

# OwnDrive – Une chaîne de traction open source hardware pour le véhicule intermédiaire

<b>OwnDrive – Une chaîne de traction open source hardware pour le véhicule intermédiaire</b>	<b>1</b>
1. Déroulement du projet.....	2
2. Introduction fonctionnelle.....	4
Éléments constitutifs de la chaîne de traction .....	4
1. Moteur roue .....	4
2. Moteur pédalier.....	4
3. Batterie .....	4
3. Déroulement de la réalisation du prototype .....	4
Délais de livraison .....	4
4. Réalisation de la batterie .....	5
Choix technologique et dimensionnement.....	5
5. Intégration des convertisseurs open source sur le Vhéliotech .....	6
Connectique et connectivité .....	7
Communication entre l'onduleur et le BMS open source .....	8
Réalisation du harnais de câblage de la batterie LFP.....	9
6. Challenge lié au Bafang M400.....	10
Ingénierie inverse électrique.....	10
Ingénierie inverse mécanique.....	11
7. Développement de lois de commande pour l'onduleur adaptées à un moteur pédalier...	12
8. Conclusion.....	13

# 1. Déroulement du projet

L'objectif d'OwnDrive est de réaliser un prototype de chaîne de traction de véhicule intermédiaire entièrement open source en se basant sur un châssis Vhéliotech également open source.

Les principaux changements par rapport à un VHélio classique sont listés dans la Figure 1.

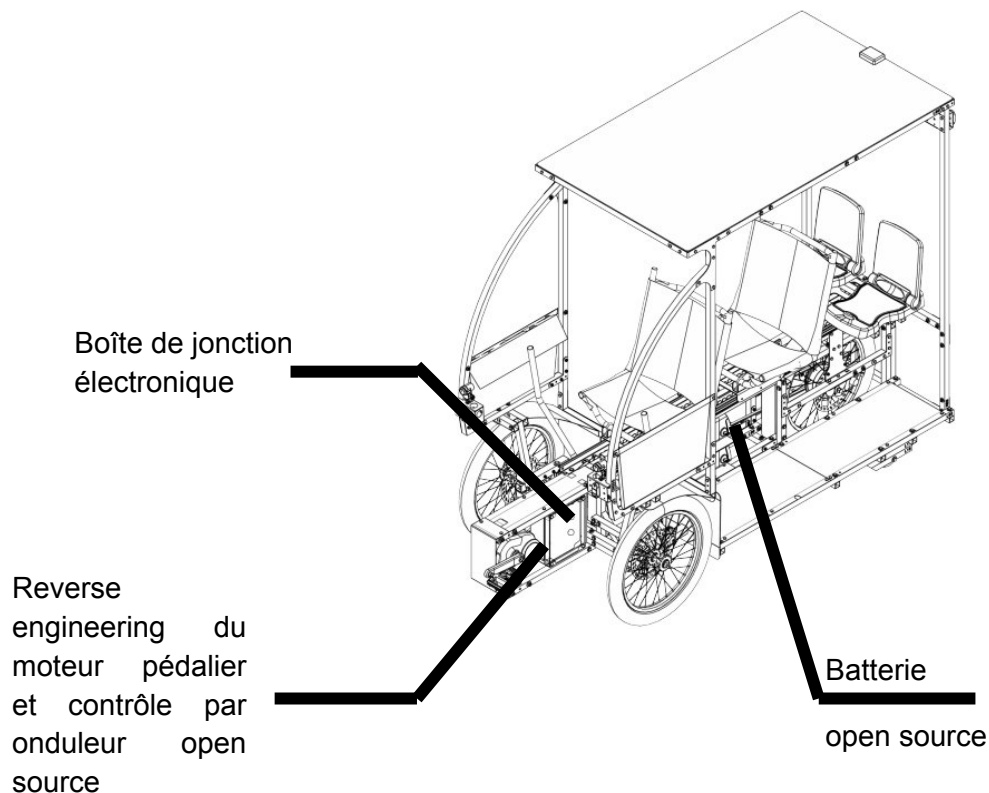


Figure 1 Différence du prototype à la fin du projet

Pour cela, le consortium OwnDrive allie :

- Une batterie lithium fer phosphate open hardware développé par 3D solutions
- Un BMS (battery management system) open hardware développé par LibreSolar
- Un convertisseur DCDC pour la charge solaire, et la génération de tension auxiliaire développé par OwnTech
- Un convertisseur DCAC pour piloter le moteur développé par OwnTech.

L'architecture de la chaîne de traction et de l'environnement électrique du vélo est représenté par le schéma d'architecture ci-dessous.

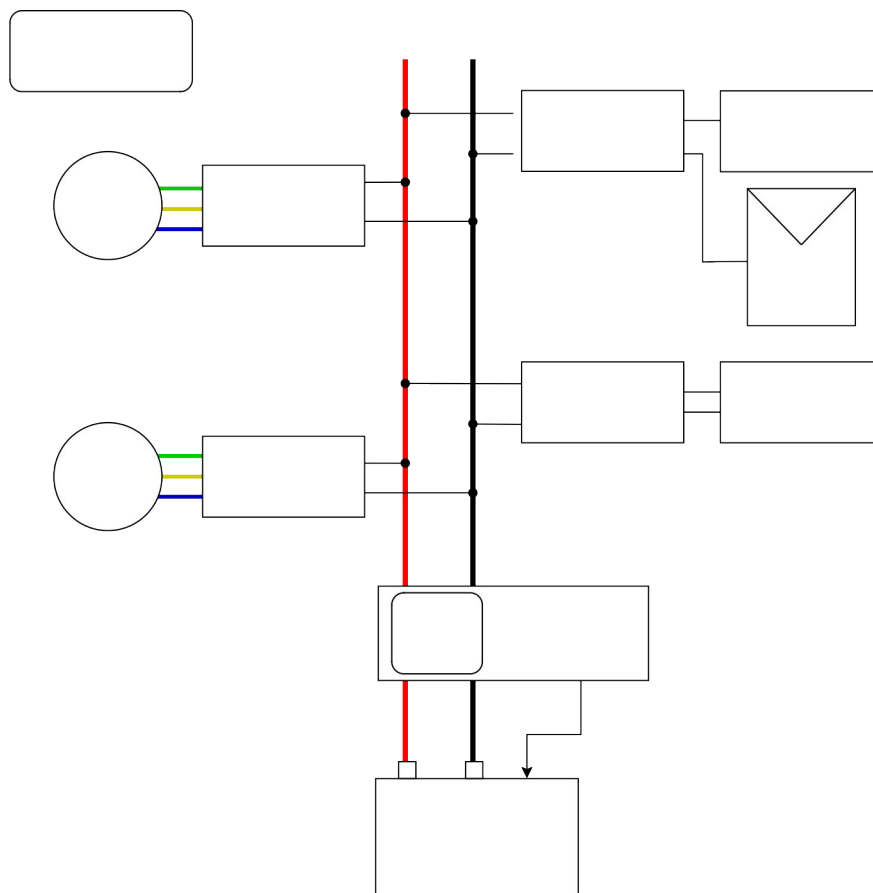


Figure 2 Scope initial du projet OwnDrive

## 2. Introduction fonctionnelle

L'objectif de cette architecture électrique est de réaliser une e-transmission. L'action mécanique humaine sur le pédalier génère un courant alternatif, géré par un onduleur OwnTech. Cette production électrique est directement utilisée par un second onduleur qui pilote un moteur roue.

Cette architecture est très flexible, car elle permet de mettre au point des lois d'assistances évoluée et progressives pour l'utilisateur.

### Éléments constitutifs de la chaîne de traction

#### 1. Moteur roue

Grin Technologie 6T Wind (10RPM/V) V2 Front 36V 20`` Wheel. Piloté par un onduleur OwnTech.



Figure 3 Grin Technologie 6T Wind (10RPM/V) V2 Front 36V 20`` Wheel arrivé tardivement.

#### 2. Moteur pédalier

Bafang M400 36V UART modifié pour fonctionner comme un générateur, piloté par un onduleur OwnTech.

#### 3. Batterie

Batterie 12S 36V 105Ah dont la charge est pilotée par un BMS LibreSolar c1 rev0.3

## 3. Déroulement de la réalisation du prototype

Chaque participant du consortium a réalisé au préalable son sous-système.

Une collaboration efficace a permis la transmission d'un BMS à 3D solution afin d'intégrer l'équipement dans la batterie en avance de phase.

L'intégration entre la batterie, les onduleurs, les convertisseurs DCDC a été réalisé durant un atelier qui a eu lieu du 27/05/2024 au 02/06/2024 au fablab ZAM à Erlangen en Allemagne.

Il était en effet optimal de réaliser l'intégration en réunissant tous les participants.

### Délais de livraison

Du fait d'un délais de livraison plus important que prévu sur les moteurs Grin Technologies, et également sur les panneaux photovoltaïques.

De fait, nous n'avons pas pu réaliser l'intégration telle qu'envisagée initialement (en figure 1).

Constraint par ces retards indépendants de notre volonté, nous avons concentré notre effort d'intégration sur la communication entre la batterie LFP et l'onduleur.

Nous avons également adapté le pilotage de l'onduleur pour piloter non pas le moteur roue, mais le moteur pédalier Bafang M400.

## 4. Réalisation de la batterie

### Choix technologique et dimensionnement

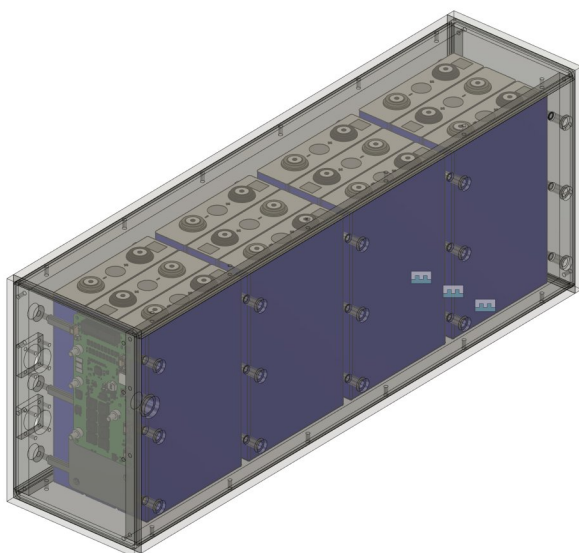


Figure 4 Modèle 3D du pack batterie avant réalisation et prototype réalisé

Le dimensionnement de la batterie a été réalisé afin d'optimiser son coût par rapport à sa capacité, ainsi que l'espace disponible sur le Vhéliotech. Ainsi, suivant ces critères, et de façon assez contre intuitive, il était plus aisé et moins onéreux d'opter pour des éléments de 105Ah que des éléments de 50Ah.

La batterie réalisée dispose d'une capacité énergétique de 3.8kWh. Cette capacité importante permet d'envisager des usages lié à une remorque réfrigérante ou bien V2H (Vehicule to Home)

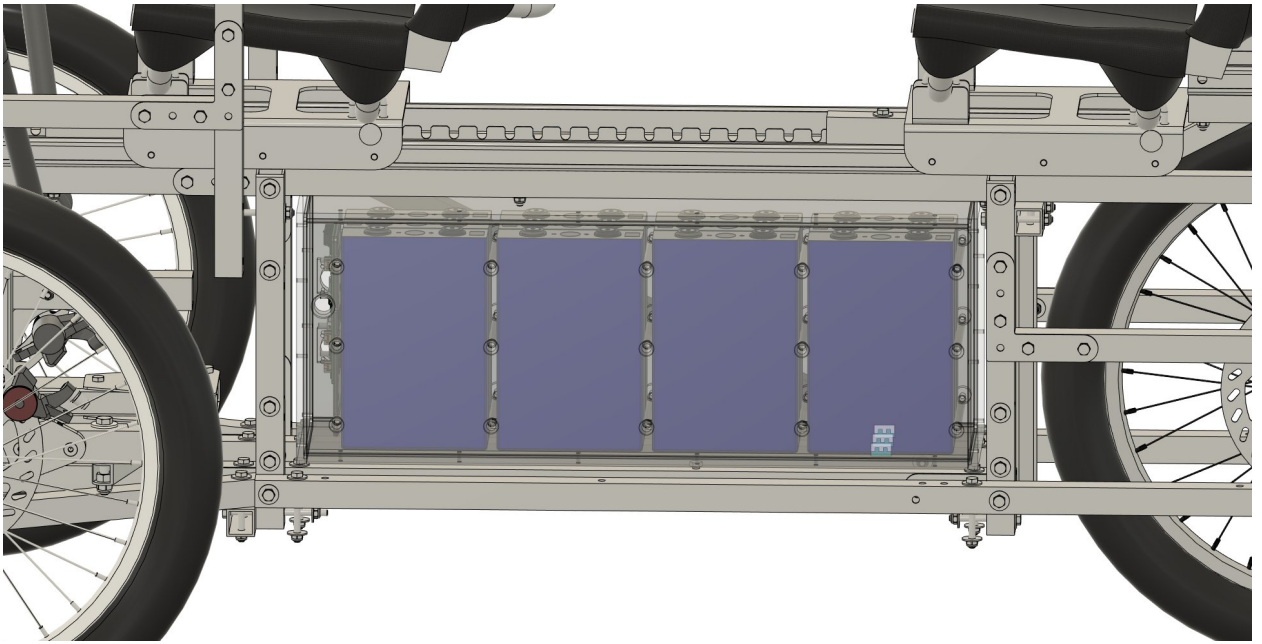


Figure 5 Modèle 3D de vérification d'intégration

La technologie de batterie LFP (Lithium Fer Phosphate) a été préférée pour sa stabilité et sa durabilité.

## 5. Intégration des convertisseurs open source sur le Vhéliotech

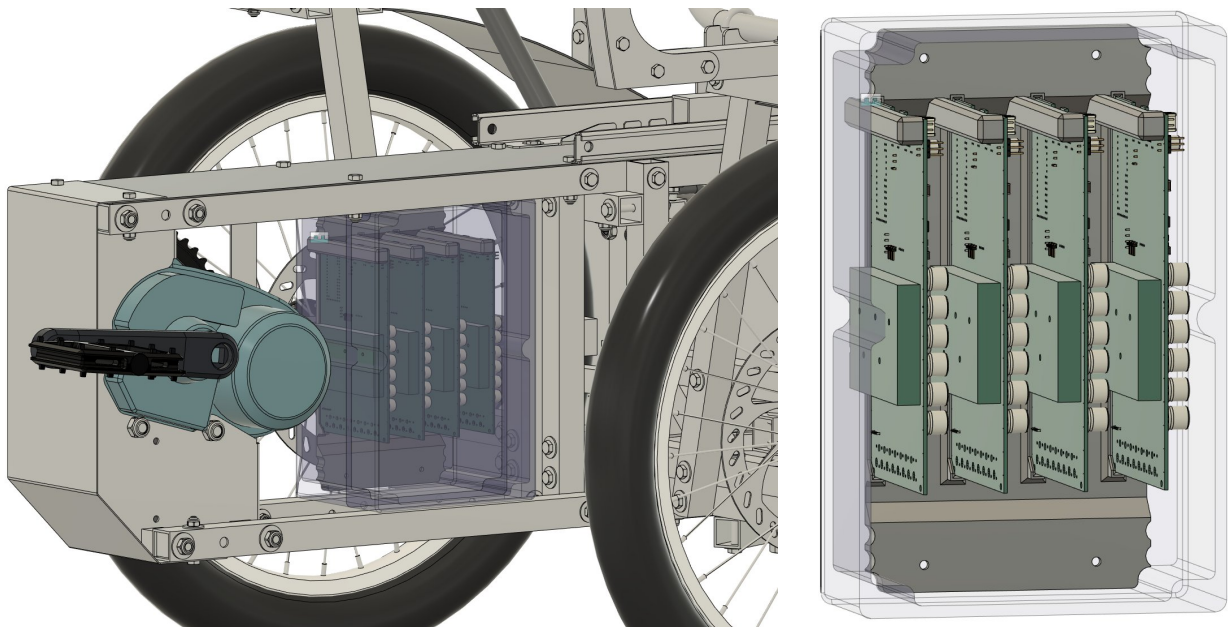


Figure 6 Réalisation d'une boîte de jonction électrique pour les convertisseurs open source.

Nous avons réalisé une boîte de jonction customisé pour monter l'électronique open source dans le châssis. Ce boîtier est placé à proximité immédiate du pédalier.

## Connectique et connectivité

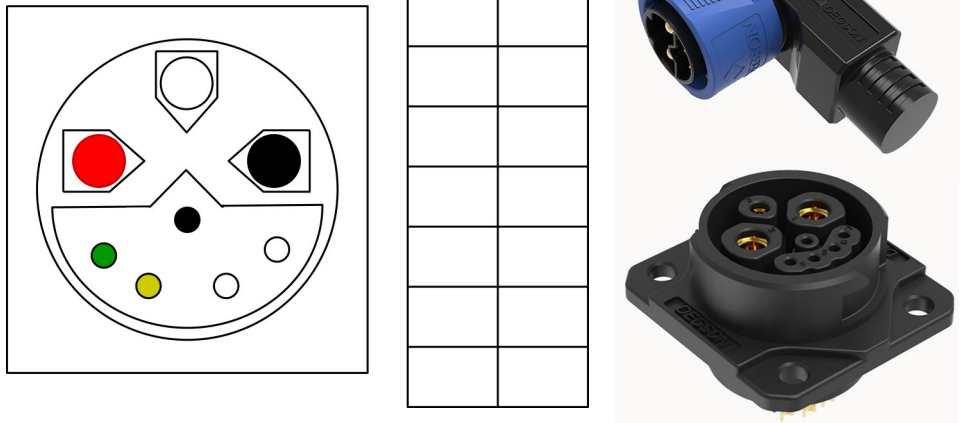


Figure 7 Pinout de connexion rapide de la batterie.

Une connectique double Degston SA-EEBL-2105 a été choisie pour le pack batterie. Cette connectique est très ergonomique à l'usage. Elle est compatible pour des charges allant jusqu'à 50A sous un maximum de 110V. Les contacts auxiliaires nous permettent de faire transiter le protocole CAN du véhicule dans un câble unique.

En parallèle de ce CAN bus véhicule, le BMS dispose d'une connectivité Bluetooth, avec une application Android dédiée qui permet la supervision de la batterie.



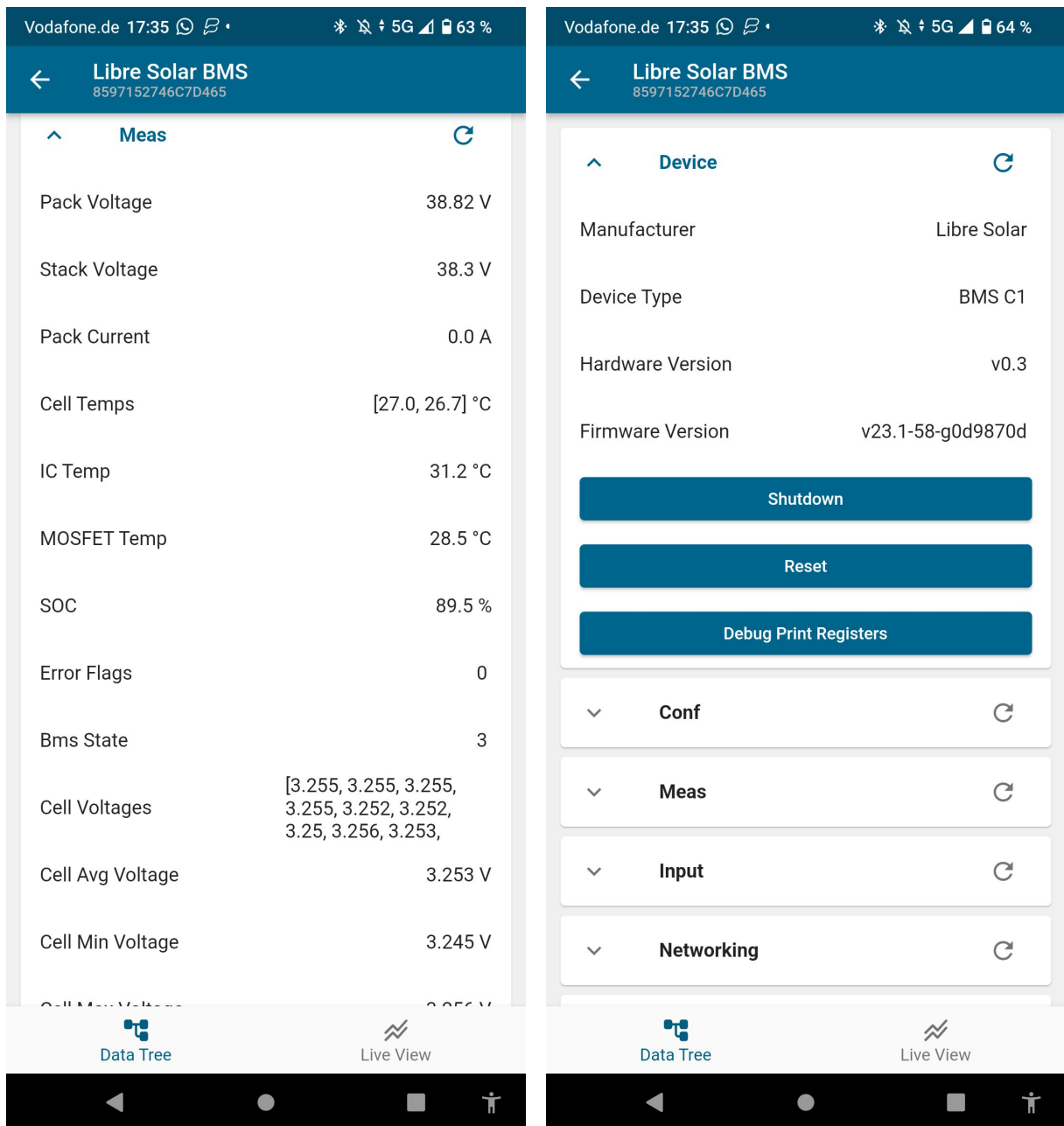


Figure 8 Capture d'écran de l'appli de supervision via Bluetooth

## Communication entre l'onduleur et le BMS open source

Le protocole n'était pas fonctionnelle sur l'onduleur. L'intégration du CAN sur l'onduleur a été rendu possible grâce à ce projet<sup>1</sup>. Cette contribution a également permis de mettre à jour certains problèmes logicielles qui sont depuis en cours de correction.<sup>2</sup>

En parallèle de ce développement, nous avons souhaiter développer la mise à jour logicielle depuis le CAN véhicule. De la sorte, il est possible de mettre à jour le véhicule en se connectant directement sur le port de charge.

Cette fonctionnalité est indispensable, car autrement il faut démonter le pack batterie pour accéder au BMS pour le mettre à jour, ce qui n'est pas aisé et nécessite un temps de maintenance élevé. De même pour l'onduleur, il n'est pas souhaitable de devoir ouvrir la boîte de jonction afin

<sup>1</sup> <https://github.com/owntech-foundation/Core/pull/18>

<sup>2</sup> <https://github.com/owntech-foundation/Core/pull/70>



de mettre à jour le logiciel. Pour cette raison, nous avons développé la mise à jour depuis le bus CAN.<sup>34</sup>

## Réalisation du harnais de câblage de la batterie LFP.

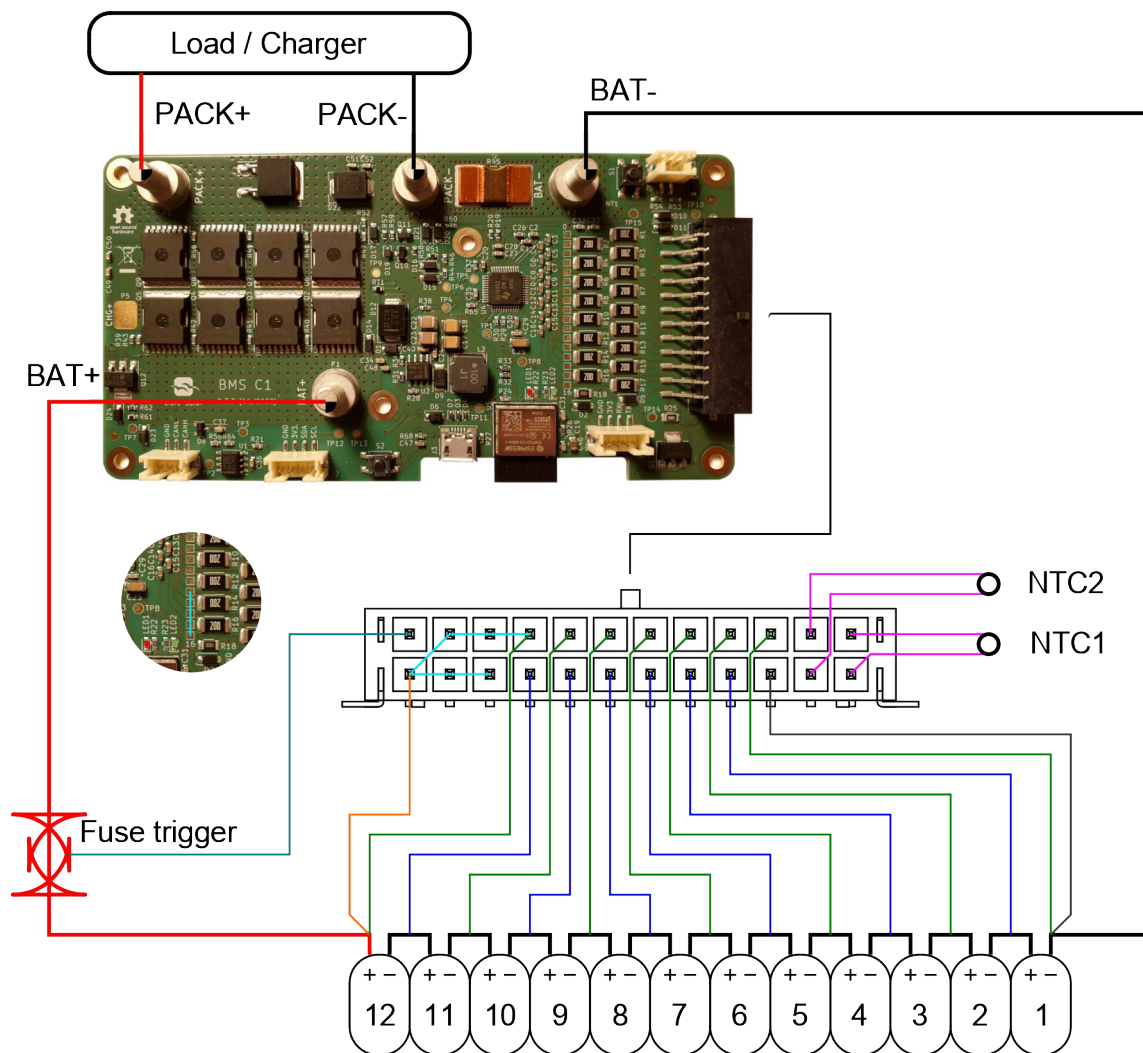


Figure 9 Diagramme de câblage du BMS

Chacune des 12 cellules de la batterie sont monitorées en tension pour réaliser leur équilibrage lors de la charge. Deux sondes de température assure le monitoring thermique du pack.

Le projet OwnDrive a permis d'améliorer la documentation du BMS-c1 car les instructions pour réaliser le câblage étaient peu explicites.<sup>5 6</sup>

<sup>3</sup> <https://github.com/LibreSolar/bms-firmware/commit/8c94de4c1cc654fb28439b439d63560236b90cfe>

<sup>4</sup> <https://github.com/LibreSolar/bms-firmware/commit/ce8b8766e49f4c986b83eab838e92be2ccf91f74>

<sup>5</sup> <https://github.com/LibreSolar/bms-c1/commit/baa39526a77eb46e909f5f36593669a963a339eb>

<sup>6</sup> <https://github.com/LibreSolar/bms-firmware/commit/f772c09f3e475b01457812592893f91a58f74eb6>

## 6. Challenge lié au Bafang M400

### Ingénierie inverse électrique

Afin de piloter le moteur pédalier Bafang à l'aide de l'onduleur OwnTech nous avons réalisé de l'ingénierie inverse pour déterminer le câblage des différents capteurs et signaux électriques issues du pédalier.

Nous avons initialement exclu de piloter le pédalier directement, du fait de cette difficulté technique importante.

Les résultats de cette étude d'ingénierie inverse sont agrégés dans le schéma de câblage ci-dessous.

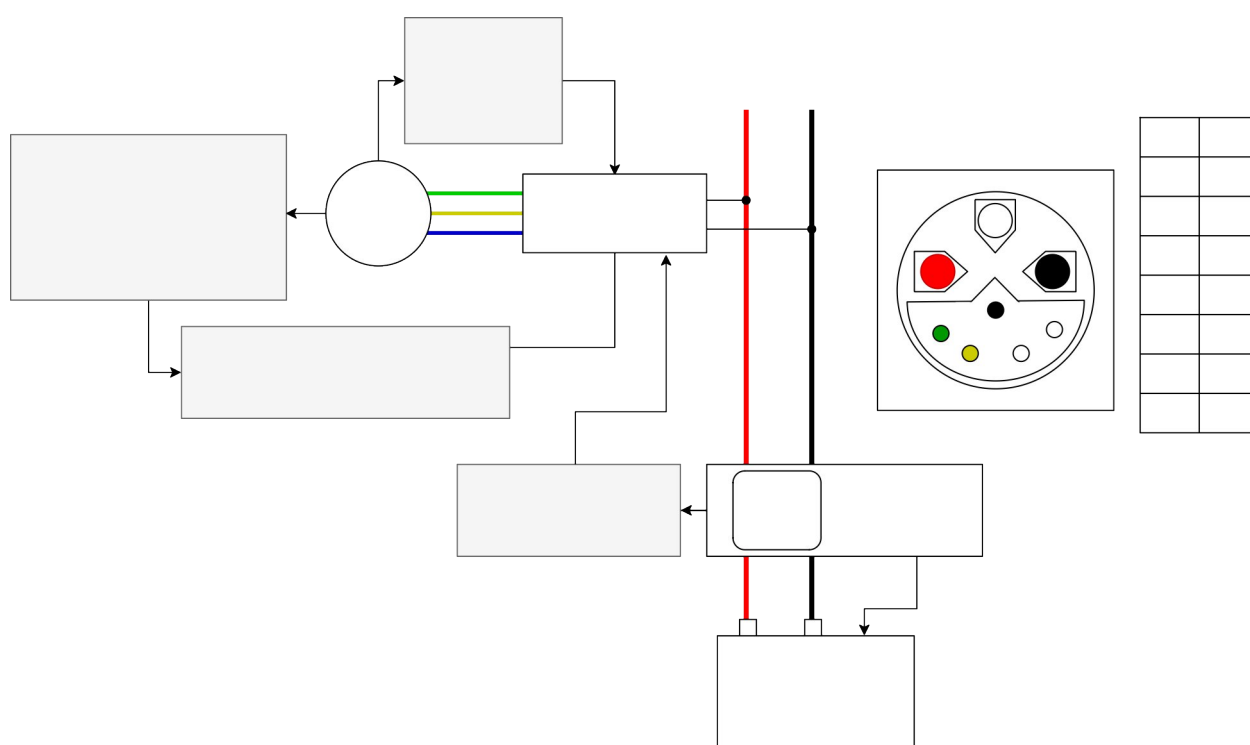


Figure 10 Schéma détaillé des signaux issus du moteur et des signaux issus du PAS (Pedal Assist System) et interface avec l'onduleur OwnTech.

## Ingénierie inverse mécanique

Par ailleurs nous avons réussi à utiliser le pédalier Bafang comme un générateur conformément à l'architecture électrique initiale prévue.

Pour cela, il nous a fallu ouvrir le pédalier et réaliser une adaptation sur l'embrayage unidirectionnel interne. En effet, dans son montage d'usine, le moteur pédalier dispose d'un organe d'embrayage unidirectionnel qui fait que l'action mécanique sur le pédalier n'entraîne pas le moteur. Tandis que l'action du moteur entraîne bien le pédalier. Cette fonctionnalité est souhaitée en mode moteur, mais empêche l'utilisation du pédalier en mode générateur.

Une fois cette opération de désassemblage réalisée, nous avons pu utiliser le pédalier en mode générateur. Nous avons réalisé quelques essais préliminaires mais nous nous sommes ensuite concentré sur le pilotage en mode moteur.

L'embrayage unidirectionnel a été chassé de l'engrenage moteur à l'aide de deux douilles hexagonales et d'un étau. Après une rotation de 180°, l'embrayage est remontée dans en utilisant la même méthode.



Figure 11 L'embrayage unidirectionnel et la méthode de démontage

## 7. Développement de lois de commande pour l'onduleur adaptées à un moteur pédalier.



Figure 12 Setup de test pour l'onduleur et le moteur pédalier durant l'atelier d'intégration a Erlangen

Une fois l'ingénierie inverse réalisé, nous avons mis au point des lois de commande permettant à l'onduleur de fournir une assistance proportionné par rapport à l'effort appliqué par l'utilisateur sur les pédale.

Nous avons testé une commande en couple pur, qui s'est avéré peu satisfaisante à cause du bruit présent sur le capteur.

Nous avons alors couplé l'information de couple avec l'information de position du pédalier.

Cette fusion d'information permet un meilleur contrôle de l'accélération et également un comportement plus sécurisé. Dès que le pédalier est à l'arrêt complet, l'accélération est coupée.

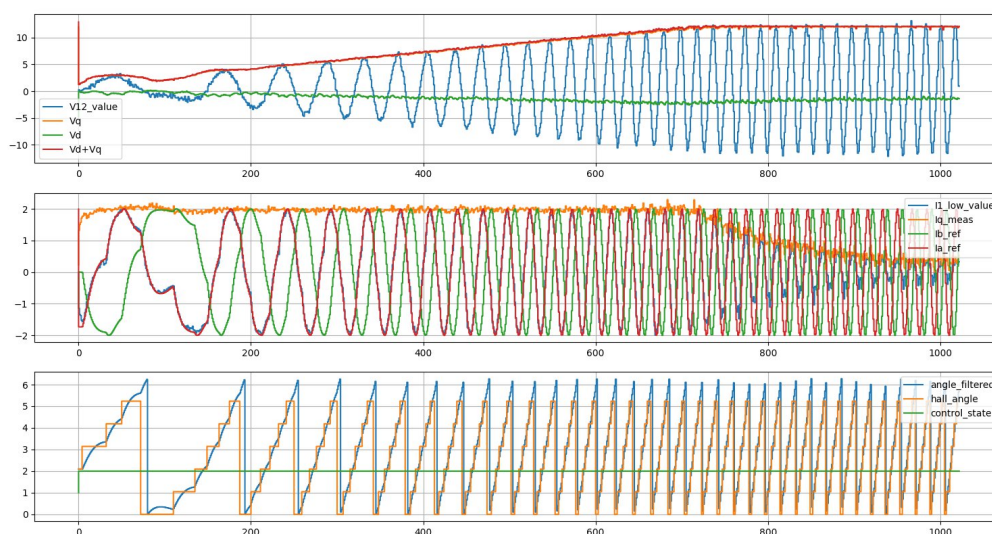


Figure 13 Signaux temps réels issue de l'onduleur

Suite à ces expérimentations nous avons réalisés deux exemples simples, permettant de mettre à profit les résultats de ce projet avec les onduleurs OwnTech.<sup>78</sup>

<sup>7</sup> <https://github.com/owntech-foundation/examples/pull/20>

<sup>8</sup> <https://github.com/owntech-foundation/examples/pull/22>

## 8. Conclusion

Le projet OwnDrive a permis de réaliser un pack batterie open source hardware compatible avec les besoins de certains véhicules intermédiaire.

En parallèle des lois de commandes ouverte ont été développés, elles sont spécifiques au contrôle d'un PAS (Pedal Assist System). Pour cela nous avons réalisé l'ingénierie inverse d'un pédalier populaire mais fermé et mal documenté.

Le projet a permis de développer l'interopérabilité entre un BMS (Battery Management System) open hardware, et un onduleur également ouvert. Le projet a permis de réaliser de nombreuses améliorations sous forme

- d'amélioration documentaires
- de création d'exemples
- d'ajout de fonctionnalités

Le prototype réalisé basé sur un châssis open source également est à notre connaissance un des projets avec le plus fort taux de composants open source. Cette caractéristique permet d'envisager une fabrication distribuée et une adaptation technologique en fonction des besoins de chaque projet.