

Rapport de projet : **Alimentation**

Réalisé par :

VADOT Antoine

ALZAIX Florian

Encadré par :

BULARD Antoine

Sommaire :

Table des matières

I – Objectifs du projet.....	3
1 - Contexte	3
2 – Enjeux	3
3 – Contraintes	3
a – Contraintes techniques	3
b – Contraintes économiques	3
c – Délais	3
II – Gestion du projet.....	4
1 – Equipe.....	4
2 – Planification	4
3 – Outils	4
III – Solutions techniques	5
1 – Solutions matérielles (<i>analyse fonctionnelle de niveau deux</i>)	5
2 – Schémas électroniques	7
3 – Rendu PCB (<i>routage</i>).....	10
IV – Finalisation du projet.....	11
1 – Assemblage et test	11
2 – Problèmes et difficultés rencontrés	11
3 – Conclusions	12

I – Objectifs du projet

1 - Contexte

Pour tout projets à base d'électronique on nécessite une alimentation pour fonctionner. Ainsi réaliser un dispositif permettant de fournir différentes tensions de sortie est idéal pour s'adapter aux différents composants de la carte.

2 – Enjeux

Le point important pour réaliser une alimentation, c'est de ne pas générer un chauffage. En effet, la dissipation thermique est le critère le plus important. Il est assez simple de produire une alimentation qui dissipe par effet joule beaucoup de puissance dû à un mauvais rendement des composant. Ainsi choisir les bons composants est un point fondamental.

3 – Contraintes

a – Contraintes techniques

- Entrée : de 8V à 15V en courant continu.
- Les trois sorties : 5V@2.5A (+/- 0.1V), 3.3V@500mA (+/- 0.1V), 1.8V@20mA (+/- 0.05V).
- Pas de radiateurs sur les régulateurs ni de ventilateur.
- Dimensions 60x60mm
- Quatre points d'attache aux coins pour des vils M3 avec distance entre le milieu de deux trous de 50mm.
- Présence de 4 borniers à poussoirs supportant les fils entre AWG24 et AWG20.
- Indicateur visible sur la carte de l'entrée et des sorties ainsi que leurs tensions respectives.

b – Contraintes économiques

Dans ce projet, nous n'avions pas de contraintes économiques imposées cependant, lors des nombreux choix des composants que nous devons faire, le cout était une caractéristique importante à ne pas négligé afin de garantir le meilleur ratio entre performance et rentabilité.

c – Délais

De même aucun délai n'était imposé. Cependant, lors du choix des fournisseurs pour les composants nous avons apprendre en compte le rapport quantité/prix/temps de livraison. Particulièrement si nous n'étions pas pressés AliExpress aurait était un bon choix. Cependant pour pouvoir avancer et déterminer les tailles des boitiers dans le projet nous avons plutôt opté pour Mouser Electronics.

II – Gestion du projet

1 – Equipe

Notre formions une équipe de deux pour ce projet, Antoine VADOT et Florian ALZAIX. Les taches ont été dans l'ensemble divisées de façon équitable afin que chacun d'entre nous puisse apprendre, découvrir et réalisé ce projet de manière optimale en échangeant nos idées et nos points de vue.

2 – Planification

Nous avons donc réalisé une première analyse fonctionnelle. Ainsi nous avons découpé le système en trois blocs séparés. Le projet s'est donc orienté sur trois convertisseurs distincts jouant chacun un rôle sur une sortie. Puis nous avons procédé à l'analyse fonctionnelle de niveau deux. Puis par le routage et éventuellement le rendu PCB du produit. Finalement nous avons commandé, assemblé et testé le prototype.

3 – Outils

Outils informatiques :

- Altium : Utilisé pour le routage de la carte.
- Mouser.fr : Utilisé pour le choix des composants
- ANSI Trace PCB : Pour la dimension minimale des pistes.
- Datasheets des différents composants

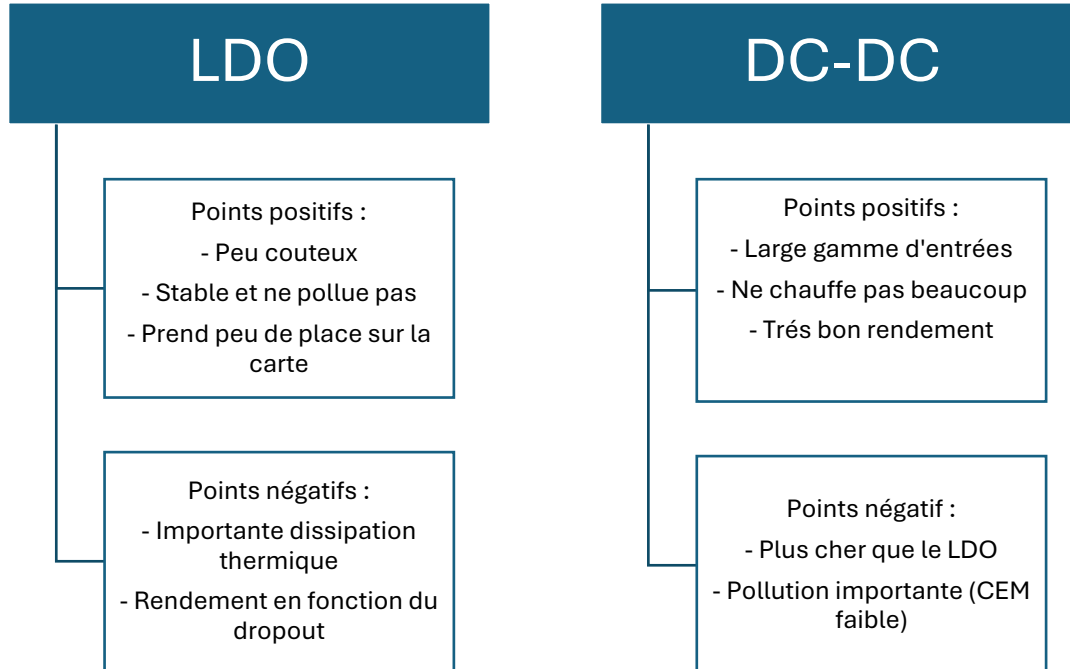
Outils techniques :

- Carte PCB
- Composants nécessaires
- Poste de soudure

III – Solutions techniques

1 – Solutions matérielles *(analyse fonctionnelle de niveau deux)*

Pour chaque bloc de l'alimentation on sélectionne, soit un régulateur linéaire (LDO), soit un régulateur à découpage (DC-DC).



Autrement-dit, pour chaque bloc nous avons réalisé le calcul de la puissance dissipé par le LDO ainsi que le rendement afin de choisir entre les deux options.

Pour le bloc 12V to 5V :

Si on optait pour un LDO :

- Puissance max en entrée : $12 \times 3 = 36W$
- Puissance max en sortie : $5 \times 3 = 15W$
- Puissance max dissipée : $21W$
- Rendement : $15/36 \times 100 = 41.7\%$

On a un rendement plutôt faible, mais surtout on dissipe 21W.

Une des contraintes stipule que nous ne pouvons pas utiliser de radiateur ou de ventilateur. D'autant plus que 21W est relativement important (une température de référence serait plutôt 1W à dissiper).

Si on optait pour un DC-DC (on se réfère à la documentation) :

- Puissance max dissipée : 2.25W
- Rendement : 87%

Donc on a un meilleur rendement et moins de dissipation avec le DC-DC. Cependant le coût est plus important. De plus une contrainte nous impose une entrée entre 8V et 15V ce que permet le DC-DC sans trop de pertes.

On a donc sélectionné le DC-DC

Pour le bloc 5V to 3V :

Si on optait pour un LDO :

- Puissance max en entrée : $5 \times 0.500 = 2.5W$
- Puissance max en sortie : $3 \times 0.500 = 1.5W$
- Puissance max dissipée : 1W
- Rendement : $1.5/2.5 \times 100 = 60\%$

Si on optait pour un DC-DC :

- Puissance max dissipée : très faible
- Rendement : 95%

Le choix est ici plus compliqué car le DC-DC est bien meilleur en termes de rendement et la dissipation un peu moins importante mais le LDO fonctionnerait aussi. Le choix s'oriente plus autour du coût, l'encombrement de la carte, la consommation énergétique pour l'environnement et la compatibilité électromagnétique.

Pour le bloc 3V to 1.8V :

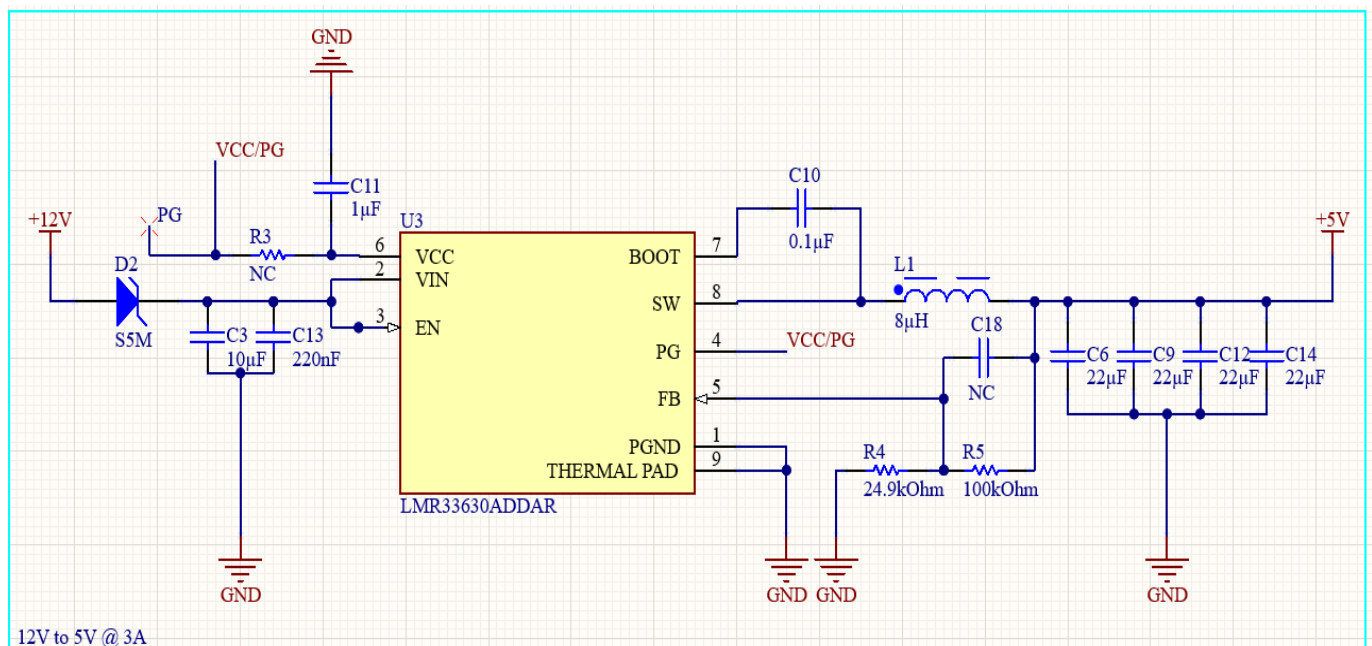
Si on optait pour un LDO :

- Puissance max en entrée : $3 \times 0.020 = 0.06W$
- Puissance max en sortie : $1.8 \times 0.020 = 0.036W$
- Puissance max dissipée : $0.024W$
- Rendement : $0.036/0.060 \times 100 = 60\%$

De manière évidente ici on **sélectionne un LDO** car moins couteux et plus adapté.

On remarque aussi que l'on a choisi de brancher les blocs entre eux : 12V to 5V puis 5V to 3V et ainsi de suite, afin de limiter le dropout pour les LDOs.

2 – Schémas électroniques



Pour réaliser cette partie du schéma, nous nous sommes rendus sur la documentation du composant « LMR33630ADDAR » et avons suivis les instructions et les informations données. Nous avons juste à calculer les valeurs de R4 et de R5 car les autres valeurs étaient données.

Pour R4 et R5 :

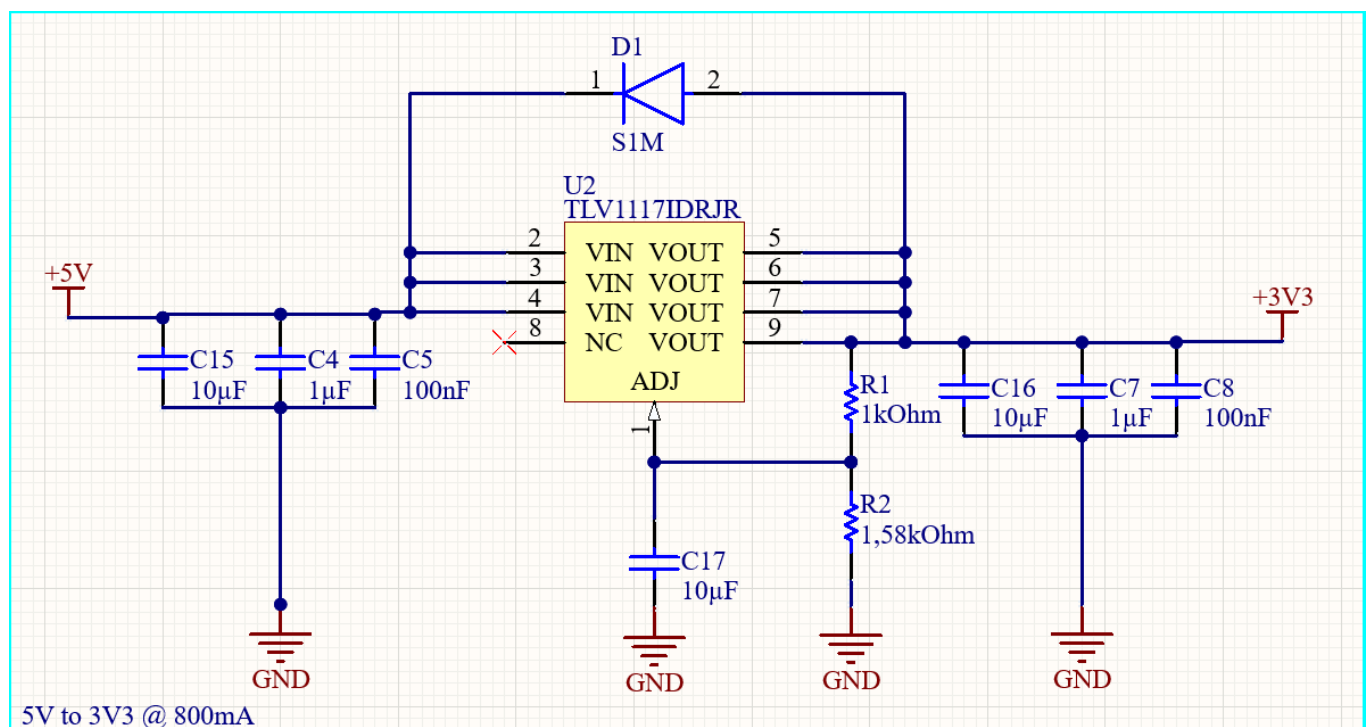
D'après la documentation,

R5 est de préférence fixée à 100kOhm.

De plus, $R4 = R5 / (V_{out}/V_{ref} - 1)$ avec $V_{ref} = 1V$.

Ainsi on obtient, $R4 = 25k\Omega$

Cependant pour coller au schéma proposé par la documentation nous avons gardé 24.9kOhm. De plus, 24.9kOhm fait partie des valeurs comprises dans la série E48 contrairement à 25kOhm qui ne se trouve dans aucune série.



Pour améliorer le filtrage du bloc nous avons ajouté à l'entrée et la sortie du bloc des condensateurs dont la capacité varie d'un facteur 10 comme bonne pratique.

Pour le calcul de R1 et R2,

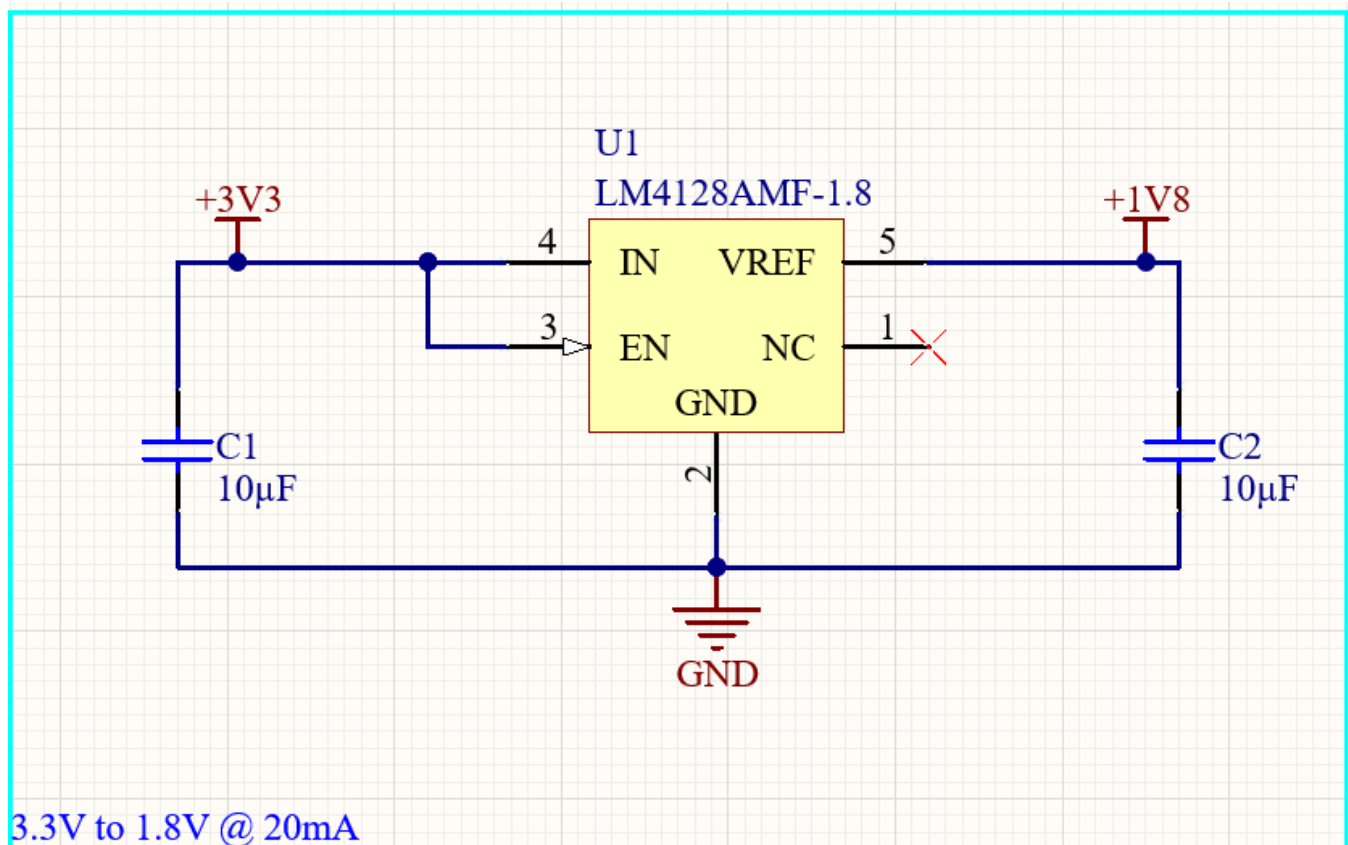
D'après la documentation : $V_{out} = V_{ref} \cdot (1 + R_2/R_1) + (I_{adj} \cdot R_2)$ avec $V_{ref} = 1.25V$ et $I_{adj} \approx 80\mu A$

Or on fixe R1 à une valeur qui nous semble correcte et on calcule R2 en conséquence.

Donc $R_2 = (V_{out} - V_{ref}) / (V_{ref}/R_1 + I_{adj})$ or on peut négliger I_{adj} car de valeur faible.

Ainsi en fixant $R_1 = 1k\Omega$ on obtient : $R_2 \approx 1.640 k\Omega$.

Nous choisissons donc de prendre $R_2 = 1.58 k\Omega$ car appartient à la série E96. Cependant d'autres aurait aussi convenu nous sommes partis de manière arbitraire sur $1.58k\Omega$.



Pour ce bloc nous avons opté pour le modèle proposé dans la documentation car cohérent avec nos exigences. Pas de paramètres à ajuster.

3 – Rendu PCB (*routage*)

Un point important du routage est le dimensionnement des pistes car une bonne dimension d'une piste assure les performances électriques et sa fiabilité. En effet, cela permet de minimiser les pertes car une piste trop fine augmente la résistance et provoque des pertes par effet Joule. Ainsi, nous devons attribuer une dimension suffisamment large afin que celle-ci soit capable de supporter le courant qui y circule.

Nous nous sommes aidés du site précédemment cité « ANSI Trace PCB » afin de calculer la dimension nécessaire. Par exemple nous avons mis des pistes d'environ 2mm de largeur entre l'entrée 12V et le DC-DC et aussi entre le DC-DC et le 5V car les 3 ampères circulant par-là nécessitent une piste plus large. Pour le reste nous sommes restés sur une taille standard de 0.5mm. Sans oublier la classe de la carte. Car des pistes trop fines engendreraient une classe plus élevée et donc des frais supplémentaires. C'est pourquoi nous avons fixé grâce à des contraintes la largeur minimum des pistes à 0.2mm pour rester dans la classe 4.

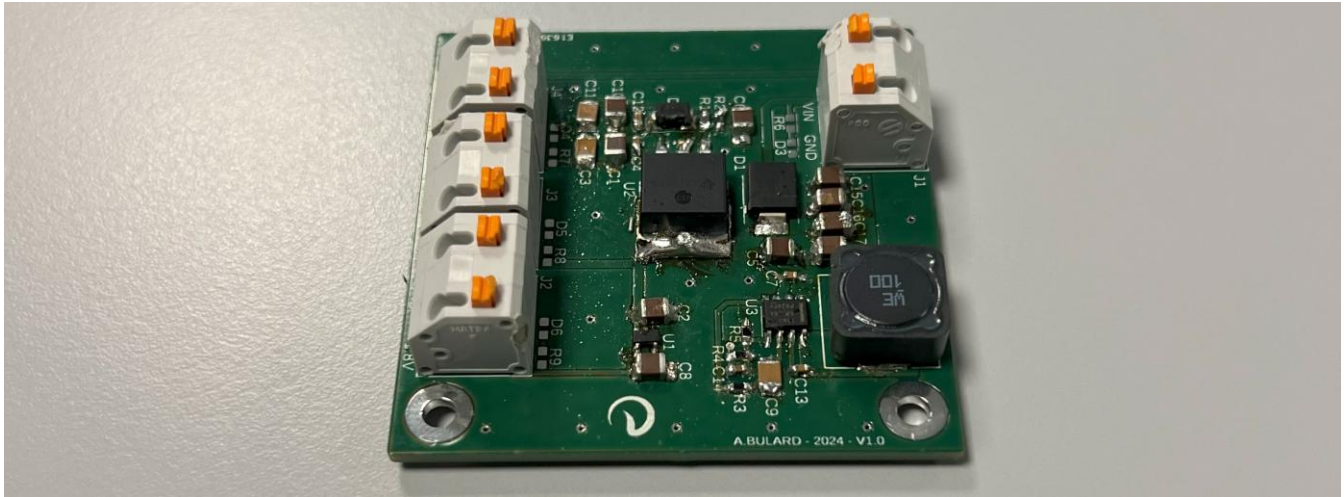
Pour le routage nous avons utilisé deux plans de masse, un à l'avant et un à l'arrière de la carte pour éviter les potentielles boucles de courants et aidé à répartir la chaleur générée par les composants sur une plus grande surface pour éviter toute surchauffe. De plus, faire un plan de masse nous a simplifié le routage et réduit le nombre de pistes nécessaires.

Pour terminer, nous avons rajouté des vias de masse dans chaque boucle de courants. Nous en avons aussi rajouté plusieurs réparties aléatoirement sur la carte afin de faciliter encore une fois la dissipation de la chaleur et ainsi éviter la surchauffe des composants.

IV – Finalisation du projet

1 – Assemblage et test

Finalement, nous avons acquis tous les composants de la carte et donc assemblé le tout et obtenu le résultat suivant :



Quant au test, les tensions respectés les spécifications fixées au-dessus, à savoir : $\pm 0.1V$ pour le 5V, $\pm 0.05V$ pour le 1.8V cependant pour le 3.3V la tension de sortie est de 3.49V soit excédant de 0.09V la spécification. Il faudrait donc améliorer ce détail à l'avenir.

2 – Problèmes et difficultés rencontrés

Nous avons rencontré aucun réel problème, cependant nous avons fait face à quelques difficultés. Par exemple, nous pouvons citer la difficulté à souder le composant U3 correspondant au composant LMR336X0. Cette difficulté a été dû à ses nombreuses pattes proches les unes des autres et ce, dans un espace restreint entourés de composants. Et donc ainsi le choix des composants à souder avant les autres pour faciliter l'étape de soudure.

De plus, le choix de la disposition des composants sur la carte afin de faire le routage est une étape complexe car nous devons ordonnées nos composants afin d'optimiser l'espace.

3 – Conclusions

Nous concluons ce projet de carte électronique d'alimentation continue à sorties multiples par l'acquisition de nombreuses nouvelles connaissances et de découverte. L'utilisation d'Altium nous a permis de découvrir et de maîtriser un outil de conceptions électronique. Parmi les nouvelles compétences acquises, je peux citer l'utilisation d'Altium en général, de la conception des circuits au routage de la carte, la recherche d'informations dans les documentations associées à chaque composant afin de faire les choix les plus optimisés et pour finir, la soudure qui était pour nous une compétence apprise très brièvement.

De plus, ce projet nous a confrontés à des contraintes réelles de fabrication et de performance d'une carte PCB car nous avons des normes et un cahier des charges à respecter tout en optimisant le budget. Par exemple les normes IPC pour le dimensionnement des pistes est une bonne pratique de conception qui sera indispensable dans un futur cadre professionnel.

Créer cette carte du début jusqu'à la fin nous a été extrêmement bénéfiques car cela nous a permis de suivre l'ensemble du processus de conception, de la réflexion initiale jusqu'à la réalisation finale. Travailler l'entièreté de cette carte électronique nous a offert une grande satisfaction lorsque nous avons obtenu le résultat final c'est à dire la carte électronique entièrement fonctionnelle.