A la recherche d'Hélios

Projet réalisé par

Mostapha Ayeb

Cassandra Lebraud

Lucas Legros

Sean Pougeas

Nino Villoutreix

Collège Firmin Roz

9, allée Salammbô

87280 Limoges

Direction du projet :

Mme Garcia - M Remark

Année scolaire 2018-2019

A la recherche d'Hélios

Cette année, notre atelier a décidé de fabriquer une centrale solaire avec des panneaux solaires orientables. L'énergie solaire est une énergie renouvelable et nous voudrions voir si, quand les panneaux solaires bougent en fonction du soleil, ils permettent de produire plus d'électricité.

Nous avons travaillé avec l'atelier « impression 3D » du collège et nous avons conçu et imprimé nos supports mobiles, puis nous avons fait les connexions électriques avec les servomoteurs et travaillé sur le programme pour diriger en permanence les panneaux solaires vers l'ensoleillement maximal.

Maintenant que notre centrale fonctionne, nous faisons des mesures électriques pour évaluer la quantité d'énergie électrique que l'on produit avec notre centrale mobile et la comparer avec celle produite par une centrale fixe, en essayant de tenir compte de l'énergie consommée par notre circuit et nos servomoteurs.

A la recherche d'Hélios

Introduction :

Notre collège possède depuis un peu plus d'un an une imprimante 3D et cette année, notre atelier scientifique a choisi de travailler avec l'atelier « impression 3D » du collège. Nous avons décidé de fabriquer une centrale solaire avec des panneaux solaires mobiles et de construire nous-même les supports mobiles en les imprimant avec notre imprimante 3D. Pour toutes les impressions, M. Remark, qui s'occupe de l'atelier « impression 3D » nous a beaucoup aidé.

Puis nous avons réfléchi à comment faire les câblages et le programme pour commander les moteurs de nos supports mobiles, pour que les capteurs recherchent toujours la meilleure lumière. Notre but est de voir si on fabrique plus d'électricité avec des panneaux solaires toujours bien orientés qu'avec des panneaux fixes. Mais comme il faut de l'énergie pour faire bouger les panneaux solaires, on voudrait savoir si la production d'électricité par les panneaux mobiles est suffisante pour compenser la dépense d'énergie de tout le circuit qui fait bouger les panneaux.

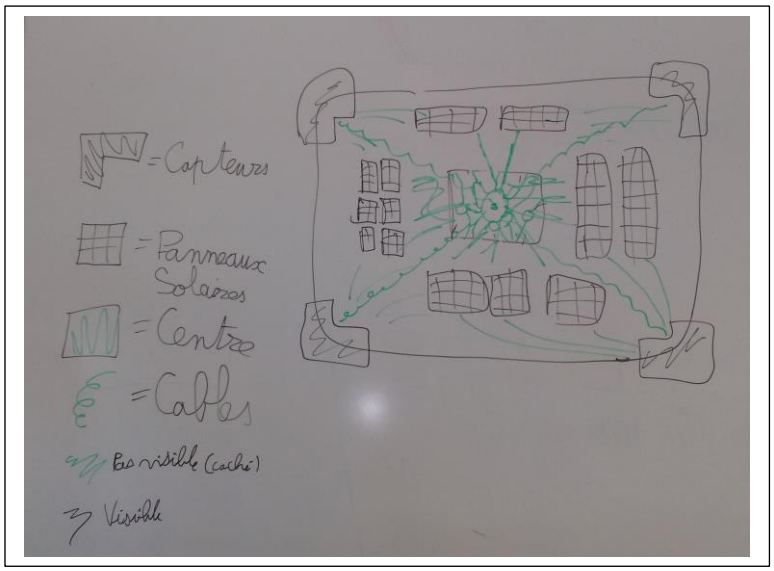
Il faut donc aussi faire des mesures électriques pour mesurer toutes les énergies produites et pouvoir faire un bilan énergétique.

Problématique :

Quel est le meilleur producteur d'énergie entre une centrale solaire à panneaux mobiles et une centrale solaire à panneaux fixes ?

Développement :

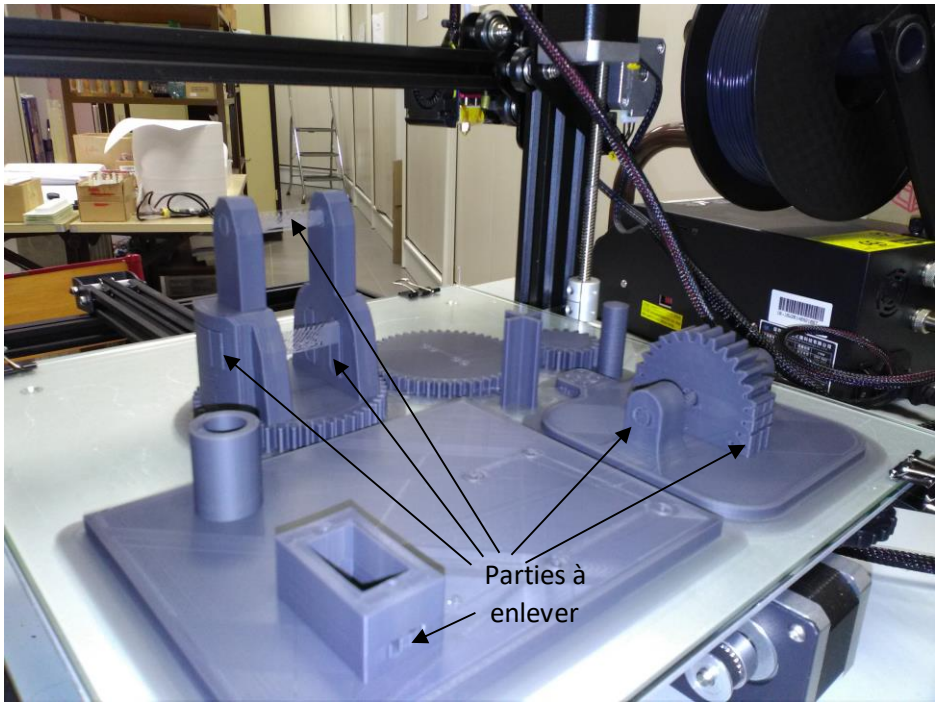
Pour répondre à cette question, il a d'abord fallu imaginer notre projet sur papier, c'est-à-dire en faire un schéma. Voici notre premier schéma.



Depuis, les choses ont beaucoup changé. Au début, on pensait mettre des capteurs de lumière aux quatre coins de notre centrale, aux points cardinaux (Nord, Sud, Est et Ouest) et avoir beaucoup de panneaux solaires. Puis on a pensé à mettre beaucoup de capteurs répartis sur une demi-sphère, et moins de panneaux solaires (4 mobiles - et 4 fixes pour comparer-). Mais en réfléchissant davantage, on s'est dit qu'il vaudrait mieux mettre les capteurs de lumière directement sur les supports mobiles, en les mettant chacun dans une petite case pour qu'il regarde chacun un coin de ciel. Ensuite, on demande au programme d'analyser les données des capteurs de lumière, de regarder la tension qu'ils donnent, de faire des moyennes pour la gauche, la droite, le haut, le bas et de faire tourner les moteurs des supports pour que les panneaux solaires bougent vers là où il faut. Et sur les supports, on fixe les panneaux solaires.

Il a fallu chercher tous les composants dont nous aurions besoin pour réaliser notre projet : les panneaux solaires, les Arduino, les servomoteurs, les planches à pain (les plaquettes de circuit imprimé pour faire les connexions électriques), les fils de connexion, les photorésistances LDR, les résistances, les circuits de charge BMS…

On a tous réfléchi à ce que les panneaux devaient pouvoir faire et à la forme qu'il fallait leur donner. On a aussi regardé sur Internet et on s'est mis d'accord. Mais c'est surtout Nino, qui est aussi à l'atelier 3D en plus de l'atelier scientifique, et M. Remark qui ont modélisé les pièces dans le logiciel Blender. Une fois au point, ils ont transféré le programme dans le logiciel Cura qui a codé nos pièces pour que les bras de l'imprimante fassent les bons mouvements. Et après on a pu imprimer nos pièces. Voici une image de nos premières impressions 3D, donc de nos premiers supports mobiles.



Nous utilisons un fil plastique qui est de l'acide poly-lactique PLA. Il est biodégradable. La buse d'impression est à une température de 208°C. Comme on le voit sur la photo, une fois que les pièces sont imprimées, il faut enlever les couches de plastique PLA que l'imprimante a mis à l'endroit des vides de manière à pouvoir imprimer les couches du dessus sans qu'elles s'effondrent. Il faut aussi enlever les bavures laissées par les premières couches imprimées. Parfois ce n'est pas facile à enlever et ça prend beaucoup de temps. En plus, quand on a eu tout imprimé, on s'est rendu compte que les engrenages pour les moteurs horizontaux

(les roues crantées) étaient trop grands et que ça forçait quand ça tournait. On a donc imprimé de nouvelles roues qui faisaient seulement 97% de la taille initiale. Et maintenant nos supports tournent correctement.

Après, nous avons modélisé sur le logiciel Tinkercad les branchements nécessaires au bon fonctionnement des moteurs qui sont inclus dans nos supports mobiles. Une planche à pain permet de centraliser toutes les connexions qui vont à l'Arduino, aux LDR et aux moteurs. Nous avons décidé de commander deux socles grâce au même Arduino, en branchant les servomoteurs horizontaux des deux socles en dérivation et les servomoteurs verticaux aussi.

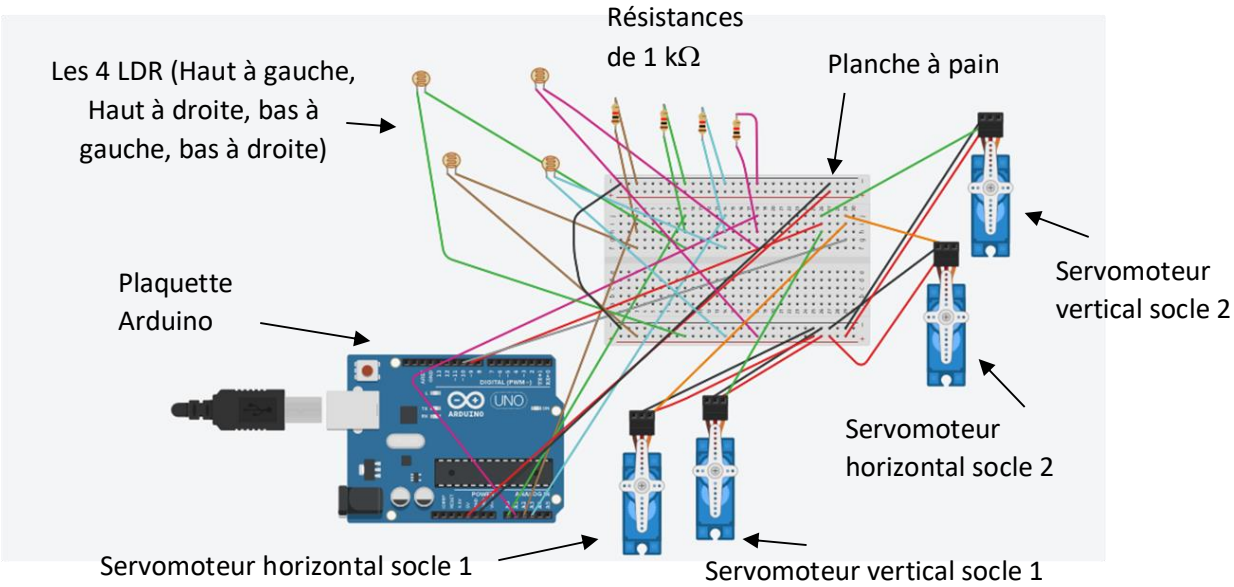
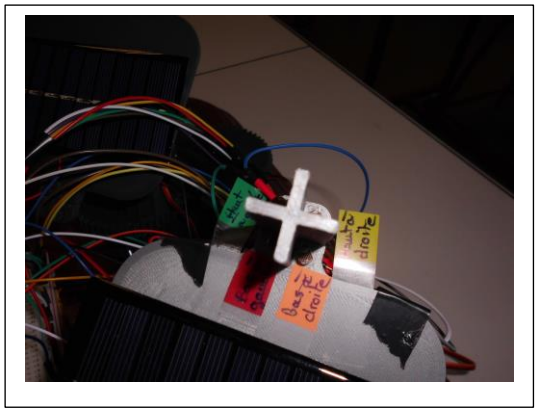


Schéma des connexions pour commander deux socles mobiles grâce à un Arduino

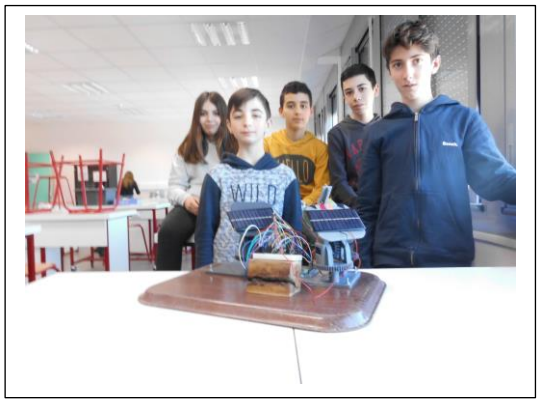
Les servomoteurs horizontaux sont connectés à la borne 9 de l'Arduino, les servomoteurs horizontaux à la borne 10. Pour les capteurs LDR, les branchements sont :

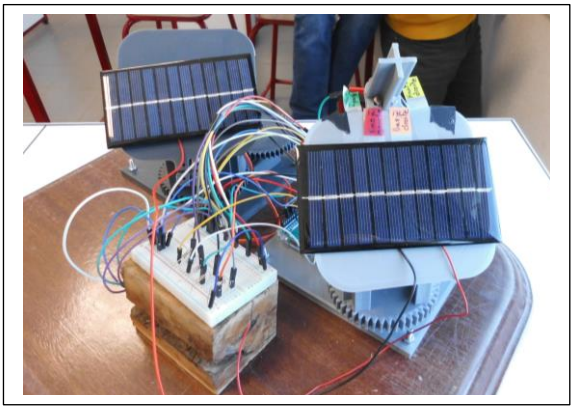
- LDR du haut à gauche (branchée en ligne 9 de la planche à pain), entrée A0 de l'Arduino ;
- LDR du haut à droite (branchée en ligne 18 de la planche à pain), entrée A1 de l'Arduino ;
- LDR du bas à gauche (branchée en ligne 3 de la planche à pain), entrée A2 de l'Arduino ;
- LDR du bas à droite (branchée en ligne 14 de la planche à pain), entrée A3 de l'Arduino ;

Le principe est le suivant : le programme en langage python que nous avons téléversé dans l'Arduino permet de commander le mouvement des servomoteurs guidant les panneaux solaires, en fonction des informations fournies par les photorésistances. Plus une photorésistance est éclairée, plus sa résistance baisse et plus la tension à ses bornes augmente. Nous nous sommes aidés d'internet et M. Remark nous a aussi beaucoup aidé pour la programmation.



Un ensemble de deux panneaux solaires est guidé par un seul programme enregistré dans un Arduino. L'un des deux supports est muni de 4 photorésistances et le mouvement de ce support est reproduit à l'identique par l'autre support (dont les moteurs reçoivent les mêmes informations électriques).





En tout, nous avons fabriqué quatre socles mobiles, c'est-à-dire deux centrales solaires contenant chacune deux supports mobiles solidaires. Sur chaque support, nous avons fixé un panneau solaire. Pour les deux centrales nous avons choisi des branchements différents de panneaux solaires.

-La centrale n°1 est munie de deux panneaux solaires branchés en dérivation. Cela permet d'avoir entre les bornes des panneaux une tension de 6V environ, c'est-à-dire pas trop grande. On voudrait réussir à alimenter électriquement l'Arduino par l'électricité que notre centrale produit. On voudrait donc, d'une part, charger une batterie au Lithium avec nos panneaux, et d'autre part on voudrait en même temps qu'une partie de l'électricité produite alimente l'Arduino. Pour cela, les panneaux solaires sont reliés à une BMS de charge (un dispositif électronique de protection de la pile), elle-même reliée à la pile. Comme ce circuit BMS doit être alimenté en 6 V, nous avons branché les panneaux solaires en dérivation.

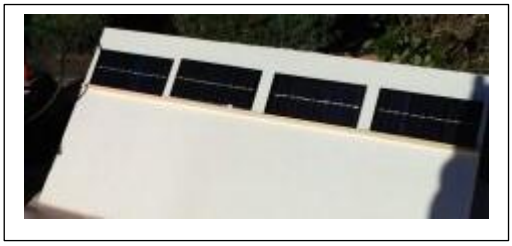
- La centrale n°2 est munie de deux panneaux solaires branchés en série. Cela permet d'avoir entre les bornes des panneaux une tension de 12V environ, c'est-à-dire assez grande pour alimenter un mini-four.

- Pour pouvoir comparer les productions d'énergie, nous avons aussi fabriqué une centrale à panneaux solaires fixes comportant 4 panneaux solaires. Ces panneaux solaires sont branchés par deux et il y a donc deux centrales fixes aussi.

- La centrale n°3 est munie de deux panneaux solaires fixes branchés en dérivation et inclinés de 40-45°.

- La centrale n°4 est munie de deux panneaux solaires fixes branchés en série et inclinés de 40-45°.

.



Nous avons fini de construire nos centrales assez récemment, mais depuis, il a beaucoup plu.

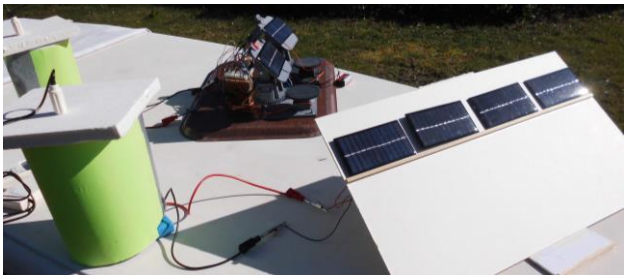
Nous avons encore un problème à régler : pour l'instant, nous n'avons pas la pièce nous permettant de renvoyer une partie de l'énergie de la pile au Lithium vers l'Arduino. Nous sommes donc obligés d'alimenter l'Arduino avec une pile de 9V.

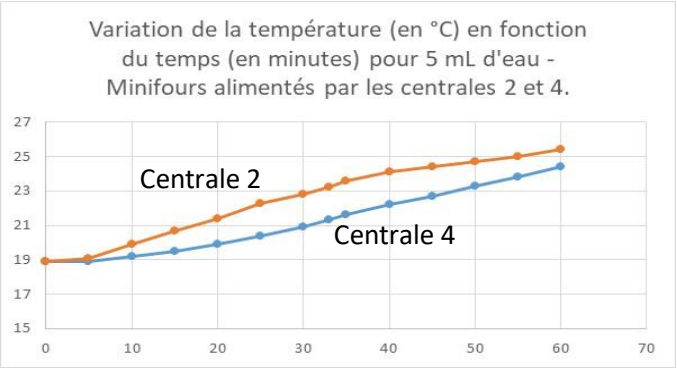
Les premiers tests pour voir si nos panneaux s'orientaient bien vers le Soleil ont été très surprenants. Nous avons eu des problèmes de fils inversés au niveau des servomoteurs ou de l'Arduino, ce qui fait que les panneaux bougeaient n'importe comment. Nous avons eu des problèmes de connexions des LDR qui se débranchaient, et parfois les panneaux semblaient fuir le soleil. Nous avons eu beaucoup – et avons encore- des problèmes de fils qui se prennent dans les engrenages des supports. Mais ça y est, nos centrales fonctionnent et les panneaux se dirigent bien vers le soleil.

Nous avons à peine commencé les premiers test de production d'électricité. Avec les centrales 1 et 3, le but est de tester le chargement d'une pile au lithium. Avec les centrales 2 et 4, le but est de comparer la vitesse de chauffage d'une petite quantité d'eau placée dans un tube à essais dans un minifour.

Notre premier test avec les minifours, réalisé un matin frais et ensoleillé, en tout début de printemps, entre 10h et 11h, montre que les panneaux orientables produisent plus d'énergie que les panneaux fixes orientés au sud. Mais nous n'avons pas encore estimé la consommation de l'Arduino pendant ce temps, pour la soustraire de qu'on a produit et comparer avec l'énergie produite par la centrale 4.

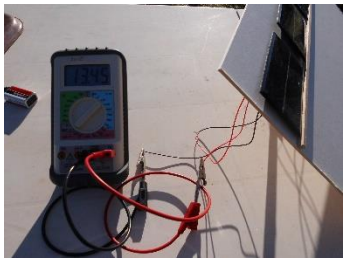
Les centrales 2 et 4, chacune alimentant un minifour protégé par une enveloppe de polystyrène

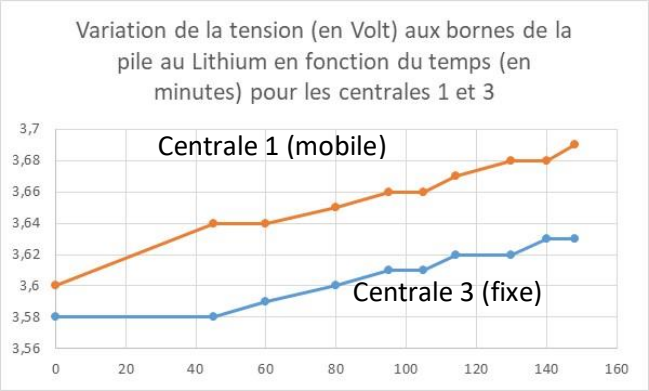


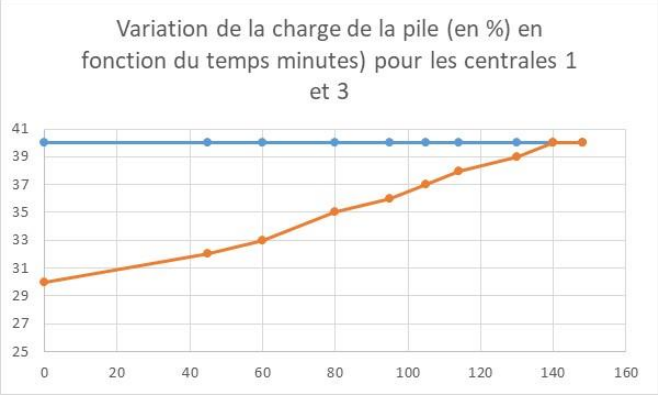


On constate que l'augmentation de température de l'eau est plus rapide lorsque le minifour est alimenté par les panneaux solaires mobiles (centrale 2). Comme on a fait l'expérience le matin, cela montre que quand le soleil n'est pas au Sud, la centrale à panneaux mobiles (en orange) produit plus d'énergie que la centrale à panneaux fixes (en bleu).

Nous avons aussi voulu savoir ce qu'il se passait au niveau de la charge de la pile au lithium et de la tension à ses bornes. Nous avons branché les centrales 1 et 3 aux bornes de deux piles et avons mesuré la tension aux bornes de chaque pile et la charge de chaque pile. Pour mesurer la tension, nous avons branché un voltmètre en dérivation entre les bornes de la pile. Pour mesurer la charge de la pile au lithium, il suffit d'allumer l'écran de la BMS de charge, qui indique le pourcentage de charge de la pile. Avant de faire l'expérience, on avait fait un cycle de charge et de décharge de chaque pile. On avait déchargé chaque pile pour que toutes les deux aient la même tension (3,58V et 3,60V au début). Mais les deux charges initiales n'étaient pas les mêmes : 30% pour la pile branchée aux panneaux mobiles et 40% pour celle branchée aux panneaux fixes. L'expérience a eu lieu entre 8h30 et 11h du matin. Les panneaux de la centrale 3 étaient orientés au Sud.

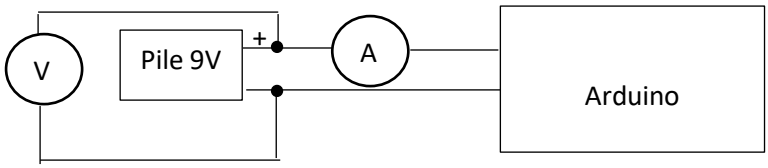




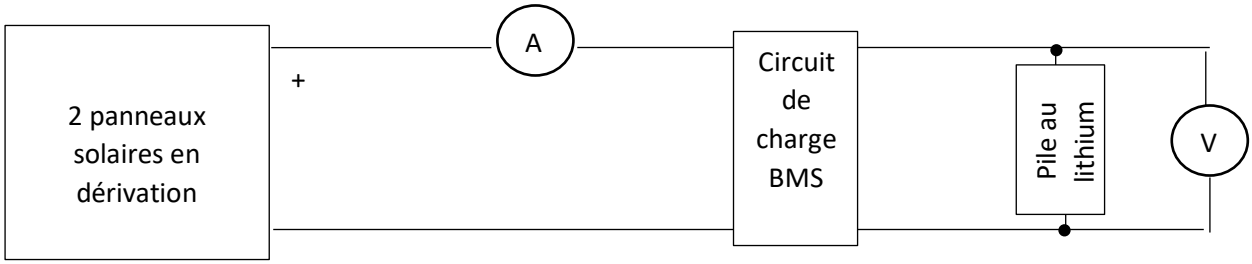


On constate que la tension augmente plus rapidement aux bornes de la pile rechargée par les panneaux mobiles (0,09V au lieu de 0,05V). On constate que la charge augmente de 10% avec les panneaux mobiles (courbe orange) alors qu'elle n'augmente pas avec les panneaux fixes (courbe bleue). On peut conclure que le matin, la centrale solaire mobile produit plus d'énergie que la centrale solaire fixe.

Comme on ne savait pas du tout combien d'énergie demandait l'Arduino pour tout faire fonctionner, on a fait une seconde expérience avec la centrale n°1. Nous avons alimenté l'Arduino par une pile rectangulaire et nos panneaux solaires ont été connectés à la pile au Lithium afin de la recharger. Nous avons branché un ampèremètre pour mesurer l'intensité délivrée par la pile rectangulaire 9V qui alimente l'Arduino, et un voltmètre pour mesurer la tension aux bornes de cette pile pendant le fonctionnement.



Nous avons aussi mesuré l'intensité délivrée par les panneaux solaires, avant que le courant n'entre dans la BMS de charge ainsi que la tension aux bornes de la pile au lithium.



Cette expérience a été très décourageante parce que notre pile de 9V s'est vidée très vite ; pendant toute l'expérience, elle a fourni en moyenne une intensité de 80 mA pour alimenter le circuit, et beaucoup plus, par pics, lorsque les moteurs faisaient bouger les panneaux. En même temps, les deux panneaux solaires en dérivation ont délivré un courant de 143 mA en moyenne. La tension à leurs bornes est de 6V environ.

Si on calcule la puissance moyenne (sur l'expérience) qu'il faut fournir à la centrale pour que programme et servomoteurs fonctionnent, on obtient 0,59 Watt. Si on calcule la puissance moyenne fournie par les panneaux solaires, on obtient 0,86 Watt. Donc une grosse part de l'énergie produite est consommée par le dispositif lui-même, ce qui est décevant.

Comme on voudrait que notre centrale solaire mobile produise beaucoup d'électricité, nous avons décidé de changer le nombre de panneaux solaires et d'en fixer deux par support mobile au lieu d'un.

Notre nouvelle centrale n°1 comportera donc 4 panneaux en dérivation, pour produire une intensité plus grande sous une tension de 6V environ permettant de recharger la pile au lithium.

Conclusion, perspectives :

Nous avons réussi à concevoir et à imprimer des supports mobiles, bougeant selon deux axes. Nous avons construit le circuit et compris le programme en langage python permettant de diriger nos supports vers la luminosité maximale. Nous n'avons pas encore trouvé toutes les pièces électroniques qui permettraient de réinjecter une partie de l'électricité produite pour alimenter notre circuit, mais nous continuons de chercher.

Nos premières expériences montrent que la centrale mobile produit plus d'énergie que la centrale fixe, mais qu'elle en consomme aussi beaucoup pour fonctionner. Pour avoir une meilleure production, nous venons de décider de fixer deux panneaux solaires par support mobile au lieu d'un, en connectant les quatre panneaux en dérivation. Comme on a aussi du mal à comprendre ce qu'il se passe quand l'électricité passe dans notre BMS de charge, et qu'on pense qu'on en perd beaucoup à cette étape, nous avons aussi décidé, dans un premier temps, de brancher juste notre centrale (à 4 panneaux) aux bornes de la pile au lithium, avec une diode pour empêcher que la pile ne se décharge dans les panneaux la nuit.

Nous allons poursuivre nos expériences de mesure électriques afin d'essayer de faire un bilan énergétique de notre centrale mobile et de savoir si elle produit vraiment plus, en Limousin en mars, qu'une centrale à panneaux solaires fixes.