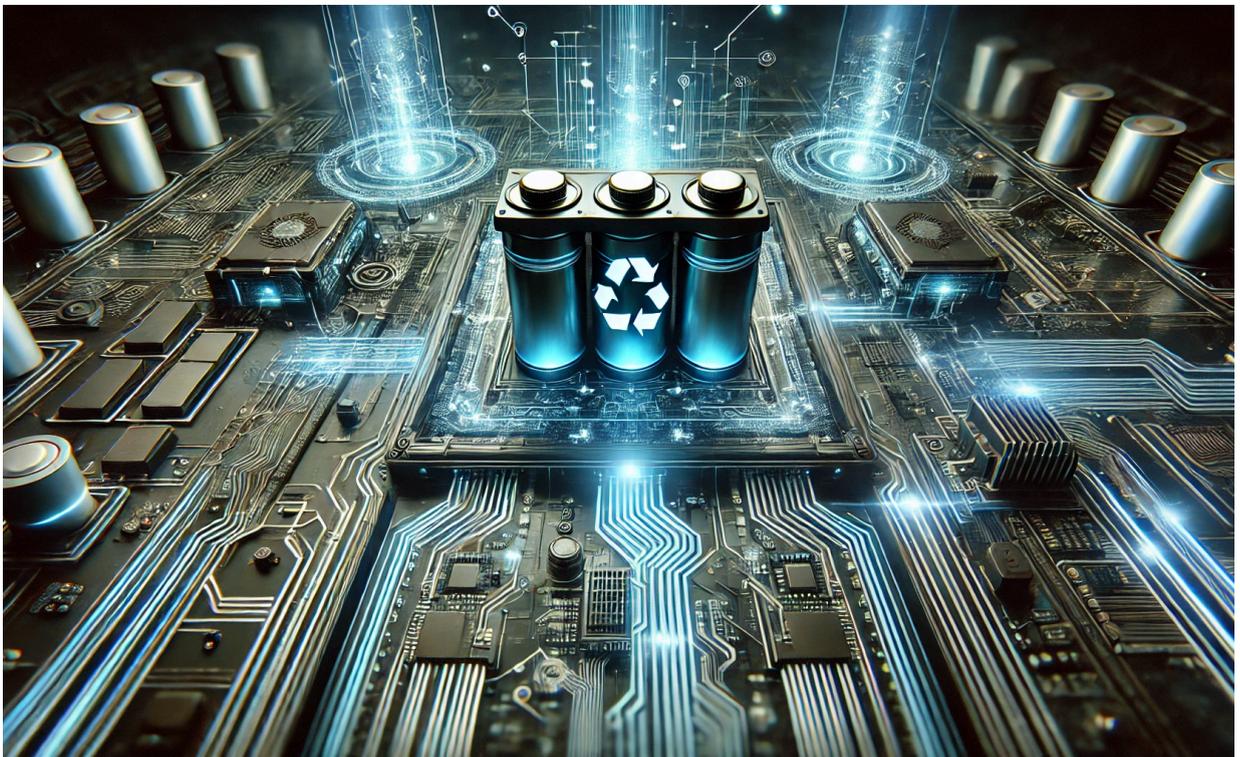


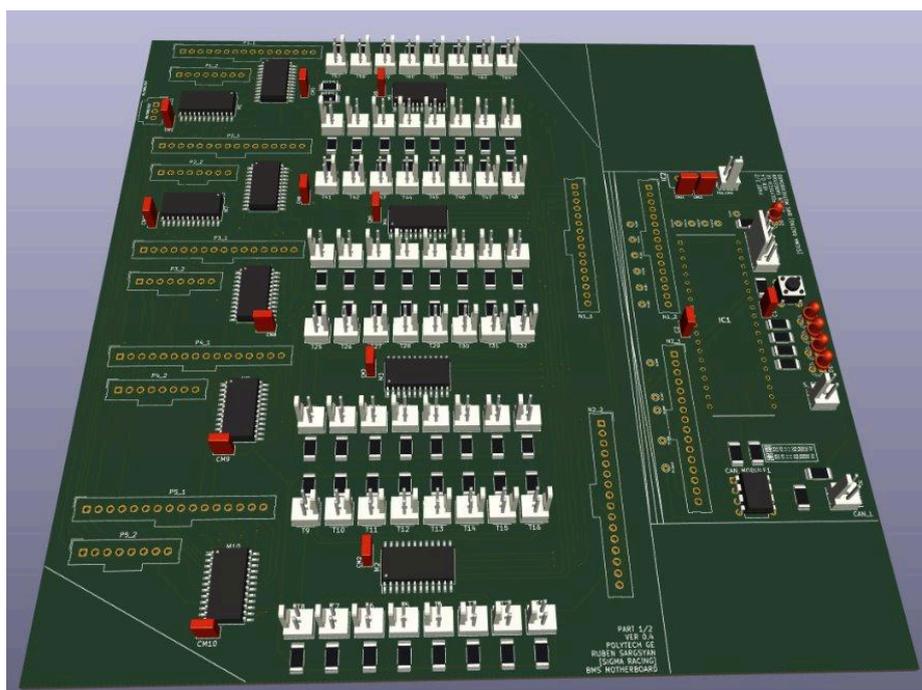
NOTE D'APPLICATION
BMS (Battery Management System)
Partie Hardware

Fait par SARGSYAN Ruben

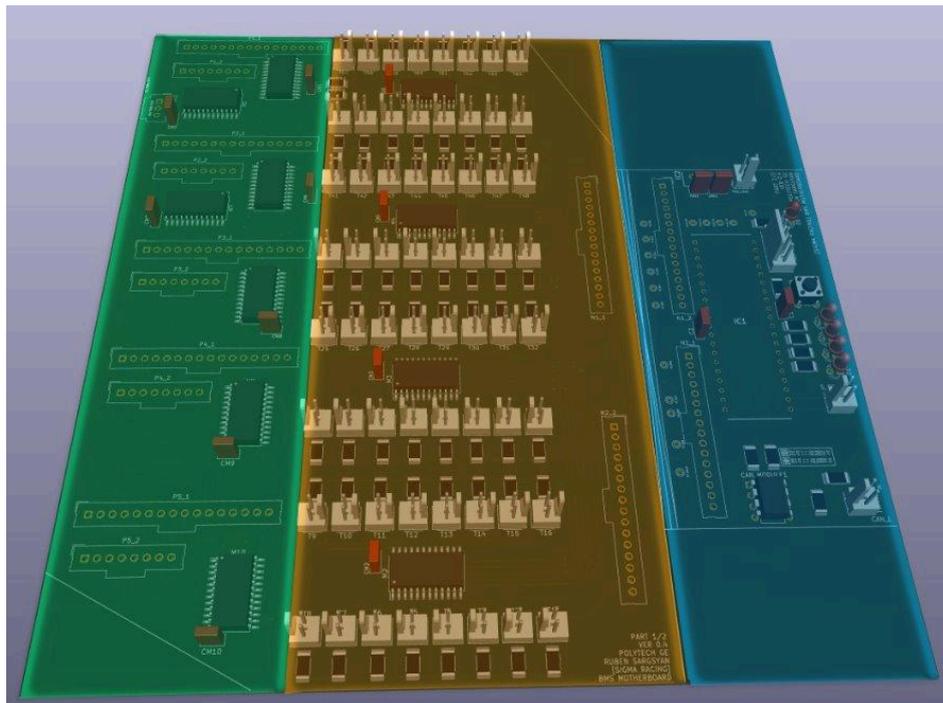
À Polytech Clermont-Ferrand



Présentation Générale	3
Partie Alimentation et Puissance de Calcul	3
Alimentation	3
2.2 Programmation et Débogage	3
Communication	4
Sorties d'Alerte	4
Bouton Reset et LEDs	4
Séparation Physique	4
Gestion de la Température	5
Résistances	5
Capteurs NTC	5
Gestion des Cellules Batteries	5
Branchement des Cellules	5
Capteur de Courant	5
Structure de la batterie	6
Câblage en cas de séparation de la carte en deux	7
Tableau de liaison du microcontrôleur	8
schéma de liaison des cellules batterie	9
Schémas de la carte BMS	10
Routage de la carte BMS :	11
Validation effectuée :	12
Gestion Tension Batterie	12
Gestion Température	13
Rapport sur les choix des composants électroniques	14
1. Capteur de température :	14
2. Multiplexeur :	14
3. Contrôleur :	14
4. Capteur de courant :	15



Présentation Générale



La carte est divisée en **trois zones fonctionnelles** identifiées par des couleurs pour simplifier leur repérage :

- **Zone orange :** Branchement des capteurs de température.
- **Zone verte :** Branchement des cellules batteries et du capteur de courant.
- **Zone bleue :** Partie alimentation et puissance de calcul.

Note : La plupart des informations nécessaires sont inscrites directement sur le PCB afin de faciliter la compréhension du fonctionnement sans recourir à ce document.

Partie Alimentation et Puissance de Calcul

Alimentation

- **Connecteur : [PSU_12V]**
La carte nécessite une alimentation entre **5 V** et **18 V**, avec une intensité d'au moins **1 A**.
L'alimentation doit être stabilisée.

2.2 Programmation et Débogage

- **Connecteur : [PIC_Flash1]**
Permet de programmer et déboguer le contrôleur **PIC** via un **Pickit**.
 - **Photo d'illustration** (montrant le sens de branchement d'un Pickit 3).

Communication

1. **Série** : Deux broches "SERIAL" pour la communication série (TX - broche 25, RX - broche 26).
2. **CANBUS** :
 - Le module de communication (MCP2551) peut être remplacé par un modèle équivalent.
 - Configuration basée sur la sérigraphie du PCB :
 - **R_RX1, R_TX1** : Remplacer par des câbles ou des résistances de **0 Ω**.
 - **RCAN1** : Remplacer par des câbles ou des résistances de **0 Ω**.
 - **R_CANBUS** : Résistance de **120 Ω**.

Sorties d'Alerte

- Deux sorties configurables selon le programme implémenté.
- **Tension maximale** : 5 V, **Intensité limitée** : 20 mA.
- Recommandation : Utiliser un relais à faible consommation ou un système via MOSFET pour alimenter des relais plus puissants.

Bouton Reset et LEDs

- **Bouton Reset** : Remet le contrôleur à zéro.
- **LEDs** :
 - Rouge (D0) : Indique la présence de 5 V sur la carte.
 - Quatre jaunes (D1, D2, D3, D4) : Reliées aux broches contrôlant la sélection des multiplexeurs.

Séparation Physique

- La partie **alimentation et puissance de calcul** peut être séparée du reste de la carte en coupant le PCB selon une ligne prédéfinie.
- Une fois séparée, il faudra relier les connecteurs suivants :
 - **N1_1** ↔ **N1_2**
 - **N2_1** ↔ **N2_2**
- Recommandation : Croiser les câbles selon l'illustration fournie en annexe.

Gestion de la Température

Résistances

- Le programme est validé avec des résistances identiques pour tous les capteurs de température.
- **R_VARx (x = 0 à 64)** : Remplacer par des résistances de **2500 ohms** pour un fonctionnement optimal.

Capteurs NTC

- Modèle validé : **[NTCLE213E3103FLB0]**.
 - Possibilité de varier le modèle et les résistances sans problème particulier, à condition d'adapter le programme au nouveau matériel et de vérifier que les caractéristiques du capteur coïncident avec la réglementation en vigueur.
-

Gestion des Cellules Batteries

Branchement des Cellules

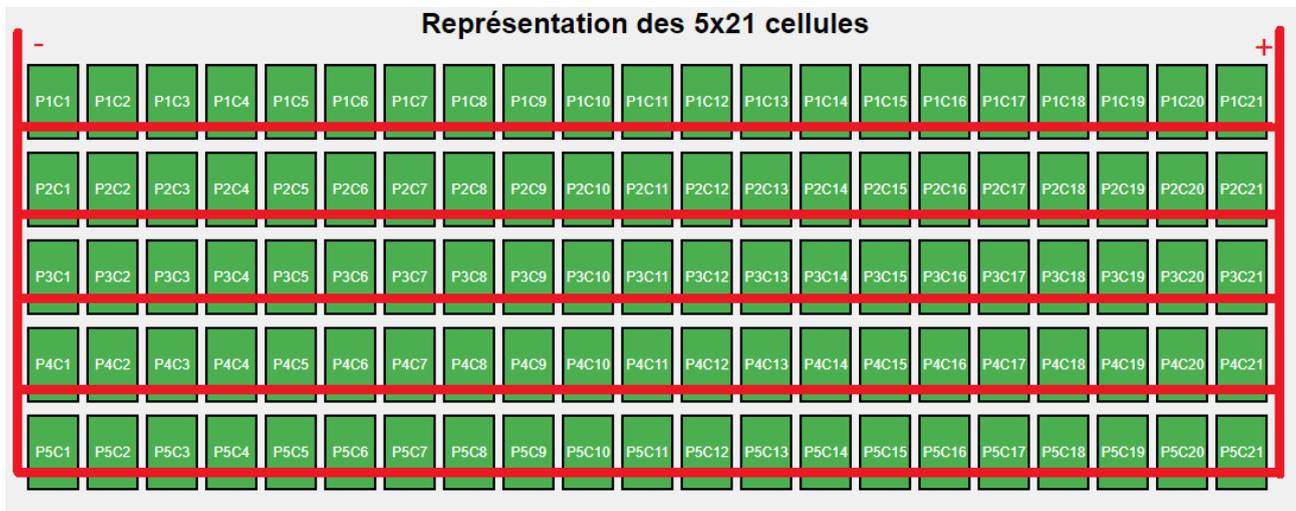
- Respecter impérativement le **schéma de liaison des cellules** fourni :
 - **P2_C0** : Masse de la 1ère cellule du bloc parallèle 2 (~0 V).
 - **P1_C1** : Première cellule du bloc parallèle 1 (~2,5 V).

Capteur de Courant

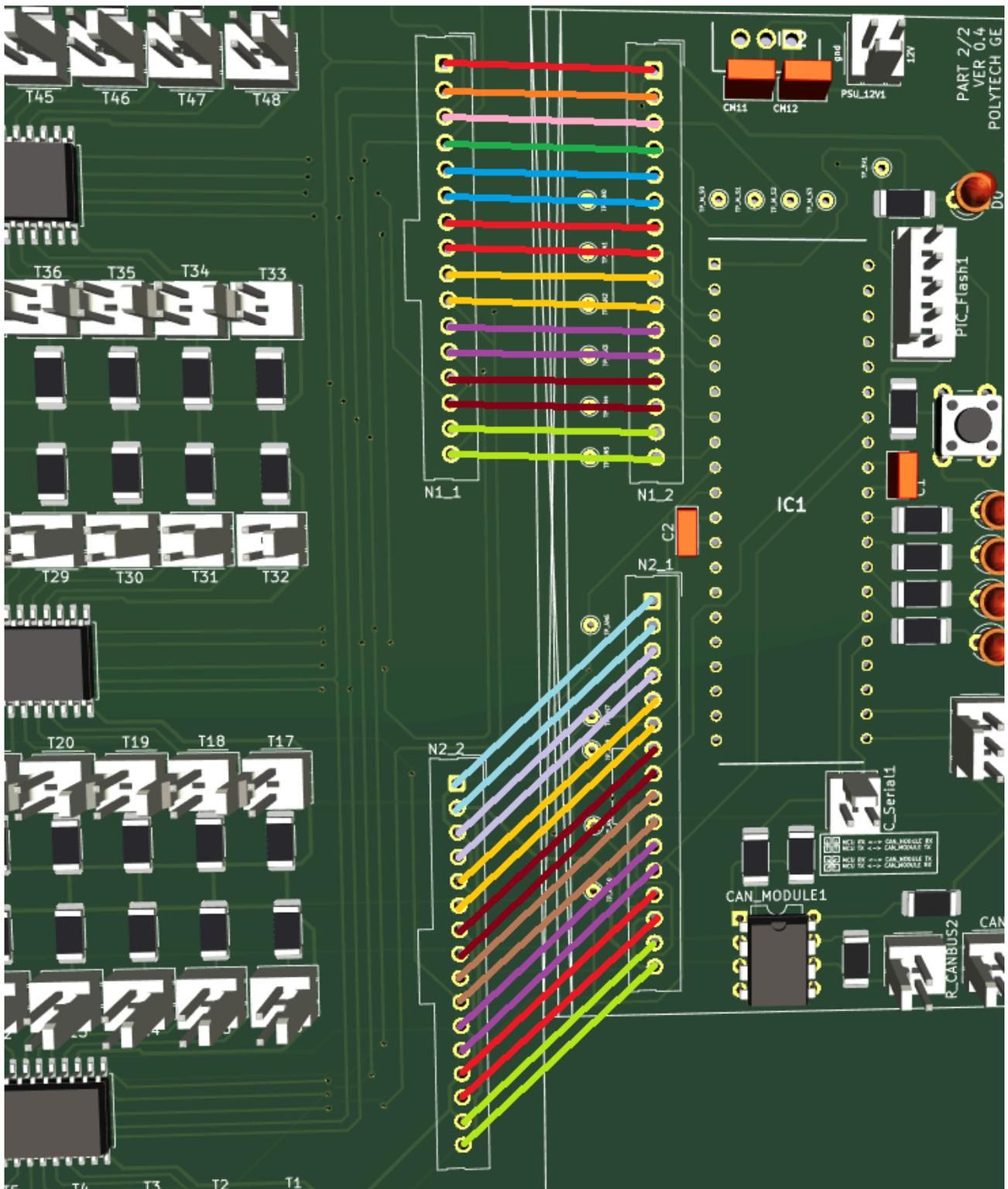
- **Connecteur : [HALL1]**
Brancher directement le capteur sur cette prise.

Structure de la batterie

Dans le cas le plus général, chaque cellule est reliée aux cellules ayant la même plage de tension. Cependant, dans notre cas, la batterie est conçue de manière que seules les masses et les tensions maximales soient reliées entre elles comme c'est le cas ci-dessous :



Câblage en cas de séparation de la carte en deux



Nous recommandons de torsader les fils par paire, en respectant les combinaisons de couleurs spécifiées dans le schéma, afin d'améliorer la compatibilité électromagnétique (CEM).

Tableau de liaison du microcontrôleur

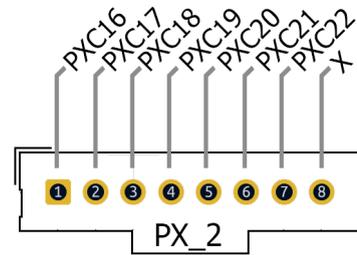
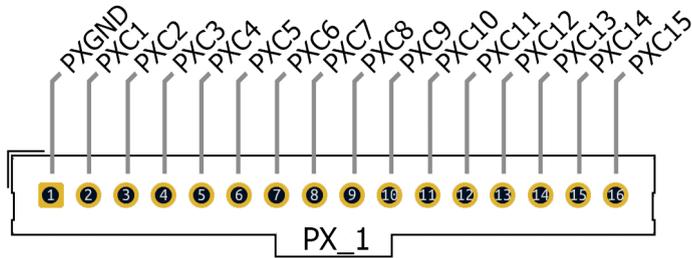
Voici un tableau structuré pour organiser les informations concernant les pins :

Numéro Pin MCU	Nom Pin	Fonction Pin	Composant connecter	Gestion Cellule Batterie	Gestion Température	Commentaire
2	RA0	AN0	M0	OUI	NON	
3	RA1	AN1	M1	OUI	NON	mesure alimentation 5v et mesure capteur courant
4	RA2	AN2	M2	NON	OUI	
5	RA3	AN3	M3	NON	OUI	
7	RA5	AN4	M4	NON	OUI	
8	RE0	AN5	M5	NON	OUI	
9	RE1	AN6	M6	OUI	NON	
10	RE2	AN7	M7	OUI	NON	
34	RB1	AN8	M8	OUI	NON	
37	RB4	AN9	M9	OUI	NON	
33	RB0	AN10	M10	OUI	NON	
30	RD7	M_S3 (Bus de sélection bit 0)	M0 à M10	NON	NON	
29	RD6	M_S2 (Bus de sélection bit 0)	M0 à M10	NON	NON	
28	RD5	M_S1 (Bus de sélection bit 0)	M0 à M10	NON	NON	
27	RD4	M_S0 (Bus de sélection bit 0)	M0 à M10	NON	NON	
26	RC7	RX CAN	MCP2551	NON	NON	
25	RC6	TX CAN	MCP2551	NON	NON	
22	RD2	Sortie_urgence 1	connection externe 1	NON	NON	
21	RD3	Sortie_urgence 2	connection externe 2	NON	NON	

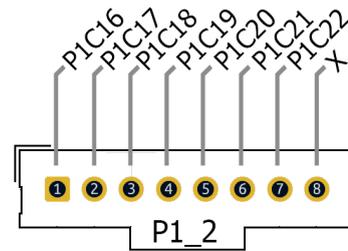
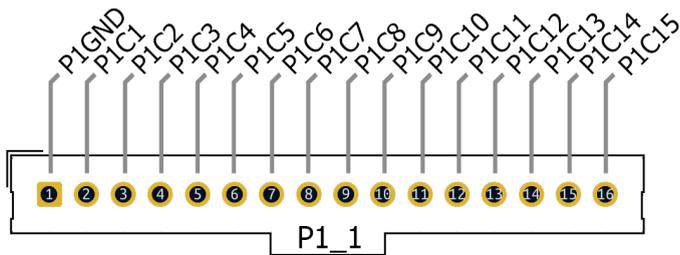
Ce tableau permet une visualisation rapide des connexions, fonctions, et zones associées des composants sur la carte.

schéma de liaison des cellules batterie

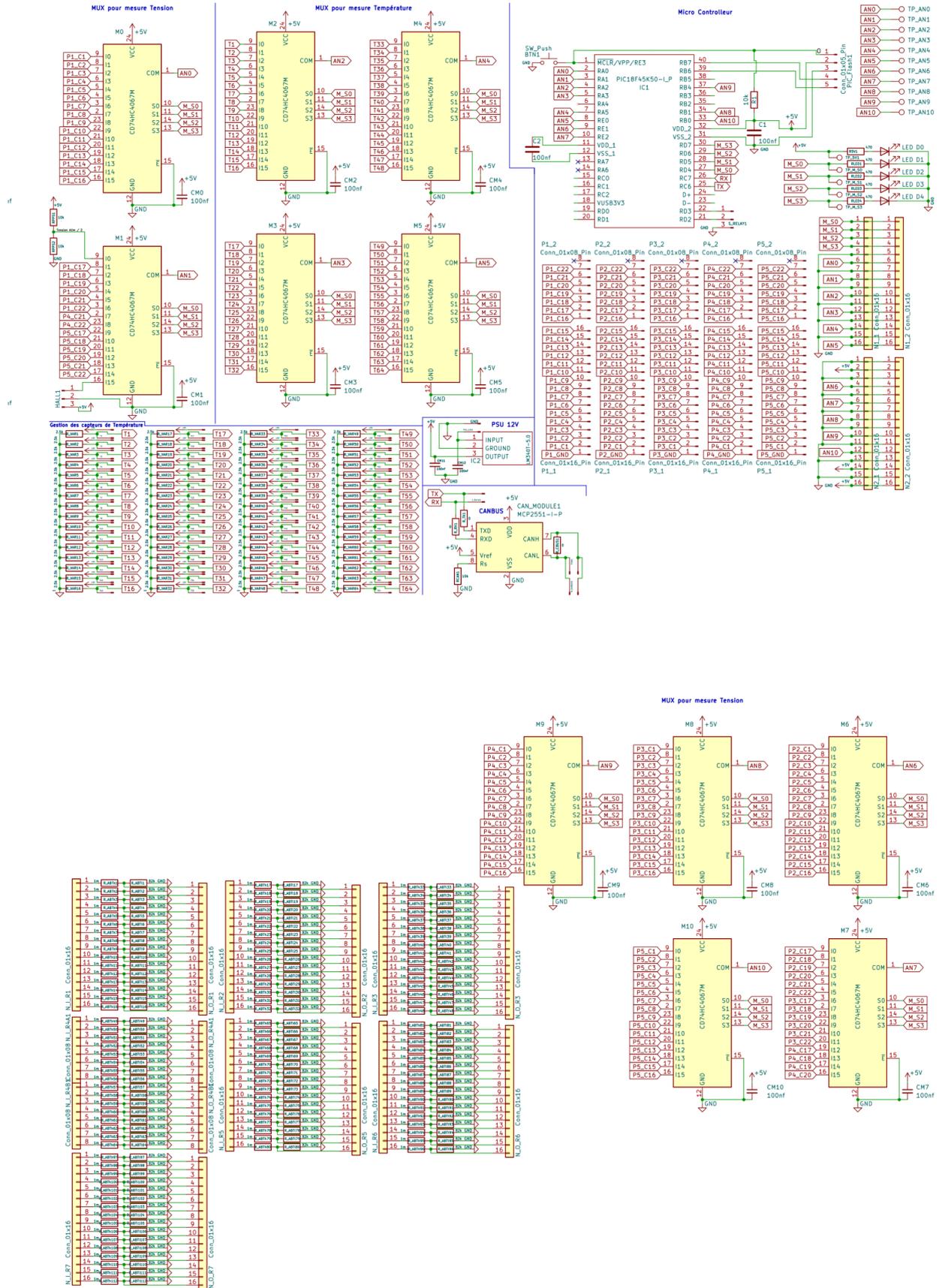
Sur la carte, vous trouverez des connecteurs portant la sérigraphie PX_1 ou PX_2, avec X allant de 1 à 5. Il faut suivre le schéma de câblage suivant pour brancher correctement les cellules :



Voici un exemple avec X = 1 :



Schémas de la carte BMS



Validation effectuée :

Gestion Tension Batterie

1. Mesure de tension sur toutes les broches

Le routage a été validé avec succès.

Tests réalisés :

- **Test de continuité** : Vérification au multimètre, point par point, pour garantir la connectivité de toutes les broches.
- **Test en conditions réelles** : Application d'une tension continue sur chaque point d'entrée, séparément, puis simultanément, avec lecture et validation des valeurs mesurées sur le microcontrôleur.

2. Temps de mesure pratique

Les temps de mesure respectent la limite définie dans le règlement.

Tests réalisés :

- Réalisation de mesures en rafales sur tous les points de l'unité de mesure.
- Utilisation de l'outil de débogage du microcontrôleur pour vérifier que les temps mesurés restent dans les limites spécifiées.

3. Vérification de la disparité des mesures

Aucune incohérence n'a été détectée dans les relevés de tension.

Tests réalisés :

- **Test en conditions réelles** : Application d'une tension continue sur tous les points d'entrée simultanément.
- Lecture des valeurs sur le microcontrôleur et analyse pour détecter d'éventuelles disparités ou incohérences.

4. photo et preuve de fonctionnement

Name	Type	Address	Value
P1[20]	double	0x5A8	129.0
P1[21]	double	0x5AC	85.0
P2[0]	double	0x600	3392.0
P2[1]	double	0x604	3395.0
P2[2]	double	0x608	3400.0
P2[3]	double	0x60C	3409.0
P2[4]	double	0x610	3398.0
P2[5]	double	0x614	3421.0
P2[6]	double	0x618	3417.0
P2[7]	double	0x61C	3438.0
P2[8]	double	0x620	3398.0
P2[9]	double	0x624	3410.0
P2[10]	double	0x628	3410.0
P2[11]	double	0x62C	3424.0
P2[12]	double	0x630	3417.0
P2[13]	double	0x634	3436.0
P2[14]	double	0x638	3436.0
P2[15]	double	0x63C	3438.0
P2[16]	double	0x640	3496.0
P2[17]	double	0x644	3214.0
P2[18]	double	0x648	3250.0
P2[19]	double	0x64C	3307.0
P2[20]	double	0x650	3273.0
P2[21]	double	0x654	3316.0
P3[0]	double	0x758	
P4[0]	double	0x700	
P5[0]	double	0x800	
P5[50]	double	0x800	85.0

L'image ci-dessous permet de vérifier les tensions des 21 cellules connectées en série et reliées à la deuxième rangée de parallélisation de la batterie.

1. Mesure de tension sur toutes les broches

Le routage a été validé avec succès.

Tests réalisés :

- **Test de continuité** : Vérification au multimètre, point par point, pour garantir la connectivité de toutes les broches.
- **Test en conditions réelles** : Application d'une tension continue sur chaque point d'entrée, séparément, puis simultanément, avec lecture et validation des valeurs mesurées sur le microcontrôleur.

2. Temps de mesure pratique

Les temps de mesure respectent la limite définie dans le règlement.

Tests réalisés :

- Réalisation de mesures en rafales sur tous les points de l'unité de mesure.
- Utilisation de l'outil de débogage du microcontrôleur pour vérifier que les temps mesurés restent dans les limites spécifiées.

3. Vérification de la disparité des mesures

Aucune incohérence n'a été détectée dans les relevés de tension.

Tests réalisés :

- **Test en conditions réelles** : Application d'une tension continue sur tous les points d'entrée simultanément.
- Lecture des valeurs sur le microcontrôleur et analyse pour détecter d'éventuelles disparités ou incohérences.

4. Disparité de l'unité de mesure

Validation de la fiabilité des mesures

Tests réalisés :

- Les relevés ont été effectués en utilisant une caméra thermique comme valeur de référence.
- Référence de la caméra thermique : FLIR-E64501

1. Capteur de température :

Modèle : NTCLE213E3103FLB0

Technologie : Thermistance NTC (Negative Temperature Coefficient).

Critères de sélection :

- **Taille réduite** : La technologie NTC permet d'utiliser des capteurs de petite taille, adaptés aux contraintes physiques du système.
 - **Coût abordable** : Le capteur doit rester économiquement viable pour une production en série, tout en offrant des performances adéquates.
 - **Vitesse de détection** : Les capteurs sélectionnés doivent répondre rapidement aux variations de température, permettant une remontée rapide des informations au système.
-

2. Multiplexeur :

Modèle : CD74HC4067 (Multiplexeur analogique 16 canaux).

Critères de sélection :

- **Nombre de voies élevé** : Le choix d'un multiplexeur 16 canaux permet de réduire le nombre de broches nécessaires sur le microcontrôleur, tout en assurant la capacité de traiter un grand nombre de mesures.
 - **Absence de filtres internes** : Les multiplexeurs audio, souvent équipés de filtres spécifiques, ont été écartés pour éviter toute perturbation ou distorsion des mesures analogiques.
-

3. Contrôleur :

Modèle : PIC18F46Q83

Critères de sélection :

- **Module CAN intégré** : Permet d'assurer la communication des données avec des systèmes externes, répondant aux besoins d'interconnexion.
- **Nombre de broches analogiques suffisant** : Garantit la possibilité d'échantillonner plusieurs signaux analogiques provenant des capteurs.
- **Temps d'échantillonnage adéquat** : Le microcontrôleur doit offrir une fréquence d'échantillonnage suffisante pour répondre aux besoins théoriques du système, en tenant compte du temps de basculement des multiplexeurs et des broches analogiques.

Calcul du temps d'échantillonnage total :

$t_{\text{total}} = (t_{\text{chantillonnage_mesure}} + t_{\text{bascule_mux}} + t_{\text{bascule_pin_analogique}}) \times N$

Où N représente le nombre total de mesures à effectuer.

4. Capteur de courant :

Modèle : Tamura L06P800S05

Critères de sélection :

- **Compatibilité avec les tensions du contrôleur :** La plage de sortie du capteur doit être lisible par le microcontrôleur sans nécessiter de conversion complexe.
- **Courbe de réponse linéaire :** Essentielle pour garantir la précision des mesures de courant.
- **Temps de réponse rapide :** Le capteur doit être capable de répondre en moins de **5 μ s** pour suivre les variations rapides du courant.
- **Alimentation asymétrique :** Adaptée aux contraintes d'alimentation du système.
- **Lecture maximale de 800 A :** Le capteur doit permettre une mesure fiable des courants allant jusqu'à 800 A.