

HASIUK ILYA & MEYER BAPTISTE

# Rapport final – Solar Battery

HEPL 2022 - 2023



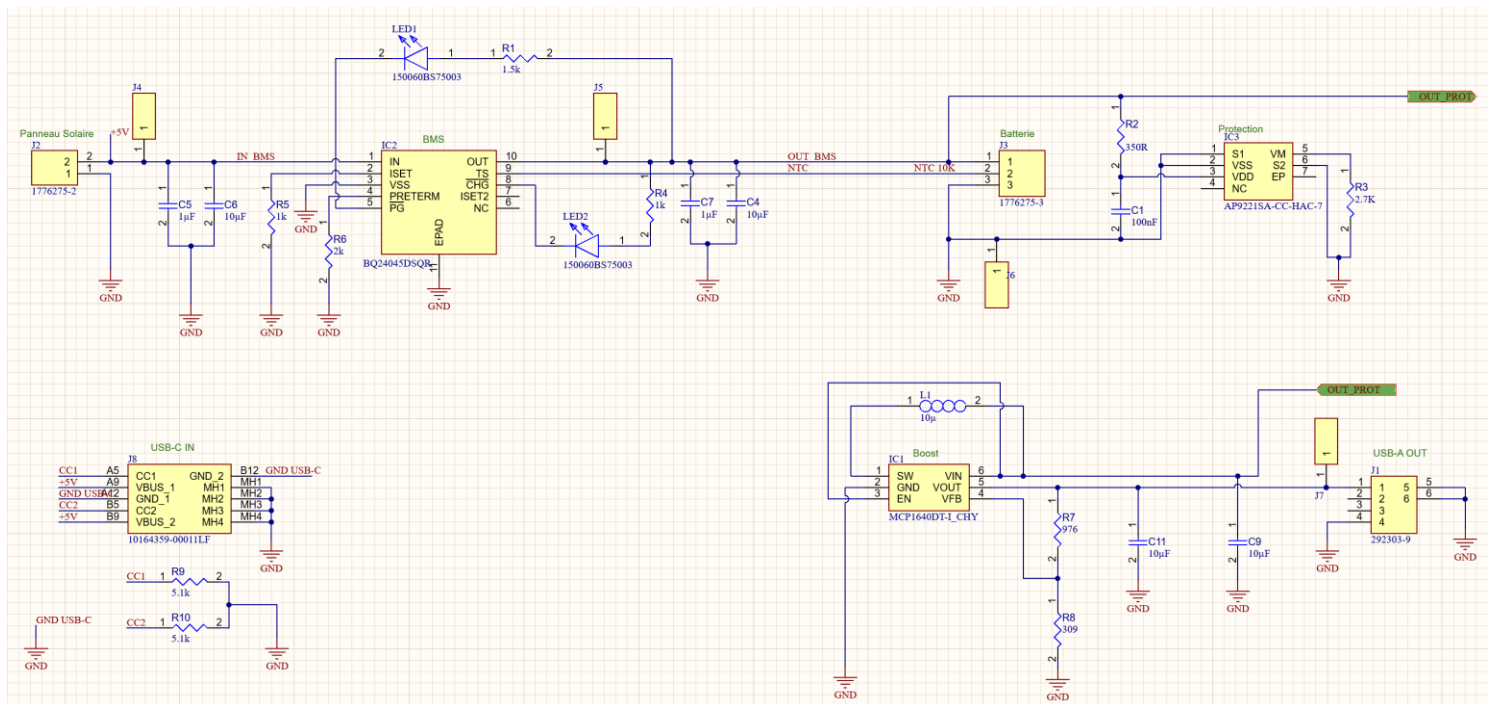
## Table des matières

1.	Introduction.....	2
2.	Schéma principal .....	2
3.	Schéma du BMS : .....	2
4.	Schéma Boost : .....	4
5.	La protection de la décharge de batterie .....	5
6.	Norme CEM : .....	5
7.	PCB.....	7
8.	La batterie.....	10
9.	Le panneau solaire.....	10
10.	Boitier 3d .....	11
11.	Les essais .....	12
1)	Test de continuité .....	12
2)	Test en branchant le panneau solaire et l'USB .....	12
3)	Mettre à recharger un smartphone ou autre .....	13
4)	Test de la tension apporté par le panneau solaire .....	14
	Peu éclairé .....	14
	Éclairé (avec le flash d'un téléphone).....	14
5)	Test de charge de la batterie .....	14
6)	Test de décharge de la batterie .....	15
12.	Point d'amélioration et problème rencontré.....	16
1)	Jumper pour la mesure du courant .....	16
2)	Meilleure gestion des LEDs pour montrer le niveau de la batterie .....	16
3)	Amélioration du courant de charge de sortie du boost .....	16
4)	Problème rencontré .....	16
13.	Conclusion .....	17

## 1. Introduction

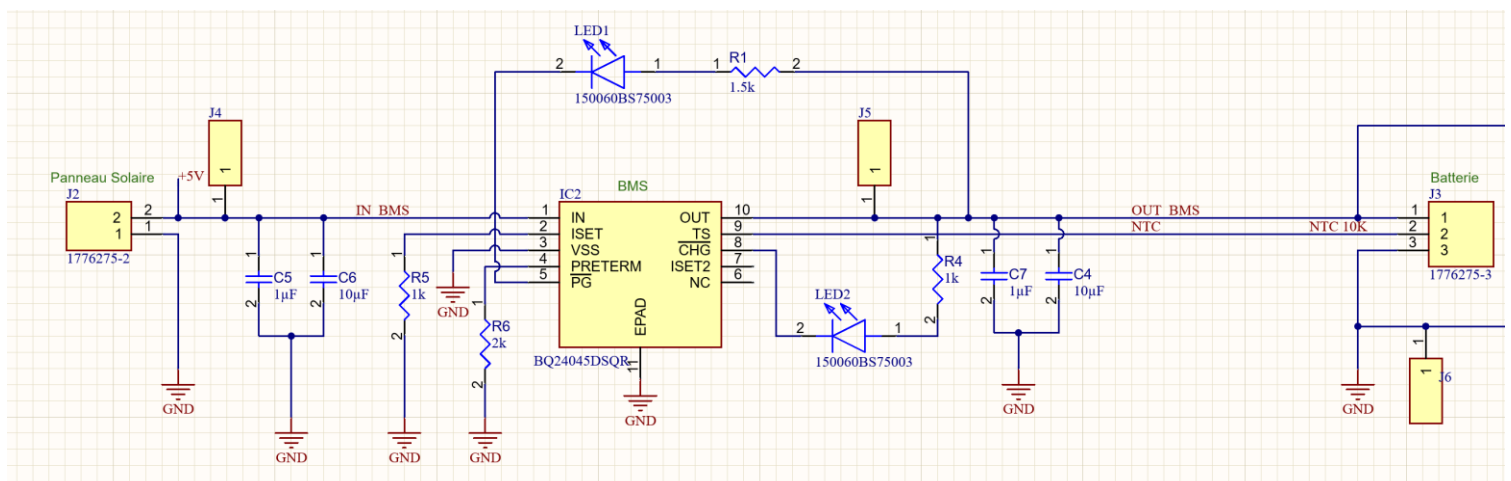
Le rapport final présente la conception et la réalisation d'un circuit de gestion de batterie (BMS) pour un système d'alimentation solaire. Le projet vise à exploiter l'énergie solaire ainsi qu'une simple recharge par USB de type C pour recharger une batterie, suite à quoi cette batterie sera utilisée comme un simple power Bank pour recharger un smartphone ou autre. Le rapport aborde les composants clés du système, notamment le BMS BQ24045DSQR, le boost MCP1640, et la protection contre la décharge AP9221. La conception du PCB est détaillée, suivie d'essais et de points d'amélioration.

## 2. Schéma principal

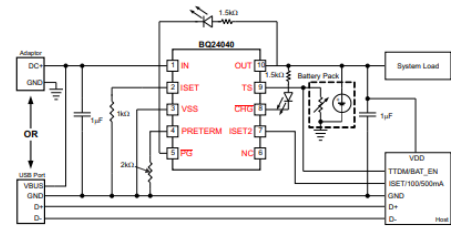


## 3. Schéma du BMS :

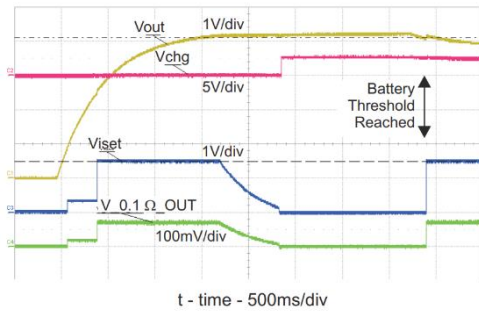
BMS utilisé : BQ24045DSQR



Nous avons décidé d'utiliser ce BMS car il inclut déjà la prise en charge d'un panneau solaire mais également une autre source de tension comme de l'USB. On a donc un composant qui gère les deux systèmes d'alimentation. Un autre point intéressant du BMS est le contrôle de surchauffe de la batterie. Étant donné qu'une thermistance NTC est déjà incluse dans la batterie nous l'utiliseront grâce à ce BMS, pour protéger notre batterie contre la surchauffe.



Simplified Schematic

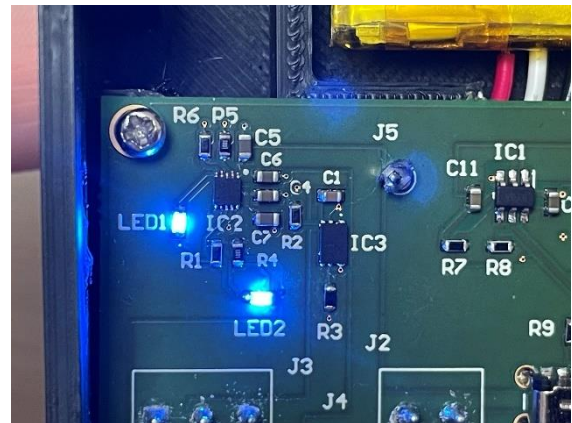
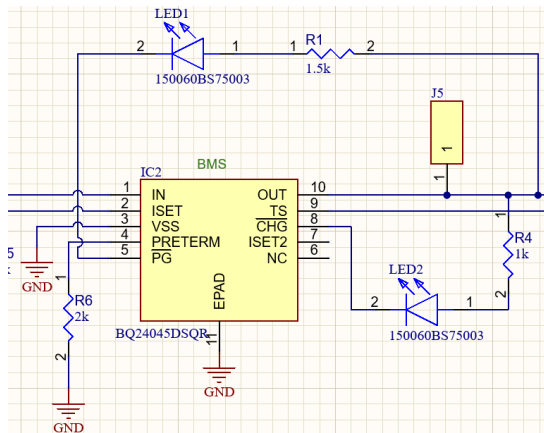


CH4:  $I_{OUT}$  (1A/Div)

Battery voltage swept from 0V to 4.25V to 3.9V.

La batterie est chargée en trois phases : conditionnement, courant constant et tension constante. En toute phases de charge, une boucle de contrôle interne surveille le circuit intégré de la température de jonction et réduit le courant de charge si un seuil de température interne est dépassé.

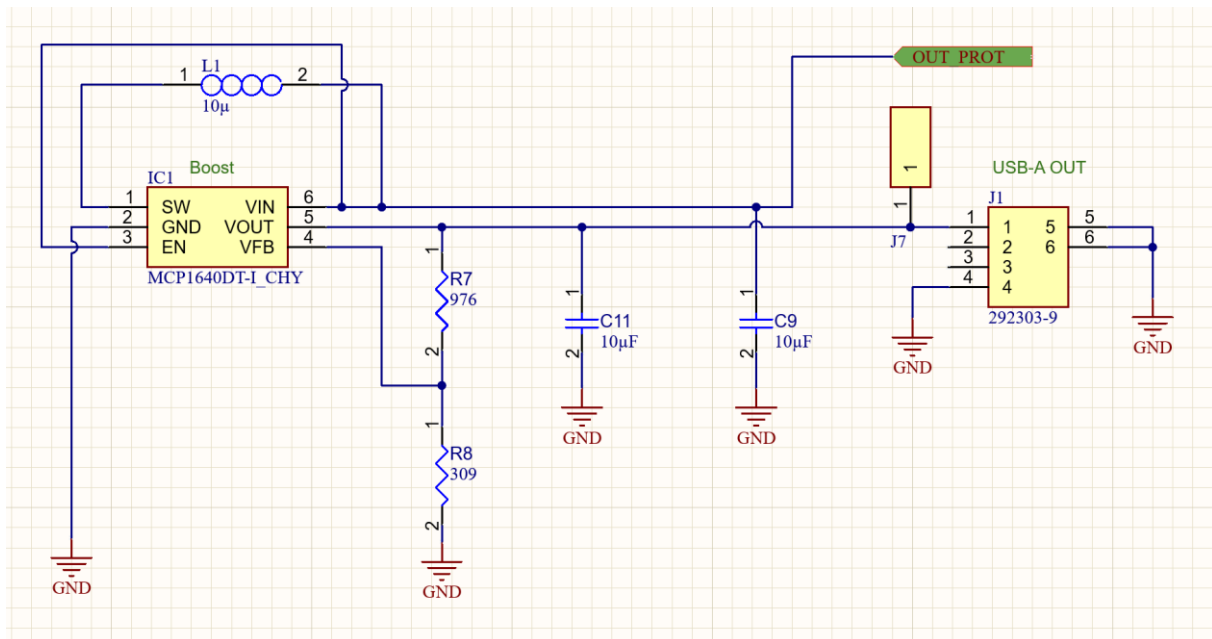
Au tour de notre BMS nous avons placé deux LEDs pour pouvoir avoir quelques petites infos sur la charge de la batterie,



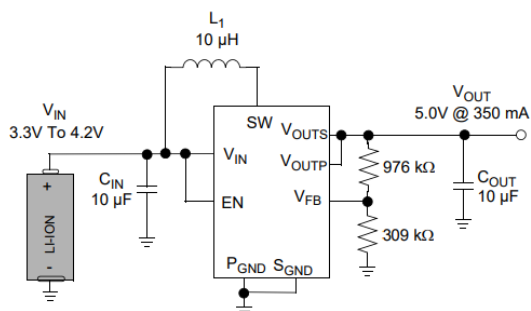
La LED 1 qui va vers PG est une LED power good, elle indique en même temps qu'une batterie est branchée et qu'il y a bien une alimentation sur celle-ci, la LED 2 a deux fonctionnalités, la première : elle indique que la batterie charge à partir du moment où le courant d'entrée dépasse les 100mA, deuxièmement : elle s'éteindra lorsque la batterie sera complètement chargée.

#### 4. Schéma Boost :

Nous utilisons le MCP1640 :



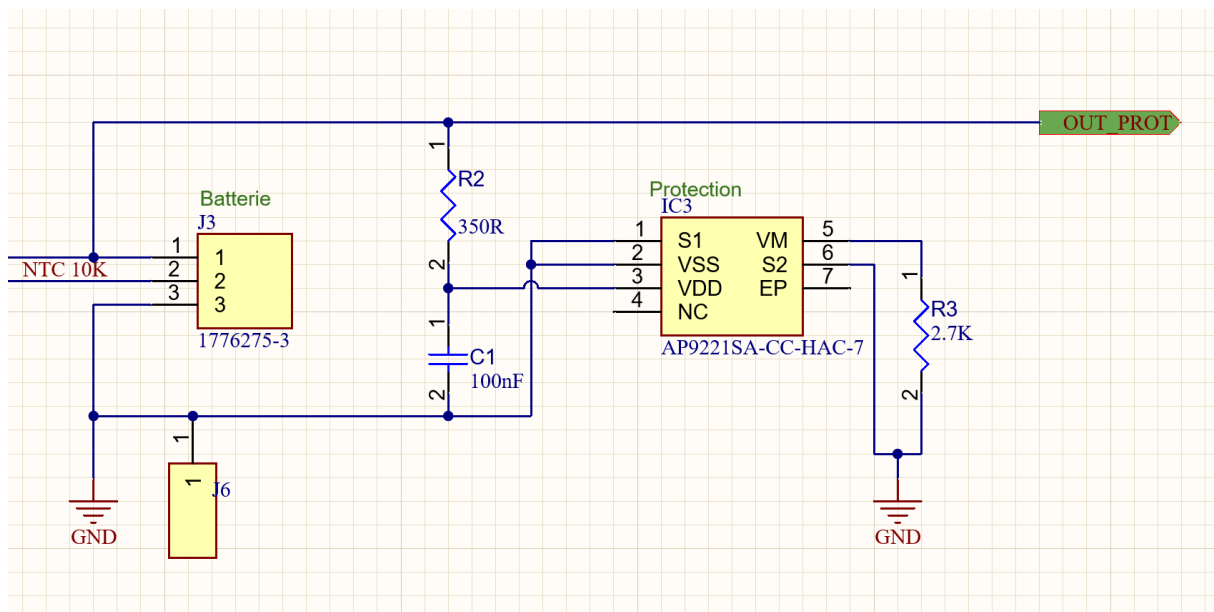
C'est un boost qui nous permet d'élever la tension de la batterie de 3.7V vers du 5V utile à une alimentation USB. Notre choix c'est porté vers ce boost car il nous permet d'avoir une intensité de 350mA en sortie. Son utilisation est relativement simple et ne surcharge pas notre pcb de composant.



Voici les deux mesures prises sur notre PCB en sortie du BMS donc avant le boost et la deuxième après le boost, nous voyons bien ici que la tension est montée de 3,7V en 5V



## 5. La protection de la décharge de batterie



Pour gérer la décharge de notre batterie lithium, nous avons utilisé le AP9221. Ce composant va permettre d'arrêter de décharger la batterie après avoir dépassé une certaine tension de manière à ne pas l'endommager. Nous avons choisi ce composant car il inclut déjà les transistors dans son circuit, comparés aux autres composants que nous avons pu trouver. Son utilisation est alors simplifiée et demande moins de composants à utiliser sur notre PCB.

## 6. Norme CEM :

Les normes de compatibilité électromagnétique (CEM) associées à une batterie portable solaire dépendent de différents points. Voici quelques-unes des normes CEM couramment associées aux batteries portables solaires :

### Normes de CEM en Europe (CE, EN) :

- EN 61000-6-1 : Compatibilité électromagnétique (CEM) - Partie 6-1: Normes générales - Normes pour l'immunité.

La norme EN 61000-6-1 spécifie les exigences générales de CEM pour les équipements et les systèmes électriques et électroniques, y compris les batteries portables solaires, dans un environnement résidentiel, commercial et industriel. Cette norme est applicable en Europe et est essentielle pour garantir que les équipements électriques et électroniques fonctionnent correctement et ne perturbent pas les autres appareils dans cet environnement.

- EN 61000-6-3 : Compatibilité électromagnétique (CEM) - Partie 6-3: Normes génériques - Normes pour les émissions.

La conformité à la norme EN 61000-6-3 est essentielle pour garantir que les équipements industriels, y compris les batteries portables solaires utilisées dans des environnements industriels, fonctionnent correctement, sont fiables et ne causent pas d'interférences indésirables avec d'autres appareils dans cet environnement.

- EN 55014-1 : Compatibilité électromagnétique - Exigences pour les appareils électroménagers, les outils électriques et les équipements similaires - Partie 1 : Emissions.

La conformité à la norme EN 55014-1 est importante pour les fabricants d'appareils électroménagers, d'outils électriques et d'équipements similaires qui souhaitent commercialiser leurs produits en Europe. En respectant cette norme, ils s'assurent que leurs produits respectent les exigences de CEM et ne provoquent pas d'interférences électromagnétiques indésirables.

- EN 55032 : Cette norme concerne les limites et les méthodes de mesure des émissions radioélectriques des équipements multimédias. Les power Bank peuvent émettre des signaux radiofréquences, donc cette norme est importante pour s'assurer qu'ils respectent les limites d'émission.

- EN 55035 : Cette norme concerne la compatibilité électromagnétique des équipements médicaux. Si votre power Bank solaire est destiné à être utilisé dans des applications médicales, cette norme peut être pertinente.

- EN 55014-2 : Compatibilité électromagnétique - Exigences pour les appareils électroménagers, les outils électriques et les équipements similaires - Partie 2 : Immunité.

La conformité à la norme EN 55014-2 est essentielle pour les fabricants d'appareils électroménagers, d'outils électriques et d'équipements similaires destinés au marché européen. Elle garantit que leurs produits respectent les exigences de CEM en termes d'émissions et d'immunité électromagnétique, ce qui contribue à éviter les interférences électromagnétiques indésirables et à assurer le bon fonctionnement de ces appareils dans un environnement domestique.

Ces normes régissent les émissions électromagnétiques et l'immunité électromagnétique pour les équipements électroniques et électriques. La conformité à ces normes garantit que votre batterie portable solaire respecte les exigences de CEM et ne perturbe pas d'autres équipements. Les normes précises à suivre dépendent de la région dans laquelle le produit sera commercialisé et de ses caractéristiques spécifiques.



## 7. PCB

Pour créer ce PCB, nous avons suivi les « layout exemple » présent dans les différentes datasheets de chaque IC, ainsi que nos propres connaissances et les règles de bonne pratique.

Pour le BMS, la datasheet nous conseillait de placer les différents condensateurs de découplage de IN à GND (thermal pad) et les condensateurs de filtre de sortie de OUT à GND (thermal pad) aussi près que possible du BQ24045, avec de courts trajets vers IN, OUT, et GND (thermal pad).

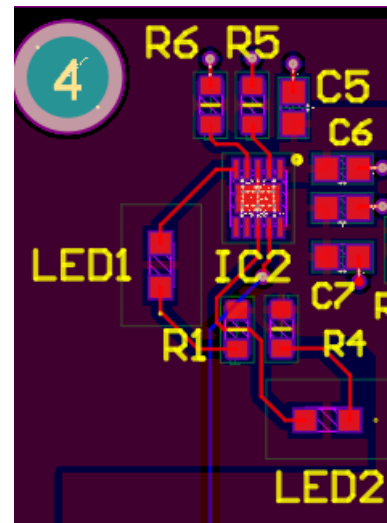
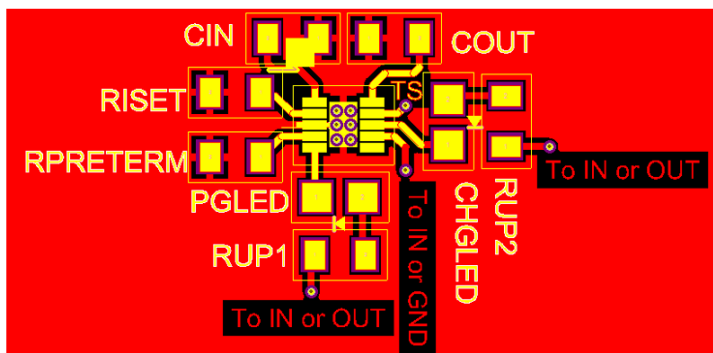
Il demandait également que toutes les connexions GND à faible courant soit séparées des chemins de charge ou de décharge à courant élevé de la batterie.

Les chemins de charge à courant élevé qui entre dans la borne IN et depuis la borne OUT devait être dimensionnés de manière appropriée pour que le courant de charge maximal évite les chutes de tension dans ces pistes.

Notre Ic comprend un thermal pad pour fournir un contact thermique entre le circuit intégré et la carte de circuit imprimé (PCB) ; ce thermal pad constitue également la principale connexion à la terre de l'appareil. On a donc connecté le thermal pad à la connexion de terre du PCB. Pour ce faire on a utilisé plusieurs vias dans le bloc d'alimentation du circuit intégré et suffisamment proches pour conduire la chaleur vers le plan de masse inférieur.

Voici donc la partie BMS de notre PCB :

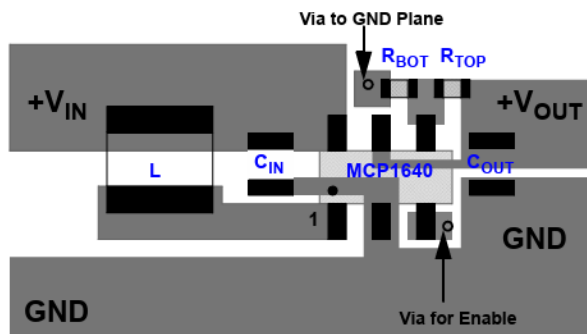
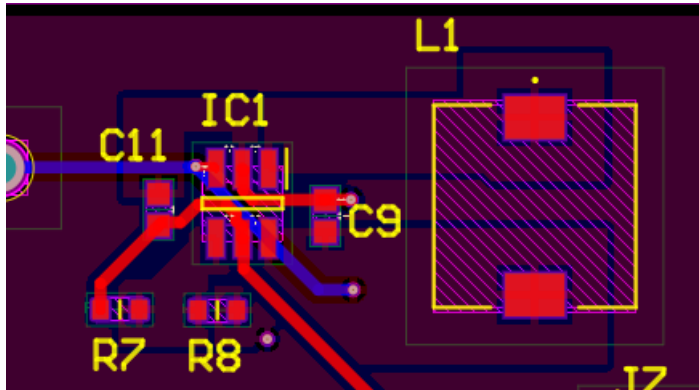
Layout Example





Pour notre boost, la datasheet nous conseillait de créer des plans de masse court et large pour créer notre connexion. Le but de créer des plans de masse est de minimiser le bruit et les interférences entre les signaux. Également il nous était demandé de placer les condensateurs au plus proche de l'IC.

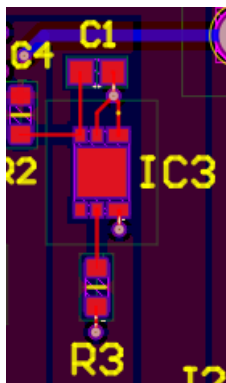
Voici donc la partie boost de notre PCB :



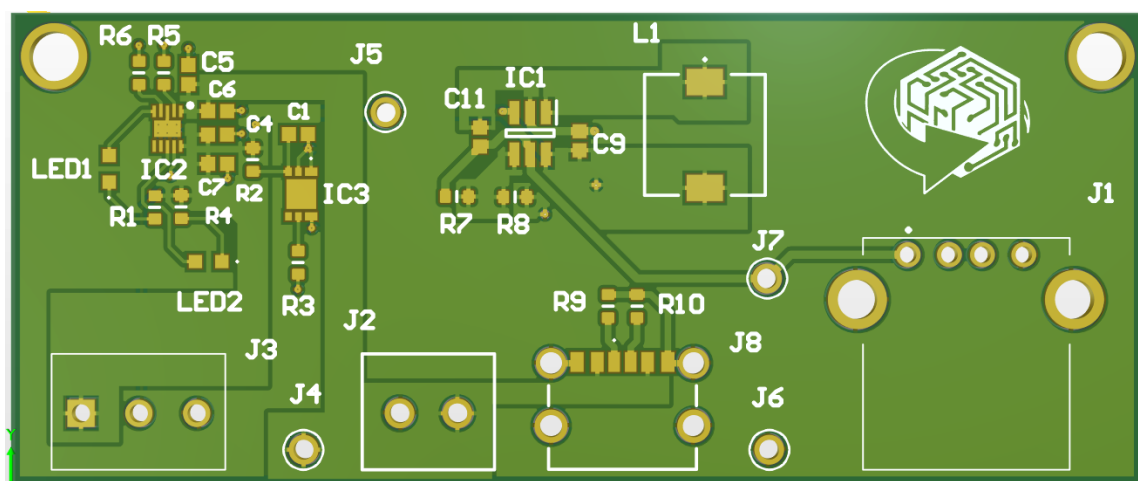
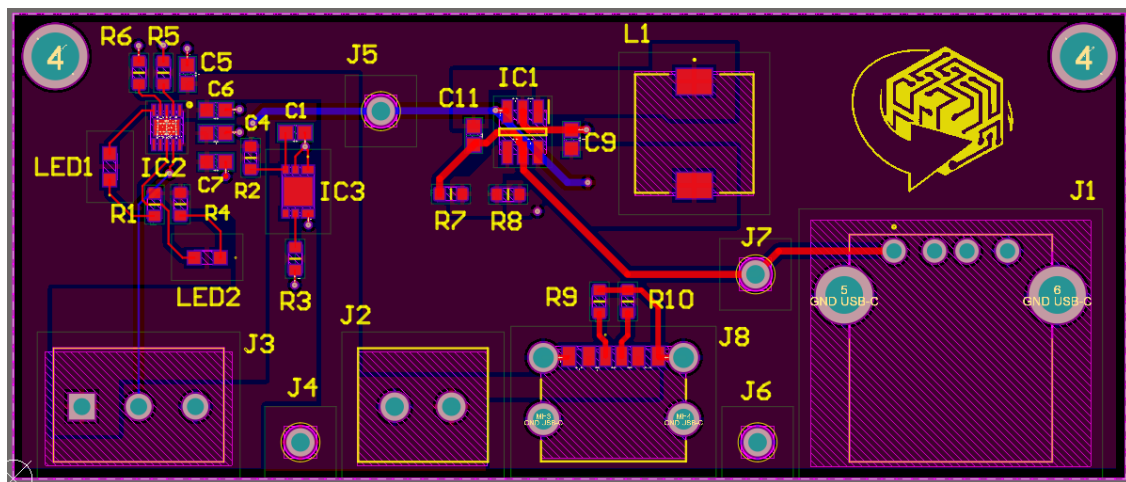
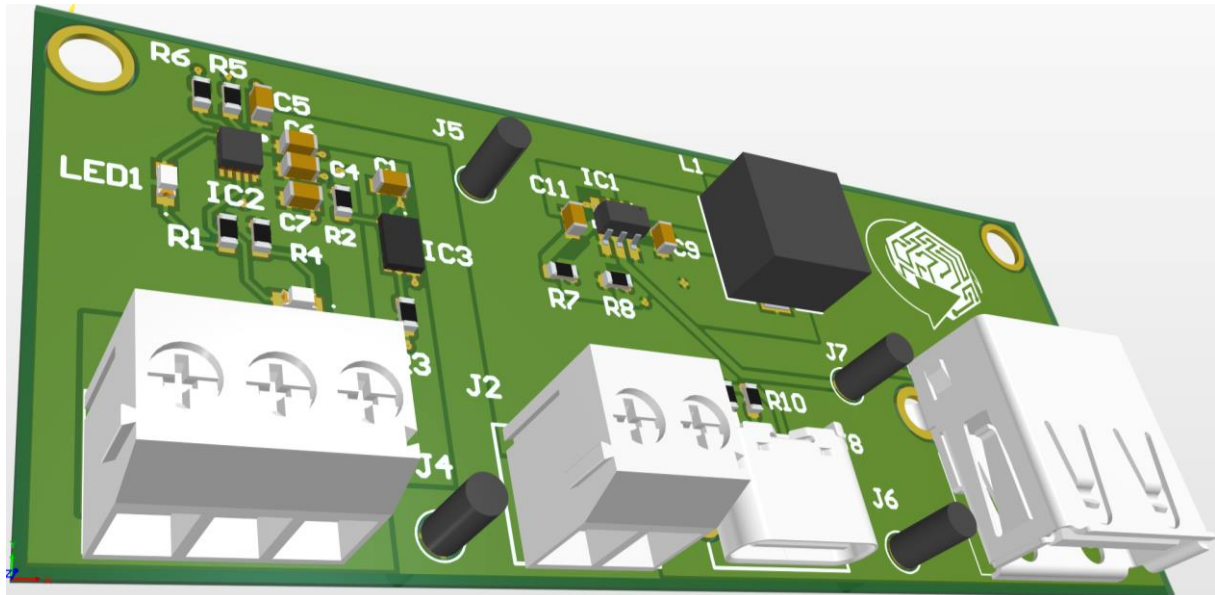
MCP1640/B/C/D SOT-23-6 Recommended Layout.

Pour notre protection contre la décharge de la batterie nous n'avions pas de règle bien précise à par placer le condensateur au plus proche de l'IC. Il n'a que deux condensateurs et 2 résistances associé ce qui réduit la difficulté de routage et les risque d'interférences.

Voici la partie de notre protection de décharge de notre batterie :



A propos de la conception de notre PCB en général, pour éviter les différents problèmes d'interférence nous avons éloigné notre bobine le plus possible de chaque IC. Nous avons également laissé un bord vide tout autour de notre carte pour éviter des possibles interférence entre les deux couches. Mais étant donné que nous avons suivis les recommandations pour chaque IC nous les avons laissés par « groupe » et nous avons fait différent plan pour la connexion entre chaque IC.



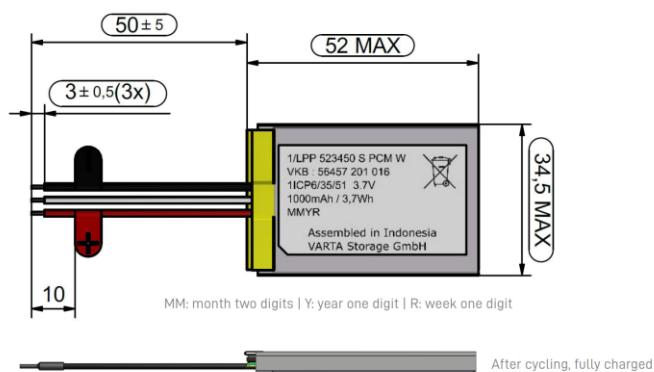
## 8. La batterie

Pour ce projet nous avons utilisé la batterie qui possède les caractéristiques suivantes :

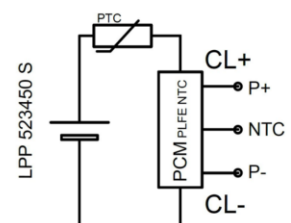
### ELECTRICAL SPECIFICATION

Nominal voltage	3.7 V
Rated capacity at (0.5 C / 0.2 C), 23 °C ± 5 °C	1,320 mAh min., 1,400 mAh nominal
Watt-hour rating	5.2 Wh
Charging method	Constant current + constant voltage
Max. charge voltage	4.2 V (± 0.05 V)
Max. continuous charge current	1,980 mA (limited by cell)
Rec. charge cut off	50 mA or timer 2.5 h
Max. continuous discharge current	2,000 mA (limited by PCM)
Rec. discharge cut off	3 V
Internal impedance	Approx. 100 mΩ
Exp. cycle life at (1.0 C / 1.0 C), 23 °C ± 5 °C	≥ 500 cycles ≥ 80 %

3.7 V | 1,000 mAh nominal | 3.7 Wh | VKB: 56457 201 016



### Circuit Diagram



Elle est également conforme aux normes européennes :

### SAFETY CERTIFICATIONS

Please follow VARTA handling and safety precautions for Lilon & LiPolymer.

The cell used is a UL recognized component according to UL1642 and IEC62133 ed.2 certified.

The battery meets the requirements of battery directives and the battery parts are RoHS-compliant.

The battery is certified according to IEC62133 ed. 2 and UN38.3.

## 9. Le panneau solaire

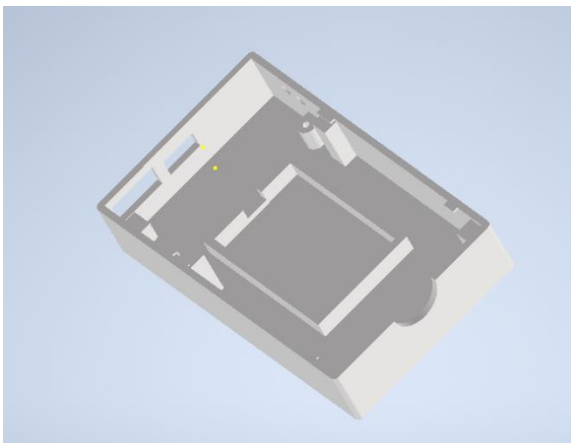
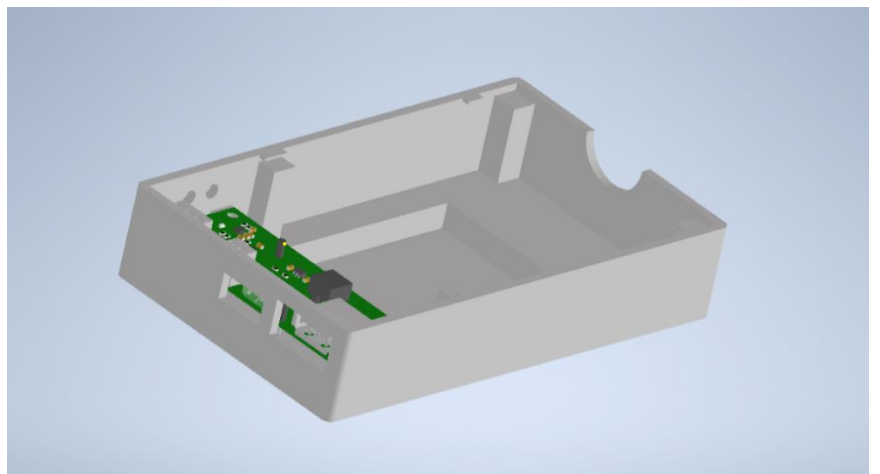


Ce qui concerne le panneau solaire, il n'est pas très grand mais lorsqu'il est mis en plein soleil ou devant une source lumineuse forte, il débite au maximum 200mA, voici quelques caractéristiques :

SC20050	Monocrystalline Solar Cell	200 mA
5.0V	120 x 70 mm	

## 10. Boitier 3d

En parallèle de la conception de notre PCB nous avons designer un boitier grâce à Inventor. Le but de ce boitier était d'avoir la batterie, notre PCB et le panneaux solaire assemblé ce qui nous a permis de finir proprement le projet mais également de protéger notre PCB et batterie. Ce boitier a été imprimer en à l'aide d'une imprimante 3D.



## 11. Les essais

### 1) Test de continuité

Pour commencer nous avons réalisé différents tests de continuité à l'aide d'un multimètre pour s'assurer qu'il n'y avait pas de court-circuit entre certain composant et pour vérifier que nos ic qui sont relativement très petit n'avait pas certaines broches soudées ensemble.

### 2) Test en branchant le panneau solaire et l'USB

Nous avons ensuite réalisé tous les branchements à notre carte.



On peut donc voir une fois que l'on met une charge à notre batterie par l'USB-C ainsi que le panneau solaire deux LEDs s'allument. L'explication des deux LEDs a déjà été réalisée plus tôt dans ce rapport. Pour vérifier que notre batterie chargeait, nous avons effectué différentes mesures de courant.





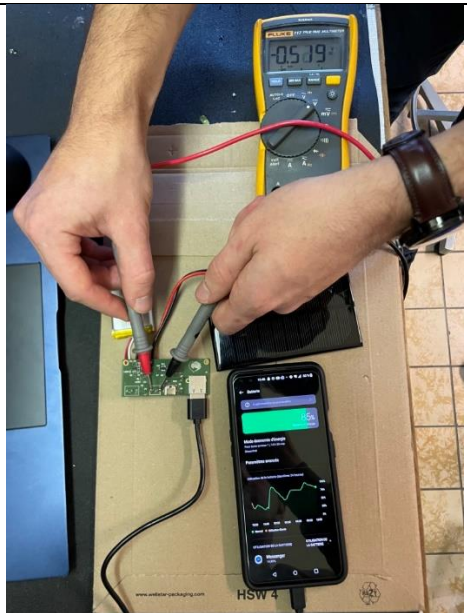
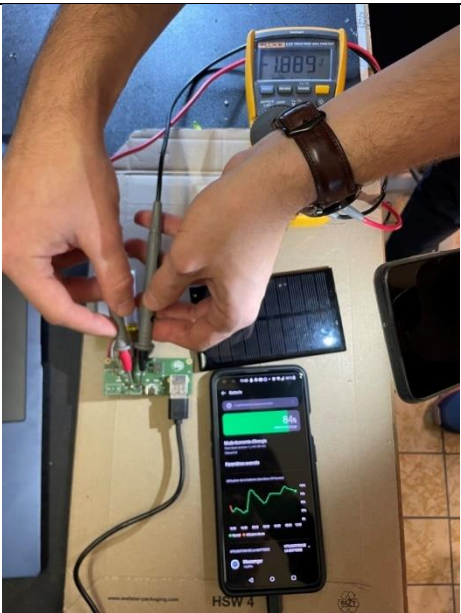
### 3) Mettre à recharger un smartphone ou autre



Pour ce test nous avons mis en charge différents appareils. Premièrement nous avons vu que notre chargeur fonctionnait car la charge du smartphone a démarré et deuxièmement nous avons pu mesurer les différents paramètres de notre boost. Tout d'abord son courant de sortie qui était de 290mA ce qui est légèrement moins que ce qui était annoncé en théorie car notre batterie n'était pas pleinement chargée, mais lorsque la batterie est chargée à fond, elle débite alentours des 300mA ou 350mA pour charger un smartphone. Également nous avons pu vérifier le boost en lui-même c'est-à-dire le passage des 3.7V en sortie de la batterie et ensuite les 5V en sortie de notre USB-A.



#### 4) Test de la tension apporté par le panneau solaire

Peu éclairé	Éclairé (avec le flash d'un téléphone)
	
0,519V	1,889V

Nous avons pu observer que lorsque l'on éclaire le panneau solaire correctement notre tension augmentait mais également notre courant. On peut également voir sur les photos que lorsqu'il est bien éclairé il démarre la recharge de notre batterie.

#### 5) Test de charge de la batterie

Pour réaliser ce test nous avons laissé notre batterie se recharger pendant 2h, pour qu'elle soit à pleine charge et nous avons vu que la charge s'est arrêtée aux alentours de 4.2V et la LED2 s'est éteinte.



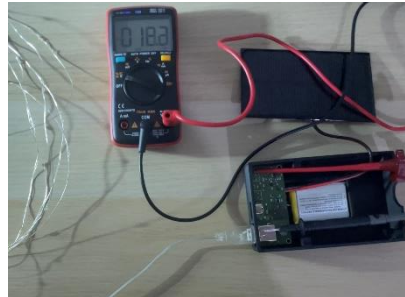
Voici le lien vers Google Drive d'une vidéo montrant la LED lorsque la batterie est pleinement chargée : [LED2 OFF.mov - Google Drive](#)

[https://drive.google.com/file/d/1T6UzTE-PFbK\\_TcwNfzTRHZjdIn7qZUNC/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1T6UzTE-PFbK_TcwNfzTRHZjdIn7qZUNC/view?usp=sharing)



## 6) Test de décharge de la batterie

Pour réaliser ce test nous avons branchés une source qui consomme beaucoup afin que la décharge soit rapide, dans ce cas c'étaient des LEDs pour décoration : nous constatons lorsque la tension descend en-dessous du seuil choisi notre circuit de protection se met en route et « coupe » le circuit :



Vidéo du fonctionnement de la protection : [Protection décharge.mov - Google Drive](#)

<https://drive.google.com/file/d/1ihGWVivJ6PYkmh6EnqZ39GQb56flwjYL/view?usp=sharing>

## 12. Point d'amélioration et problème rencontré

### 1) Jumper pour la mesure du courant

Pour améliorer notre prise de mesure au niveau des courants pour les différentes parties de notre BMS nous aurions dû ajouter des jumpers de manière à pouvoir venir se mettre en série et mesurer le courant plus facilement.

### 2) Meilleure gestion des LEDs pour montrer le niveau de la batterie



Au niveau de la gestion des LEDs nous avons prévu des LEDs pour la charge de la batterie et non pour celle de la décharge donc pour améliorer notre projet nous rajouterions plusieurs LEDs de manière à avoir un suivi sur l'état de la batterie.

### 3) Amélioration du courant de charge de sortie du boost

Une troisième amélioration serait de pouvoir utiliser des plus grand courant dans notre système de manière à charger et décharger plus rapidement notre batterie.

### 4) Problème rencontré

Avec ce type de batterie nous avons rencontré un problème due au fait qu'elle possède déjà un circuit qui sert à gérer les points suivants :

#### CELL & BATTERY PROTECTION

Overcharge detection	4.275 V $\pm$ 0.025 V (0.7 sec. to 1.3 sec. delay, release 4.275 V $\pm$ 0.025 V)
Overdischarge detection	2.3 V $\pm$ 0.058 V (14 msec. to 26 msec. delay, resume 2.3 V $\pm$ 0.058 V)
Overcurrent detection	2.0 A to 4.5 A (8 msec. to 16 msec. delay)

Comme sur notre PCB il y a déjà une protection contre la décharge, cela fait que nous avons une double protection, à cause de ça lorsque notre circuit de protection s'enclenche il met en erreur le circuit de protection de la batterie et elle se met en « erreur » et indique 0V en sortie alors qu'en réalité elle est à 2.7V, après – quelques manipulation elle se remet à fonctionner normalement.

## 13. Conclusion

En résumé, nous avons conçu un circuit imprimé (PCB) pour un système de gestion de batterie (BMS) en suivant les conseils des fiches techniques des composants et des bonnes pratiques. Nous avons particulièrement pris soin de bien positionner les composants pour le BMS, le boost, et la protection contre la décharge de la batterie.

Globalement, nous avons pris des mesures pour éviter les problèmes d'interférence, comme éloigner certaines parties du circuit entre elles et laisser une zone libre tout autour de la carte. La conception générale a suivi les conseils pour chaque composant, en créant des zones distinctes pour les connexions entre chaque groupe de composants.

Fonctionnellement, notre PCB permet de recharger la batterie à partir du secteur et du panneau solaire grâce au BMS. Ce dernier surveille et équilibre la charge de la batterie en tenant compte de différents paramètres. De plus, la gestion de la décharge (IC3) évite une décharge excessive, prolongeant la durée de vie de la batterie. Le boost (IC1) régule la tension de sortie à 5V pour alimenter des dispositifs tels que les téléphones.