



Rapport Projet P45
Le sac à dos solaire



Mathis Dupré – IMA 4

Tuteurs : Alexandre Boé / Emmanuelle Pichonat / Xavier Redon

Remerciements

Je souhaite avant tout remercier **Polytech Lille** de m'avoir permis de réaliser ce projet, en mettant notamment à disposition les infrastructures et le matériel nécessaires.

Ma gratitude se tourne également à mes trois tuteurs **Alexandre Boé, Emmanuelle Pichonat et Xavier Redon** qui ont validé mon projet de sac à dos solaire, projet qui me tenait particulièrement à cœur, et dont le prototype va pouvoir être immédiatement utilisé dans un usage courant.

Un grand merci enfin à **mes camarades de l'option IMA4** pour leur aide et leur soutien dans les moments difficiles, notamment lors de mon accident qui m'a conduit à devoir renoncer à une partie essentielle de mon projet.

Sommaire

1	Introduction.....	4
1.1	Genèse du projet.....	4
1.2	Une organisation en mode projet.....	4
1.2.1	La méthode de gestion de projet.....	4
1.2.2	L'équipe projet.....	5
1.2.3	Les contraintes du projet.....	5
2	Le suivi du projet.....	7
2.1	Phase 1 : Cadrage du projet.....	7
2.1.1	Cahier des charges (cas d'usage et caractéristiques techniques).....	7
2.1.2	Objectifs du projet.....	9
2.1.3	Liste des tâches.....	9
2.2	Phase 2 : Conception.....	10
2.2.1	Le plan du prototype.....	10
2.2.2	Les panneaux solaires.....	10
2.2.3	Les batteries et le système de recharge.....	11
2.2.4	La gestion de l'énergie.....	13
2.2.5	Les fonctions additionnelles.....	15
2.3	Phase 3 : Réalisation.....	15
2.4	Phase 4 : Assemblage & tests.....	16
2.5	Phase 5 : Livraison.....	16
2.6	Phase 6 : VSR (Validation du Service Rendu).....	16
2.7	Phase 7 : Bilan.....	17
3	Bilan / Conclusion.....	18
3.1	Bilan sur le produit livré.....	18
3.2	Bilan sur l'exécution du projet.....	18
3.3	Bilan du coût du produit.....	18
3.4	Bilan personnel.....	19
3.5	Conclusion.....	19
4	Annexes.....	20
4.1	Calendrier prévisionnel du projet.....	20
4.2	Feuilles d'heures.....	20

1 Introduction

1.1 Genèse du projet

Le début d'un projet est toujours marqué par un **besoin exprimé par ou pour un utilisateur**.

Dans le cas présent, l'histoire commence pendant mon stage l'année dernière en Roumanie avec des camarades de promotion IM4. En fin de stage, nous avons décidé de partir plusieurs jours en randonnée en autonomie totale pour visiter le pays. Nous avons dormi sous tente en forêt et dans les campagnes et le besoin de recharger les batteries était crucial pour activer notre GPS.

J'avais également rencontré le même souci plus tard lorsque que je suis parti seul à vélo en autonomie pour 600 kms entre Orléans et l'Allemagne : comment recharger mon portable sans être obligé de dormir en camping ?

La même problématique s'est présentée dans les deux cas : **comment recharger mon portable alors que je suis loin de toute habitation ?**

J'avais bien sûr entendu parler des sacs à dos connectés, mais ceux-ci étaient trop chers (en moyenne 300 euros) et je ne pouvais pas me les procurer.



Les longues heures de route et de galère ont alors fait germer naturellement cette idée, que je me promettais de réaliser un jour : fabriquer moi-même mon propre sac à dos solaire à moindre coût, grâce aux connaissances acquises pendant mes études.

J'ai profité de l'occasion offerte dans le cadre de mes études pour mettre mon plan à exécution !

1.2 Une organisation en mode projet

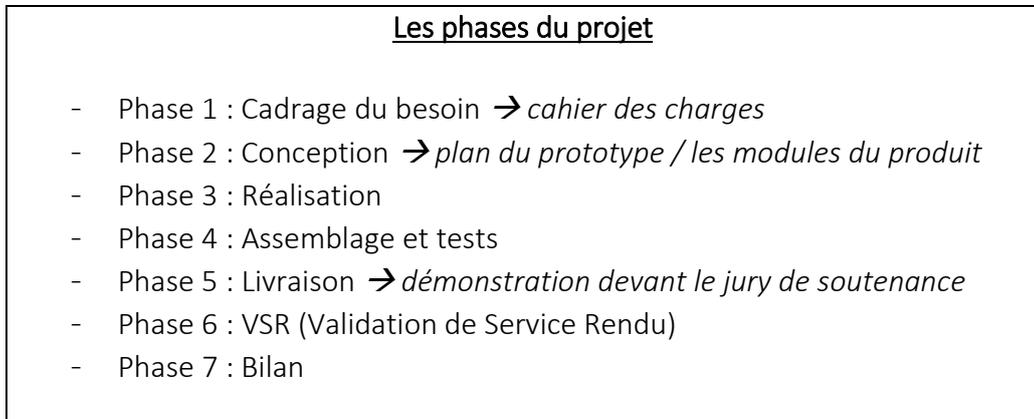
1.2.1 La méthode de gestion de projet

Dans le cadre de mes études, il s'agissait néanmoins de réaliser ce projet de façon la plus professionnelle possible, c'est-à-dire en suivant une méthode de gestion de projet.

J'avais déjà expérimenté le mode projet, par exemple dans un de mes précédents stages où j'avais réalisé entièrement un interphone connecté pour une start-up Lyonnaise. Mon maître de stage m'avait alors demandé de travailler en méthode Agile, qui consistait à lui livrer toutes les semaines un produit opérationnel, en rajoutant à chaque fois des fonctionnalités. Ce mode est particulièrement adapté lorsque le client souhaite faire évoluer son produit au fur et à mesure de sa conception.

Dans le présent cas, le sujet ne se prêtait pas à ce mode de gestion de projet, car j'étais relativement fixé sur le produit final à livrer.

J'ai donc choisi une **gestion de projet classique** séquentielle :



1.2.2 L'équipe projet

J'ai également dû constituer mon équipe projet. J'ai choisi de mener ce projet seul car je souhaitais de l'autonomie dans la conception et la réalisation. Nous verrons au moment du bilan que ce choix que je pensais alors optimum m'a apporté de enseignements intéressants et capitalisables.

1.2.3 Les contraintes du projet

L'étape suivante a consisté à analyser les **contraintes du projet** en termes de coût / délai / qualité / risques.

- **Délai** : le projet devait se dérouler entre début Janvier 2019 et le 9 mai 2019. Il s'agissait d'un délai contraint (pas de dérogation possible).

Nota : Le calendrier prévisionnel du projet et les feuilles d'heure sont fournis en Annexes.

- **Coût** : je souhaitais réaliser un objet beaucoup moins cher que les standards du marché (environ 300 euros). Pour que la différence soit significative, j'avais fixé un coût total des composants inférieur à 100 euros. Le financement était assuré par Polytech Lille pour les composants électroniques, et pour moi-même pour le sac et les composants d'assemblage.
- **Qualité** : les matériaux électroniques et d'assemblage devaient être de suffisamment bonne qualité pour que le prototype soit résistant aux chocs et étanche, et supporte les tests de robustesse en situation réelle (par exemple, une randonnée de plusieurs jours dans un pays avec un très fort taux d'humidité). Les composants électroniques doivent être ignifugés.

- **Risques** : les 2 risques principaux portaient sur le délai (ne pas réussir à terminer le projet à temps en raison des contraintes diverses, liées par exemple aux partiels) et sur un aspect technique (ne pas réussir à fabriquer le PCB)

Un plan de secours avait été prévu si la carte PCB fabriquée ne fonctionnait pas : je pouvais utiliser une carte standard du marché, de façon à livrer un produit opérationnel.

Le plan de secours a été utilisé car le carte PCB n'a pas pu être fabriquée (voir plus loin).

Les contraintes du projet



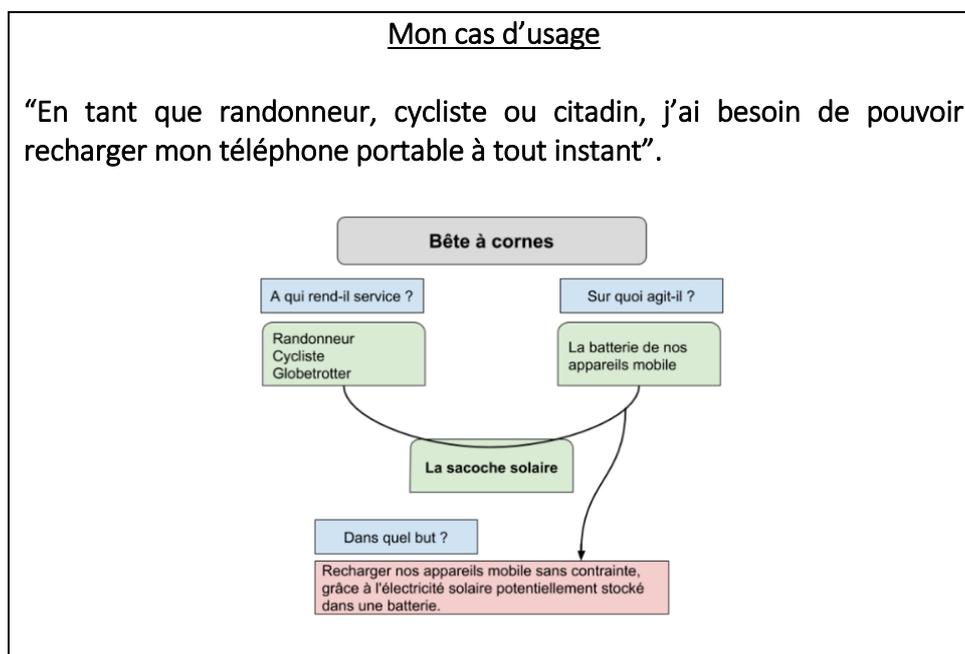
- **Délai** : le projet devait se dérouler entre janvier et le 9 mai 2019
- **Coût** : coût total des composants global inférieur à 100 euros.
- **Qualité** : robuste, étanche, ignifugé
- **Risques** : risque sur les délais, et risque technique (fabrication du PCB). Un plan de secours a été prévu (carte standard du marché).

2 Le suivi du projet

2.1 Phase 1 : Cadrage du projet

2.1.1 Cahier des charges (cas d'usage et caractéristiques techniques)

Avant chaque projet, il est important d'identifier le **besoin concret** auquel répond le produit, c'est-à-dire le cas d'usage réel. Cela permet de livrer un produit dont les caractéristiques techniques permettent de répondre au besoin de l'utilisateur.



« Randonneurs, cyclistes sportifs ou citadins, il vous arrive très souvent de tomber en panne de batterie sur vos appareils portables, sans possibilité de pouvoir les recharger ?

*La **sacoche solaire**, véritable source d'énergie nomade de 10,4 W, avec un chargeur solaire fiable, pratique et puissant pour tous vos appareils connectés, est **la** solution !*

Laissez-la au soleil, elle rechargera vos appareils via un connecteur USB, puis sa batterie pour avoir toujours une réserve d'énergie sur vous, que vous pourrez évaluer grâce à son indicateur de charge de batterie. Profitez également des options de notre modèle spécial cycliste : un signal lumineux pour signaler votre présence et des clignotants intégrés ! »

Les caractéristiques techniques du produit

Les fiches techniques

*« Ce **kit chargeur solaire 10,4W** est un chargeur solaire à fixer sur n'importe quel sac de randonnée. Il apporte l'énergie nécessaire pour recharger vos tablettes ou téléphones.*

Composé de deux panneaux photovoltaïques de 5,2W et d'une batterie Lithium-Ion de 36Wh, il assure une grande autonomie (jusqu'à 3 recharges de smartphone).

Légère, fiable, facile à transporter et à installer, la sacoche solaire est résistante, légère (moins de 1.5kg) mais également étanche.

Les composants électroniques sont ignifugés.

Installation de la sacoche :

La sacoche peut être fixée sur tout type de sac à dos avec une inclinaison allant de 0° à 70° pour une meilleure prise du soleil.

La sacoche possède des poches intérieures vous permettant d'accueillir vos appareils connectés en toute sécurité pendant la charge.

Chargement de vos appareils :

Vous pouvez charger tous vos appareils électroniques grâce aux deux ports USB :

- *Port n°1 de 1A pour vos smartphones et petits appareils*
- *Port n°2 de 2A pour vos tablettes*

Fonction Batterie Lithium-Ion

Une batterie Lithium-Ion est intégrée au dispositif et peut être chargée par les panneaux solaires pour assurer une autonomie totale en randonnée.

En cas d'insuffisance ou d'absence d'ensoleillement, elle peut également être rechargée sur le secteur avant votre départ.

A tout instant, vous pouvez consulter le taux de charge de la batterie depuis votre smartphone.

Options Signal lumineux et clignotants

Avec ses deux bandeaux de leds commandés depuis une application mobile, en tant que cycliste, vous pouvez signaler votre présence et votre changement de direction. »

2.1.2 Objectifs du projet

Le projet va consister à concevoir, fabriquer et tester un prototype de **sacoche solaire** correspondant aux caractéristiques précédentes.

2.1.3 Liste des tâches

Fonctions principales : chargeur solaire et batterie

- Choix des panneaux solaires
- Choix de la batterie
- Concevoir et imprimer une carte PCB avec un régulateur de charge intégré pour récupérer la puissance du panneau solaire et la maximiser à l'aide d'un MPPT
- Acheter un module PCB tout en un, pour avoir un système viable à comparer avec celui qui sera conçu
- Réaliser le lien entre le chargeur et la batterie (transfert d'énergie)
- Réaliser le lien entre le chargeur et la charge connectée en USB (transfert d'énergie)

Fonctions secondaires : taux de charge, signal lumineux et clignotants

- Concevoir une carte secondaire qui intègre le Bluetooth (pour afficher le taux de charge de la batterie, et commander le signal lumineux et les clignotants)
- Programmer une carte Arduino pour communiquer en liaison série avec le module Bluetooth
- Concevoir l'application Android qui affiche le taux de charge de la batterie, et permet de commander le signal lumineux et les clignotants.

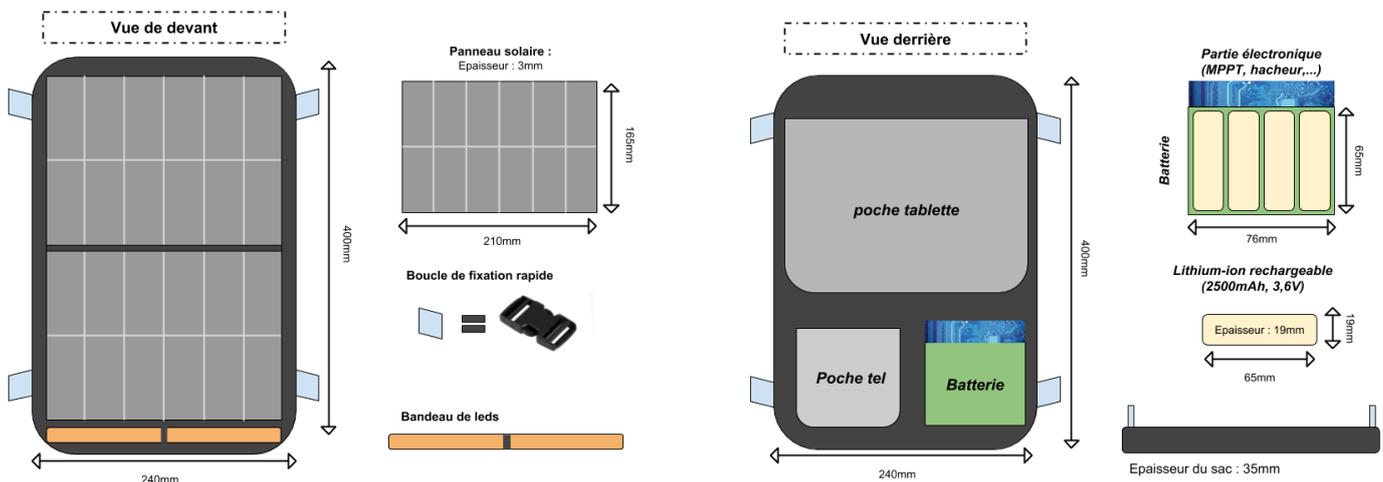
Sacoche :

- Designer et fabriquer la sacoche (installation des panneaux solaires et des composants électroniques + système d'inclinaison des panneaux solaires + système d'accrochage sur tous sacs à dos + poche intérieure pour accueillir les appareils connectés pendant la charge)
- S'assurer de l'étanchéité et de l'ignifugation

2.2 Phase 2 : Conception

2.2.1 Le plan du prototype

Voici le plan du prototype sur lequel je me suis appuyé pour la réalisation :



2.2.2 Les panneaux solaires

Pendant la phase de conception, j'ai comparé les différents types de panneau solaires.

Choix du type de panneau

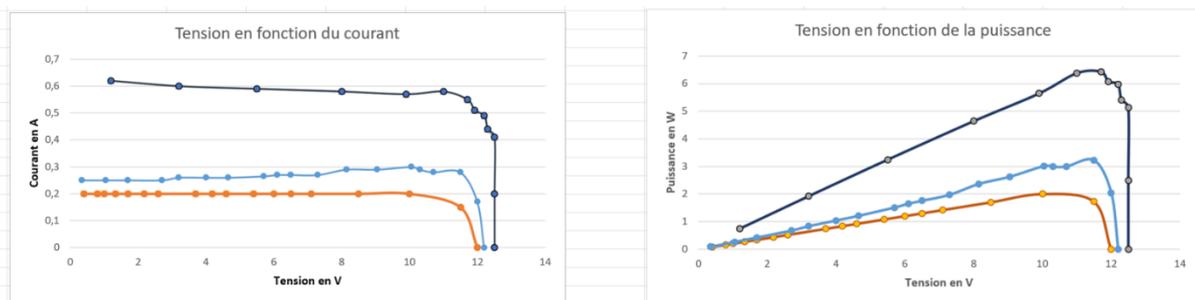
Il existe plusieurs techniques de modules solaires photovoltaïques :

- Les **modules solaires monocristallins** possèdent le meilleur rendement au mètre carré et sont essentiellement utilisés lorsque les espaces sont restreints. Le coût, plus élevé que celui d'autres installations de même puissance, contrarie le développement de cette technique
- Les **modules solaires amorphes** auront certainement un bon avenir car ils peuvent être souples et ont une meilleure production par faible lumière. Cependant, le silicium amorphe possède un rendement divisé par deux par rapport à celui du cristallin. Cette solution nécessite

donc une plus grande surface pour la même puissance installée. Toutefois, le prix au mètre carré installé est plus faible que pour des panneaux composés de cellules cristallines.

- Les **modules solaires polycristallins** ont actuellement le meilleur rapport qualité/prix, c'est pourquoi ce sont les plus utilisés. Ils ont un bon rendement et une bonne durée de vie (plus de 35 ans).
- ⇒ Les modules solaires polycristallins semblent les plus à même de répondre au cahier des charges car ils ont le meilleurs rapport qualité prix pour un bon rendement et sont résistants.

Après avoir sélectionné le type de panneau (modules solaires polycristallins), j'ai réalisé des tests de puissance de façon à en déduire la tension optimale de fonctionnement, qui servira à programmer le MPPT.



Voici les graphes Tension/Courant et Tension/Puissance du panneau solaire utilisé.

- *bleu foncé* : Luminosité maximum
- *bleu clair* : Forte luminosité / Grand soleil
- *orange*: Luminosité normal / nuageux

Pour chaque luminosité, on constate que la production d'énergie a un maximum (de 1 à 6 watts) pour une tension assez précise (entre 11 et 12 volts).

Le MPPT cherchera toujours à atteindre la puissance maximum du panneau, quelque que soit la luminosité.

2.2.3 Les batteries et le système de recharge

Pendant la phase de conception, j'ai également recherché le meilleur compromis pour les batteries et le système de recharge.

Choix du type de batterie

Chaque technologie de batterie possède ses propres avantages et inconvénients.

Batteries Plomb (Pb / Sla)

Avantage : Bon marché, pas d'effet mémoire, bonne durée de vie.

Inconvénient : Poids élevé, faible autonomie, sensible au froid et difficilement transportable en raison d'acide liquide Pour optimiser ces batteries, il faut éviter de les décharger complètement et les stocker chargées.

=> Difficilement transportable, poids élevé cela ne répond pas du tout au cahier des charges de la sacoche qui doit être portable.

Batteries Nickel-Cadmium (Ni-Cad)

Avantage : Plus légères que le plomb et plutôt bon marché.

Inconvénient : Effet mémoire (décharger complètement la batterie avant de la recharger), polluantes, autonomie moyenne. Pour optimiser ces batteries il faut les stocker déchargées.

=> Effet mémoire embêtant sachant que la batterie va être recharger très souvent.

Batteries Nickel-Métal Hydrure (Ni-mh)

Avantage : Elles sont proches des Ni-Cad, elles souffrent moins de l'effet mémoire et bénéficient d'une meilleure autonomie.

Inconvénient : Elles sont plus onéreuses mais sont sujettes au phénomène d'auto-décharge.

=> Phénomène d'auto-décharge embêtant pour une batterie de secours.

Batteries Lithium (li-ion ou Li-Po)

Avantage : légère, bonne autonomie, pas d'effet mémoire, grande variété de formes.

Inconvénient : batteries très onéreuses, s'usent dans le temps même sans utilisation.

=> Semble être la batterie la plus adaptée à nos besoins.

La batterie :

Au vu de ses avantages, j'ai donc choisi les batteries Lithium.

Une taille de 5000mAh pour la batterie m'a paru être un bon compromis capacité/taille/poids : on pourrait alors recharger environ 1.5 fois un smartphone récent.

Cela m'a semblé suffisant étant donné que la batterie est un dispositif de secours dans le cas où le soleil vient à manquer au moment de recharger l'appareil connecté.

En parcourant les différents sites de commande de matériel, j'ai réalisé que les accus coûtaient relativement cher.

Dans un premier temps, j'ai choisi d'acheter une batterie externe moins coûteuse, et je l'ai démontée pour récupérer les accus et le système de recharge.

Les accus récupérés avaient une capacité de stockage totale est de 5000mAh et se rechargeaient en 6-7 heures (soit en une bonne journée d'été) en 5V et 0,833mA.

Ce dispositif était donc compatible avec la puissance des panneaux solaires retenus, qui produisent 5W en plein ensoleillement (voir #Choix du module solaire).

A noter que la batterie pouvait aussi être rechargée sur secteur s'il n'y avait pas de soleil.

Cependant, la batterie a été irrémédiablement endommagée lors du démontage, et ne pouvait plus être utilisée.

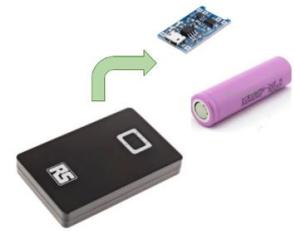
Dans un second temps, j'ai donc utilisé trois petites batteries d'un drone de récupération (montés en parallèle) pour une capacité totale de 600mAh. Elles avaient l'avantage d'être plutôt légères (100g).

La capacité de ma batterie de secours est donc finalement plutôt réduite, mais cela m'a permis de montrer que le dispositif complet fonctionnait.

Le système de charge :

Pour ce qui est du système de charge des batteries, il était prévu de récupérer le système de charge déjà présent dans les batteries de récupération.

Cependant, comme j'ai utilisé une carte standard PCB qui possédait déjà son propre système de recharge de batterie, je n'ai pas eu besoin de récupérer celui des batteries.



2.2.4 La gestion de l'énergie

Avant de pouvoir faire la gestion d'énergie, il faut déjà extraire le maximum d'énergie du panneau solaire. On utilise ainsi un MPPT (Maximum Power Point Tracking).

Ainsi le système photovoltaïque est doté d'un étage d'adaptation DC-DC entre le module photovoltaïque et la charge. Il permet d'alimenter une batterie servant de stock d'énergie ou une charge qui ne supporte pas les fluctuations de tension. Cet étage d'adaptation dispose d'une commande MPPT, qui lui permet de rechercher le point de puissance maximal que peut fournir les modules photovoltaïques. L'algorithme de recherche MPPT peut être plus ou moins complexe en fonction du type d'implémentation choisi et des performances recherchées.

Dans notre cas nous avons choisi le type d'implémentation P&O (perturbe and observe) :

Le principe de commande MPPT de type PO consiste à perturber la tension caractéristique du panneau (ici environ 11,5V) d'une faible amplitude autour de cette valeur initiale et d'analyser le comportement de la variation de puissance qui en résulte. Ainsi, comme l'illustre la figure, on peut déduire que si une incrémentation positive de la tension engendre un accroissement de la puissance cela signifie que le point de fonctionnement se trouve à gauche du PPM (Maximum Power Point).

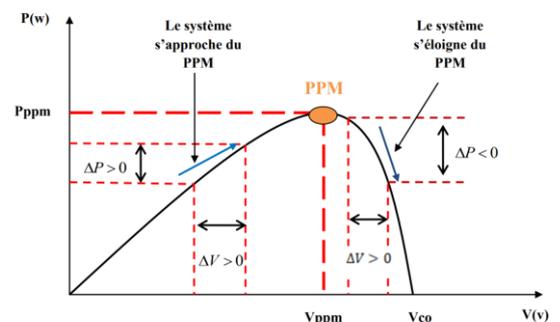
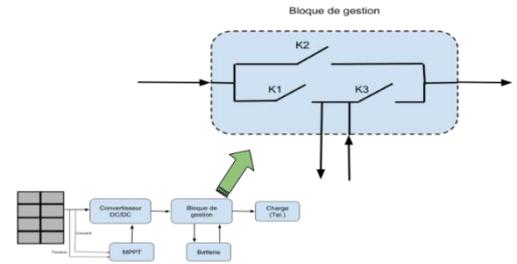


Figure .II.21. Caractéristique $P=f(V)$ et fonctionnement de la méthode PO [20].

Si au contraire, la puissance décroît, cela implique que le système a déjà dépassé le PPM. Le même raisonnement peut être effectué lorsque la tension décroît. A partir de ces diverses analyses sur les conséquences d'une variation de tension sur la caractéristique, il est alors facile de situer le point de fonctionnement par rapport au PPM, et de faire converger ce dernier vers le maximum de puissance à travers un ordre de commande approprié.

Qu'en est-il de la gestion d'énergie :

Ce système de gestion, a pour but de contrôler l'énergie produite par les panneaux photovoltaïques et de contrôler les échanges d'énergies entre les différents composants. Ce système de gestion permet aussi le contrôle de l'état de charge de la batterie, pour une protection contre les surcharges et les décharges profondes.



Ce système possède 6 modes en fonction de l'état de charges de la batterie et de la puissance fournie par le module solaire:

Mode 1:

Le module solaire fournit plus d'énergie que la charge en a besoin : $P_{\text{Solaire}} > P_{\text{Charge}}$

Le surplus recharge la batterie (Tant que: $\text{Pourcentage_Batt} < 95\%$)

Mode 2:

Le module solaire ne suffit pas à la charge: $P_{\text{Solaire}} < P_{\text{Charge}}$

La batterie ajoute sa puissance pour combler le manque : $P_{\text{Charge}} = P_{\text{Solaire}} + P_{\text{Batt}}$

On vérifie que la batterie à un niveau de charge suffisant pour ne pas l'endommager: $\text{Pourcentage_Batt} > 10\%$

Mode 3:

Pas de soleil: $P_{\text{Solaire}} = 0W$

La batterie fournit toute la puissance: $P_{\text{Charge}} = P_{\text{Batt}}$ (Tant que: $\text{Pourcentage_Batt} > 10\%$)

Mode 4:

Le module suffit à alimenter la charge: $P_{\text{Charge}} = P_{\text{Solaire}}$

Mode 5:

Plus de batterie: $\text{Pourcentage_Batt} < 10\%$

Pas de soleil: $P_{\text{Solaire}} = 0W$

Mode 6:

Pas de charge connecté: $P_{\text{Charge}} = 0W$

La module solaire recharge la batterie

Récapitulation des modes en fonction des interrupteurs:

Mode	K1	K2	K3	Courant de charge
Mode 1	ON	ON	OFF	$I_{\text{charge}} = I_{\text{solaire}} - I_{\text{batt}}$
Mode 2	OFF	ON	ON	$I_{\text{charge}} = I_{\text{solaire}} + I_{\text{batt}}$
Mode 3	OFF	OFF	ON	$I_{\text{charge}} = I_{\text{batt}}$
Mode 4	OFF	ON	OFF	$I_{\text{charge}} = I_{\text{solaire}}$
Mode 5	OFF	OFF	OFF	$I_{\text{charge}} = 0$
Mode 6	ON	OFF	OFF	$I_{\text{batt}} = I_{\text{solaire}}$

2.2.5 Les fonctions additionnelles

La jauge de batterie :

Une jauge de batterie a été ajoutée à l'application Bluetooth. Je calcule le pourcentage de batterie en mesurant la tension de la batterie (3V-> 0% et 4.2V ->100%). Par sécurité, j'ai préféré mesurer cette tension à l'aide d'un pont diviseur de tension, pour le cas où j'aurai installé des batteries avec un voltage plus élevé (Les entrée analogiques de l'arduino n'acceptent que du 5V au maximum). J'ai utilisé une résistance de 1k.ohms et une de 10k.ohms, ainsi je peux mesurer des tensions allant jusque 50V.

Bandeau de LEDs, connecté a une application sur téléphone :

Les leds clignotants sont contrôlés directement via l'application Bluetooth (voir image partie précédente). Ce sont deux transistors qui permettent d'ouvrir l'alimentation aux deux fois six leds. Un buzzer confirme l'activation des leds clignotantes à l'utilisateur.

2.3 Phase 3 : Réalisation

Composants électroniques :

La partie Réalisation des modules électroniques a été abordée dans le paragraphe Conception.

Sacoche :

La base de la sacoche a été confectionnée à la machine à coudre à partir de tissus de récupération.

Une grille de métal a été fixée à l'intérieur pour la rigidité et la fixation des panneaux solaires et clignotants (fixation avec des vis et des écrous).

Le système a été rendu étanche (gaine thermo rétractable, pistolet à colle, imperméabilisant pour textiles).



2.4 Phase 4 : Assemblage & tests

Les composants électroniques ont été glissés dans une poche intérieure de la sacoche.

Les tests ont été réalisés après le montage complet.

Pour simuler les différents niveaux d'ensoleillement, j'ai d'abord utilisé une lampe halogène.

Puis je me suis placée en condition réelle à l'extérieur lors d'une journée ensoleillée début mai 2019.

Résultat des tests du produit fini

- Temps de charge des batterie (600mAh): environ 1h20min
- Temps de charge de mon téléphone (3300mAh): environ 6h pour arriver a 80% de charge

2.5 Phase 5 : Livraison

La « livraison » du produit a eu lieu pendant la soutenance devant le jury composé de mes 3 tuteurs.

J'ai réalisé une courte présentation du projet avant de procéder à une démonstration du produit. Le produit était opérationnel.

Cependant, le produit fini était présenté avec une carte PCB standard du marché, puisque je n'ai pas pu en réaliser une moi-même.

2.6 Phase 6 : VSR (Validation du Service Rendu)

Lorsqu'un produit est livré, il existe parfois un temps supplémentaire de quelques jours à quelques mois où le produit est testé en condition réelle par l'utilisateur final, pour s'assurer qu'il répond bien aux exigences. C'est la phase de Validation du Service Rendu (VSR).

Toutes les difficultés rencontrées sont alors à corriger par l'équipe projet.

Dans notre cas, je vais pouvoir réaliser des tests de robustesse en condition réelle dès la semaine qui suit la soutenance, puisque je partirai en stage au Vietnam.

Si des améliorations sont à réaliser (étanchéité, connectique...), je pourrai reprendre ma casquette de responsable projet pour y remédier !

2.7 Phase 7 : Bilan

A la fin du projet, l'étape de bilan permet de faire le point sur ce qui a fonctionné (pour fêter les victoires) et identifier les points d'amélioration (pour apprendre et capitaliser pour la suite).

Le bilan apparait dans le paragraphe ci-dessous.

3 Bilan / Conclusion

3.1 Bilan sur le produit livré

Mon projet m'a permis de livrer un prototype tel qu'envisagé initialement.

Les fonctionnalités principales et les options sont opérationnelles et répondent au cahier des charges.

Pour plus de praticité, le prototype présenté est finalement une sacoche solaire à accrocher à tout type de sac à dos, et non pas un sac à dos solaire comme envisagé initialement.

3.2 Bilan sur l'exécution du projet

Ce qui a été fait :

- Conception et réalisation de la sacoche
- Choix des modules
- Conception et réalisation de la carte Bluetooth qui permet l'affichage de la charge de la batterie et la gestion des clignotants
- Assemblage et tests

Ce qui n'a pas pu être fait :

- Impression du PCB et soudure des composants du PCB => Problème dans les commandes et arrivée tardive des composants + j'ai eu un accident qui m'a empêché de réaliser les soudures (poignet cassé)

3.3 Bilan du coût du produit

Le coût estimatif du produit fini varie de **74 à 84 euros** :

- 2 panneaux solaires : 2 * 15 euros
- batterie : 7 euros
- carte MPPT (déjà préparée) : 30 euros
- carte MPPT (à monter soi-même) : 20 euros
- carte additionnelle et composants associés : 15 euros
- sacoche faite maison : 0 euros (récupération)
- leds pour clignotants : 2 euros
- application android P45_IMA4 : 0 euros (libre de droits)

L'objectif était de livrer un produit à moins de 100 euros, ce qui a été réalisé.

3.4 Bilan personnel



- Ce projet m'a permis de concevoir et réaliser entièrement un produit qui me sera directement utile dans mon quotidien, notamment pendant mon tout prochain stage à Vietnam, où je pourrai réaliser des tests de robustesse en situation réelle.
- J'ai également la satisfaction d'avoir réalisé à moindre coût un produit utile et fonctionnel.
- Techniquement, j'ai été intéressé par l'étude de la gestion de l'énergie solaire.



- J'ai choisi de réaliser ce projet seul, de façon à être autonome dans la création et la réalisation. Néanmoins, je n'ai pas bénéficié de l'entraide, de la complémentarité des compétences et de l'enthousiasme que l'on rencontre habituellement en travail d'équipe. De plus, après mon accident (poignet cassé), je n'ai pas pu bénéficier d'un relais pour terminer à temps tous les attendus du projet.

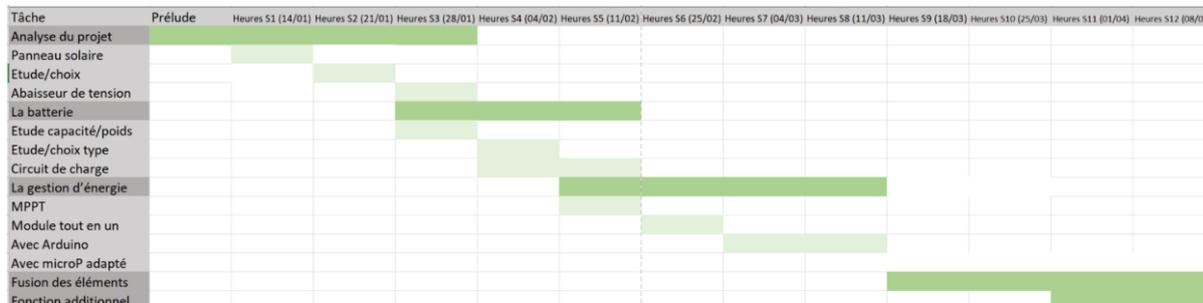
3.5 Conclusion

Ce projet a constitué une nouvelle étape dans ma formation d'ingénieur, et je mesure l'opportunité que nous avons en tant qu'étudiants de pouvoir bénéficier de ce type de dispositif, qui nous prépare à notre vie professionnelle.

Je souhaite pouvoir capitaliser sur cette expérience, et je remercie à nouveau Polytech Lille et mes tuteurs.

4 Annexes

4.1 Calendrier prévisionnel du projet



4.2 Feuilles d'heures

Tâche	Prélude	Heures S1	Heures S2	Heures S3	Heures S4	Heures S5	Heures S6	Heures S7	Heures S8	Heures S9	Heures S10	Heures S11	Heures S12
Analyse du projet	4												
Panneau solaire													
Etude/choix		3	2										
Abaisseur de tension				1									
La batterie													
Etude capacité/poids			2	3		1							
Etude/choix type				2		1							
Circuit de charge					3								
La gestion d'énergie													
MPPT	1	1				4	2						
Module tout en un Avec Arduino					2	2							
Avec Arduino							4			3			
Avec microP adapté								2	3				
Fusion des éléments/Tests						3		3	4	2	4	4	3
Fonction additionnel											1	2	2
Remplissage du wiki	2	1	1		1		1			1			1
Rédaction du rapport													4