une charge en tension alternative (230V / 50Hz).

Cela va permettre la mise en place d'un TP pour les DUT GIM avec une interface HTML/PHP afin que l'on puisse récupérer des mesures de courant et de tension en différents points. Il y aura également la possibilité de basculer sur un mode manuel permettant d'observer les variations de puissance suivant la position du panneau par rapport au soleil.

Le projet ayant été entamé l'année précédente, il sera question pour notre groupe de :

- Refaire la partie instrumentation à partir des études antérieures
- Mettre à jour le dossier technique
- Réaliser la programmation du raspberry
- Réaliser une interface web permettant l'accès aux manipulations programmées et informations répertoriées dans le raspberry.

ABSTRACT

This report project will present you the method chosen to set up a solar tracker of 150 Watts on the roof of the Montaury scientific pole of the Bayonne IUT.

The goal of this project is to recover the electric energy produced by the solar panel in order to stock it in a battery, connected to an electric box, to supply alternative electrical load in 230V / 50Hz.

The aim in the medium term is to set up a practical activity to the DUT GIM students with a web interface to recover the voltage and current density on different points of the electric circuit. We could equally take control of the servomotor to pilot the solar panel and watch the difference of power depending on the solar panel position compared to the position of the sun.

The project was started by last year students so we now have to :

- Redo the electrical instrumentation using the previous study
- Update the technical file
- Realize the Raspberry's programming
- Create the web interface which will allow us to have access to both the information and programming that are contained in the Raspberry

SOMMAIRE

Résumé

Abstract

1.	<i>Introduction</i>	1
2.	Présentation	2
	2.1 Principe de fonctionnement et principaux composants d'un système de production d'électricité photovoltaïque en site isolé	2
3.	Première partie : Equation du soleil	4
	3.1 Course apparente du soleil	4
	3.2 Equation mathématique	5
4.	Deuxième partie : Dossier technique	8
	4.1 Introduction	8
	4.2 Comparatif de l'armoire électrique	9
	4.3 Partie électricité continue	10
	4.4 Partie électricité alternatif	19
	4.5 Partie électronique	20
5.	Troisième partie : Programmation du Raspberry	25
	5.1 Langage Python	25
	5.2 Base de données MySQL	27
6.	Quatrième partie : Interface web graphique	30
7.	Conclusion	32
	<i>Bibliographie</i>	8
	<i>Liste des figures</i>	36
	<i>Liste des annexes</i>	38

1. Introduction

Il est en projet l'installation d'un « tracker » solaire photovoltaïque (150W) à deux axes sur le toit de l'IUT. L'énergie électrique récupérée à partir du panneau photovoltaïque sera en partie stockée dans une batterie, pour être par la suite utilisée pour alimenter une charge en tension alternative (230V/50Hz).

Notre groupe de projet devra prendre connaissance du travail déjà effectué par les deux groupes de projet de l'an passé et par la suite :

- finaliser la partie instrumentation,
- mettre à jour le dossier technique,
- réaliser d'une interface web pour la supervision du tracker.

Notre équipe est composée de 4 membres. Emmanuel PHAM est chef de projet, Jessica CROS et Clément OUDJEDI s'occupent de la partie technique, Jean PERRIN est en charge de la partie communication et Maxime LARRONDO est le secrétaire. La distribution des rôles et le planning prévisionnel ont été réalisés en début de projet.

Le terme “Panel tracking” est utilisé pour décrire les systèmes mécaniques mobiles sur lesquels peuvent être montés les panneaux solaires. Ces supports mobiles sont conçus pour ‘suivre’ la course du soleil afin d’optimiser tout au long de la journée, l’angle d’inclinaison et d’orientation du panneau face aux rayonnements du soleil. Ils permettent d’obtenir des améliorations du rendement de puissance de l’ordre de 15% en hiver et jusqu’à 35% en été.

2. Présentation :

2.1. Principe de fonctionnement et principaux composants d'un système de production d'électricité photovoltaïque en site isolé :

Certains sites, habitations ou autres, ne sont pas ou ne peuvent pas être reliés au réseau public de distribution car il est techniquement trop complexe d'étendre le réseau jusqu'à eux ou parce que le coût d'une telle opération n'est pas justifié par rapport à d'autres solutions existantes. Ces sites sont appelés « sites isolés »

Pour autant, il est souvent indispensable d'avoir accès à l'électricité afin d'assurer quelques services de base tels que l'éclairage, la production de froid, ou encore l'alimentation d'un poste de radio. Ces sites peuvent alors être alimentés en électricité par l'énergie solaire photovoltaïque.

Le principal inconvénient de la production d'électricité par panneau photovoltaïque est l'intermittence des périodes de production qui ne correspondent pas toujours aux heures de consommation . Un parc de batteries est installé pour stocker l'énergie produite. Les batteries sont chargées durant les périodes de jour afin de pouvoir alimenter le site la nuit ou les jours de très mauvais temps.

Un régulateur électronique (voir chapitre MPPT) est alors indispensable de manière à rechercher le point de puissance maximal du panneau solaire quel que soit les conditions (ensoleillement inclinaison du soleil etc.) afin d'avoir toujours le rendement maximum. Il sert aussi à ce que la quantité d'électricité, injectée ou soutirée, corresponde à la capacité des batteries installées.

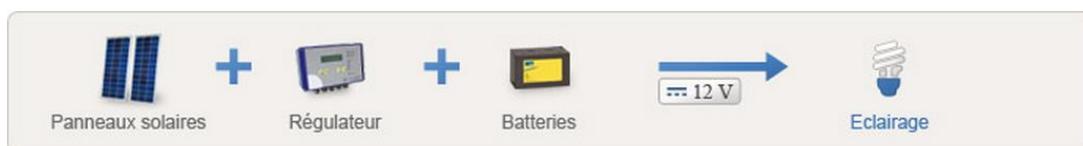
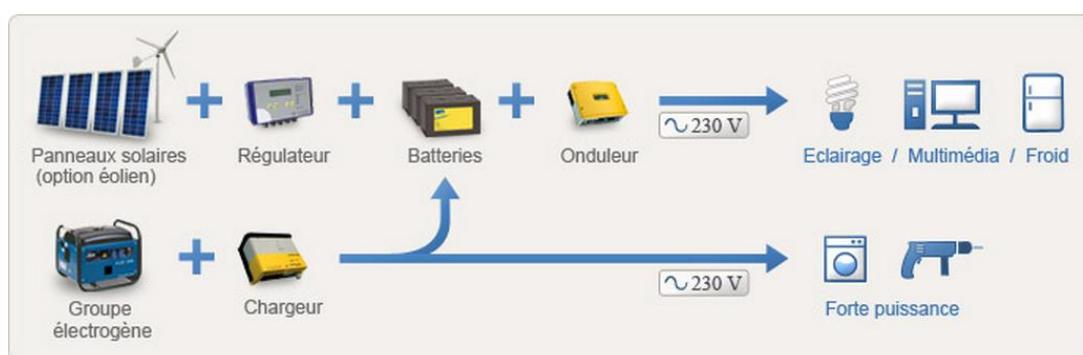


Figure 1 : Schéma simplifié d'un site isolé en production 12V continue

La plupart des appareils électriques de grande consommation fonctionnent en courant alternatif. Ces appareils nécessiteront un onduleur qui transformera le courant continu, produit par le système photovoltaïque, en courant alternatif. Dans notre cas nous souhaitons avoir une source de tension alternative sinusoïdale, nous avons donc installé un onduleur « pur sinus » qui a la particularité de délivrer une tension sinusoïdale pure contrairement à un onduleur de gamme plus moyenne qui délivre une tension de forme carrée ou semi-sinusoïdale.



Lors de longue période sans éclairage solaire, un générateur diesel peut être installé pour pallier la chute de production d'énergie dû à une longue période d'intempérie par exemple.



Le dimensionnement des composants d'un tel système est primordial pour assurer son efficacité, pour cela il est indispensable de bien recenser les besoins du site de manière à adapter la production. Combien d'appareils électriques seront utilisés ? Quelle est leur puissance ? Combien de temps par jour ? Combien de jours par an ?

3. Première partie : Equation de la position du soleil

Tout d'abord, pour pouvoir diriger le tracker photovoltaïque nous devons valider les équations qui permettent de connaître la position du soleil.

L'année dernière, le groupe qui s'occupait du positionnement du tracker n'a pas eu le temps de valider ses équations. Avant de les vérifier, nous devons d'abord effectuer des recherches pour comprendre à quoi correspondent ces équations. Puis nous avons cherché des sites internet qui permettent de calculer la position du soleil en fonction des coordonnées géographiques afin de pouvoir les comparer à nos résultats.

Nous allons nous servir des sites « Sunearthtools » et « Solartopo ».

3.1. Course apparente du soleil :

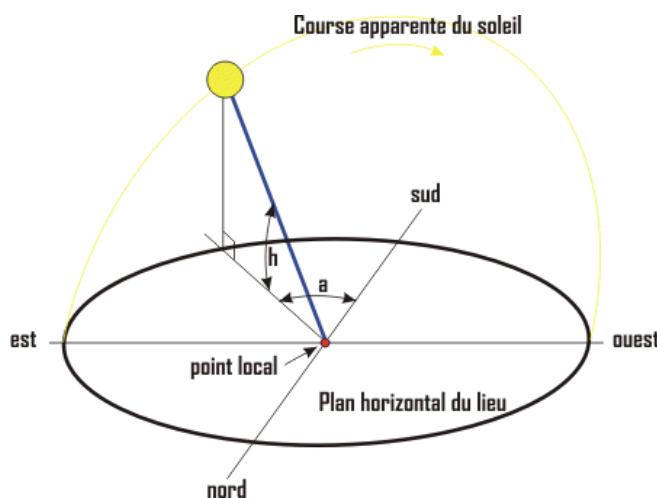


Figure 4 : Course apparente du soleil

Hauteur ou Elévation, h est la hauteur angulaire du Soleil sur l'horizon (plan vertical).

Azimut a, l'angle entre le sud et la projection au sol de la droite issue de la direction terre-soleil (plan horizontal).

Pour récupérer le plus d'énergie du soleil, il faut que les rayons soient perpendiculaires au panneau, pour cela nous avons besoin de connaître l'azimut et l'élévation afin d'adapter la position du panneau.

En effet, un tracker solaire sur deux axes permet d'améliorer de 35% le rendement de production par rapport à un panneau fixe.

L'axe horizontal sert à régler l'azimut, ce qui nous permet de suivre l'avancée du soleil dans la journée, tandis que l'axe vertical, pour l'élévation, permet d'être plus précis et de pouvoir régler l'orientation en fonction des saisons.

Pour calculer ces deux angles, nous devons effectuer des calculs intermédiaires et pour pouvoir les réaliser il faut connaître les coordonnées GPS du lieu, la date et l'heure.

Pour montrer les interactions entre les différentes équations vous trouverez un schéma ci-dessous.

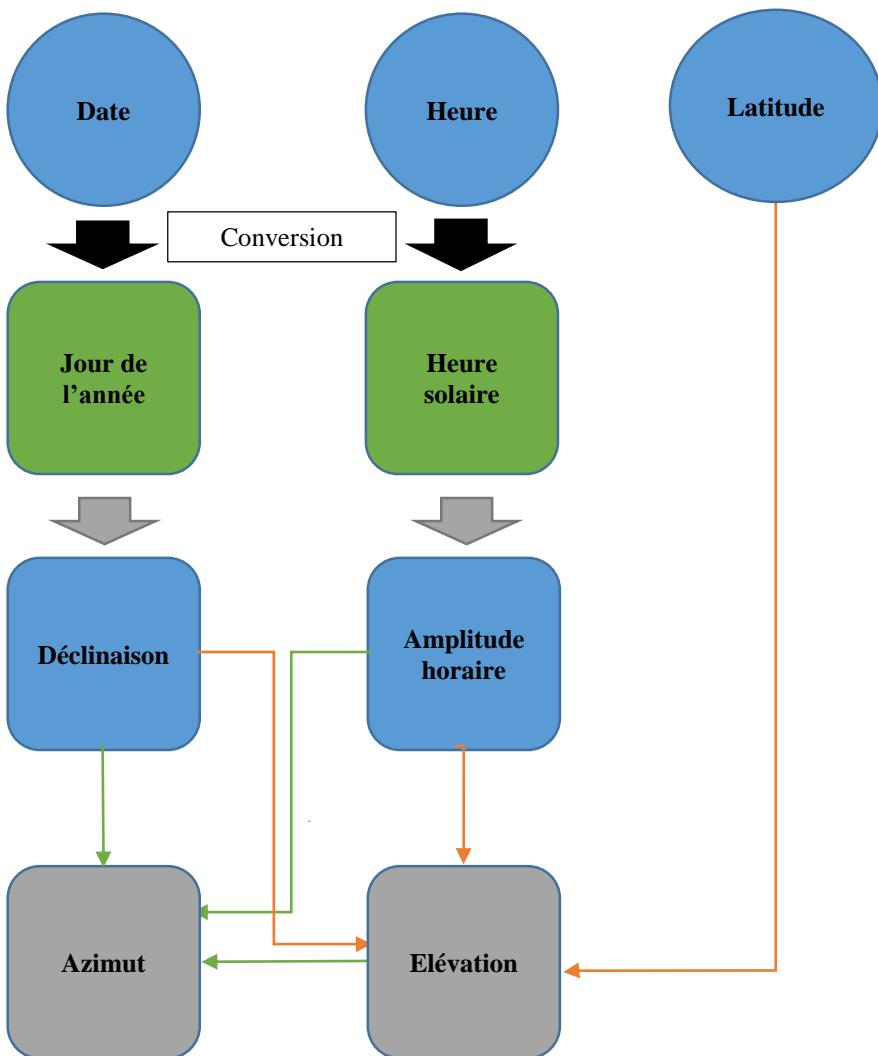


Figure 5 : Synoptique du fonctionnement des équations

3.2. Equation mathématique :

Nous avons placé les équations de l'année dernière dans un tableur Excel et nous avons constaté que les résultats étaient erronés par rapport aux différents sites spécialisés.

Nous avons alors décidé de regarder chaque équation une par une pour voir lesquelles n'étaient pas correctes.

La déclinaison, nous savons que pour le solstice d'été et le solstice d'hiver nous devons trouver un résultat de $+23.45^\circ$ le 22 juin et -23.45° le 22 décembre, ce qui n'est pas le cas. Après avoir fait une comparaison des différentes équations, nous décidons de prendre la formule $\text{Dec} = 23.45 * \sin(2\pi * (\frac{J+284}{365}))$.

Pour **l'élévation**, nous savons que le jour des équinoxes (21 mars et 23 septembre) le soleil atteint à midi une altitude solaire égale à 90° – la latitude d'où l'**Élévation= 45°**. Par contre, l'altitude au zénith du soleil sera de $23^\circ 45'$ supérieures à cette valeur au solstice d'été soit une **Élévation de 69°** et de $23^\circ 45'$ inférieure au solstice d'hiver. Nous pouvons en conclure que l'équation de l'élévation est correcte.

Formule : **Elévation = sin-1(sin(Lat)*sin (dec) +cos(Lat)*cos (dec)*cos(Ah))**.

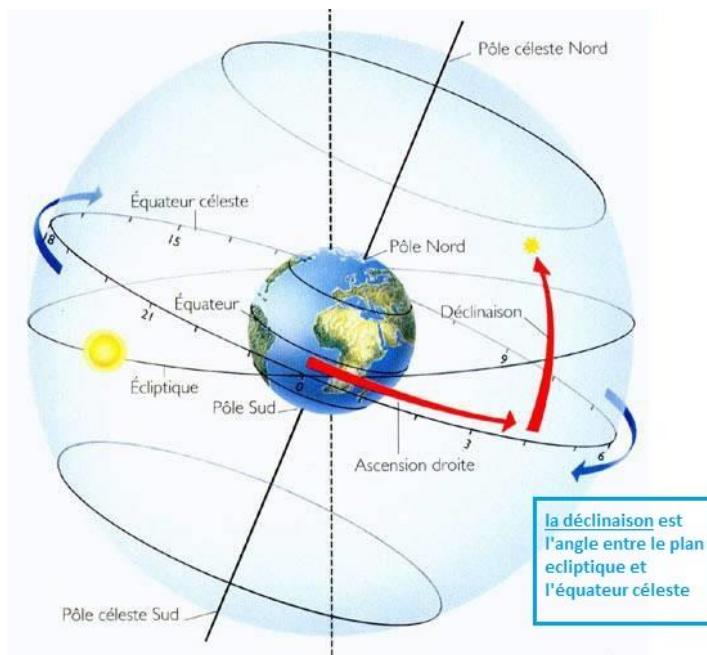


Figure 6 : Représentation des différentes

En ce qui concerne **l'azimut**, les résultats ne sont pas cohérents. Ni par rapport aux résultats des sites internet, ni quand on réalise un graphique de l'élévation par rapport à l'azimut, la course du soleil n'a pas la bonne trajectoire, il y a des incohérences. Après avoir effectué diverses recherches, nous nous sommes rendu compte que l'équation que nous avions donnait un angle par rapport au Nord alors que nous l'utilisions pour un angle par rapport au Sud.

Après avoir procédé aux modifications, nous avons de nouveau comparé les résultats avec le site Sunearthtools pour les valider.

Azimut = sin-1((cos (dec)*sin(Ah))/cos(H)) (Equation par rapport au nord).

Les modifications sont, si l'amplitude horaire est comprise entre :

- $-\pi < A_h < \frac{-\pi}{3}$ alors **Azimut * -1**,
- $\frac{-\pi}{3} < A_h \leq \frac{\pi}{3}$ alors **Azimut + π**,
- Sinon **Azimut * -1 + (2 * π)**.

Après la validation de toutes les équations, nous avons réalisé des courbes qui représentent la course apparente du soleil dans le ciel sur le tableur Excel, Elévation par rapport à l'Azimut.

L'heure solaire correspond au moment où à 12h le centre du Soleil passe dans le plan méridien local.

La déclinaison est l'angle entre le plan de l'équateur céleste et la direction de l'objet observé.

Amplitude horaire, l'angle entre la position actuelle du plan méridien local et la position de ce même méridien à midi heure solaire.

Nous pouvons voir sur ce graphique la course du soleil au solstice d'été qui correspond au moment où le soleil est le plus haut dans le ciel et la course au solstice d'hiver, c'est le plus bas niveau du soleil.

Avec ces courbes, nous pouvons constater l'intérêt de pouvoir adapter l'angle de l'élévation en fonction des saisons pour améliorer la production du panneau par rapport à un tracker avec un seul axe de rotation.

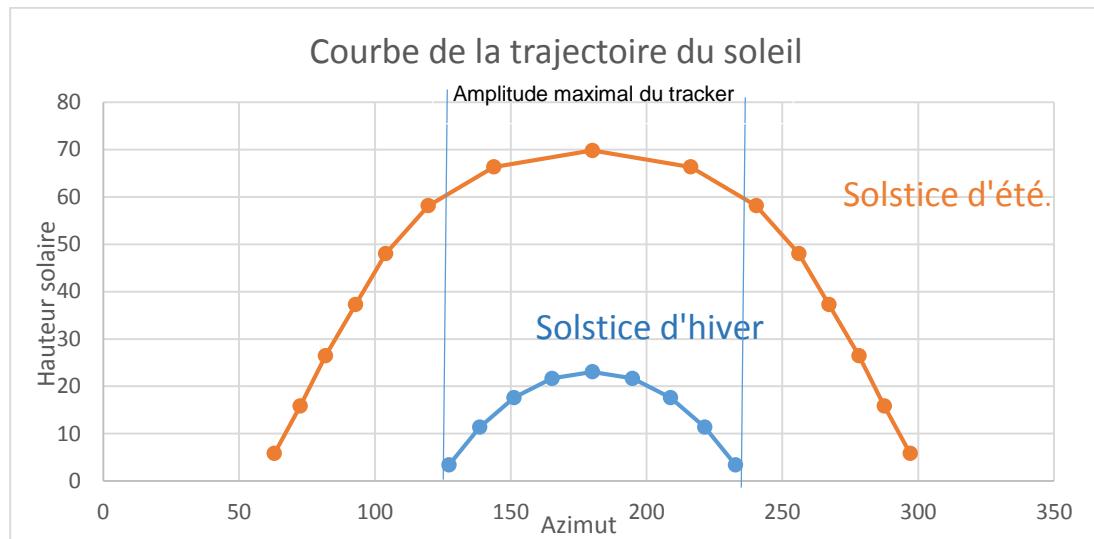


Figure 7 Courbe de la trajectoire du soleil.

Ensuite, nous avons réalisé un comparatif entre nos résultats et ceux de Sunearthtools. La partie où nous avons le plus grand écart d'erreur est le moment du lever du soleil et du coucher du soleil. Dans notre cas, cela ne pose pas de problème car le tracker solaire ne peut pas suivre toute la course du soleil, l'axe de l'azimut n'a qu'une amplitude de 96° (soit entre 132° et 228°).

Il aurait été possible de prendre des équations plus précises mais elles demandaient des calculs supplémentaires et elles étaient trop difficiles à mettre en œuvre.

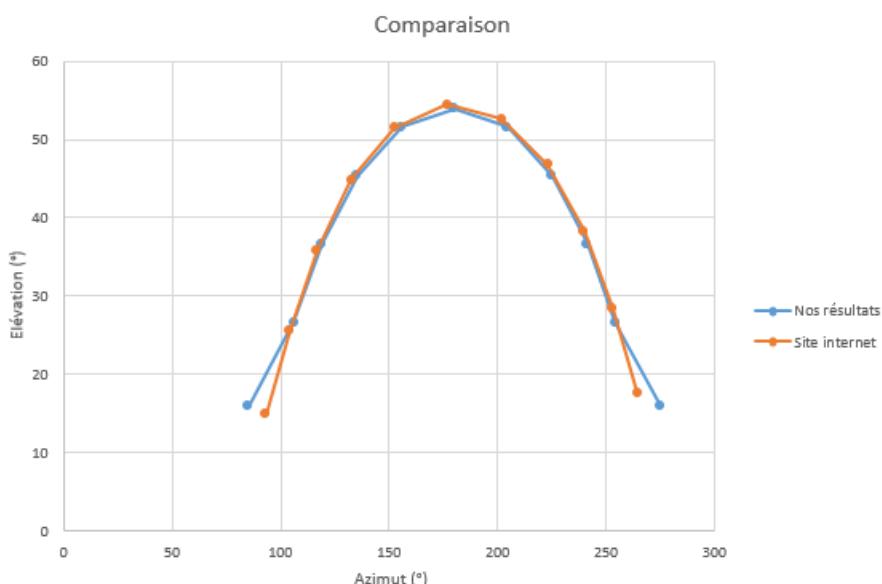


Figure 7' : Comparaison de nos résultats et du site internet.

4. Deuxième partie : Dossier technique

4.1. Introduction :

Il nous a été demandé de mettre en place une gestion par une interface HTML avec une récupération des mesures de courant et tension en divers endroits du circuit. Auparavant, le système comprenait un unique relais qui commandait une charge variable ainsi qu'un duo de carte « arduino » dont la première servait à la récupération d'information tandis que la deuxième servait à la communication. Nous avons mis en place, modifié ou remplacé :

- 5 Relais :

- + 2 pour le shuntage du MPPT pour faire une liaison directe entre le panneau et la charge
- + 1 pour isoler l'onduleur lorsque l'on ne l'utilise pas car même à l'arrêt il consomme de l'énergie
- + 2 pour commander l'alimentation des lampes

- 2 Lampes 60W : Placées après l'onduleur et mises en place derrière l'armoire.

Pour le traitement des infos capteurs nous avons remplacé la carte « arduino » par une carte arduino Nano directement intégrée dans un circuit imprimé, positionnée dans un boitier, rassemblant tous les capteurs, reliée par usb au « raspberry » et permettant, entre autre, la commande de la charge.

Une carte d'aquisition électronique sera ajoutée. Elle sera composée principalement d'un capteur de courant similaire à ceux déjà installés. Il s'agira d'un module complémentaire qui servira à récupérer le courant et la tension des lampes

4.2. Comparatif de l'armoire électrique :

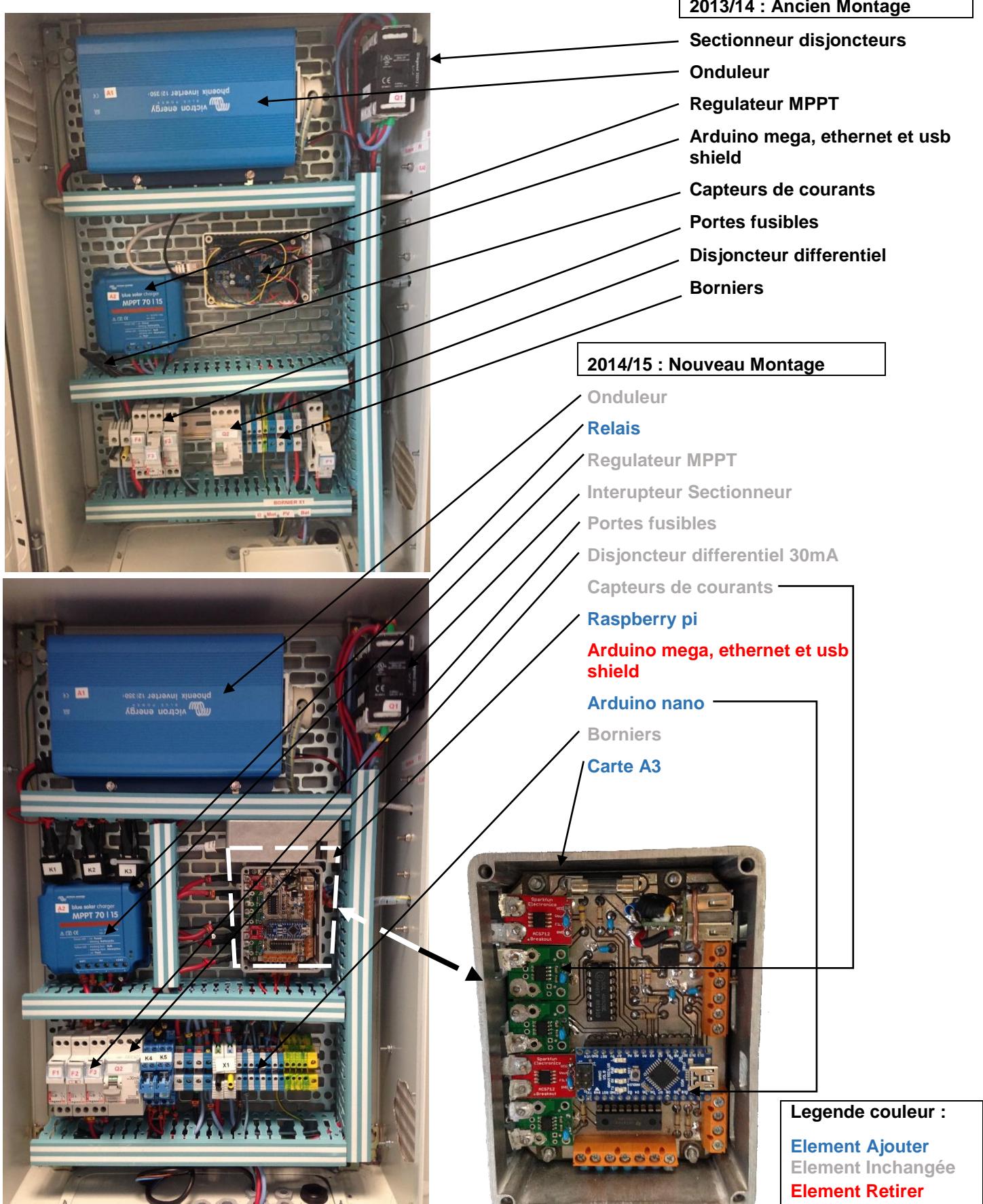


Figure 8 Comparatif de l'armoire électrique

4.3. Partie Continu

4.3.1. Le photovoltaïque :

Généralités :

L'énergie solaire photovoltaïque est obtenue en transformant l'énergie lumineuse du soleil en électricité. L'énergie solaire est l'énergie transmise par le Soleil sous la forme de lumière et de chaleur. Cette énergie est virtuellement inépuisable à l'échelle des temps humains, ce qui lui vaut d'être classée parmi les énergies renouvelables (même si le Soleil disparaîtra un jour).

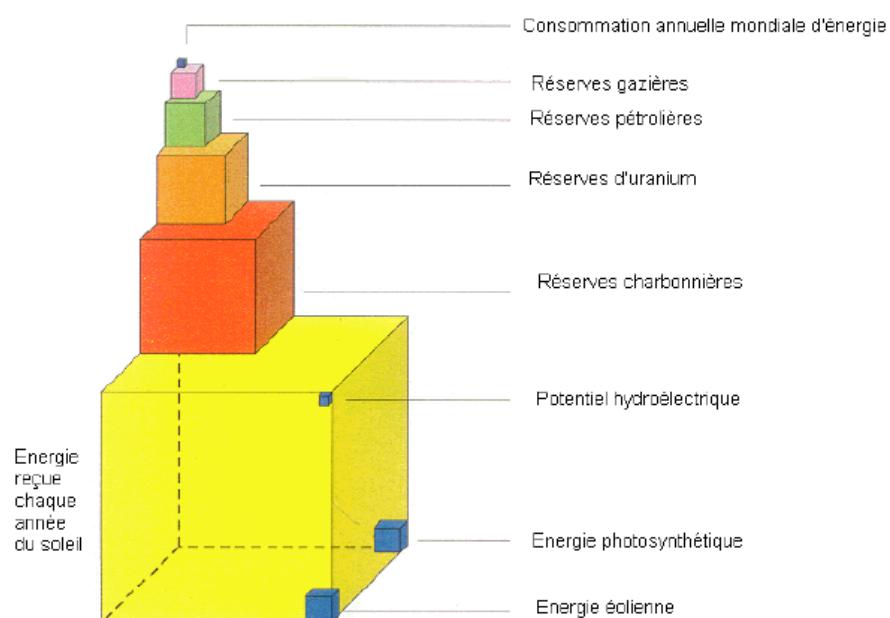


Figure 9 Graphique représentant l'énergie solaire (photoélectrique) par rapport aux réserves des autres énergies disponibles

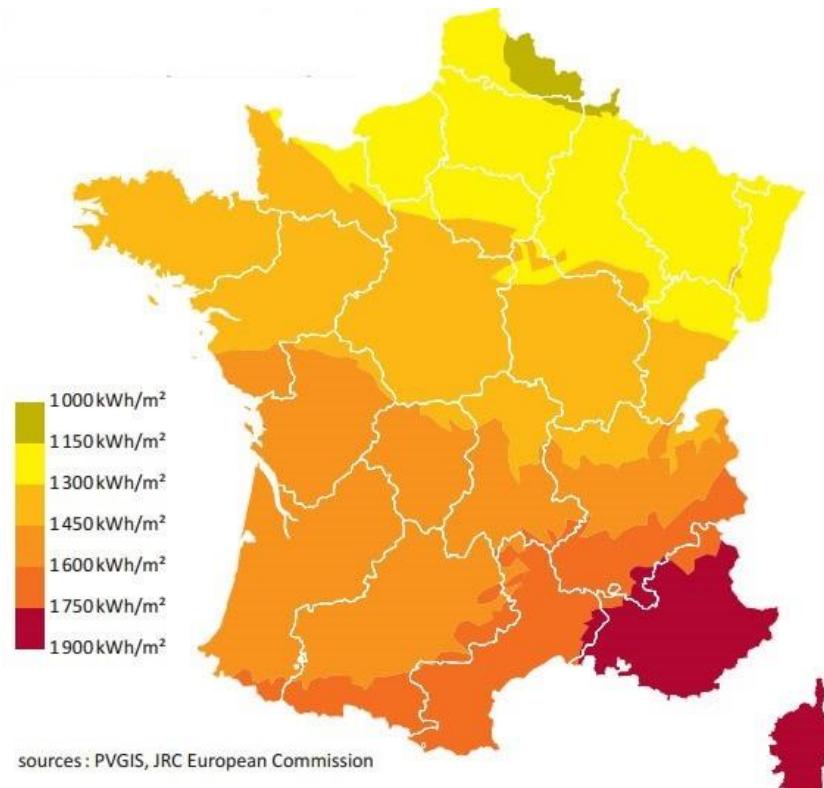


Figure 10 Quantité d'énergie solaire reçue en kWh par m² de surface en France métropolitaine par an.

4.3.2. Fonctionnement d'un panneau solaire :

L'effet photovoltaïque est un des effets photoélectriques. Il est mis en œuvre dans les cellules photovoltaïques pour produire de l'électricité à partir du rayonnement solaire. L'effet photovoltaïque a été découvert par le physicien français Antoine Becquerel et présenté à l'académie des sciences fin 1839.

L'effet photovoltaïque est obtenu par absorption des photons dans un matériau semi-conducteur qui génère alors des paires électrons-trous créant une tension électrique. Plusieurs types de composants peuvent être créés à partir de ce principe. Ils sont appelés photodiodes, phototransistors ou des photopiles.

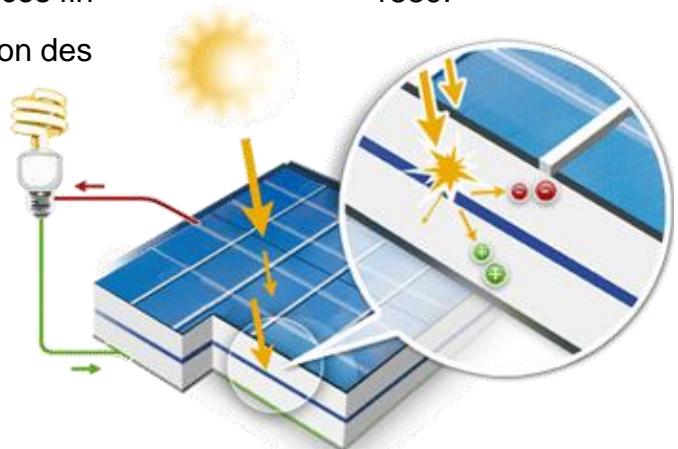


Figure 11 Schéma technologique d'un panneau photovoltaïque

4.3.3. Les différents types de cellule photovoltaïque :

Il existe plusieurs technologies de cellule photovoltaïque. Sur notre système, nous sommes munis d'un panneau monocristallin. Nous allons voir par la suite quels sont les avantages et les inconvénients par rapport aux autres technologies du marché.

Cellule photovoltaïque en silicium monocristallin :



Lors du refroidissement, le silicium fondu se solidifie en ne formant qu'un seul cristal de grande dimension. On découpe ensuite le cristal en fines tranches qui donneront les cellules. Ces cellules sont en général d'un bleu uniforme. C'est ce type de cellule qui est présente sur notre système.

Part de marché : 38%



Avantages :

- bon rendement, de 14 % à 16 % ($\sim 150 \text{ Wc/m}^2$) ;
- nombre de fabricants élevé.



Inconvénients :

- coût élevé ;
- rendement plus faible sous un faible éclairement ou un éclairement diffus ;
- baisse du rendement quand la température augmente.

Cellule photovoltaïque en silicium amorphe :



Les cellules photovoltaïques en silicium amorphe sont fabriquées par dépôts sous vide, à partir de plusieurs gaz. La cellule est gris très foncé. C'est la cellule des calculatrices et des montres dites « solaires ».

Part de marché : 6%



Avantages :

- fonctionne avec un éclairement faible ou diffus (même par temps couvert, y compris sous éclairage artificiel de 20 à 3000 lux),
- un peu moins chère que les autres techniques,
- intégration sur supports souples ou rigides.

Inconvénients :

- rendement faible en plein soleil, de 5 % à 7 %,
- nécessité de couvrir des surfaces plus importantes que lors de l'utilisation de silicium cristallin (ratio W/m² plus faible, environ 60 Wc/m²),
- performances qui diminuent avec le temps dans les premiers mois d'exposition à la lumière naturelle (3-6 mois), pour se stabiliser ensuite (-10 à 20 % selon la structure de la jonction).

Cellule photovoltaïque en silicium poly cristallin :



Pendant le refroidissement du silicium dans une lingotière, il se forme plusieurs cristaux. La cellule photovoltaïque est d'aspect bleuté, mais pas uniforme, on distingue des motifs créés par les différents cristaux.

Part de marché : 52%



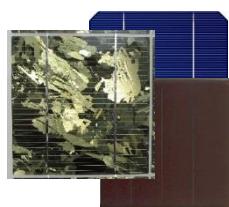
Avantages :

- cellule carrée (à coins arrondis dans le cas du Si monocristallin) permettant un meilleur foisonnement dans un module,
- bon rendement de conversion, environ 100 Wc/m² (voire plus), mais cependant un peu moins bon que pour le monocristallin,
- rendement de 9 à 11 %
- lingot moins cher à produire que le monocristallin.

Inconvénients :

- rendement faible sous un faible éclairement ou soleil diffus

Cellule photovoltaïque tandem :



Empilement monolithique de deux cellules simples. En combinant deux cellules (couche mince de silicium amorphe sur silicium cristallin par exemple) absorbant dans des domaines spectraux connexes, on améliore le rendement théorique par rapport à des cellules simples distinctes, qu'elles soient amorphes, cristallines ou microcristallines.



Avantages :

- sensibilité élevée sur une large plage de longueur d'onde (voir graphique ci-contre). Excellent rendement.



Inconvénients :

- coût élevé dû à la superposition de deux cellules.

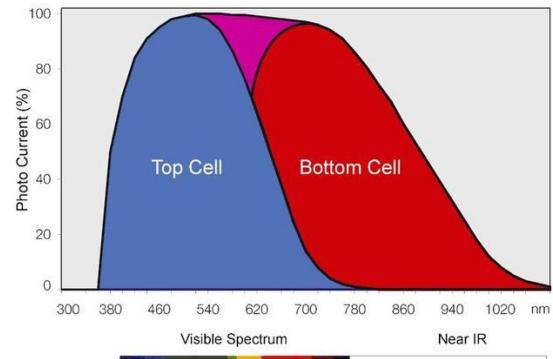


Figure 12 Graphique illustrant le spectre d'absorption des cellules tandem.

4.3.4. Présentation et fonctionnement du MPPT :

4.3.4.1. Généralité :

Un générateur photovoltaïque est un générateur qui est fortement non linéaire. En conséquence, pour un même éclairement, la puissance délivrée sera différente selon la charge. Un contrôleur MPPT permet donc de piloter le convertisseur statique reliant la charge (une batterie par exemple) et le panneau photovoltaïque de manière à fournir en permanence le maximum de puissance à la charge (la batterie).

Une cellule solaire, comme une batterie, n'est pas, par nature, « intelligente ».

La majorité des panneaux solaires sont conçus pour produire, en théorie, un courant ayant une tension nominale de 12 Volts. En réalité la plupart de ces panneaux peuvent produire un courant dont la tension varie entre 16 Volts et 36 Volts.

Le problème réside dans le fait qu'une batterie fonctionne généralement avec une tension nominale de 12 Volts. Plus précisément entre 10,5 Volts et 12,7 Volts en fonction de son état de charge. Une batterie, lorsqu'elle est en charge, a besoin de 13,2 Volts à 14,2 Volts pour pouvoir se recharger complètement.

Ces valeurs sont sensiblement différentes des valeurs nominales produites par la plupart des panneaux solaires photovoltaïques.

Un régulateur MPPT (Maximum Power Point Tracking), ou « recherche du point de puissance maximum » en français, est un convertisseur électrique DC-DC qui optimise en permanence les paramètres électriques de fonctionnement entre les 3 systèmes suivants :

- Le système photovoltaïque (constitué de un ou plusieurs panneaux solaires)
- Le dispositif batterie (composé d'une ou plusieurs batteries)
- Les applications utilisant l'énergie (moteur, pompe, éclairage, réfrigérateur, etc.)

Un régulateur MPPT recherche le point de puissance maximum, dont la valeur diffère de la valeur des tests en conditions standard dans presque toutes les situations.

Les régulateurs MPPT sont plus efficaces en Hiver (basses températures) et/ou temps nuageux ou brumeux. La chaleur faisant fluctuer la puissance produite par le panneau (plus la température est basse plus la puissance produite est importante et plus la température est élevée plus la puissance produite diminue).

- Par temps froid les panneaux solaires délivrent plus de puissance, mais sans l'emploi d'un régulateur MPPT, la quantité de puissance perdue est supérieure à celle récupérée en plus.
- Batterie faiblement chargée. Plus le niveau de charge de votre dispositif batterie est bas, plus le régulateur MPPT alimente celui-ci en courant électrique.

Le MPPT prend le courant continu dans les panneaux solaires, le transforme en courant alternatif haute fréquence, et le convertit à nouveau en un courant continu. C'est un convertisseur DC-DC.

Les systèmes de recherche du point de puissance (et tous les convertisseurs DC vers DC) fonctionnent sur le même principe : ils prennent le courant continu, le convertissent en courant alternatif (via un transformateur de type toroïdal) et le convertissent à nouveau en courant continu à la sortie du régulateur dont la tension et l'intensité sont parfaitement adaptées au dispositif batterie.

Ce processus est entièrement électronique dans la plupart des convertisseurs DC/DC classiques. Ces systèmes ne nécessitent pas vraiment d' « intelligence » à l'exception de la phase de conversion lors de la régulation de sortie.

Les régulateurs de charge MPPT des panneaux solaires nécessitent, quant à eux, beaucoup plus d' « intelligence » étant donné les variations intempestives de :

- l'intensité du rayonnement solaire,
- la température extérieure
- la tension du dispositif batterie.

Remarque : *Il existe aujourd'hui plusieurs régulateurs MPPT analogiques. Ils sont plus faciles à concevoir et moins coûteux à produire que les régulateurs MPPT numériques. Ces régulateurs améliorent le rendement des panneaux, mais leur efficacité est très variable. Il arrive qu'ils perdent leur point de puissance, engendrant ainsi un rendement très mauvais. Cela peut arriver de façon occasionnelle si un nuage passe au-dessus des panneaux solaires. Le circuit linéaire recherche alors le point de puissance suivant, se cale dessus, mais est incapable de revenir au point précédent lorsque le nuage disparaît et que le soleil revient. Heureusement, cela n'arrive pas trop souvent.*

4.3.4.2. La régulation du MPPT

La plupart des nouveaux modèles de régulateurs MPPT disponibles sont pilotés et contrôlés par un microprocesseur. Ces nouveaux régulateurs savent quand et comment ajuster le signal électrique en sortie (envoyé à la batterie). Ils sont capables d'interrompre l'alimentation pendant quelques microsecondes afin d'analyser le dispositif d'alimentation (panneaux solaires) et le dispositif batterie afin de réaliser les ajustements nécessaires (optimisation et réglage des paramètres de conversion du courant).

Bien qu'ils ne soient pas vraiment nouveaux (ce type de régulateurs existe depuis 1985), la baisse des coûts des microprocesseurs les ont rendus accessibles pour les installations de tailles plus modestes (installations inférieures à 1 kW). L'apparition de nouveaux régulateurs tels que les FM60 et FM80 de Outback Power Systems a finalement permis de casser les barrières du rapport qualité/prix.

4.3.4.3. Manipulation

Une manipulation a été effectuée sur le logiciel Matlab pour pouvoir illustrer l'utilité du MPPT :

Données du panneau photovoltaïque :

Voc (tension nominal) : 22V.
17V.

Pm (puissance nominal) : 150W.
7.5A.

Vmp (tension en court circuit) :

Icc (courant de court circuit) :

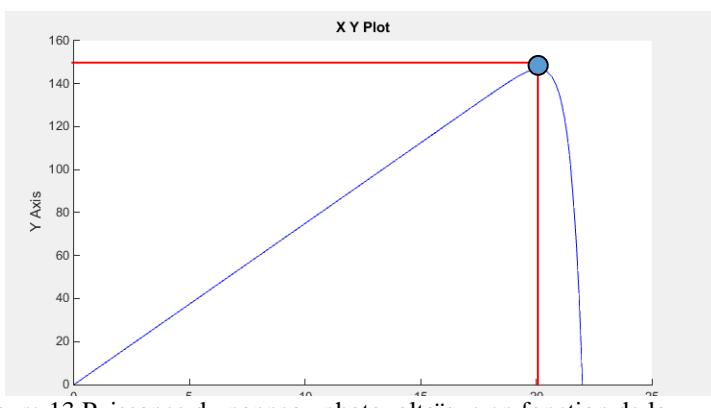


Figure 13 Puissance du panneau photovoltaïque en fonction de la tension Pour un ensoleillement de 1000w/m².

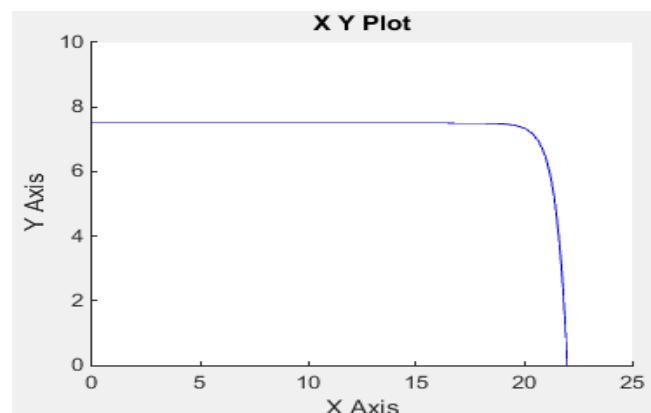


Figure 14 Intensité du panneau photovoltaïque en fonction de la tension Pour un ensoleillement de 1000w/m².

$$P = U^2/R \rightarrow R = 20^2/15$$

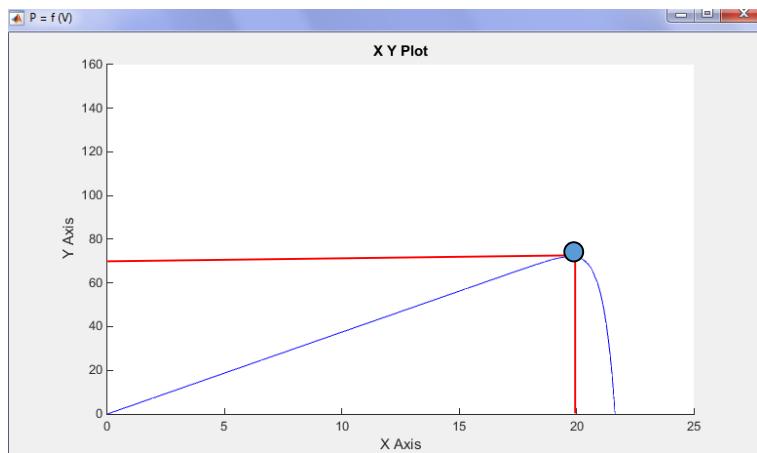


Figure 15 Puissance du panneau photovoltaïque en fonction de la tension Pour un ensoleillement de 500w/m².

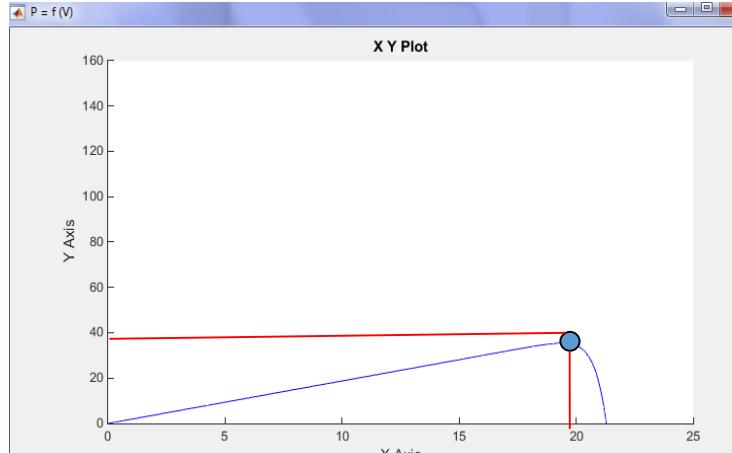


Figure 16 Puissance du panneau photovoltaïque en fonction de la tension Pour un ensoleillement de 250w/m².

$$P = U^2/R \rightarrow R = 20^2/70 = 5.71 \text{ ohms.}$$

$$P = U^2/R \rightarrow R = 20^2/40 = 10 \text{ ohms.}$$

Nous remarquons bien que la valeur de la résistance varie en fonction de l'ensoleillement pour une puissance max et que plus l'ensoleillement est faible plus la résistance doit être importante.

Le MPPT fait varier cette résistance afin de tirer la puissance max en fonction de la charge et de la batterie.

Remarques : L'irradiance solaire moyenne hors atmosphère est 1 367 W/m². En tenant compte de l'alternance jour nuit, de la latitude, de l'altitude et des conditions climatiques, l'irradiance solaire varie de zéro à environ 1000 W/m² au niveau du sol. En moyenne sur l'année, l'irradiance sur terre est de 188 W/m² (1 650 kWh/m² par an) et elle varie de 85 à 350 W/m² (750 à 2550 kWh/m² par an).

4.3.5. Fonction sans MPPT :

Grace aux relais K1 et K2 nous avons la possibilité de shunter le MPPT afin de pouvoir réaliser des mesures et des essais afin de répondre aux exigences de la mise en place d'un TP découverte du panneau solaire l'an prochain.

4.3.6. Fonction avec MPPT :

En fonctionnement normal le MPPT calcule en temps réel le point maximal de rendement du panneau solaire en fonction de la batterie et la charge afin de tirer le maximum de puissance du panneau tout en fournissant la tension et le courant adapté pour la charge de la batterie.

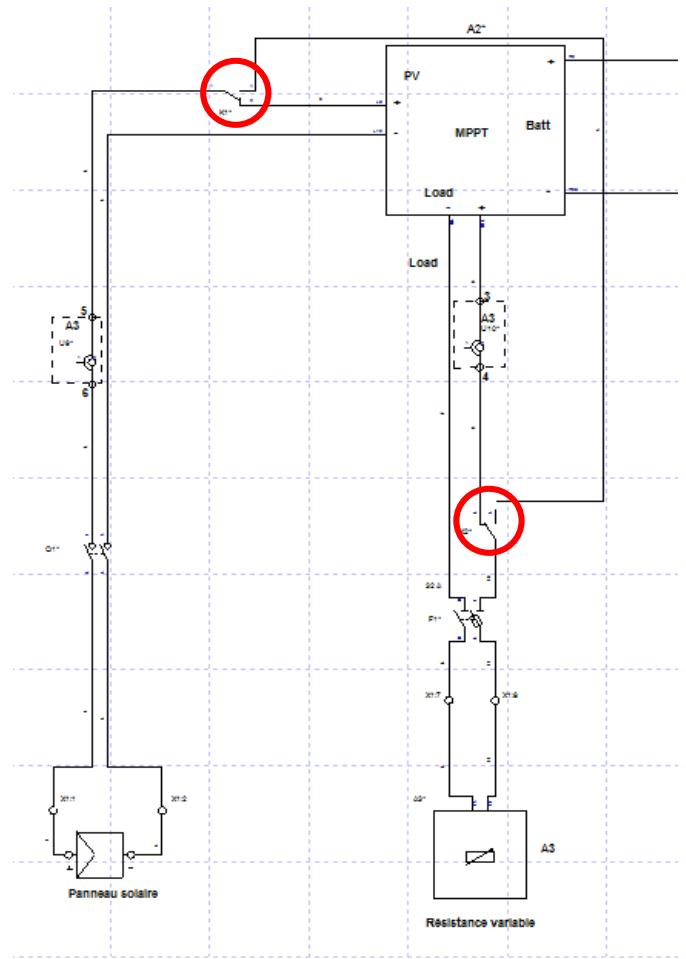


Figure 15 Schéma avec ou sans le MPPT

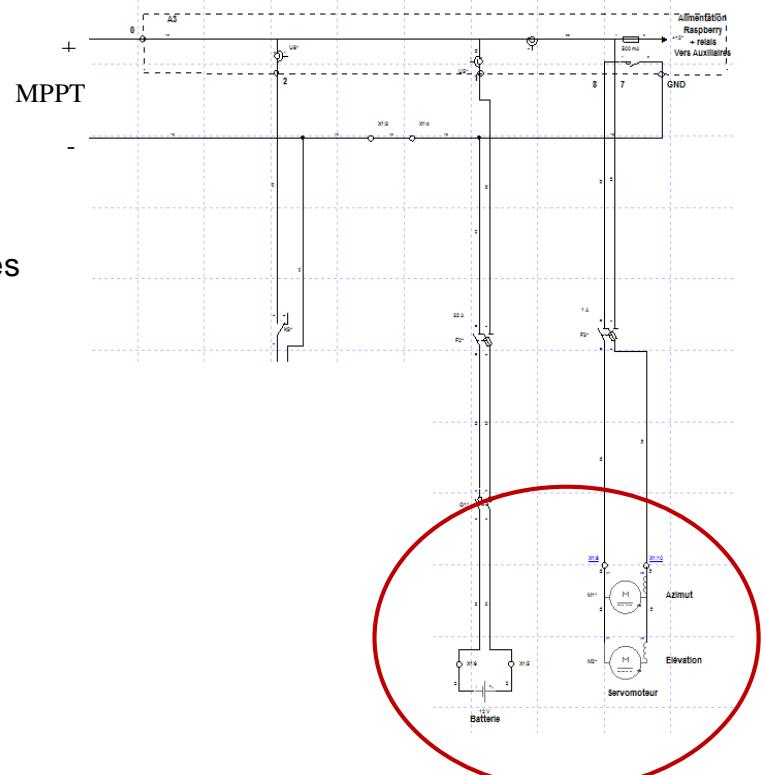


Figure 16 Schéma visualisation batterie et servomoteur

4.4. Partie alternatif :

4.4.1. Onduleur :

4.4.1.1. Présentation :

Un onduleur est un dispositif permettant de transformer en alternatif une énergie électrique de type continu. Il est utilisé en électrotechnique pour :

- Soit fournir des tensions ou courants alternatifs de fréquence et amplitude variables. Ex : C'est le cas des onduleurs servant à alimenter des moteurs à courant alternatif devant tourner à vitesse variable par exemple (la vitesse est liée à la fréquence des courants qui traversent la machine).

- Soit fournir une ou des tensions alternatives de fréquence et d'amplitude fixes. Ex : C'est le cas en particulier des alimentations de sécurité destinées à se substituer au réseau en cas de défaillance de celui-ci par exemple. L'énergie stockée dans les batteries de secours est restituée sous forme continue, l'onduleur est alors nécessaire pour recréer la forme de tension et fréquence du réseau.

On distingue les onduleurs de tension et les onduleurs de courant, en fonction de la source d'entrée continue : source de tension ou source de courant. La technologie des onduleurs de tension est la plus maîtrisée et est présente dans la plupart des systèmes industriels, dans toutes les gammes de puissance (quelques Watts à plusieurs MW).

4.4.1.2. Implantation du relais K3 :

Même lorsque l'onduleur est à vide il consomme toujours une légère tension. Pour éviter cette consommation inutile nous avons installé le relais K3 afin d'isoler l'onduleur lorsque l'on ne l'utilise pas.

4.4.2. Circuit de lampes :

Afin de pouvoir étudier plusieurs types de charges nous avons installé deux lampes en 230V-50Hz d'une puissance de 60 Watts chacune.

Plus tard il sera installé un capteur de courant et tension sur l'alimentation des lampes qui sont commandées par les relais K4 et K5 eux même commandés par la carte électronique A3. De plus, les technologies de lampes seront changées afin de pouvoir observer les différents types de signaux/perturbations émis par les lampes.

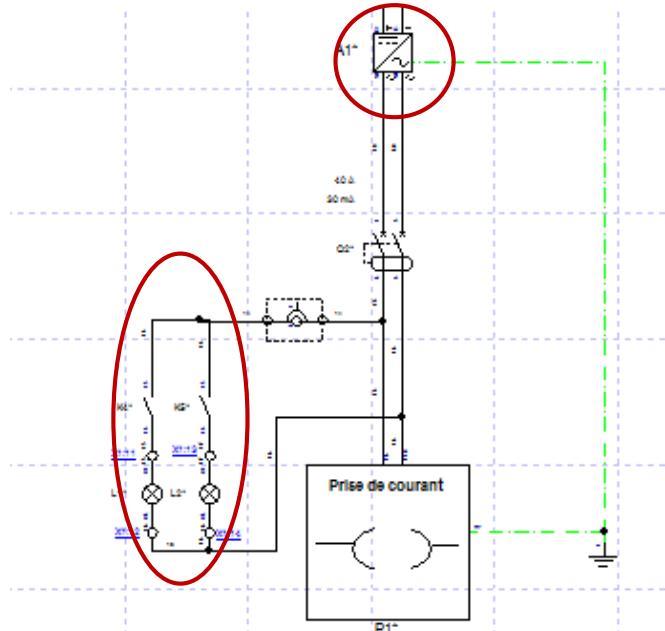


Figure 17 Schéma visualisation Onduleur et lampes.

4.5. Electronique

4.5.1. Carte électronique A3 :

4.5.1.1. Présentation et Fonctionnement

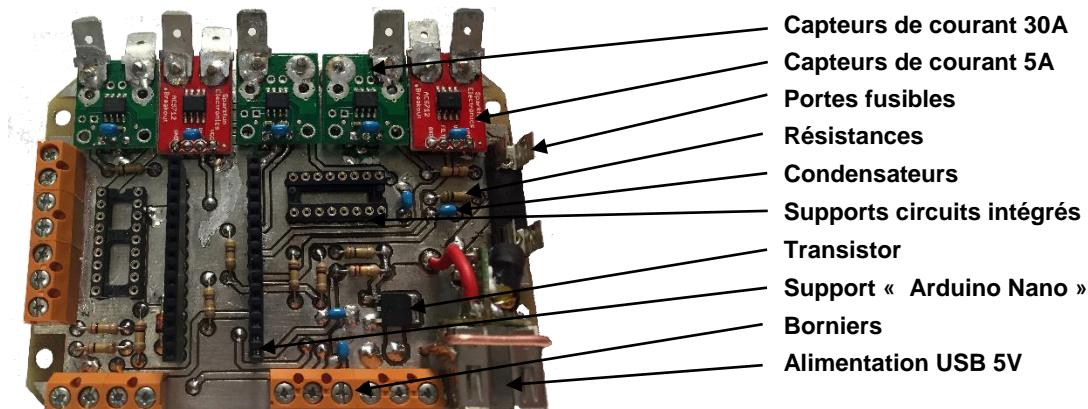


Figure 18 Carte électronique A3

La carte électronique A3 est un circuit imprimé conçu par Monsieur Laramandy et réalisée par nos soins, qui rassemble des composants tels que des capteurs de courant (auparavant les capteurs de courant étaient disposés au sein même du faisceau électrique ce qui pouvait poser des problèmes d'accessibilité) et de deux ponts diviseurs de tension composés de deux résistances, pour les mesures de courant de notre circuit électrique.

Une alimentation 5 Volt est présente pour faire fonctionner le « Raspberry » pi. Un transistor est chargé de commander la marche ou l'arrêt de l'onduleur. Différents supports de circuits intégrés sont là pour venir accueillir deux circuits intégrés ainsi que l' « Arduino Nano ». Un fusible 5 V/1A se charge de la protection des composants du circuit. les borniers viennent accueillir les câbles pour y connecter la commande des relais électriques, des emplacements vides sont prévus sur les borniers car prochainement une charge composée d'une résistance variable y sera connectée ainsi qu'un boîtier d'acquisition qui permettra de récolter les mesures de courant et tension de la charge.

4.5.1.2. Arduino

La carte « Arduino » est un circuit imprimé en matériel libre sur lequel se trouve un microcontrôleur programmable en langage C pour analyser et produire des signaux électriques, de manière à effectuer des tâches très diverses comme la domotique (le contrôle des appareils domestiques - éclairage, chauffage...), le pilotage d'un robot, etc. C'est une plateforme basée sur une interface entrée/sortie simple.

Dans notre cas la fonction de la carte sera de récupérer des mesures de courant et tension afin de les numériser pour les transmettre au « Raspberry Pi ».

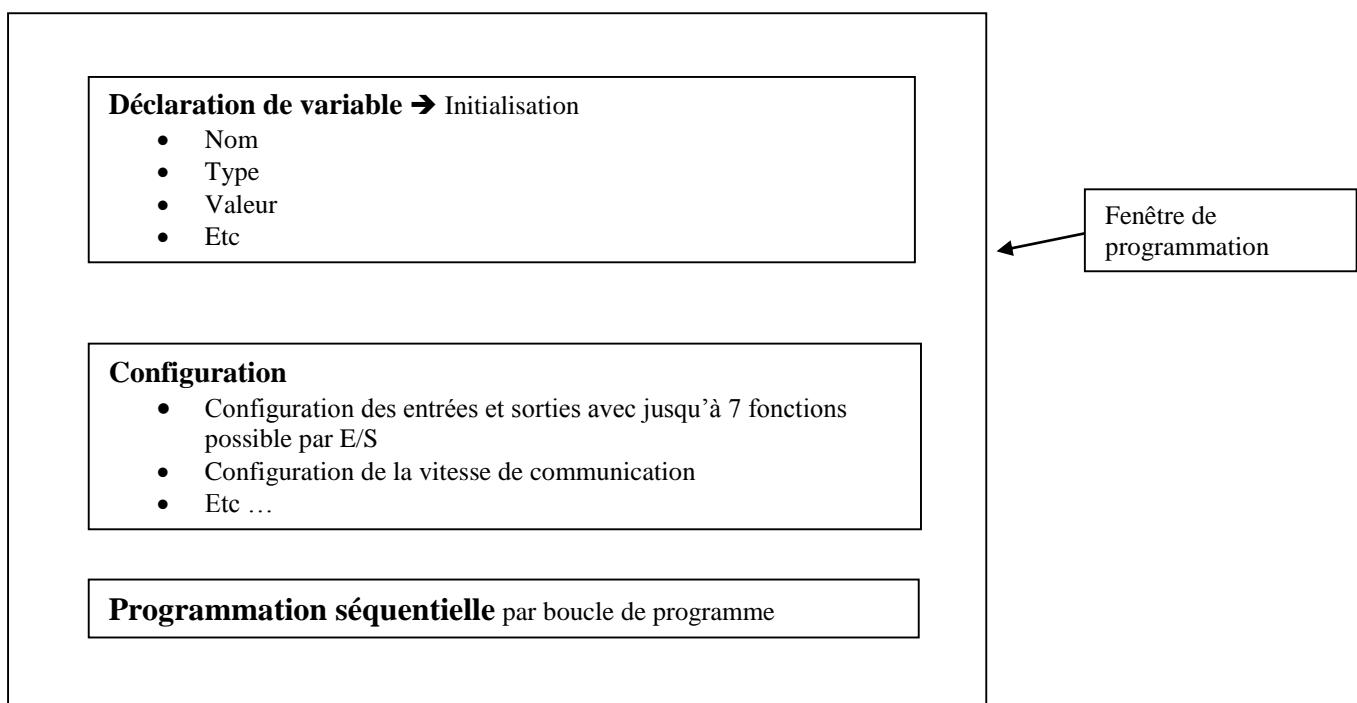


Figure 19 Principe de programmation en C

4.5.1.3. Capteur de courant :

Nous avons 2 calibres de capteur différents respectivement 5A et 30A.

Principe de fonctionnement théorique:

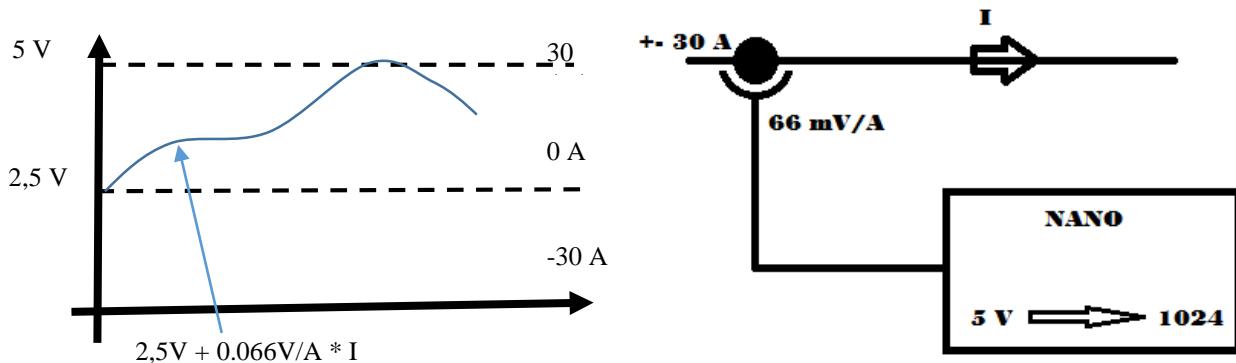


Figure 22 : Graphique du fonctionnement théorique

Figure 23 : Schéma de principe

Dans la théorie, sachant que la carte « Arduino Nano » sort 1024 bit pour 5V, nous devrions avoir 5V pour 30A. Ce qui place le zéro à 2,5V.

Pour le cas d'un capteur 30A de sensibilité 66mV

Nous avons une gamme de 60A ($\pm 30A$).

Or d'après la sensibilité nous avons $(30 \times 0.066) = 1.98V$ pour 30A donc situé par rapport au zéro théorique cela nous fait une plage de $(2,5V \pm 1,98V)$:

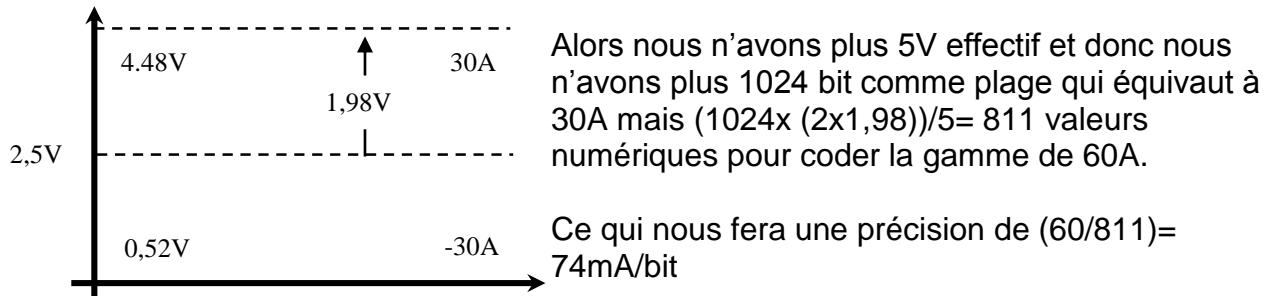


Figure 20 : Graphique explication du capteur 30A.

Pour le cas d'un capteur 5A de sensibilité 185mV

Nous avons une plage de mesure de 10A ($\pm 5A$).

Or d'après la sensibilité nous avons $(5 \times 0.185) = 0,925 V$ pour 5A.

Alors nous avons $(1024 \times (2 \times 0,925)) / 5 = 379$ pas

Ce qui nous donnera une précision de $(10 / 379) = 26,4mA/bit$

4.5.1.4. Mesure de tension :

⇒ Mesure de la tension de la batterie

Le module « Arduino » présent dans la carte A3 possède également une fonction mesure de tension grâce à une fonction diviseur de tension qui se présente sous cette forme :

Donc nous appliquons le pont diviseur avec 5V en sortie qui est la tension maximum admissible dans la carte « Arduino » et A3.

La loi des diviseur de tension dit que dans ce cas :

$$V_{bat} = i \times (r_1 + r_2) \quad \text{Avec } U_{r2} = i \times r_2 \quad \text{et} \quad i = \frac{V_{bat}}{r_1 + r_2}$$

$$\text{Donc } U_{r2} = V_{bat} \times \frac{r_2}{r_1 + r_2} \quad \text{D'où, pour } U_{r2} = 5V, \text{ on a :}$$

$$V_{bat} = \frac{(r_1 + r_2)}{r_2} \times U_{r2}$$

$$V_{bat} = \frac{(270 \cdot 10^3 + 100 \cdot 10^3)}{100 \cdot 10^3} \times 5 = 18,5 V$$

Donc nous avons une précision de $(18,5 / 1023) = 18 mV/bit$

Nous sommes donc dans la plage des 5V pour une tension ~14V qui est celle de la batterie. Les résistances doivent être suffisamment grandes pour limiter le courant de fuite mais pas trop pour permettre la mesure par le capteur.

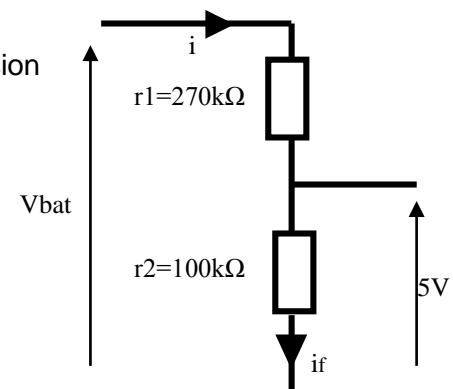


Figure 21 : Pont diviseur de tension

⇒ Mesure de la tension du panneau photovoltaïque

Sur la même logique mais cette fois ci avec $r1' = 470 \text{ k}\Omega$ et $r2' = 100 \text{ k}\Omega$. Ce qui nous donne :

$$V_{pv} = \frac{(470.10^3 + 100.10^3)}{100.10^3} \times 5 = 28.5 \text{ V}$$

Ce qui est cohérent sachant que le panneau solaire produit dans des conditions optimales à peine plus de 22V.
Donc nous aurons une précision de $(28.5/1023) = 27.9 \text{ mV/bit}$

4.5.2. Raspberry Pi :

« Raspberry Pi » est un nano-ordinateur dont la taille est comparable à une carte de crédit. Il a été développé par la fondation « Raspberry Pi » dans le but d'encourager les « novices » à la programmation

Le modèle utilisé pour le projet est un modèle B+ V1.2.

Il possède un processeur ARM à 4 cœurs d'une fréquence d'horloge de 700MHz. L'emploi d'un processeur et système d'exploitation de type ARM nous autorise à programmer en « PYTHON ». Il est capable d'assigner 16 registres généraux (stockage temporaire des données) codé sur 32 bits. C'est-à-dire que les mots (signé ou non) manipulés par le processeur peuvent prendre jusqu'à plus de 4 milliard de valeurs (soit 2^{32}).

Sa mémoire vive (RAM) est de 512 Mo. La mémoire vive est l'espace principal de stockage du microprocesseur, mais le contenu disparaît lors de la mise hors tension de l'ordinateur. C'est pourquoi la mémoire centrale d'un ordinateur est de nature volatile.

40 broches GPIO, c'est-à-dire des entrées/sorties, lui permettent de communiquer avec différents composants électroniques. Les connecteurs GPIO sont généralement alimentés en 3.3Vcc et ne peuvent émettre que des courants de faible capacité, allant de 3mA à 50mA. Cela lui offre d'être à la fois un ordinateur et un contrôleur pour des applications purement électroniques.

Ils possèdent 4 ports USB2 et 1 port réseaux ETHERNET (de 10 à 100 Mbits/seconde) via le même composant

Une prise d'alimentation micro-USB (700mA).

2 sortis vidéos (HDMI et prise RCA)

1 sortie stéréo jack.

Une micro SD card.

Pour une consommation globale de 3 Watt.

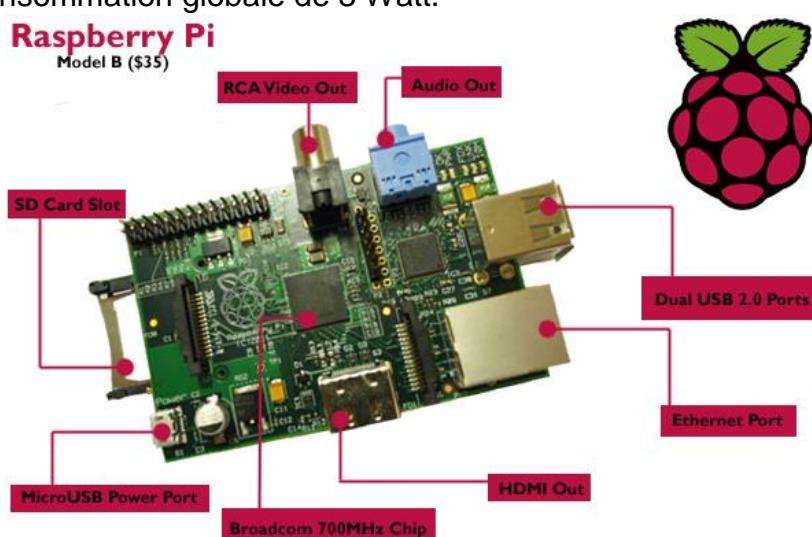


Figure 22 Raspberry pi : implantation des composants

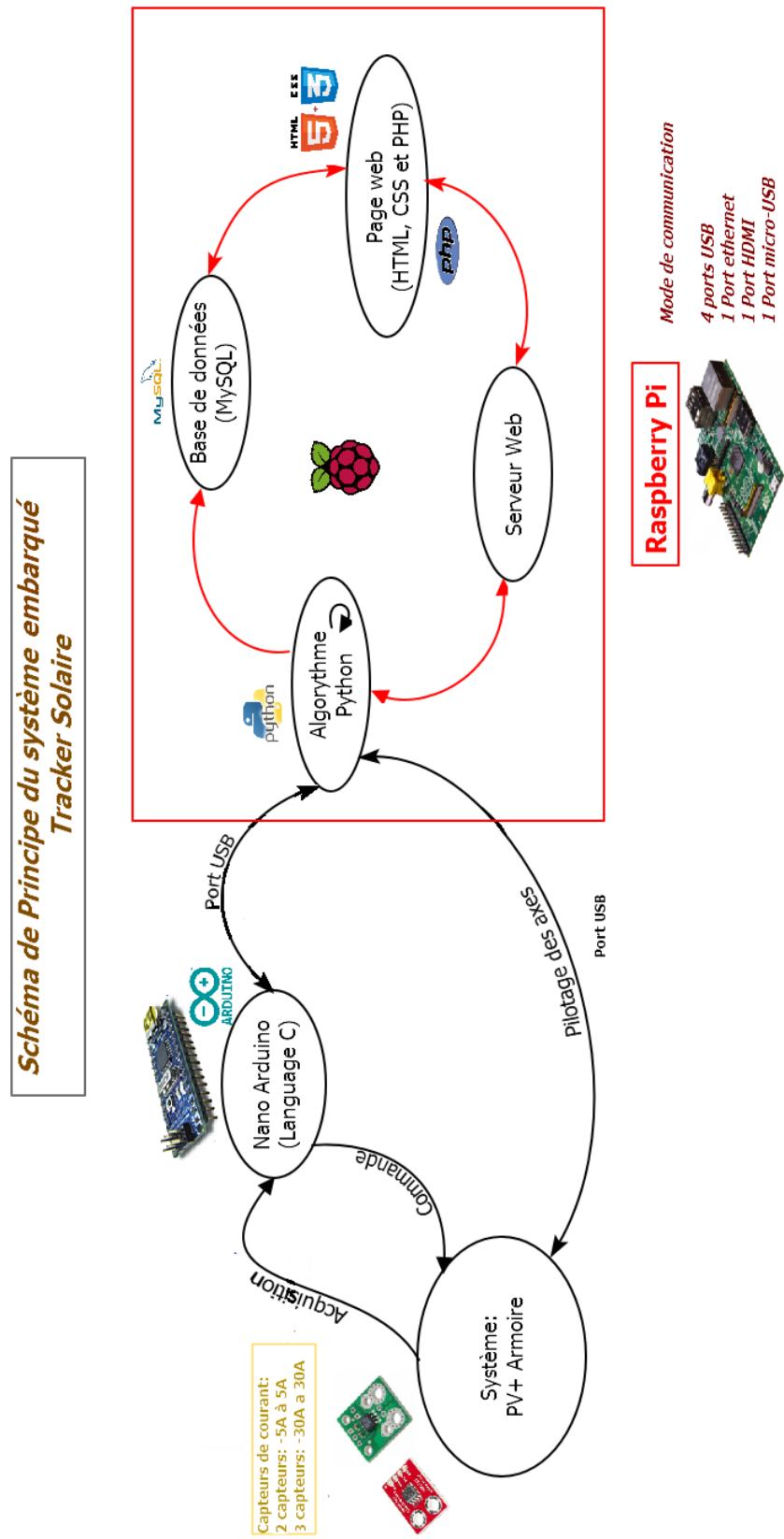


Figure 23 Schéma de principe du système embarqué

5. Troisième partie : Programmation du raspberry

L'année dernière, les anciennes équipes avaient utilisé un microcontrôleur de type carte « Arduino » avec pour organe communicant un module « Ethernet shield ». Pour programmer la carte « Arduino », ils devaient utiliser le langage C, un langage de programmation informatique système, afin d'incorporer l'algorithme de la trajectoire du soleil.

L'architecture (« Arduino » et organe communiquant) était très lourde et la programmation en langage C très complexe, ce qui a eu pour conséquence de les retarder, ils n'ont pas pu vérifier leurs équations pour le calcul de l'azimut et de l'élévation.

Cette année pour faciliter la prise en main, l'ancienne architecture a été remplacée par l'utilisation d'un « Raspberry pi » avec une carte « Arduino Nano », c'est une combinaison plus intuitive et plus facile à utiliser.

Nous utilisons la carte « Arduino » nano pour libérer de l'espace sur le « Raspberry » et ainsi ne pas le ralentir dans ces exécutions (Voir chapitre électronique).

Le système d'exploitation du « Raspberry Pi » utilise un environnement d'exécution virtuelle compatible avec le langage « PYTHON ».

5.1 Langage python.

« Python » est un langage informatique **interprété** de programmation orienté objet. Il a la particularité d'être un langage simple, puissant et compatible sur plusieurs plateformes.



A contrario le langage C a la particularité d'être un langage **compilé** orienté objet. Sa syntaxe est différente et il possède une puissance de calcul supérieur à celle de Python. Par contre aux niveaux simplicité et prise en main python s'impose sur C. La programmation par python a été l'élément principal de notre projet. En effet son utilité a été multiple :

- | | |
|----------|--|
| Partie 1 | ■ Réalisation d'un algorithme centré sur le calcul de la position du soleil. |
| Partie 2 | ■ Exécution d'un script permettant de lire les données capteurs provenant de la carte « Arduino ». |
| Partie 3 | ■ Conception d'un algorithme axé sur la communication avec la base de données afin de transférer les données du positionnement et des différents capteurs. |
| Partie 4 | ■ Elaboration d'un script communicant avec les servomoteurs ou au préalable nous identifions la donnée envoyée aux moteurs associés |

Schéma de principe des interactions entre les programmes.

Voir annexe 6-15-17 pour algorithme

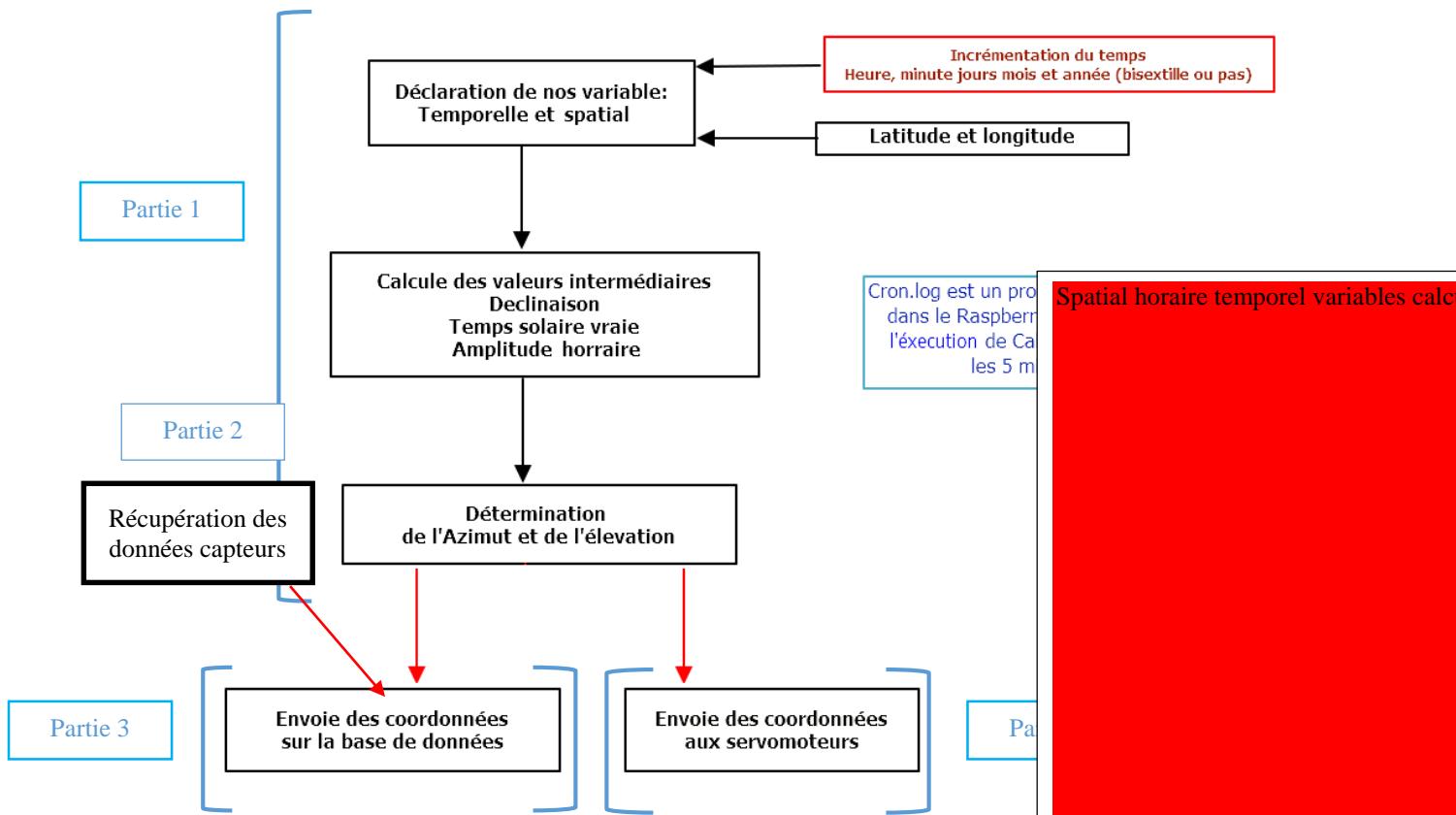


Figure 24 Schéma de principe des interactions entre les programmes

5.1.1 Partie 1 :

Après avoir vérifié et validé les équations de la trajectoire du logiciel Excel, nous avons convertis cette équation en un algorithme qui nous permettra de déterminer l'azimut et l'élevation du soleil. Nous avons ensuite intégré dans le nano-ordinateur (« Raspberry pi ») grâce à Filezilla.

Filezilla est un client FTP, c'est un logiciel libre open source qui nous permet de télécharger, télécharger et gérer les fichiers du site web sur un serveur. Filezilla nous a permis d'accéder à la mémoire morte du « Raspberry pi » pour transmettre les différents programmes (Python), pages HTML, CSS, JavaScript, etc. à notre nano-ordinateur.

En partant sur des données temporelles et spatiales (temps, longitude) nous déterminons l'azimut et l'élevation qui nous permettront de connaître la position exacte du soleil par rapport au sud. Chacun de ces angles commandera respectivement l'un des 2 servomoteurs embarqué du panneau photovoltaïque afin que le panneau soit perpendiculaire aux rayons du soleil.

Et pour finir, nous avons placé ce programme dans un autre Script qui permet de l'exécuter toutes les 5 min automatiquement.

5.1.2 Récupération des données capteurs (Partie 2) :

Pour que le Raspberry récupère les données des capteurs qui sont sur la carte Arduino, nous avons mis en place un programme en langage python grâce à la bibliothèque serial qui sert à la communication série.

Principe de fonctionnement :

Le Raspberry se connecte à la carte Arduino par l'intermédiaire d'un port USB. Une fois connecté, nous demandons au Raspberry de lire deux trames et demi transmis par la carte pour être sûrs de récupérer toutes les informations. Ensuite, nous devons découper la trame par rapport à l'indicateur de saut de ligne \n, ce qui nous permet d'avoir une ligne complète des relevés capteurs. L'étape suivante consiste à redécouper cette ligne de données pour pouvoir récupérer chaque variable séparément afin de les utiliser dans la base de données par exemple.

5.1.3 Envoie des coordonnées aux servomoteurs (Partie 4) :

Nous avons testé les commandes python pour envoyer les angles de l'azimut et de l'élévation aux différents moteurs. Le principe est le même que pour lire les données sur la carte Arduino, il faut utiliser la bibliothèque serial. Après avoir établi la connexion, au lieu de lire la trame, le Raspberry écrit aux servomoteurs les coordonnées des angles en fonction de l'axe, en utilisant un indicateur d'identification pour qu'il sache où il doit affecter les valeurs. Par manque de temps, nous n'avons pas pu créer le programme pour commander les servomoteurs. Les instructions à mettre dans le programme sont en annexe pour le groupe de l'année prochaine.

5.2 Base de données : MySQL

Les systèmes de gestion de base de données relationnelles sont des outils majeurs dans la gestion de données. Dans le cadre de notre projet nous avons élaboré une base de données dans MySQL car il est important de stocker les données afin de pouvoir les traiter.



MySQL (Structure Query Language) est un système normalisé servant à réaliser des opérations sur des bases de données. La méthodologie est intuitive.

Le système est composé d'**une base de données**, dans notre projet elle s'intitule **test**. Chaque base est constituée d'**une ou plusieurs table(s)** (dans notre cas **table tracker**). Et chaque table est organisée par des **champs** représentant des colonnes et par des **entrées** qui correspondent aux lignes.

Grace à la manipulation de données de SQL nous pouvons rechercher, ajouter, modifier et supprimer des données dans les bases de donnée relationnelle. La partie langage permet de créer, structurer et de modifier la base données en agissant sur la (ou les) table(s), les champs et les entrées. De plus une partie langage de contrôle permet de définir les droits et les accès des utilisateurs et des différentes bases de données.

Principe d'organisation des bases de données :

- ❖ Chaque ligne correspond à une entrée de mesure.
- ❖ Chaque colonne correspond aux différents champs associée à l'entrée respective.

Il faut définir la nature des colonnes à travers différents critères:

- ◆ Le nom
- ◆ Le type (variable, entier, décimal, chaîne de caractère etc...)
- ◆ La taille (nombre de caractère)
- ◆ Défaut (optionnel)
- ◆ L'interclassement.

Pour utiliser la base de données nous allons devoir utiliser deux langages : le langage python pour envoyer les informations calculées par les programmes ou celles récupérées en communiquant avec la carte Arduino et le langage PHP pour afficher les données depuis la base vers une page internet.

5.2.1 Langage python pour envoyer les données (Partie 3) :

A la fin du programme python pour le calcul de la position du soleil, nous avons rajouté quelques lignes pour pouvoir envoyer les résultats dans la base de données afin de les archiver et d'y avoir accès sur internet.

Pour cela, nous avons dû d'abord créer la table tracker dans la base grâce à des fonctions importées dans python par la bibliothèque MySQLdb.

Les fonctions principales à utiliser sont :

- **MySQLdb.connect** pour se connecter à la base,
- **conn.cursor()** pour créer un curseur afin d'agir sur la base,
- **cursor.execute** pour soit créer une base avec **CREATE** ou bien insérer des données avec **INSERT INTO** (voir annexe),
- ensuite il faut enregistrer les actions avec **conn.commit()**,
- et pour finir fermer la connexion avec **conn.close()**.

Dans le but de répondre aux objectifs du projet nous avons organisé notre table en 13 colonnes :

- Les dernières colonnes constituent les différentes données issues des différents capteurs (intensité et tension) mises en place.
- La première colonne constitue l'ID, le numéro d'entrée,
- La deuxième et troisième représentent respectivement l'heure et la date,
- La quatrième et cinquième assignent respectivement l'azimut et l'élévation,
- Les dernières colonnes constituent les différentes données issues des différents capteurs (intensité et tension) mises en place.

Pour insérer des données dans la base de données, il faut lui dire où les placer avec **INSERT INTO tracker**, puis il faut lui préciser dans quelles colonnes on veut rajouter des informations, exemple (**tdate**, **ttime**, ...), ensuite il faut donner leurs valeurs avec **VALUES ("Date", 11, ...)**.

Dans notre cas, on utilise des valeurs que l'on a rangées dans des dictionnaires (tableau 1 dimension). Comme pour l'azimut et l'élévation, nous utilisons le dictionnaire

résultats (voir annexe p53), c'est pourquoi nous devons remplacer les valeurs par des %s et mettre à la suite où aller chercher les valeurs, exemple :
 ("INSERT INTO tracker (azimut, elevation) VALUES (%s, %s)" %(resultats[0], resultats[1])).

5.2.2 Language PHP en rapport avec l'interface web :

PHP (hypertext preprocessor) est un langage interprété de script exécuté qui permet de rendre un site web dynamique. Les principales fonctions du PHP sont de communiquer (enregistrer et interroger des données) avec la **base de donnée** à l'aide de formulaire et de **générer des pages web dynamiques**. Le serveur interprète le code PHP des pages web demandées et génère du code HTML et CSS.



Pour pouvoir voir les trentes dernières lignes de la base de données sur une page internet, nous avons utilisé le langage PHP avec des instructions en **SQL(langage de la base de données)**.

Cette année, nous n'aurons pas le temps d'utiliser les données pour en faire des graphiques sur la production et la consommation d'énergie, cela fera partie du projet de l'année prochaine.

Ci-dessous une impression écran de PHP MyAdmin pour visualiser l'organisation de la table tracker.

The screenshot shows the PHP MyAdmin interface for a database named 'test'. The 'tracker' table is selected. The SQL query at the top is:

```
ELECT * FROM `tracker` LIMIT 30 , 30
```

The results table displays 30 rows of data with the following columns: id, tdate, ttime, azimut, elevation, Valt, Ialt_pv, Vpv, Vbatt, Ibatt, laux, Ichg, Iconv, and Etat_load. The data includes various numerical values such as 181.971, 50.7796, 16, 0, 0, 12.2507, etc.

	id	tdate	ttime	azimut	elevation	Valt	Ialt_pv	Vpv	Vbatt	Ibatt	laux	Ichg	Iconv	Etat_load
[]	2664	2015-04-02	13:05:04	181.971	50.7796	16	0	0	12.2507	0.222	-13.5168	0	-0.148	0
[]	2665	2015-04-02	13:06:04	182.366	50.7727	13	0	0	12.2216	0.222	-13.5168	0.0528	-0.074	0
[]	2666	2015-04-02	13:07:04	182.759	50.7646	13	0	0	12.2216	0.222	-13.5168	0	-0.074	0
[]	2667	2015-04-02	13:08:03	183.153	50.7553	13	0	0	12.2507	0.296	-13.5168	0	-0.074	0
[]	2668	2015-04-02	13:10:04	183.94	50.7328	10	0	0	12.2507	0.222	-13.5168	0	-0.148	0
[]	2669	2015-04-02	13:12:04	184.727	50.7055	13	0	0	12.2216	0.074	-13.5168	0	-0.074	0
[]	2670	2015-04-02	13:14:04	185.512	50.6731	10	0	0	12.2507	0.222	-13.5168	0.0528	0	0
[]	2671	2015-04-02	13:15:04	185.904	50.6551	13	0	0	12.2216	0.222	-13.5168	-0.0264	0	0
[]	2672	2015-04-02	13:16:04	186.296	50.6358	16	0	0	12.2216	0.222	-13.5168	0.0264	-0.074	0
[]	2673	2015-04-02	13:22:04	188.64	50.4945	13	0	0	12.2507	0.222	-13.5168	0	-0.074	0
[]	2674	2015-04-02	13:23:04	189.03	50.4666	13	0	0	12.2216	0.222	-13.5168	0.0264	-0.074	0
[]	2675	2015-04-02	13:24:04	189.419	50.4376	12	0	0	12.2216	0.222	-13.5168	0.0264	-0.148	0

Phpmyadmin est une application internet pour les systèmes de gestion de base de données MySQL. Il est courant que les hébergeurs grand public proposent cette application pour les serveurs PHP. Grâce à PhpMyAdmin nous pouvons créer des tables de données, insérer des données et structurer nos tables. De plus, il accepte la formulation de requête en langage SQL.

Cette application nous a permis de pouvoir:

- vérifier si nos lignes de codes en langage python étaient correctes (création de la table tracker et insertion des données),
- visualiser toutes les données insérées depuis le début.

6. Quatrième partie : Interface web graphique

Dans le cadre du projet, nous avons créé un superviseur à travers une page web. Pour répondre à ces objectifs nous avons dû assimiler et maîtriser les langages web HTML, CSS et PHP afin de réaliser une synthèse réaliste du projet.



HTML (hypertext Markup Language) est un langage web à la base des sites web. Il fonctionne à partir de balises. HTML permet d'écrire des pages web statiques et de les structurer.

CSS (Cascading style sheets) ou appelé plus communément feuille de style en cascade est un langage web qui permet de décrire l'illustration et la présentation des pages Web HTML. CSS est un élément majeur pour la mise en place d'une interface graphique.

HTML et CSS sont les composantes centrales pour la réalisation **de page web statique**. Lorsque que le client (ou visiteur qui navigue sur le web) souhaite afficher sur son écran d'ordinateur une page web d'un serveur donné, l'opération en question se déroule sur 2 phases :

- Le client (machine du visiteur) demande au serveur web à voir la page web.
- Le serveur lui répond en lui envoyant la page réclamée.



Afin de permettre une modification de l'interface graphique plus facile pour le groupe de l'année prochaine, nous avons choisi de séparer le langage HTML et CSS en deux programmes distincts (Voir annexe p55 et p58).

Pour mettre en place les indicateurs de courant, de tension et les boutons de commande des lampes, nous avons décidé de faire un schéma de principe de l'installation afin de pouvoir visualiser le fonctionnement (Dessin page suivante).

Quand on actionne les interrupteurs, on est automatiquement redirigé vers une autre page internet pour pouvoir changer l'image du montage.

Afin d'éviter de devoir recopier toutes les instructions communes à chaque page internet, nous avons décidé de découper le code en plusieurs parties grâce au PHP (Voir annexe n° 8, 9, 10, 11, 12, 13).

L'année prochaine, l'utilisation de JavaScript permettra de simplifier ces étapes, en effet il n'y aura plus besoin de changer de page internet mais seulement de modifier l'image du montage grâce au langage JavaScript.

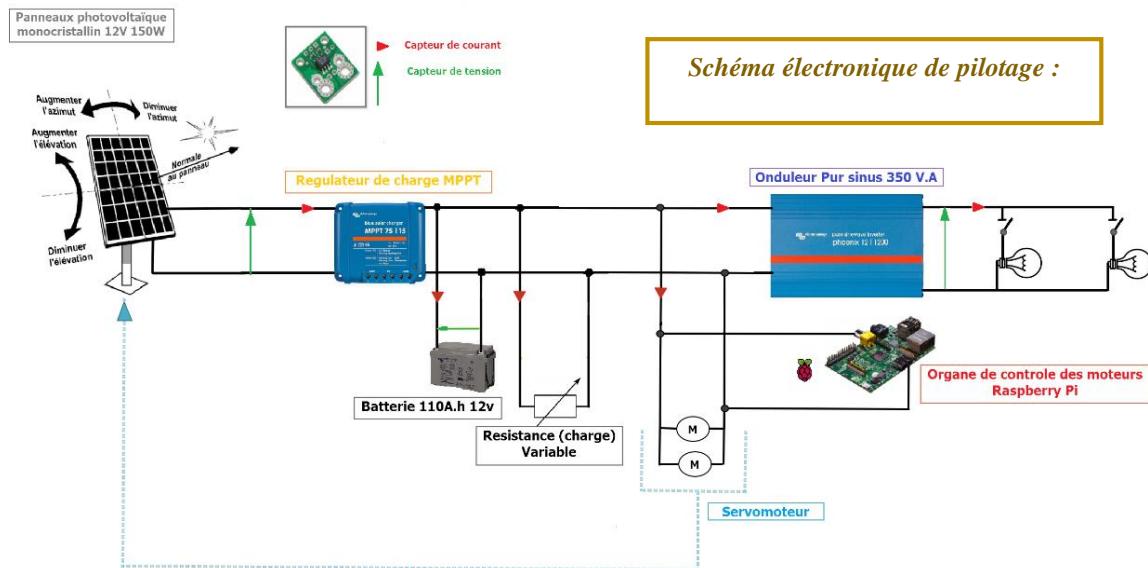


Figure 25 Schéma électronique de pilotage :

Hiérarchie des fichiers pour la création du site internet :

- **Styletracker.css** comporte toutes les indications de style et de positionnement en langage CSS, on l'appelle dans la partie1 avec une ligne de code en Html,
- **Le fichier Image** possède toutes les images et les logos à incorporer dans les pages internet.

Fichiers communs :

- **Partie1.php** contient le début du code Html des pages web, l'entête <head> et le début du corps de la page <body>,
- **Partie2.php** possède la fin du code des pages internet, la fermeture de la partie </body> et le pied de page <footer>,

Grâce à ses fichiers communs, dans les quatre pages internet que l'on utilise pour pouvoir modifier l'image par rapport à l'action des interrupteurs, on a juste besoin d'écrire une ligne en PHP par fichier pour intégrer les codes Html.

Ensuite, il ne reste plus qu'à écrire le reste du code en Html qui est différent, pour modifier l'image et les interrupteurs dans chaque page web.

Pages internet :

- Trackerphotovoltaïque.php, montage interrupteurs ouverts,
- Trackerphotovoltaïque1.php, inter 1 fermé et inter 2 ouvert,
- Trackerphotovoltaïque2.php, inter1 ouvert et inter 2 fermé,
- Trackerphotovoltaïque3.php, interrupteurs fermés.

7. Conclusion

La réalisation de ce projet a été une expérience très enrichissante. Il nous a permis d'avoir une approche pluridisciplinaire. D'acquérir des compétences certaines dans l'énergie solaire, dans l'électricité, dans la programmation informatique, sur les réseaux et dans les technologies de l'électronique embarquée.

Afin de pouvoir remplir les objectifs nous avons dû nous organiser, mettre en place un planning prévisionnel et définir les tâches respectives à chacun. Cela nous a permis d'obtenir une méthologie de travail.

Grâce à ce projet nous pouvons dire que les technologies liées aux énergies solaires ont une nécessité d'évoluer de part leur faible rendement. Le trackeur solaire est une solution qui améliore l'efficacité du panneau photovoltaïque. De plus, la mise en place d'un système intelligent couplé à une batterie permet d'augmenter la pénétration de cette énergie intermittente.

Le nano-ordinateur Raspberry Pi est l'élément primaire de notre projet. Il nous permet d'exécuter notre algorithme en vue de contrôler les servomoteurs du panneau. Il communique avec le nano-Arduino qui accumule et traite les différents signaux de nos capteurs. Il fait également office de serveur pour notre site web.

Pour la prochaine promotion, il sera possible de faire avancer le projet de différentes manières. Il faudra dans un premier temps mettre en place un programme qui commandera les interrupteurs des ampoules depuis l'interface web. C'est-à-dire construire la liaison descendante de notre interface graphique entre la page web et les différents interrupteurs associés (voir schéma ci-dessous).

Et dans un second temps, l'importation des données météorologiques telles que l'irradiance et la température serait des informations complémentaires pour visualiser le bon fonctionnement du panneau. Ils faudra concevoir la communication entre le Raspberry Pi et la station météo de L'IUT et perfectionner notre superviseur en proposant un onglet archivage avec des affichages de données journaliers, de moyennes et des graphes.

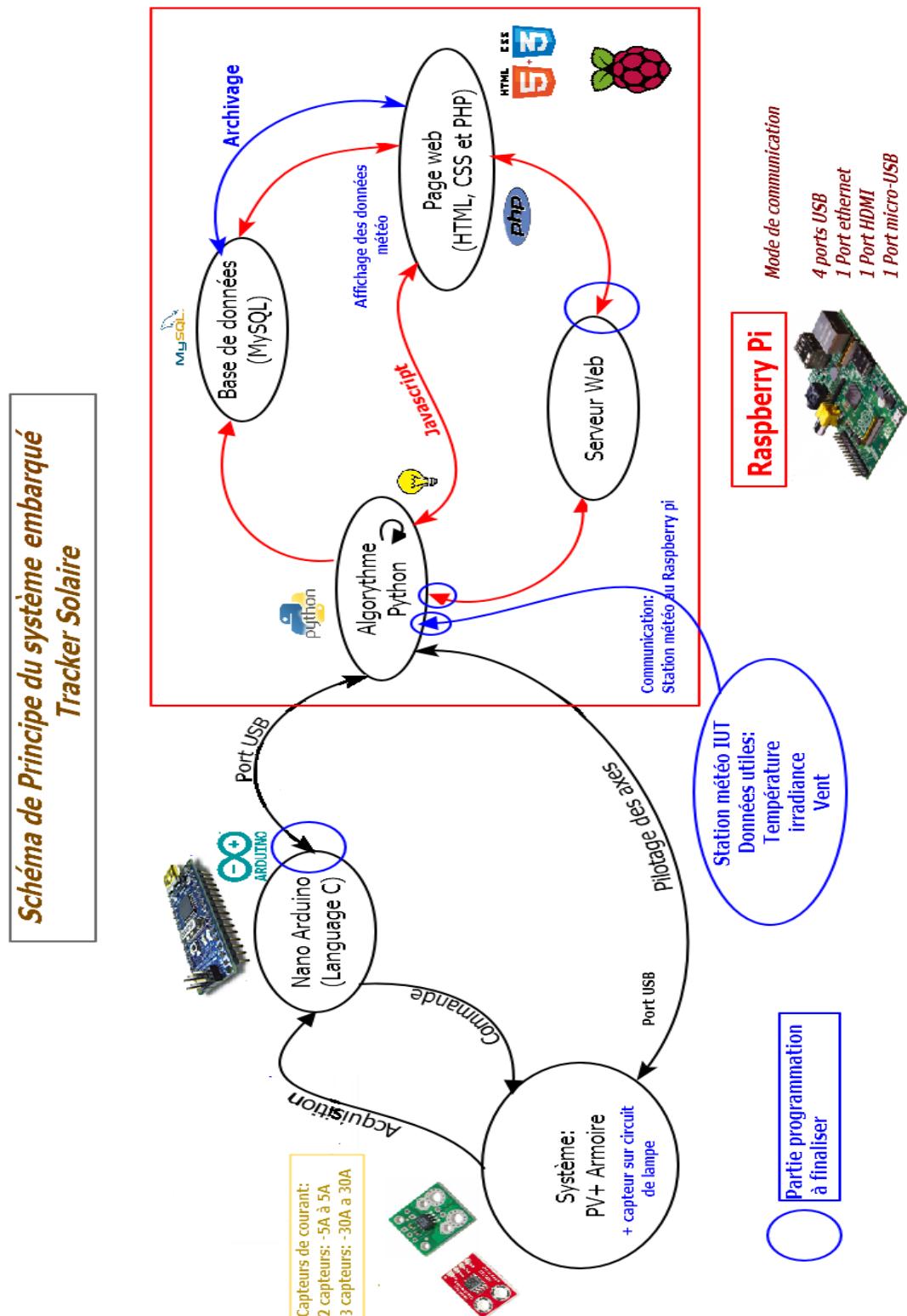


Figure 26 Schéma de principe du système embarqué comprenant les modifications futures

BIBLIOGRAPHIE

Bibliographie

Auteur, *Titre de l'ouvrage*, Edition, Année d'édition

Bibliographie au calcul trajectoire solaire :

<http://perso.limsi.fr/bourdin/master/calculsastronomiquesimples.pdf>
www.Sunearthtools.com
www.solartopo.com

Bibliographie à la programmation

Openclassrooms.com
Webhostinghub.com

Bibliographie aux photovoltaïque :

Pveducation.org

Site Raspberry Pi : <http://www.raspberrypi.org/>

Composant électronique : <http://fr.hobbytronics.co.uk/>

Liste des figures

Figure 1 : Schéma simplifié d'un site isolé en production 12V continue	2
Figure 2 Schéma simplifié d'un site isolé en production 230V sinusoïdale.....	3
Figure 3 Schéma simplifié d'un site isolé en production 230V sinusoïdale avec appoint générateur thermique.....	3
Figure 4 : Course apparente du soleil.....	4
Figure 5 : Synoptique du fonctionnement des équations.....	5
Figure 6 : Représentation des différentes.....	6
Figure 7 Courbe de la trajectoire du soleil.....	7
Figure 8 Comparatif de l'armoire électrique.....	9
Figure 9 Graphique représentant l'énergie solaire (photoélectrique) par rapport aux réserves des autres énergies disponibles	10
Figure 10 Quantité d'énergie solaire reçue en kWh par m ² de surface en France métropolitaine par an.....	11
Figure 11 Schéma technologique d'un panneau photovoltaïque	11
Figure 12 Graphique illustrant le spectre d'absorption des cellules tandem.....	14
Figure 13 Puissance du panneau photovoltaïque en fonction de la tension Pour un ensoleillement de 1000w/m ²	16
Figure 14 Intensité du panneau photovoltaïque en fonction de la tension Pour un ensoleillement de 1000w/m ²	16
Figure 15 Schéma avec ou sans le MPPT	18
Figure 16 Schéma visualisation batterie et servomoteur	18
Figure 17 Schéma visualisation Onduleur et lampes.....	19
Figure 18 Carte électronique A3.....	20
Figure 19 <i>Principe de programmation en C</i>	21
Figure 20 : Graphique explication du capteur 30A.....	22
Figure 21 : Pont diviseur de tension	22
Figure 22 Raspberry pi : implantation des composants	23
Figure 23 Schéma de principe du système embarqué	24
Figure 24 Schéma de principe des interactions entre les programmes	26
Figure 25 Schéma électronique de pilotage :	31
Figure 26 Schéma de principe du système embarqué comprenant les modifications futures	33

ANNEXES

Liste des annexes

Annexe 1 : Catalogue de commande	p39
Annexe 2 : Schéma de la carte électronique A3	p46
Annexe 3 : Automation studio	p47
Annexe 4 : Implantation de la carte électronique	p50
Annexe 5 : Carte Arduino nano	p51
Annexe 6 : Programme CalPosSol-V2.py	p52
Annexe 7 : Programme Capteur.py	p54
Annexe 8 : Partie1.php	p55
Annexe 9 : Partie2.php	p56
Annexe 10 : Trackerphotovoltaïque.php	p56
Annexe 11 : Trackerphotovoltaïque1.php	p57
Annexe 12 : Trackerphotovoltaïque2.php	p58
Annexe 13 : Trackerphotovoltaïque3.php	p58
Annexe 14: Styletracker.css	p58
Annexe 15 : Affichagedonnées1.php	p62
Annexe 16 : Affichage.css	p62
Annexe 17 : Commande manuel des servomoteurs du panneau	p63
Annexe 18 : Site Web	p63
Annexe 19 : Affichage sur une page web des données de MySQL	p64
Annexe 20 : Planning officiel	p65

Annexe 1 : Catalogue de commande

 Rechercher par mot-clé ou référence

Fabricants
Tous les produits
Nos marques
Commande express
Mon compte
Services
Aide

Composants électroniques,
énergie et connecteurs
Électrique, Process Contrôle
Automatisme et câbles
Mécanique et outillage
Informatique, Test et
Mesure, EPI et hygiène et
sécurité
15 Article(s): 344,30 €

Mon panier

Pas le temps de finaliser votre commande ? Sauvegardez les produits dans votre panier et revenez ultérieurement.

Entrez vos articles manuellement
 Copiez et collez votre liste d'articles

Description	Quantité	Livraison	Prix unitaire HT	Montant HT
 Hub USB Cafka 153111 2 ports USB 2.0 Code commande RS: 422-9441 Marque: Cafka Référence fabricant: 153111 Statut RoHS: Non applicable	1	En stock pour livraison le prochain jour ouvré, si commandé avant 19h00 <input type="button" value="Mettre à jour"/> <input type="button" value="Supprimer"/>	32,91 € la pièce	32,91 €
 Cordon d'extension USB 1 m Code commande RS: 758-7510 Marque: RS Référence fabricant: UB2001013L02716 Statut RoHS: Conforme	1	En stock pour livraison le prochain jour ouvré, si commandé avant 19h00 <input type="button" value="Mettre à jour"/> <input type="button" value="Supprimer"/>	2,50 € la pièce	2,50 €
 Cordon d'extension USB 3 m Code commande RS: 758-7513 Marque: RS Référence fabricant: UB2001013L12716 Statut RoHS: Conforme	1	En stock pour livraison le prochain jour ouvré, si commandé avant 19h00 <input type="button" value="Mettre à jour"/> <input type="button" value="Supprimer"/>	4,65 € la pièce	4,65 €
 CORDON USB TYPE A-B 28/22 3,34M Code commande RS: 458-1660 Marque: Mclex Référence fabricant: 88732-9300 Statut RoHS: Conforme	1	En stock pour livraison le prochain jour ouvré, si commandé avant 19h00 <input type="button" value="Mettre à jour"/> <input type="button" value="Supprimer"/>	11,07 € la pièce	11,07 €
 PALIER IGUBA_16MM Code commande RS: 311-2673 Marque: Igus Référence fabricant: KSTM-16 Statut RoHS: Non applicable	4	En stock pour livraison le prochain jour ouvré, si commandé avant 19h00 <input type="button" value="Mettre à jour"/> <input type="button" value="Supprimer"/>	7,19 € la pièce	28,76 €
 SUPPORT D'ARBRE Code commande RS: 284-9510 Marque: SKF Référence fabricant: LSHS16 Statut RoHS: Non applicable	4	Disponible(s) • En stock pour livraison le lendemain <input type="button" value="Mettre à jour"/> <input type="button" value="Supprimer"/>	30,90 € la pièce	123,60 €
 Quartz 0,033MHz 12,5pF ±20ppm 1,5 x 1,5 x 5mm, LF 2 broches Code commande RS: 547-6979 Marque: Fox Electronics Référence fabricant: NC28LF-327 Statut RoHS: Conforme	10	En stock pour livraison le prochain jour ouvré, si commandé avant 19h00 <input type="button" value="Mettre à jour"/> <input type="button" value="Supprimer"/>	0,306 € Unité (par multiple de 10)	3,06 €

PHAM Emmanuel – CROS Jessica – PERRIN JEAN – OUDJEDI Clément – LARRONDO Maxime
Année universitaire 2014 - 2015

Page 39

IUT de Bayonne - Département Génie Industriel et Maintenance

	Afficher les options disponibles	Remplacer par un conditionnement production
	<input type="text" value="10"/>	En stock pour livraison le prochain jour ouvré, si commandé avant 19h00 0,175 € L'unité (en sachet de 10) 1,75 €
Code commande RS : 728-8465 Marque : Interquip Référence fabricant : ZTT4.00MGF Statut RoHS : Conforme	Mettre à jour	Supprimer
	<input type="text" value="8"/>	En stock pour livraison le prochain jour ouvré, si commandé avant 19h00 6,27 € la pièce 50,16 €
Code commande RS : 395-993 Marque : Guitel point m Référence fabricant : 66727 Statut RoHS : Conforme	Mettre à jour	Supprimer
	<input type="text" value="1"/>	En stock pour livraison le prochain jour ouvré, si commandé avant 19h00 61,84 € la pièce 61,84 €
Code commande RS : 508-9115 Marque : EXACT Référence fabricant : 07003 Statut RoHS : Non applicable	Mettre à jour	Supprimer
	<input type="text" value="1"/>	En stock pour livraison le prochain jour ouvré, si commandé avant 19h00 4,49 € le sachet de 5 4,49 €
Code commande RS : 669-4664 Marque : RS Référence fabricant : AGR20C12-5 Statut RoHS : Conforme	Mettre à jour	Supprimer
Afficher les accessoires		
	<input type="text" value="2"/>	En stock pour livraison le prochain jour ouvré, si commandé avant 19h00 3,30 € le paquet de 5 6,60 €
Code commande RS : 444-2919 Marque : RS Référence fabricant : 53111000 Statut RoHS : Conforme	Mettre à jour	Supprimer
Afficher les accessoires		
	<input type="text" value="1"/>	En stock pour livraison le prochain jour ouvré, si commandé avant 19h00 3,90 € le paquet de 5 3,90 €
Code commande RS : 444-2931 Marque : RS Référence fabricant : 53111010 Statut RoHS : Conforme	Mettre à jour	Supprimer
Afficher les accessoires		
	<input type="text" value="1"/>	En stock pour livraison le prochain jour ouvré, si commandé avant 19h00 1,03 € la pièce 1,03 €
Code commande RS : 384-803 Marque : Kopp Référence fabricant : 1785.0100.6 Statut RoHS : Conforme	Mettre à jour	Supprimer
	<input type="text" value="10"/>	En stock pour livraison le prochain jour ouvré, si commandé avant 19h00 0,798 € Unité (par multiple de 10) 7,98 €
Code commande RS : 703-8406 Marque : Cooper Bussmann Référence fabricant : C10G32 Statut RoHS : Conforme	Mettre à jour	Supprimer
	Afficher les options disponibles	Remplacer par un conditionnement production
Afficher les accessoires		
Supprimer plusieurs lignes		Mettre à jour

Total HT	344,30 €
TVA	68,86 €
Total TTC	413,16 €



LISTE DE MATERIEL > Projet LPEI

1

15/01/2014

	Tarif H.T.(€)	Qté	TOTAL H.T.(€)
0 355 04 - Coffret métal Atlantic - IP66 IK10 - RAL 7035 - 600x400x200 -	269,00/u	1	269,00
0 360 16 - Plaque perforée Lina 25 - pour Atlantic/Inox/Marina H 600 x l	94,30/u	1	94,30
0 695 69 - Prise RJ 45 Prog Plexo - Cat. 6 - FTP - IP 55 volet fermé IK 07	28,00/u	1	28,00
0 697 31 - Prise 2P+T avec éclips de protection Prog Plexo complet saillie	10,70/u	1	10,70
0 348 04 - Oule d'aération métal - IP32 IK10 - RAL 7035 - 138 x 138 mm	31,00/u	2	62,00
0 347 95 - Tresse de masse - capacité 6 mm ²	5,97/u	2	11,94
0 363 95 - Fil vert/jaune - capacité 6 mm ²	6,87/u	1	6,87
0 347 50 - Cache-vis - pour isolation tête 347 45 à l'intérieur des	0,537/u	10	5,37
0 347 45 - Vis tête H 4,8 mm x 16 autoforeuse-taraudeuse pour Ø3,3	0,546/u	10	5,4600
4 116 17 - Inter diff DX ³ -ID - vis/vis - 2P - 230V~ - 40A - type A - 30mA -	102,00/u	1	102,00
0 058 24 - Coupe-circuit domestique - 1P+N - cartouche cylind dom - 32	13,40/u	1	13,40
0 058 02 - Coupe-circuit domestique - 1P+N - cartouche cylind miniat -	19,10/u	3	57,30
0 320 39 - Collier Colring - dent int polyamide 6/6 - I 3,5 - L 280 - incolore	0,224/u	1	0,224
0 376 67 - Embout de câblage Starfix - pour conducteurs section 4 mm ² -	0,23/u	100	23,00
0 362 02 - Goulotte Lina 25 - 25x60 - L. 2m	10,80/m	1	10,80
0 371 61 - Bloc jonc Viking 3 à vis - 1 jonction/1 entrée/1 sortie - gris -	1,01/u	2	2,02
0 371 01 - Bloc jonc Viking 3 à vis - 1 jonction/1 entrée/1 sortie - bleu -	1,17/u	2	2,34
0 375 10 - Butée de blocage pr bloc jonc Viking 3 - pas de 6 mm	1,36/u	1	1,36
0 371 63 - Bloc jonc Viking 3 à vis - 1 jonction/1 entrée/1 sortie - gris -	1,77/u	2	3,54
0 371 03 - Bloc jonc Viking 3 à vis - 1 jonction/1 entrée/1 sortie - bleu -	1,94/u	2	3,88
0 696 51 - Boîtier à embouts Prog Plexo composable - 1 poste - gris	2,55/u	1	2,55
0 221 13 - Inter sectionneur rotatif complet - encastré cadenassable - 4P	71,60/u	1	71,60
0 371 73 - Bloc jonc Viking 3 à vis - 1 junc - 1 entrée/1 sortie - vert/jaune -	5,71/u	1	5,71
0 371 71 - Bloc jonction Viking 3 - pour cond de protect pied métal - rail	3,82/u	1	3,82

LISTE DE MATERIEL > Projet LPEI

2

Remise (%)

0

Coefficient

1

TOTAL H.T.**797,184 €**

LISTE DE MATERIEL > Projet LPEI (IUT de Bayonne et du Pays Basque)

15/01/2014

	Qté
0 355 04 - Coffret métal Atlantic - IP66 IK10 - RAL 7035 - 600x400x200 - vertical	1
0 360 16 - Plaque perforée Lina 25 - pour Atlantic/Inox/Marina H 600 x l 400	1
0 695 69 - Prise RJ 45 Prog Plexo - Cat. 6 - FTP - IP 55 volet fermé IK 07 - LCS ²	1
0 697 31 - Prise 2P+T avec éclips de protection Prog Plexo complet saillie gris - 16 A	1
0 348 04 - Ouïe d'aération métal - IP32 IK10 - RAL 7035 - 138 x 138 mm	2
0 347 95 - Tresse de masse - capacité 6 mm ²	2
0 363 95 - Fil vert/jaune - capacité 6 mm ²	1
0 347 50 - Cache-vis - pour isolation tête 347 45 à l'intérieur des goulottes	10
0 347 45 - Vis tête H 4,8 mm x 16 autoforeuse-taraudeuse pour Ø3,3	10
4 116 17 - Inter diff DX ³ -ID - vis/vis - 2P - 230V~ - 40A - type A - 30mA - départ haut- 2M	1
0 058 24 - Coupe-circuit domestique - 1P+N - cartouche cylind dom - 32 A	1
0 058 02 - Coupe-circuit domestique - 1P+N - cartouche cylind miniat - 250 V~	3
0 320 39 - Collier Colring - dent int polyamide 6/6 - l 3,5 - L 280 - incolore (blist)	1
0 376 67 - Embout de câblage Starfix - pour conducteurs section 4 mm ² - orange	100
0 362 02 - Goulotte Lina 25 - 25x60 - L. 2m	1
0 371 61 - Bloc jonc Viking 3 à vis - 1 jonction/1 entrée/1 sortie - gris - pas 6	2
0 371 01 - Bloc jonc Viking 3 à vis - 1 jonction/1 entrée/1 sortie - bleu - pas 6	2
0 375 10 - Butée de blocage pr bloc jonc Viking 3 - pas de 6 mm automatique - sans vis	1
0 371 63 - Bloc jonc Viking 3 à vis - 1 jonction/1 entrée/1 sortie - gris - pas 10	2
0 371 03 - Bloc jonc Viking 3 à vis - 1 jonction/1 entrée/1 sortie - bleu - pas 10	2
0 696 51 - Boîtier à embouts Prog Plexo composable - 1 poste - gris	1
0 221 13 - Inter sectionneur rotatif complet - encastré cadenassable - 4P neutre G - 32 A	1
0 371 73 - Bloc jonc Viking 3 à vis - 1 jonc - 1entrée/1 sortie - vert/jaune - pas 10	1
0 371 71 - Bloc jonction Viking 3 - pour cond de protect pied métal - rail sym - pas 6	1

Liste du matériel électrique à commander.

Désignation	Reference	Quantité	Prix (€) HT	Remarques
Armoire Legrand 600*400*250	0 354 95	1	561,00	Legrand.fr, porte vitrée
Grilles d'aération Legrand 138*138	0 348 04	1	29,80	2 ouïes + 2 grilles anti-insectes
Chassis Grille Legrand	0 360 16	1	91,10	Legrand.fr
Rails symétrique prof. 7,5mm	0 477 22	1	14,10	Legrand.fr, longueur 2m
Presse étoupe M12	444 - 2919	1	3,00	Lot de 5 Radiospare
Presse étoupe M16	444 - 2931	1	3,55	Lot de 5 Radiospare
Presse étoupe M20	669 - 4664	1	4,36	Lot de 5 Radiospare
Ecrous Clips M3	AF1EA3	1	47,87	Lot de 100 Legrand.fr
Ecrous clips M4	AF1EA4	1	47,87	Lot de 100 Legrand.fr
Ecrous Clips M5	AF1EA5	1	58,15	Lot de 100 Legrand.fr
Fusible 30A (10*38) Shurter 00900030	ZC10 SE-30A/PV	3	39,18	Radiospare, 712 4784
Porte Fusible 10*38 Monobloc Schneider	SCHDF101PV	1	6,00	
Borniers 6mm ² Phoenix Contact		10	94,5	Radiospare ref 627-3901
Borniers 4mm ²		10	79,20	Radiospare ref 424-759
Borniers Terre Wieland par 10 (5mm ² max)	57.504.9055.0	1	24,78	Radiospare ref.777-0260
Interrupteur sectionneur Vario 4 poles 32A	VF 1GE	1	120	Schneider (prix approximatif)
Prise de courant Legrand Plexo		1	13,68	
Prise Allemande Male Legrand	0 502 52	1	11,30	Radiospare ref : 200-8444
Fusible verre 5*20 1A ESKA		1	2,00	Par 10
Bloc de jonction porte fusible 5*20	37181	2	8,00	TTC
Disjoncteur différentiel 30mA - 10A		1	81,90	marque AEG
Cosses tubulaire 6mm ² - diam. 6,5mm		10	7,50	conrad

Total	1348,84
-------	---------

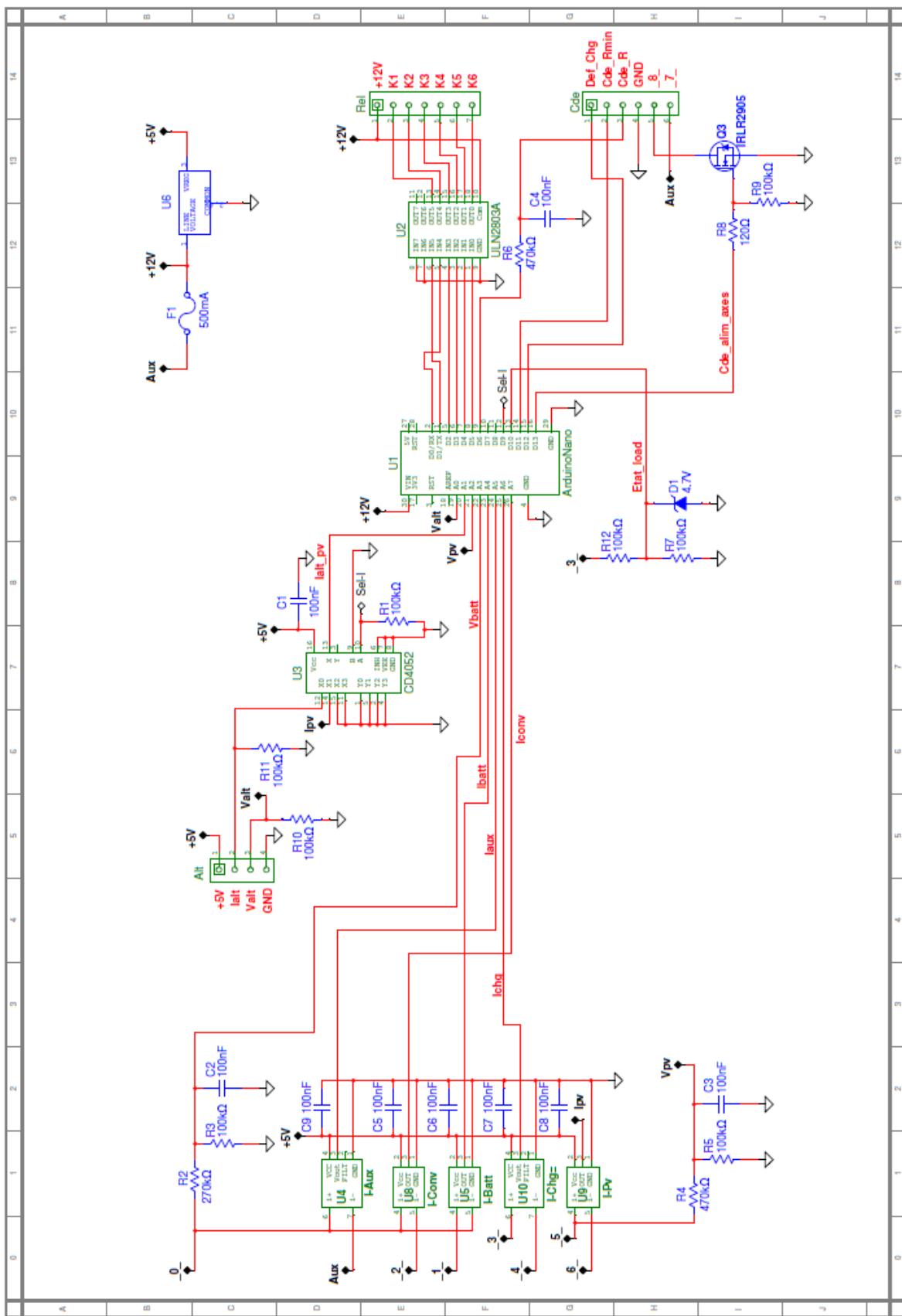
	Foret étapé HSS R-30 à spirale Code commande RS 508-9115 Marque EXACT Référence fabricant 07003 Statut RoHS Non applicable	<input type="button" value="1"/> Mettre à jour Supprimer	En stock pour livraison le prochain jour ouvré, si commandé avant 19h00	61,84 € la pièce	61,84 €
	ROULETTE CAOUTCHOUC GRIS PN/FREIN D75 Code commande RS 399-993 Marque Guteipoint Référence fabricant 66727 Statut RoHS Conforme	<input type="button" value="8"/> Mettre à jour Supprimer	En stock pour livraison le prochain jour ouvré, si commandé avant 19h00	6,27 € la pièce	50,16 €
	Résonateur céramique, 4MHz ZTT4.00MGF, 10 x 5 x 8mm, 3 broches Code commande RS 728-8465 Marque Interquip Référence fabricant ZTT4.00MGF Statut RoHS Conforme	<input type="button" value="10"/> Mettre à jour Supprimer	En stock pour livraison le prochain jour ouvré, si commandé avant 19h00	0,175 € L'unité (en sachet de 10)	1,75 €
	Quartz 0,033MHz 12,5pF ±20ppm, 1,6 x 1,5 x 5mm, LF 2 broches Code commande RS 547-6979 Marque Fox Electronics Référence fabricant NC2BLF-327 Statut RoHS Conforme	<input type="button" value="10"/> Mettre à jour Supprimer	En stock pour livraison le prochain jour ouvré, si commandé avant 19h00	0,306 € l'unité (par multiple de 10)	3,06 €
P Besoin d'une plus grande quantité, à des prix adaptés, avec un conditionnement industriel ? Afficher les options disponibles		Remplacer par un conditionnement production			
	SUPPORT D'ARBRE Code commande RS 284-9510 Marque SKF Référence fabricant LSHS16 Statut RoHS Non applicable	<input type="button" value="4"/> Mettre à jour Supprimer	disponible(s) • En stock pour livraison le lendemain	30,90 € la pièce	123,60 €
	PAIEMENT IGUBAL 16MM Code commande RS 311-2673 Marque Igus Référence fabricant KSTM-16 Statut RoHS Non applicable	<input type="button" value="4"/> Mettre à jour Supprimer	En stock pour livraison le prochain jour ouvré, si commandé avant 19h00	7,19 € la pièce	28,76 €
	PRISE DE COURANT 2P+T 16A 250V GRISE Code commande RS 189-633 Marque Legrand Référence fabricant 0 697 31 Statut RoHS Non applicable	<input type="button" value="1"/> Mettre à jour Supprimer	En stock pour livraison le prochain jour ouvré, si commandé avant 19h00	10,70 € la pièce	10,70 €
	Diseur différentiel 2P 40A, 30mA, montage DIN Rail Code commande RS 482-2753 Marque Legrand Référence fabricant 0 089 10 Statut RoHS Conforme	<input type="button" value="1"/> Mettre à jour Supprimer	En stock pour livraison le prochain jour ouvré, si commandé avant 19h00	37,53 € la pièce	37,53 €
	Diseur DX3-ID 8DA2P 40Aca, 30mA TGA Code commande RS 732-0099 Marque Legrand Référence fabricant 4 116 32 Statut RoHS Conforme	<input type="button" value="1"/> Mettre à jour Supprimer	En stock pour livraison le prochain jour ouvré, si commandé avant 19h00	66,38 € la pièce	66,38 €
	AE Coffret arrière RAL 7035-L-600x4380x210 Code commande RS 499-6292 Marque Rittal Référence fabricant AE1039500 Statut RoHS Conforme	<input type="button" value="1"/> Mettre à jour Supprimer	En stock pour livraison le prochain jour ouvré, si commandé avant 19h00	113,00 € la pièce	113,00 €
	PLAQUE DE MONTAGE 400X600 Code commande RS 2508530013 Marque Legrand Référence fabricant 0 360 13 Statut RoHS Non applicable	<input type="button" value="1"/> Mettre à jour Supprimer	Livraison dans les 14 jours sous réserve de disponibilité chez le fabricant	102,00 € l'unité	102,00 €

IUT de Bayonne - Département Génie Industriel et Maintenance

	COFFRET ATLANTIC 55 Code commande RS 304-6841 Marque Legrand Référence fabricant 0 366 04 Statut RoHS Conforme	<input type="text" value="1"/> Mettre à jour Supprimer	En stock pour livraison le prochain jour ouvré, si commandé avant 19h00	259,00 € la pièce	259,00 €
	ARMOIRE ATLANTIC 55 Code commande RS 176-0012 Marque Legrand Référence fabricant 0 366 08 Statut RoHS Conforme	<input type="text" value="1"/> Mettre à jour Supprimer	En stock pour livraison le prochain jour ouvré, si commandé avant 19h00	275,00 € la pièce	275,00 €

Total HT	1 153,48 €
TVA	230,70 €
Total TTC	1 384,18 €

Annexe 2 : Schéma de la carte électronique A3



Annexe 3 : Automation studio

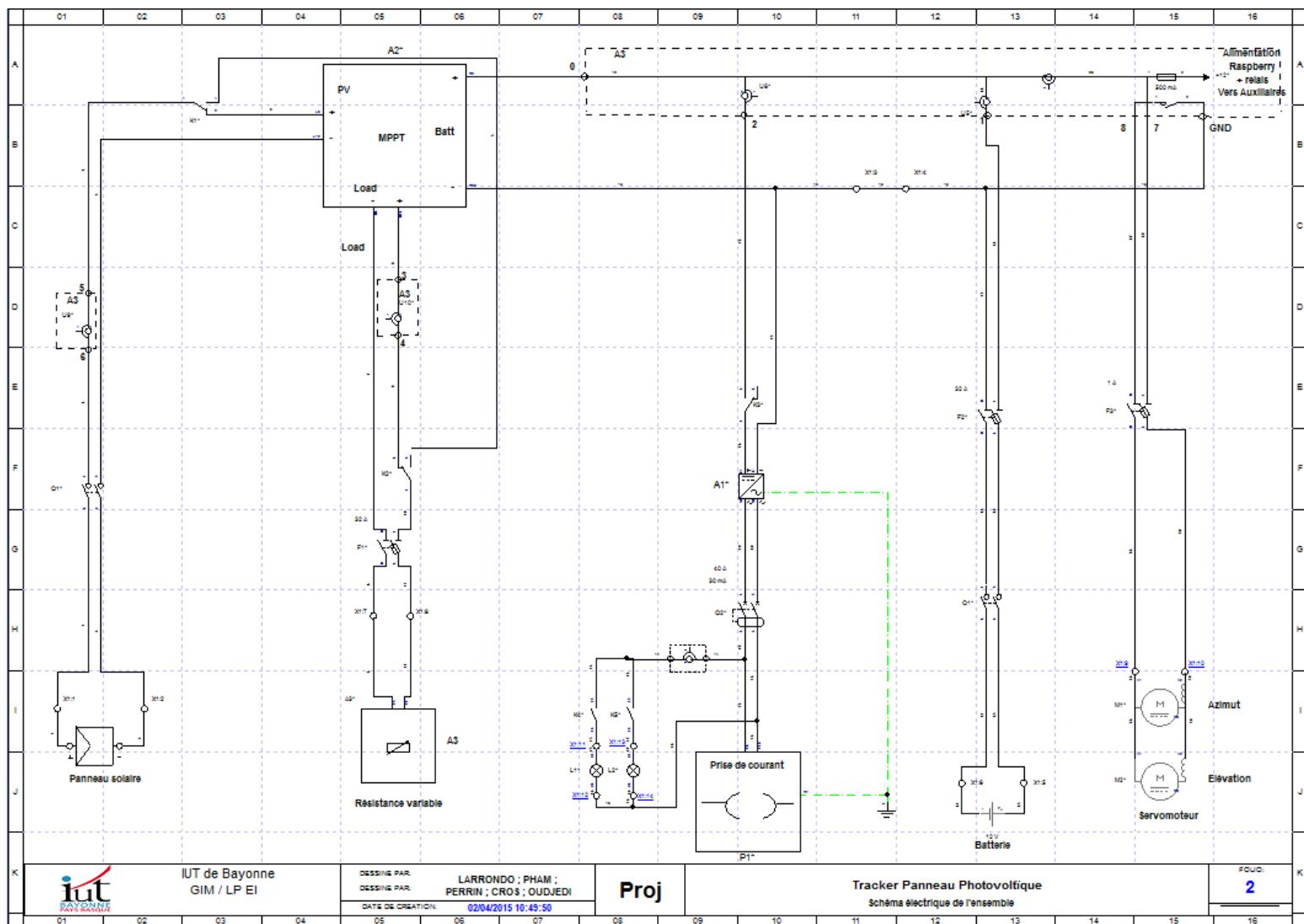
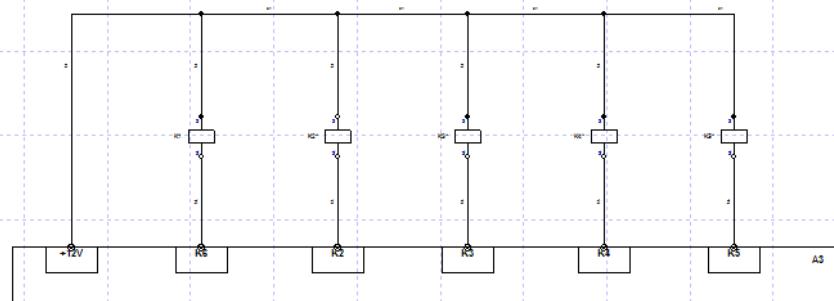


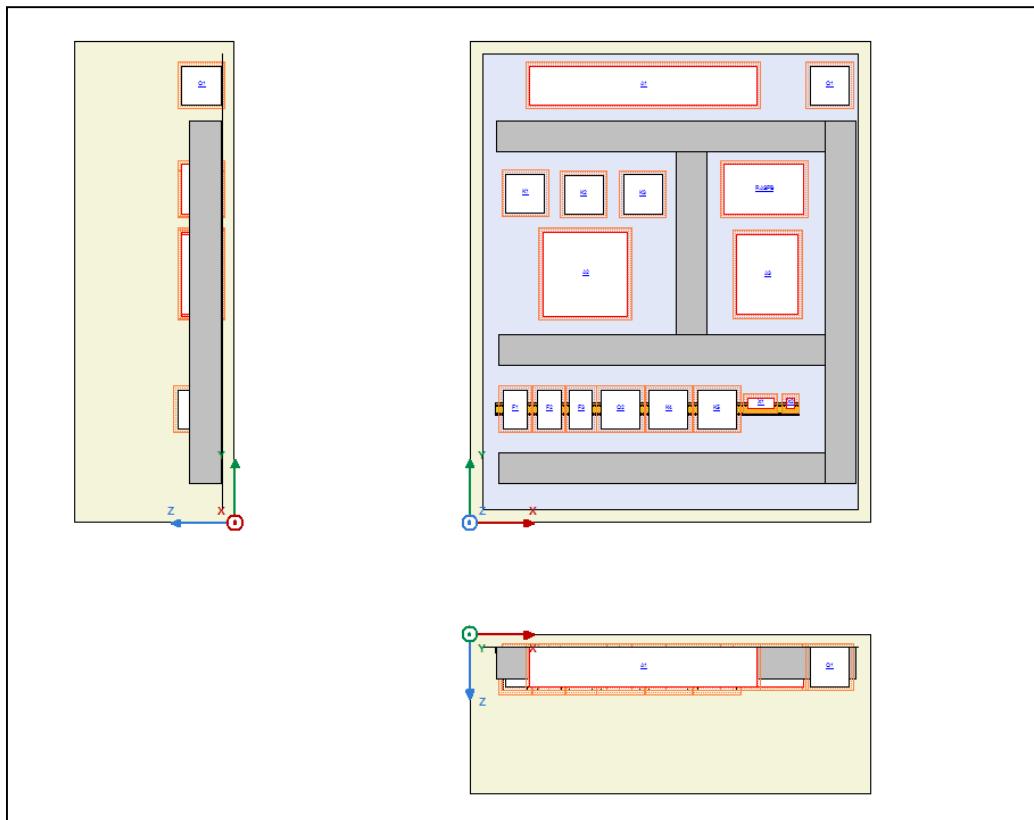
Schéma partie puissance

	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	
A																A	
B																B	
C																C	
D																D	
E																E	
F																F	
G																G	
H																H	
I																I	
J																J	
K	 IUT de Bayonne GIM / LP EI	DESSIN PAR: LARRONDO : PHAM ; DESSIN PAR: PERRIN ; CROS ; OUDJEDI DATE DE CREATION: 02/04/2015 09:53:28	Proj	Tracker Panneau Photovoltaïque Relais	POUDI: 3												K
01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16		

Schéma partie commande

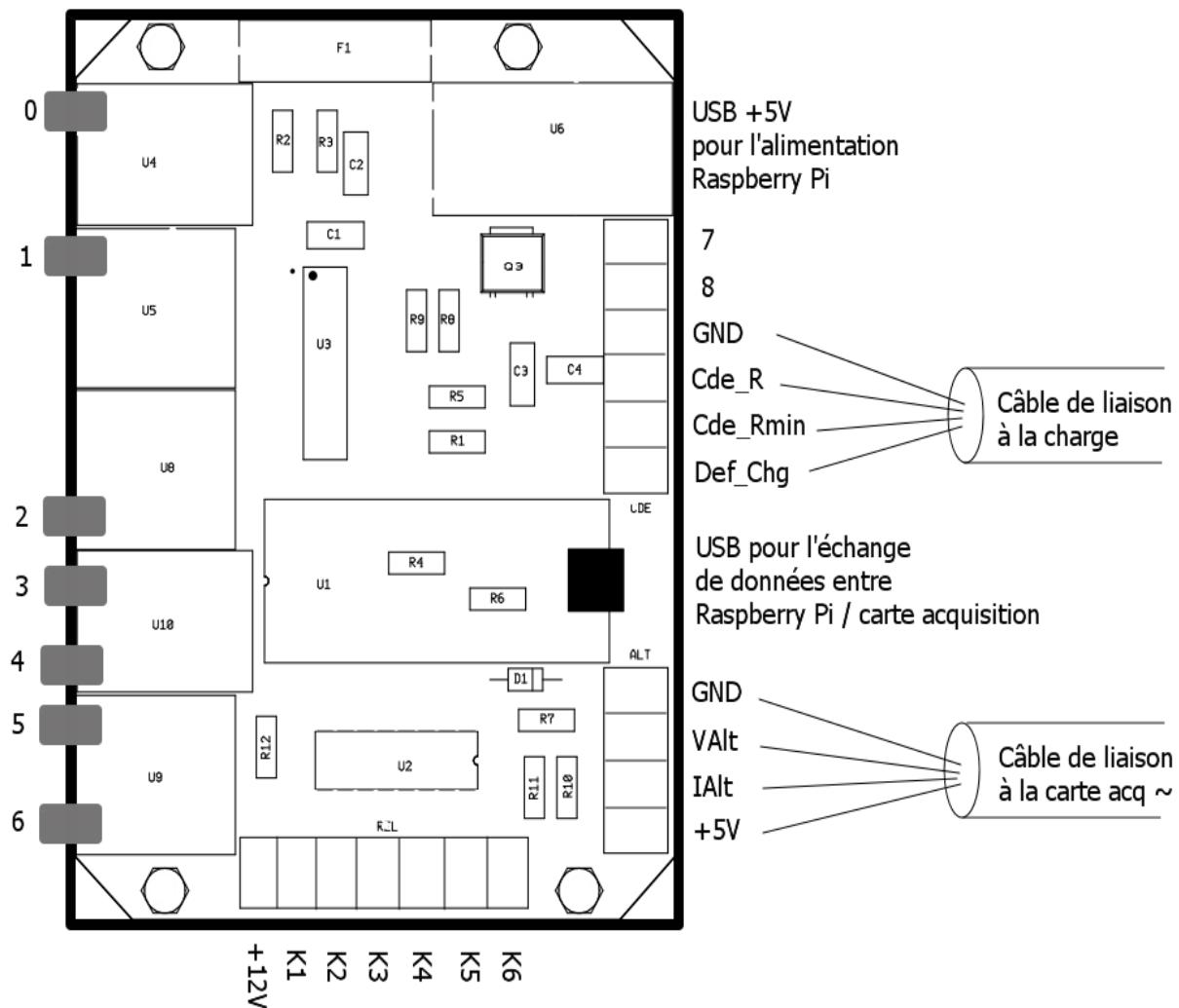


Nom du composant	Quantité	Identificateur	Prix unitaire	Sous-total	Manufacturier	Numéro de pièce	Fournisseur	Commentaire
Résistance variable	1	A3	0 USD	0,00			RS	
Borne de passage, 1 étage, 1 circuit	14	X1:1, X1:10, X1:11, X1:12, X1:13, X1:14, X1:2, X1:3, X1:4, X1:5, X1:6, X1:7, X1:8, X1:9	0 USD	0,00			RS	527-3901
Contact à fermeture	1	K4	0 USD	0,00	Finder	HP406124AC	RS	
Bobine de contacteur, CC/CA	1	K5	5,66 USD	5,66	Finder	HP406124AC	RS	
Contact à fermeture	1	K5	0 USD	0,00	Finder	HP406124AC	RS	
Bobine de contacteur, CC/CA	1	K4	5,66 USD	5,66	Finder	HP406124AC	RS	
Panneau de montage	1		69,50926 USD	69,51	legrand	LEG36016		
Enveloppe	1		197,81646 USD	197,82	legrand	LEG35504		
Goulotte	1		2,16 USD	2,16	legrand	036202		
Rall	1		14,1 USD	14,10	legrand	047722		
Goulotte	1		2,16 USD	2,16	legrand	036202		
Goulotte	1		2,16 USD	2,16	legrand	036202		
Interrupteur-sectionneur, bipolaire	1	Q1	71,6 USD	71,60	legrand	022113	RS	
Interrupteur-sectionneur, bipolaire	1	Q1	0 USD	0,00	legrand	022113	RS	
Prise de courant	1	P1	10,7 USD	10,70	legrand	069731	RS	189-633
Goulotte	1		2,16 USD	2,16	legrand	036202		
Disjoncteur différentiel, bipolaire	1	Q2	66,3 USD	66,30	legrand	411617	RS	732-0099
Fusible-sectionneur avec fusible, unipolaire + neutre	2	F1, F2	14,49975 USD	29,00	legrand	LEG05802	COAXEL	LEG05802
Fusible-sectionneur avec fusible, unipolaire + neutre	1	F3	10,01615 USD	10,02	legrand	LEG05824	COAXEL	LEG05824
Lampe	2	L1, L2	6,32 USD	12,64	Sylvania+Kopp	7899923+692-7210	RS	0029385 + 1908 04042
Bobine de contacteur, CC/CA	3	K1, K2, K3	6,89 USD	20,67	TE Connectivity	V23134A1052C643	RS	308-0598
Pile/batterie	1		231,61 USD	231,61	Victron energy		ASE ENERGY	BATGEL110A
Onduleur	1	A1	117,89 USD	117,89	Victron energy		ASE ENERGY	CONVPS350WVICTR
Panneaux Solaires	1		283,45 USD	283,45	Victron energy		ASE ENERGY	PAN150W
MPPT	1	A2	82,77 USD	82,77	Victron energy		ASE ENERGY	REGMPPT15AVIC
Moteur série, CC	2	M1, M2	208,19 USD	416,38	Victron energy		ASE ENERGY	TRACEUR1



Implantation des éléments dans l'armoire

Annexe 4 : Implantation de la carte électronique



Annexe 5 : Carte Arduino nano

Interrupt	COM	PWM	Arduino	AVR pin		AVR pin	Arduino	Other	COM
RXD			D0	PD0					
TXD			D1	PD1					
			Reset	PO8					
			GND	GND					
INT0			D2	PD2					
INT1		Timer2B	D3	PD3					
			D4	PD4					
		Timer0B	D5	PD5					
		Timer0A	D6	PD6					
			D7	PD7					
			D8	PB0					
		Timer1A	D9	PB1					
SS	Timer1B	D10	PB2						
MOSI	Timer2A	D11	PB3						
MISO		D12	PB4						



Annexe 6 : Programme CalPosSol-V2.py (Position du soleil et envoi des données vers MySQL)

```

1  #!/usr/bin/python3.2
2  # -*- coding: utf8 -*-
3
4  import math          # Importer la bibliothèque Math
5  import time          # Importer la bibliothèque Temps
6  import MySQLdb        # Importer la bibliothèque base de données
7  from Capteur import *
8
9
10 # Déclaration de la fonction de calcul de la hauteur solaire et de l'azimut:
11 #           CalPosSol()
12 #
13
14 def CalPosSol(heure,min,jour,mois,annee):    # Définition de la fonction
15     # début du code de la fonction
16
17     E= math.asin(0.687 * math.sin(Dec(Jour)) + 0.725 * math.cos(Dec(Jour)) * math.cos(Ah_r(Tsv)))  # angle de l'élevation en degrés
18
19     if Ah_r(Tsv) >= (-1 * math.pi) and Ah_r(Tsv) <= (-1 * math.pi)/3:
20         A = math.asin((math.cos(Dec(Jour)) * math.sin(Ah_r(Tsv)))/ math.cos(E)) * -1      # angle de l'azimut en degrés
21     elif Ah_r(Tsv) >= (-1 * math.pi)/3 and Ah_r(Tsv) <= (math.pi)/3:
22         A = math.asin((math.cos(Dec(Jour)) * math.sin(Ah_r(Tsv)))/ math.cos(E)) + math.pi
23     else:
24         A = math.asin((math.cos(Dec(Jour)) * math.sin(Ah_r(Tsv)))/ math.cos(E)) * -1 + ( 2* math.pi)
25     A = math.degrees(A)
26     E = math.degrees(E)
27
28     # Afficher date et heure
29     print "Horodatage du calcul: ",time.strftime('%H'),"h",time.strftime('%M')," ",time.strftime('%d'),"/",time.strftime('%m'),"/",time.strftime('%Y')
30     return (A,E)
31     # fin du code de la fonction
32
33 #
34 # Déclaration de la fonction de calcul du jour d l'année:
35 #
36
37
38 def Jour():
39     a = time.strftime('%Y')
40     a= int(a)
41     m = time.strftime('%m')
42     m = int(m)
43     j = time.strftime('%d')
44     j = int(j)
45     if((a%4 == 0 and a%100 != 0) or a%400 == 0):    # Calcul si année bissextile
46         return(0,31,60,91,121,152,182,213,244,274,305,335,366)[m-1]+j
47     else:
48         return(0,31,59,90,120,151,181,212,243,273,304,334,365)[m-1]+j
49
50 #
51 # Déclaration de la fonction de la declinaison:
52 #
53
54
55 def Dec(Jour):
56     Dec = math.radians(23.45 * math.sin((6.28 * (Jour() + 284))/ 365))
57     return Dec
58
59 #
60 # Déclaration de la fonction du temps solaire vrai:
61 #
62
63
64 def Tsv():
65     heure = time.strftime('%H')
66     heure = int(heure)
67     min = time.strftime('%M')
68     min = float(min)
69     if Jour() > 90 and Jour() < 300:    # Si heure d'été
70         Tsv = heure-1 + min/60
71         return Tsv
72     else:
73         Tsv = heure + min/60
74         return Tsv
75
76 #
77 # Déclaration de la fonction de l'amplitude horaire:
78 #
79
80
81 def Ah_r(Tsv):
82     Ah_r = math.radians((Tsv()-12)*(360/24))
83     return Ah_r
84
85 #
86 # Test de la fonction CalPosSol:
87 #
88
89 resultats = CalPosSol(time.strftime('%H'),time.strftime('%M'),time.strftime('%d'),time.strftime('%m'),time.strftime('%Y'))
90 print "azimut:",resultats[0]          # affichage de l'azimut
91 print "elevation:",resultats[1]        # affichage de l'élevation solaire
92
93 #
94 # Transmission des données aux MySQL

```

On importe tout du programme Capteur.py
(Le programme Capteur s'exécute avant CalPosSol-V2)

```

80     def Ah_r(Tsv):
81         Ah_r = math.radians((Tsv)-12)*(360/24)
82         return Ah_r
83
84
85 #-----
86 # Test de la fonction CalPosSol:
87 #
88
89 resultats = CalPosSol(time.strftime('%H'),time.strftime('%M'),time.strftime('%d'),time.strftime('%m'),time.strftime('%Y'))
90 print "azimut:",resultats[0]      # affichage de l'azimut
91 print "elevation:",resultats[1]   # affichage de l'elevation solaire
92
93
94 # Transmission des données aux MySQL
95 #
96
97 # Connexion à la base de données
98 try:
99     conn = MySQLdb.connect (host = "localhost",user = "root",passwd = "Tp9800",db = "test")
100 except MySQLdb.Error, e:
101     print "Erreur id : %s" % (e.args[0], e.args[1])
102     sys.exit (1)
103
104 cursor = conn.cursor() #Créer un curseur pour agir sur la base de données
105
106 # Pour insérer des éléments dans la base de données
107 cursor.execute("INSERT INTO tracker(tdate, ttime, azimut, elevation, Valt, Ialt_pv, Vpv, Vbatt, Ibatt, Iaux, Ichg, Iconv, Etat_load) VALUES
108 (%(CURDATE()), %(CURTIME()), %s, %s)" %(resultats[0], resultats[1], dataCapteurD["Valt"], dataCapteurD["Ialt_pv"],
109     dataCapteurD["Vpv"], dataCapteurD["Vbatt"], dataCapteurD["Iaux"], dataCapteurD["Ichg"], dataCapteurD["Iconv"], dataCapteurD["Etat_load"]),
110 conn.commit() # Pour enregistrer dans la base de données
111
112 conn.close() # Fermer la connection
113
114
115 # Vérification du fonctionnement toutes les minutes
116
117 NomFichier = '/home/student/test.txt'
118 # création et ouverture du fichier test.txt en mode write 'w' (écriture)
119 # si le fichier test.txt existe déjà, il est écrasé
120 Fichier = open(NomFichier,'a') # instanciation de l'objet Fichier de la classe file
121
122 # écriture dans le fichier avec la méthode write()
123 Fichier.write('1'+t+2+'\n')
124
125 # fermeture du fichier avec la méthode close()
126 Fichier.close()

```

Grâce à l'importation du programme Capteur, on peut utiliser les résultats dans les dictionnaires pour envoyer toutes les données en une seule fois à MySQL (azimut, élévation, données capteurs)

Annexe 7 : Programme Capteur.py (Pour récupérer les données sur l'Arduino)

```

1  #!/usr/bin/python3.2
2  #-*- coding: utf-8 -*-#
3
4  import serial      # importation de la bibliothèque de communication série
5  dataCapteurD={}    # création du dictionnaire pour les données capteur
6
7
8
9  #-----
10 # Lecture des données des capteurs
11 #-----
12
13 ser = serial.Serial('/dev/ttyUSB0',38400,timeout=5)      # Début de communication avec le port USB0
14
15 #print ser.read(90)                                     # Lecture des 90 premiers caractères
16 trameCapteur = ser.read(90)
17 print trameCapteur
18 dataTracker = trameCapteur.split("\r\n")
19 ser.close()                                              # Fin de communication avec le port USB0
20
21 dataCapteur = dataTracker[1].split("$")
22
23 for elt in dataCapteur:
24     if (elt[0:1]) == '$':
25         data = elt[1:len(elt)]
26         #print (type(data))
27         data = float(data)
28         #print (type(data))
29         dataCapteurD["Vaux"] = data
30
31     if (elt[0:1]) == '\'':
32         data = elt[1:len(elt)]
33         #print (type(data))
34         data = float(data)
35         #print (type(data))
36         dataCapteurD["Iaux_pv"] = data
37
38     if (elt[0:1]) == '-':
39         data = elt[1:len(elt)]
40         #print (type(data))
41         data = float(data)
42         #print (type(data))
43         dataCapteurD["Vaux"] = data
44
45     if (elt[0:1]) == '.':
46         data = elt[1:len(elt)]
47         #print (type(data))
48
49         #print (type(data))
50         dataCapteurD["Vaux"] = (data*0.02903)          # Incorporation d'un coefficient pour la tension (point diviseur)
51         print dataCapteurD["Vaux"]
52
53
54     if (elt[0:1]) == '=':
55         data = elt[1:len(elt)]
56         #print (type(data))
57         data = float(data)
58         #print (type(data))
59         dataCapteurD["Iaux"] = ((data-512)*0.074)       # Incorporation d'une formule pour le capteur de courant 30A
60
61     if (elt[0:1]) == ',':
62         data = elt[1:len(elt)]
63         #print (type(data))
64         print data
65         data = float(data)
66         #print (type(data))
67         dataCapteurD["Iaux"] = ((data-512)*0.0264*(-1)) # On multiplie par -1 car le courant passe dans l'autre sens
68
69     if (elt[0:1]) == ';':
70         data = elt[1:len(elt)]
71         #print (type(data))
72         data = float(data)
73         #print (type(data))
74         dataCapteurD["Icha"] = ((data-512)*0.0264)        # Incorporation d'une formule pour le capteur de courant 5A
75
76     if (elt[0:1]) == ':':
77         data = elt[1:len(elt)]
78         #print (type(data))
79         data = float(data)
80         #print (type(data))
81         dataCapteurD["Icom"] = ((data-512)*0.074)         # Incorporation d'une formule pour le capteur de courant 30A
82
83     if (elt[0:1]) == '':
84         data = elt[1:len(elt)]
85         #print (type(data))
86         data = float(data)
87         #print (type(data))
88         dataCapteurD["Etat_load"] = data

```

Annexe 8 : Partie1.php

```

1      <head> <!-- Partie non vu sur le site -->
2
3          <meta charset="utf-8" /> <!-- Pour prendre en compte presque tous les symboles -->
4          <link rel="stylesheet" href="styletracker.css" /> <!-- Pour introduire css -->
5
6          <!-- Pour faire fonctionner html 5 avec internet explorer 9 -->
7          <!--[if lt IE 9]>
8              <script src="http://html5shiv.googlecode.com/svn/trunk/html5.js"></script>
9          </[endif]-->
10
11         <title>Tracker photovoltaïque</title> <!-- Titre de la page -->
12
13     </head>
14
15
16
17     <!--[if IE 6 ]><body class="ie6 old_ie"><![endif]-->
18     <!--[if IE 7 ]><body class="ie7 old_ie"><![endif]-->
19     <!--[if IE 8 ]><body class="ie8"><![endif]-->
20     <!--[if IE 9 ]><body class="ie9"><![endif]-->
21     <!--[if !IE]><!--><body><!--><![endif]-->
22
23     <header> <!-- En-tête de la page -->
24
25         <figure> <!-- Image importante -->
26             | 
27         </figure>
28
29         <h1> Tracker photovoltaïque</h1> <!-- Titre important -->
30
31     </header> <!-- Fin de l'en-tête de la page -->
32
33     <section> <!-- Corps de la page -->
34
35         <h3>Schéma électronique de pilotage</h3> <!-- Titre du schéma -->
36
37     <!-- Début du langage PHP-->
38     <?php
39     try
40     {
41         // On se connecte à MySQL
42         $bdd = new PDO('mysql:host=localhost;dbname=test;charset=utf8', 'student', 'LPEI');
43     }
44     catch(Exception $e)
45     {
46         // En cas d'erreur, on affiche un message et on arrête tout
47         die('Erreur : '. $e->getMessage());
48     } // Si tout va bien, on peut continuer
49
50
51         // Sélectionne tout dans la bibliothèque tracker
52         $reponse = $bdd->query('SELECT * FROM tracker ORDER BY id DESC ');
53         $donnees = $reponse->fetch()
54
55     <?> <!-- Fin du PHP-->
56
57         <div id="azimut">
58             | <p><?php echo $donnees['azimut'];?> </p>
59         </div>
60
61         <div id="elevation">
62             | <p><?php echo $donnees['elevation'];?> </p>
63         </div>
64
65         <div id="Vatt">
66             | <p><?php echo $donnees['Vatt'];?> V</p>
67         </div>
68
69         <div id="Ialt_pv">
70             | <p><?php echo $donnees['Ialt_pv'];?> A</p>
71         </div>
72
73         <div id="Vpx">
74             | <p><?php echo $donnees['Vpx'];?> V</p>
75         </div>
76
77         <div id="Vbatt">
78             | <p><?php echo $donnees['Vbatt'];?> V</p>
79         </div>
80
81         <div id="Ibatt">
82             | <p><?php echo $donnees['Ibatt'];?> A</p>
83         </div>
84
85         <div id="Iaux">
86             | <p><?php echo $donnees['Iaux'];?> A</p>
87         </div>
88
89         <div id="Ichg">
90             | <p><?php echo $donnees['Ichg'];?> A</p>
91         </div>
92
93         <div id="Iconv">
94             | <p><?php echo $donnees['Iconv'];?> A</p>
95         </div>
96
97     <?php
98         $reponse->closeCursor(); // Termine le traitement de la requête
99     <?>

```

Mise en place des rectangles avec le fichier CSS à l'intérieur desquels nous insérons les valeurs archivées dans la base de données

Annexe 9 : Partie2.php

```

1  |<footer> <!-- Pied de page -->
2  |  <div id="Info-iut"> <!-- Liste 1 -->
3  |    <p> IUT de Bayonne et du Pays Basque</p>
4  |    <ul>
5  |      <li>Dpt. GIM / LPEI</li>
6  |      <li>2 Allée du Parc Montaury</li>
7  |      <li>64600 ANGLET</li>
8  |      <!-- Pour mettre un lien vers page internet iut -->
9  |      <li><a href="https://www.iutbayonne.univ-pau.fr">Accès au site</a></li>
10 |    </ul>
11 |  </div>
12 |
13 |
14 |
15 |  <div id="Etudiant"> <!-- Liste 2 -->
16 |    <p> Etudiant en charge du projet </p>
17 |    <ul>
18 |      <li> Jessica CROS </li>
19 |      <li> Maxime LARRONDO </li>
20 |      <li> Jean PERRIN </li>
21 |      <li> Clément OUDJEDI </li>
22 |      <li> Emmanuel PHAM </li>
23 |    </ul>
24 |  </div>
25 |
26 |  <div id="Tuteur"> <!-- Liste 3 -->
27 |    <p> Tuteur</p>
28 |    <ul>
29 |      <li>Philippe LARRAMENDY </li>
30 |    </ul>
31 |  </div>
32 |
33 |  <figure> <!-- Image importante -->
34 |    
35 |  </figure>
36 |
37 |</footer> <!-- Fin du pied de page -->
38 |
39 |</body> <!-- Fin du corps de la page -->
40 |
41 |</html> <!-- Fin du code html -->

```

Annexe 10 : Trackerphotovoltaïque.php

```

1  <!DOCTYPE html PUBLIC "-//W3C//DTD XHTML 1.0 Strict//EN" "http://www.w3.org/TR/xhtml1/DTD/xhtml1-strict.dtd">
2  |<html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml" xml:lang="fr" lang="fr">
3  |
4  |<?php include("partiel.php"); ?> <!-- Inclure la page partiel dans cette page -->
5  |
6  |<!-- Suite de Section dans la partie Body de la partiel --&gt;
7  |
8  |  &lt;p id= "azimut"&gt; xxx &lt;/p&gt;
9  |  &lt;form action="tracker photovoltaique1.php" method="post"&gt;
10 |    &lt;p&gt;
11 |      &lt;input type="submit" name="inter1" value="inter1" id="inter1" /&gt; &lt;!-- Crédit à la personne qui a écrit ce code --&gt;
12 |    &lt;/p&gt;
13 |  &lt;/form&gt;
14 |
15 |  &lt;form action="tracker photovoltaique2.php" method="post"&gt;
16 |    &lt;p&gt;
17 |      &lt;input type="submit" name="inter2" value="inter2" id="inter2" /&gt; &lt;!-- Crédit à la personne qui a écrit ce code --&gt;
18 |    &lt;/p&gt;
19 |  &lt;/form&gt;
20 |
21 |  &lt;p&gt;&lt;img src="image/montage.png" class="montage"/&gt;&lt;/p&gt; &lt;!-- Image du montage --&gt;
22 |
23 |&lt;/section&gt; &lt;!-- Fin de la partie section --&gt;
24 |
25 |&lt;?php include("partie2.php"); ?&gt; &lt;!-- Inclure la page partie2 dans cette page --&gt;
26 |
</pre>

```

Annexe 11 : Trackerphotovoltaïque1.php

```

1  <!DOCTYPE html PUBLIC "-//W3C//DTD XHTML 1.0 Strict//EN" "http://www.w3.org/TR/xhtml1/DTD/xhtml1-strict.dtd">
2  <html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml" xml:lang="fr" lang="fr">
3
4  <?php include("partiel.php"); ?> <!-- Inclure la page partiel dans cette page -->
5
6  <!-- Suite de Section dans la partie Body de la partie1 -->
7
8      <form action="tracker photovoltaïque.php" method="post">
9          <p>
10             | <input type="submit" name="stop" value="STOP" id="stop1" />
11         </p>
12     </form>
13
14     <form action="tracker photovoltaïque3.php" method="post">
15         <p>
16             | <input type="submit" name="inter" value="inter2" id="inter2" />
17         </p>
18     </form>
19
20     <p></p>
21
22 </section> <!-- Fin de la partie section -->
23
24 <?php include("partie2.php"); ?> <!-- Inclure la page partie2 dans cette page -->
```

Annexe 12 : Trackerphotovoltaïque2.php

```

1  <!DOCTYPE html PUBLIC "-//W3C//DTD XHTML 1.0 Strict//EN" "http://www.w3.org/TR/xhtml1/DTD/xhtml1-strict.dtd">
2  <html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml" xml:lang="fr" lang="fr">
3
4  <?php include("partiel.php"); ?> <!-- Inclure la page partiel dans cette page -->
5
6  <!-- Suite de Section dans la partie Body de la partie1 -->
7
8      <form action="tracker photovoltaïque3.php" method="post">
9          <p>
10             | <input type="submit" name="inter" value="inter1" id="inter1" />
11         </p>
12     </form>
13
14     <form action="tracker photovoltaïque.php" method="post">
15         <p>
16             | <input type="submit" name="stop" value="STOP" id="stop2" />
17         </p>
18     </form>
19
20     <p></p>
21
22 </section> <!-- Fin de la partie section -->
23
24 <?php include("partie2.php"); ?> <!-- Inclure la page partie2 dans cette page -->
```

Annexe 13 : Trackerphotovoltaïque3.php

```

1  <!DOCTYPE html PUBLIC "-//W3C//DTD XHTML 1.0 Strict//EN" "http://www.w3.org/TR/xhtml1/DTD/xhtml1-strict.dtd">
2  <html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml" xml:lang="fr" lang="fr">
3
4  <?php include("partiel.php"); ?> <!-- Inclure la page partiel dans cette page -->
5
6  <!-- Suite de Section dans la partie Body de la partie1 -->
7
8      <form action="tracker photovoltaïque2.php" method="post">
9          <p>
10             | <input type="submit" name="stop" value="STOP" id="stop1" />
11         </p>
12     </form>
13
14     <form action="tracker photovoltaïque1.php" method="post">
15         <p>
16             | <input type="submit" name="stop" value="STOP" id="stop2" />
17         </p>
18     </form>
19
20     <p></p>
21
22 </section> <!-- Fin de la partie section -->
23
24 <?php include("partie2.php"); ?> <!-- Inclure la page partie2 dans cette page -->
```

Annexe 14 : Styletracker.css

```

1  /* Définition des polices personnalisées */
2  body
3  {
4      background-color: #B7CA79; /* Couleur de fond*/
5      font-family: 'Trebuchet MS', Arial, sans-serif; /* Police*/
6      color: #181818; /* Couleur du texte*/
7  }
8  header
9  {
10     position: absolute;
11     width: 1100px; /* Largeur de la boîte*/
12     height: 180px; /* Hauteur de la boîte*/
13     background-color: #EFECCA;
14     border: 3px solid black; /* Encadrement*/
15     border-radius: 20px; /* Arrondis l'encadrement*/
16     display: inline-block; /* Type d'élément*/
17     margin-left: 75px; /* Marge à gauche*/
18 }
19
20 #logo
21 {
22     height:60px;
23 }
24
25 header h1
26 {
27     position: absolute;
28     font-size: 60px; /* Taille du texte*/
29     font-weight: bold; /* Mettre en gras*/
30     color: #046380;
31     margin-top:45px; /* Marge du haut*/
32     margin-left:250px;
33 }
34
35 section h3
36 {
37     position: absolute;
38     text-decoration: underline; /*Texte souligné*/
39     font-weight: bold;
40     font-size: 30px;
41     font-style: italic; /* Style du texte, italique*/
42     margin-top:200px; /* Marge du haut*/
43     margin-left:435px;
44 }
45
46 #azimut
47 {
48     position: absolute; /* Positionnement*/
49     line-height: 4.2px; /* Hauteur de ligne*/
50     width: 70px;
51     background-color: #EFECCA;
52     margin-left:120px;
53     margin-top:345px;
54     text-align: center;
55     border: 1px solid black;
56     border-radius: 5px;
57     z-index: 2; /* Ordre d'affichage en cas de superposition*/
58 }
59
60 #elevation
61 {
62     position: absolute;
63     line-height: 4.2px;
64     width: 70px;
65     background-color: #EFECCA;
66     margin-left:30px;
67     margin-top:465px;
68     text-align: center;
69     border: 1px solid black;
70     border-radius: 5px;
71     z-index: 2;
72 }
73
74 #Valt
75 {
76     position: absolute;
77     line-height: 3px;
78     width: 50px;
79     background-color: #EFECCA;
80     margin-left:300px;
81     margin-top:520px;
82     font-size:10px;
83     text-align: center;
84     color:green;
85     border: 1px solid black;
86     border-radius: 5px;
87     z-index: 2;
88 }
89
90 #Ialt_pv
91 {
92     position: absolute;
93     line-height: 3px;
94     width: 50px;
95     background-color: #EFECCA;
96 }
```

```
97 margin-left:265px;
98 margin-top:460px;
99 font-size:10px;
100 text-align: center;
101 color:red;
102 border: 1px solid black;
103 border-radius: 5px;
104 z-index: 2;
105
106
107 #Vpv
108 {
109 position: absolute;
110 line-height: 3px;
111 width: 50px;
112 background-color: #EFECCA;
113 margin-left:930px;
114 margin-top:579px;
115 font-size:10px;
116 text-align: center;
117 color:green;
118 border: 1px solid black;
119 border-radius: 5px;
120 z-index: 2;
121
122
123 #Vbatt
124 {
125 position: absolute;
126 line-height: 3px;
127 width: 50px;
128 background-color: #EFECCA;
129 margin-left:402px;
130 margin-top:610px;
131 font-size:10px;
132 text-align: center;
133 color: green;
134 border: 1px solid black;
135 border-radius: 5px;
136 z-index: 2;
137
138
139 #Ibatt
140 {
141 position: absolute;
142 line-height: 3px;
143 width: 50px;
144 background-color: #EFECCA;
145 margin-left:402px;
146 margin-top:575px;
147 font-size:10px;
148 text-align: center;
149 color:red;
150 border: 1px solid black;
151 border-radius: 5px;
152 z-index: 2;
153
154
155 #Iaux
156 {
157 position: absolute;
158 line-height: 3px;
159 width: 50px;
160 background-color: #EFECCA;
161 margin-left:683px;
162 margin-top:565px;
163 font-size:10px;
164 text-align: center;
165 color:red;
166 border: 1px solid black;
167 border-radius: 5px;
168 z-index: 2;
169
170
171 #Ichg
172 {
173 position: absolute;
174 line-height: 3px;
175 width: 50px;
176 background-color: #EFECCA;
177 margin-left:552px;
178 margin-top:565px;
179 font-size:10px;
180 text-align: center;
181 color:red;
182 border: 1px solid black;
183 border-radius: 5px;
184 z-index: 2;
185
186
187 #Iconv
188 {
189 position: absolute;
190 line-height: 3px;
191 width: 50px;
192 background-color: #EFECCA;
```

```
193     margin-left:700px;
194     margin-top:460px;
195     font-size:10px;
196     text-align: center;
197     color:red;
198     border: 1px solid black;
199     border-radius: 5px;
200     z-index: 2;
201   }
202
203   #inter1
204   {
205     position: absolute;
206     margin-left:1020px;
207     margin-top:503px;
208     z-index: 2;
209   }
210
211   #inter2
212   {
213     position: absolute;
214     margin-left:1120px;
215     margin-top:503px;
216     z-index: 2;
217   }
218
219   #stop2
220   {
221     position: absolute;
222     margin-left:1120px;
223     margin-top:503px;
224     z-index: 2;
225   }
226
227   #stop1
228   {
229     position: absolute;
230     margin-left:1020px;
231     margin-top:503px;
232     z-index: 2;
233   }
234
235   .montage, .montagel
236   {
237     position: absolute;
238     width: 1213px;
239     margin-left: 10px;
240     margin-top: 300px;
241     border: 3px solid #046380;
242     z-index: 1;
243   }
244
245   footer
246   {
247     position: absolute;
248     border: 2px solid black;
249     border-radius: 10px;
250     margin-left: 30px;
251     margin-top:900px;
252     margin-bottom:10px;
253     width: 1200px;
254     height: 180px;
255   }
256
257   #Info-iut, #Etudiant, #Tuteur, figure
258   {
259     display: inline-block;
260     vertical-align: top;
261     padding-top: 0px; /* Marge intérieure en haut*/
262   }
263
264   #Info-iut
265   {
266     font-style: italic;
267     margin-left: 20px;
268     width: 350px;
269   }
270
271   #Info-iut p
272   {
273     font-weight: bold;
274     font-size: 20px;
275   }
276
277   #Info-iut li
278   {
279     list-style-type: none; /* Change le style des puces d'une liste*/
280   }
281
282   #Etudiant
283   {
284     font-style: italic;
285     width: 300px;
286   }
287
288   #Etudiant p
```

```
289 {  
290   font-weight: bold;  
291   font-size: 20px;  
292 }  
293  
294 #Etudiant li  
295 {  
296   list-style-type: disc;  
297 }  
298  
299 #Tuteur  
300 {  
301   width: 280px;  
302 }  
303  
304 #Tuteur p  
305 {  
306   font-weight: bold;  
307   font-size: 20px;  
308 }  
309  
310 footer figure  
311 {  
312   margin-top: 60px;  
313 }
```

Annexe 15 : Affichagedonnées1.php

```

1  <!DOCTYPE html PUBLIC "-//W3C//DTD XHTML 1.0 Strict//EN" "http://www.w3.org/TR/xhtml1/DTD/xhtml1-strict.dtd">
2  <html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml" xml:lang="fr" lang="fr">
3
4  <head> <!-- Partie non vu sur le site -->
5
6      <meta charset="utf-8" /> <!-- Pour prendre en compte presque tous les symboles -->
7      <link rel="stylesheet" href="Affichage.css" /> <!-- Pour introduire CSS -->
8      <!-- Pour faire fonctionner html 5 avec internet explorer 9 -->
9      <!--[if lt IE 9]>
10     <script src="http://html5shiv.googlecode.com/svn/trunk/html5.js"></script>
11     </[endif]-->
12
13     <title>Affichage des données</title> <!-- Titre de la page -->
14
15 </head>
16
17 <body>
18
19 <!-- Début du language PHP-->
20 <?php
21     try
22     {
23         // On se connecte à MySQL
24         $bdd = new PDO('mysql:host=localhost;dbname=test;charset=utf8', 'student', 'LPEI');
25     }
26     catch(Exception $e)
27     {
28         // En cas d'erreur, on affiche un message et on arrête tout
29         die('ERREUR : '. $e->getMessage());
30     } // Si tout va bien, on peut continuer
31
32     // Sélectionne tout dans la bibliothèque tracker
33     $reponse = $bdd->query('SELECT * FROM tracker ORDER BY id DESC LIMIT 0,30 ');
34
35     echo '<table>'; // Affiche en mode Tableau
36     echo '<tr>'; // Première ligne
37     echo '<th>', 'Date', '</th>'; // Première colonne
38     echo '<th>', 'Humeur', '</th>'; // Deuxième colonne
39     echo '<th>', 'Azimut', '</th>';
40     echo '<th>', 'Elevation', '</th>';
41     echo '<th>', 'Valz', '</th>';
42     echo '<th>', 'Talt_pv', '</th>';
43     echo '<th>', 'Vxx', '</th>';
44     echo '<th>', 'Vhatx', '</th>';
45     echo '<th>', 'Thatx', '</th>';
46     echo '<th>', 'Ixx', '</th>';
47     echo '<th>', 'Ichr', '</th>';
48     echo '<th>', 'Iconv', '</th>';
49     echo '<th>', 'Etat_load', '</th>';
50     echo '<tr>'; // Fin de la première ligne
51
52     while ($donnees = $reponse->fetch()) // Boucle pour afficher toutes les données
53     {
54
55         echo '<tr>'; // Ligne suivante
56         echo '<td>', $donnees['date'], '</td>'; // Première colonne
57         echo '<td>', $donnees['humeur'], '</td>';
58         echo '<td>', $donnees['azimut'], '</td>';
59         echo '<td>', $donnees['elevation'], '</td>';
60         echo '<td>', $donnees['valz'], '</td>';
61         echo '<td>', $donnees['talt_pv'], '</td>';
62         echo '<td>', $donnees['vxx'], '</td>';
63         echo '<td>', $donnees['vhatx'], '</td>';
64         echo '<td>', $donnees['thatx'], '</td>';
65         echo '<td>', $donnees['ixx'], '</td>';
66         echo '<td>', $donnees['ichr'], '</td>';
67         echo '<td>', $donnees['iconv'], '</td>';
68         echo '<td>', $donnees['etat_load'], '</td>';
69         echo '<tr>'; // Fin de ligne
70
71     }
72     echo '</table>'; // Fin du Tableau
73
74     $reponse->closeCursor(); // Termine le traitement de la requête
75
76 ?> <!-- Fin du PHP-->
77
78 </body>
79 </html>

```

Annexe 16 : Affichage.css

```

1  /* Définition des polices personnalisées */
2
3  table
4  {
5      border-collapse: collapse; /* Les bordures du tableau seront collées */
6      vertical-align: center; /* le texte sera aligné */
7  }
8
9  td, th /* Toutes les cellules des tableaux... */
10 {
11     border: 1px solid black; /* auront une bordure de 1px */
12 }
13
14

```

Annexe 17 : Commande manuel des servomoteurs du panneau

```

1 #!/usr/bin/python3.2
2 # -*- coding: utf-8 -*-
3
4 import serial           # importation de la bibliothèque de communication série
5
6
7 #-----
8 # Envoie des données aux servo moteurs
9 #-----
10 ser = serial.Serial('/dev/ttyACM0',38400,timeout=1) # Pour se connecter à l'axe Horizontal du servomoteur avec port USB identifié ACM0
11 ser.write('$posDegree\n') # Pour écrire dans les servomoteurs l'angle de l'élévation
12 ser = serial.Serial('/dev/ttyACM1',38400,timeout=1) # Pour se connecter à l'axe Vertical du servomoteur avec port USB identifié ACM1
13 ser.write('$posDegree\n') # Pour écrire dans les servomoteurs l'angle de l'azimut
14 ser.close()
15

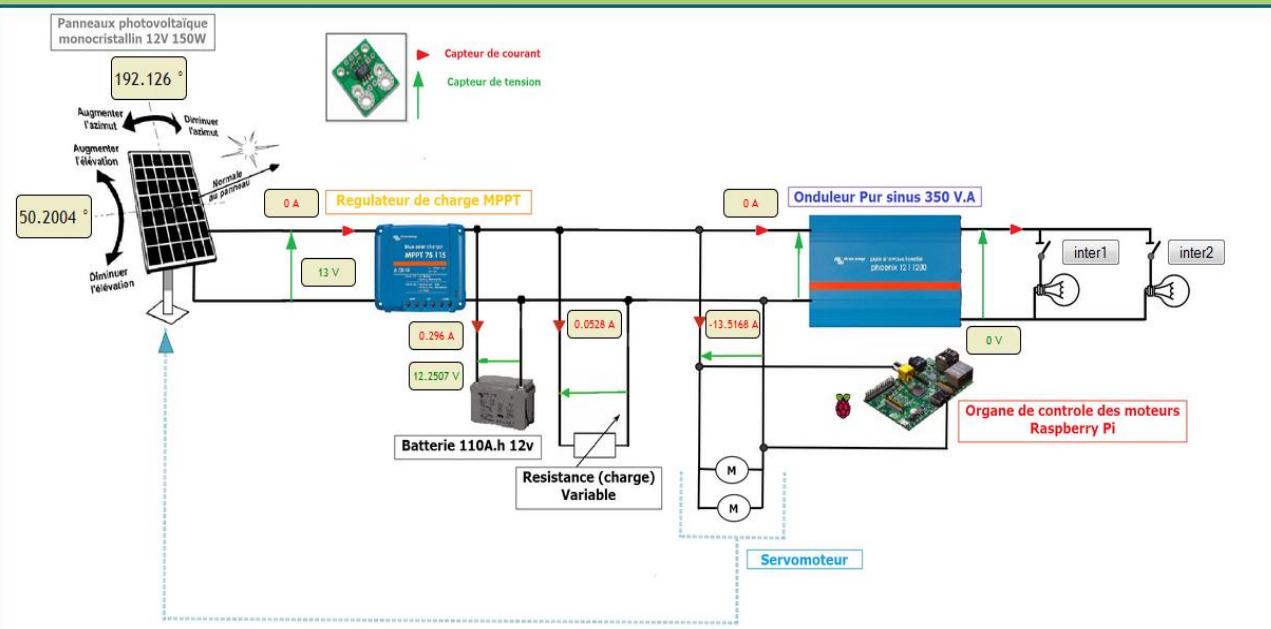
```

Annexe 18 : Site Web



Tracker photovoltaïque

Schéma électronique de pilotage



IUT de Bayonne et du Pays Basque Etudiant en charge du projet Tuteur

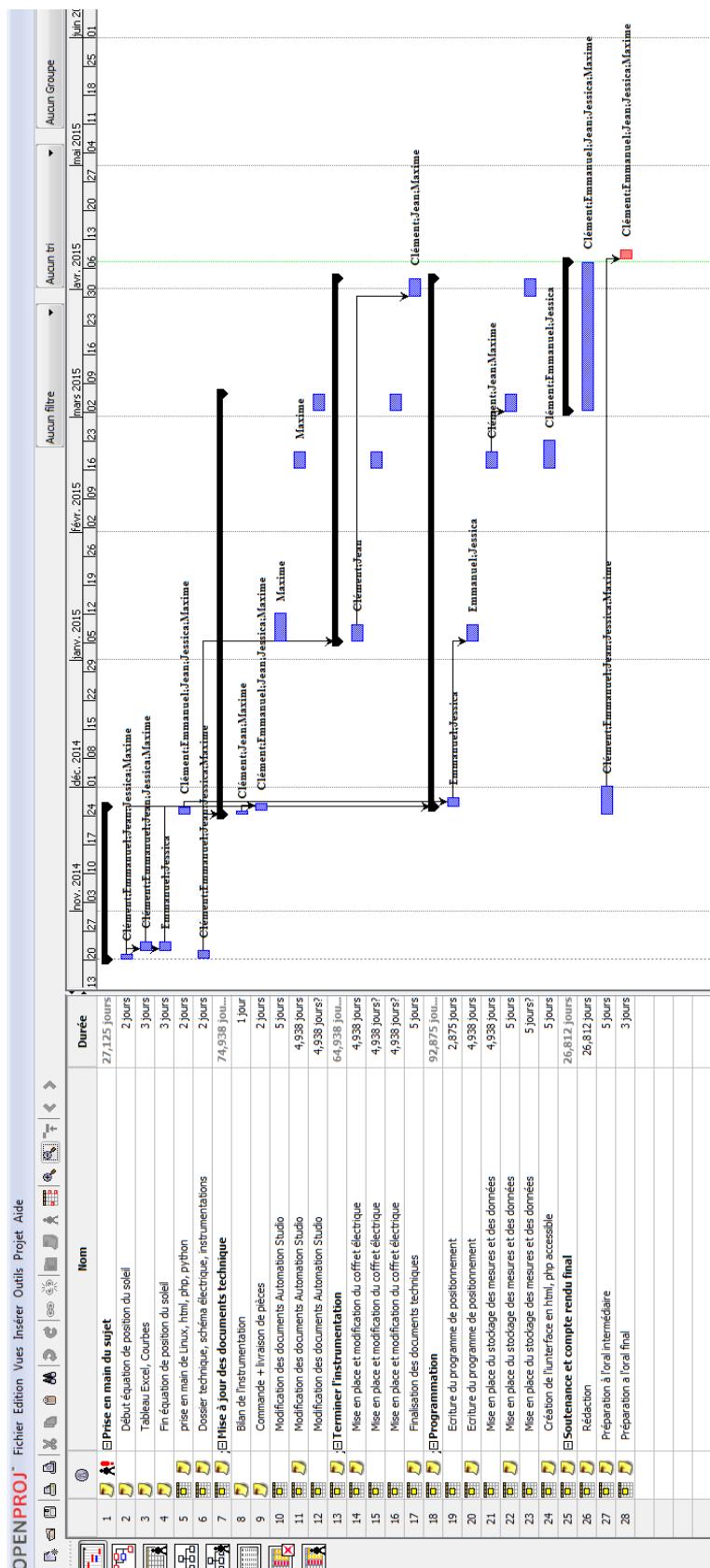
Dpt. GIM / LPEI 2 Allée du Parc Montaury 64600 ANGLET Accès au site	<ul style="list-style-type: none"> • Jessica CROS • Maxime LARRONDO • Jean PERRIN • Clément OUDJEDI • Emmanuel PHAM 	<ul style="list-style-type: none"> • Philippe LARRAMENDY
--	--	---



Annexe 19 : Affichage sur une page web des données récupérées sur la base MySQL

Date	Heure	Azimut	Elevation	Valt	Ialt_pv	Vpv	Vbatt	Ibatt	Iaux	Ichg	Iconv	Etat_load
2015-04-02	13:31:04	192.126	50.2004	13	0	0	12.2507	0.296	-13.5168	0.0528	0	0
2015-04-02	13:28:04	190.969	50.3093	10	0	0	12.2216	0.296	-13.5168	0	-0.148	0
2015-04-02	13:25:03	189.807	50.4073	13	0	0	12.2507	0.222	-13.5168	0.0528	-0.148	0
2015-04-02	13:24:04	189.419	50.4376	12	0	0	12.2216	0.222	-13.5168	0.0264	-0.148	0
2015-04-02	13:23:04	189.03	50.4666	13	0	0	12.2216	0.222	-13.5168	0.0264	-0.074	0
2015-04-02	13:22:04	188.64	50.4945	13	0	0	12.2507	0.222	-13.5168	0	-0.074	0
2015-04-02	13:16:04	186.296	50.6358	16	0	0	12.2216	0.222	-13.5168	0.0264	-0.074	0
2015-04-02	13:15:04	185.904	50.6551	13	0	0	12.2216	0.222	-13.5168	-0.0264	0	0
2015-04-02	13:14:04	185.512	50.6731	10	0	0	12.2507	0.222	-13.5168	0.0528	0	0
2015-04-02	13:12:04	184.727	50.7055	13	0	0	12.2216	0.074	-13.5168	0	-0.074	0
2015-04-02	13:10:04	183.94	50.7328	10	0	0	12.2507	0.222	-13.5168	0	-0.148	0
2015-04-02	13:08:03	183.153	50.7553	13	0	0	12.2507	0.296	-13.5168	0	-0.074	0
2015-04-02	13:07:04	182.759	50.7646	13	0	0	12.2216	0.222	-13.5168	0	-0.074	0
2015-04-02	13:06:04	182.366	50.7727	13	0	0	12.2216	0.222	-13.5168	0.0528	-0.074	0
2015-04-02	13:05:04	181.971	50.7796	16	0	0	12.2507	0.222	-13.5168	0	-0.148	0
2015-04-02	13:04:03	181.577	50.7852	12	0	0	12.2507	0.222	-13.5168	-0.0264	-0.148	0
2015-04-02	13:02:03	180.789	50.7927	0	0	0	12.2507	0.222	-13.5168	0.1056	0	0
2015-04-02	12:59:03	179.606	50.7946	13	0	0	12.2507	0.222	-13.5168	0.0528	0	0
2015-04-02	12:58:04	179.211	50.7927	0	0	0	10.2186	0.222	-13.5168	0.0528	-0.074	0
2015-04-02	12:57:04	178.817	50.7896	13	0	0	10.2186	0.222	-13.5168	0.0264	-0.074	0
2015-04-02	12:56:03	178.423	50.7852	13	0	0	10.1895	0.222	-13.5168	0.0792	-0.074	0
2015-04-02	12:55:04	178.029	50.7796	13	0	0	10.2186	0.222	-13.5168	0.132	0	0
2015-04-02	12:53:04	177.241	50.7646	0	0	0	10.2186	0.296	-13.5168	0.0792	-0.148	0
2015-04-02	12:51:04	176.453	50.7447	16	0	0	10.2186	0.148	-13.5168	0.0264	-0.074	0
2015-04-02	12:50:04	176.06	50.7328	13	0	0	10.2186	0.222	-13.5168	0.0792	-0.074	0
2015-04-02	12:49:04	175.666	50.7198	13	0	0	10.2186	0.148	-13.5168	0.0528	0	0
2015-04-02	12:47:04	174.881	50.6899	13	0	0	10.2186	0.222	-13.5168	0.0528	-0.074	0
2015-04-02	12:46:04	174.488	50.6731	13	0	0	10.2186	0.222	-13.5168	0.0528	-0.074	0
2015-04-02	12:45:04	174.096	50.6551	13	0	0	10.2186	0.222	-13.5168	0.0528	-0.074	0
2015-04-02	12:44:04	173.704	50.6358	13	0	0	10.2186	0.296	-13.5168	0.0528	-0.074	0

Annexe 20 : Planning officiel



PHAM Emmanuel – CROS Jessica – PERRIN JEAN – OUDJEDI Clément – LARRONDO Maxime
Année universitaire 2014 - 2015