

ENSIL – Spécialité Mécatronique

3^{ème} année

2008

Rapport de stage

INTEGRATION MECANIQUE DES MODULES ELECTRONIQUES DANS LES PROJECTEURS

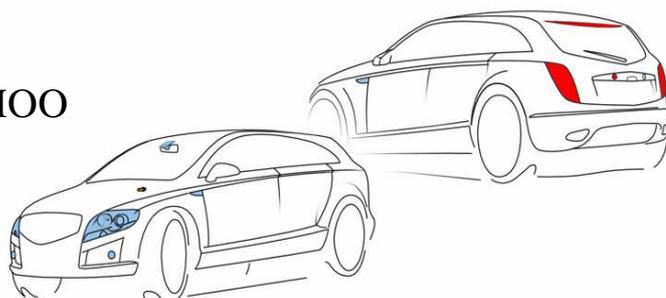


{ Paul DEJEAN }

Responsable ENSIL : D. MEIZEL

Responsable entreprise : P. NATCHOO

10/09/2008



Remerciements

Je remercie Monsieur Jean Marc NICOLOAI, Responsable du développement hardware, de m'avoir accepté dans le cadre de ce stage de fin d'étude.

Je tiens à remercier particulièrement Monsieur Philippe NATCHOO, designer mécanique, mon tuteur de stage, qui m'a formé et accompagné tout au long de cette expérience professionnelle avec beaucoup de patience et de pédagogie, pour sa confiance qu'il m'a témoignée à mener ce projet en grande autonomie.

Mes vifs remerciements vont également à l'ensemble de l'équipe de la plateforme électronique, sans qui je n'aurais pu faire avancer ce projet dans une ambiance de travail formidable, pour m'avoir soutenu et conseillé :

- Sylvain Yvon (développeur hardware)
- Souheil Mazzour (hardware designer)
- Jean Mbende (responsable achat)
- Thierry Claveau (responsable qualité)
- José Antonio AGUILAR (designer mécanique)
- Juàn LARA-CABEZA (ingénieur électronique)

Je remercie également tous les joueurs de football du lundi soir qui m'auront permis de me défouler après le travail dans une bonne ambiance.

Je remercie enfin tous les autres membres de l'entreprise avec lesquels j'ai eu l'occasion de dialoguer ou travailler, qui m'ont considéré comme membre à part entière des équipes de Valeo Lighting System, et qui m'ont soutenu dans la continuité de mes actions malgré les difficultés rencontrées.

Table des matières

Sommaire

1. Présentation du groupe Valeo	7
1.1 Un équipementier automobile et poids lourd de tout premier choix	7
1.2 Quelques chiffres du groupe.....	7
1.3 Organisation	8
1.4 Stratégie du groupe.....	8
1.4.1 Les 4 orientations Valeo.....	8
1.4.2 La méthode « 5 axes » Valeo	9
2. Valeo Lighting Systems Bobigny	11
2.1 Le site de Bobigny.....	11
2.2 Le bureau d'étude.....	11
3. Contexte	13
3.1 Objectifs du projet.....	13
3.2 Travaux initiaux	14
4. Support de travail	14
5. Analyse fonctionnelle du produit	16
5.1 Objectifs	16
5.2 Domaine d'analyse	16
5.3 Les différentes phases du cycle de vie du driver	16
5.4 Diagramme APTE	16
5.5 Analyse fonctionnelle	17
5.5.1 Phase fabrication	17
5.5.2 Phase transport.....	18
5.5.3 Phase montage.....	18
5.5.4 Phase utilisation.....	19
5.5.5 Phase démontage.....	20
5.5.6 Phase recyclage	20
5.6 Solutions techniques	21
6. Description du modèle conçu	22
6.1 Caractéristiques de la carte électronique.....	22
6.2 Caractéristiques du module mécanique.....	23
6.2.1 Caractéristiques de fabrication.....	23
6.2.2 Caractéristiques électromagnétique.....	24
6.2.3 Caractéristiques d'étanchéité.....	25
6.2.4 Points d'amélioration.....	26
6.3 Fabrication des prototypes.....	27
7. Mise en plan et Cotations fonctionnelles	28
8. Tests de CEM	29
8.1 Description des tests	29
8.1.1 Onde conduite.....	29
8.1.2 Onde rayonnée	30
8.2 Analyse des résultats.....	30
9. Tests thermiques	30

9.1	Calculs théoriques	30
9.2	Camera thermique	33
9.2.1	Description des tests	33
9.2.2	Analyse des résultats	34
9.3	Conclusion	34
10.	Calcul d'étanchéité	35
10.1	Présentation du produit	35
10.2	Résultats du calcul théorique	35
10.3	Résultats de simulation	36
10.4	Résultats des tests en condition réelle	37

Table des figures

Fig. 1	– Implantation du groupe dans le monde	8
Fig. 2	– Les quatre orientations Valeo.....	9
Fig. 3	– La méthodologie « 5 axes » de Valeo	10
Fig. 4	– gestion des cycles de vie d'un projet.....	12
Fig. 5	– vue de la carte électronique déclinée en trois versions.	13
Fig. 6	– vue éclatée du module pour le modèle à 1 transformateur.....	14
Fig. 7	– diagramme APTE du driver à LED.....	17
Fig. 8	– Vue de dessus de la carte électronique à 1 transformateur.....	22
Fig. 9	– Différentes vues du module mécanique à 1 transformateur	23
Fig. 10	– Vue en perspective du boîtier et de la carte électronique	24
Fig. 11	– Représentation des blocs principaux de la carte électronique et du design du couvercle	24
Fig. 12	– Vue en coupe du driver à LED et description du contact massif.....	25
Fig. 13	– Définition de la rainure écrasant le joint entre le boîtier et le couvercle.....	25
Fig. 14	– Description des raidisseurs dessinés sur le couvercle	26
Fig. 15	– Description des éléments de guidage des connecteurs sur le couvercle.....	26
Fig. 16	– Driver à LED après le processus de stéréo lithographie décliné sous les trois versions.....	27
Fig. 17	– Driver à LED après fabrication en moulage par cire perdu décliné sous les trois versions....	27
Fig. 18	– Exemple de calcul d'une chaîne de côte fonctionnelle.	28
Fig. 19	– Courbe du gain du signal pour une bande de fréquence de 100 kHz à 110 MHz.	29
Fig. 20	– Courbe du gain du signal pour une bande de fréquence de 26 MHz à 300 MHz.....	30
Fig. 21	– module mécanique sous la caméra thermique.....	33
Fig. 22	– Courbe de température suivant la coupe du module	34
Fig. 23	– présentation du ballast 7green et de sa contrepartie	35
Fig. 24	– représentation de l'action de sertissage.....	36
Fig. 25	– modèle utilisé pour la simulation du déplacement du joint.....	36
Fig. 26	– Résultat des tests de compression effectués sur trois ballasts	38

Introduction

Dans le cadre de ma dernière année d'étude à l'ENSIL, j'ai effectué un stage d'ingénieur pour une période de 6 mois minimum. Afin de pouvoir mener à bien mes objectifs professionnels et d'assouvir ma passion de l'automobile, j'ai eu l'opportunité de pouvoir réaliser celui-ci au sein du groupe Valeo, équipementier mondialement reconnu ; plus précisément, au sein de la branche Lighting Systems (VLS) sur le site de BOBIGNY en banlieue parisienne.

J'ai ainsi été accueilli au sein de la plateforme électronique du centre de R&D dans le but de concevoir et développer un nouveau module mécanique intégrant des cartes électroniques alimentant les projecteurs à LED des voitures. Mon activité consistait en premier lieu à la conception et la mise en plan de toutes les pièces nécessaires pour fabriquer ce produit. Compte tenu des besoins du projet et de son évolution, j'ai également été amené à réaliser des essais thermiques, ainsi que d'autres activités décrites dans le présent rapport.

J'ai eu l'occasion d'être intégré au sein d'une équipe projet et pu apercevoir toutes les problématiques de développement d'un projet en faisant face, tous les jours, à la qualité, aux achats, aux chefs de projets, aux fournisseurs, en respectant les planning et les délais des clients.

Après avoir présenté brièvement le groupe Valeo en portant une attention plus particulière à la branche VLS, je présenterais les différents travaux et missions qui m'ont été confiées durant mes 32 semaines de stage et ma contribution au bon déroulement du projet, ainsi que les apports respectifs de cette expérience entre la société et moi-même.

Présentation de l'entreprise

1. Présentation du groupe Valeo

1.1 Un équipementier automobile et poids lourd de tout premier choix

Valeo est un groupe industriel français employant 61200 personnes et dont l'activité est entièrement dédiée à l'équipement automobile et poids lourd. Valeo développe, produit et commercialise des composants, systèmes intégrés et modules pour automobiles et poids lourds tant en première qu'en deuxième monte.

Équipementier indépendant, Valeo travaille en étroite collaboration avec les constructeurs automobiles sur le marché de première monte. Valeo fournit aussi ses produits et services aux distributeurs et centres de service indépendants dans plus de cent pays pour le marché de deuxième monte.

Valeo possède une structure décentralisée, divisée en onze branches industrielles, correspondant chacune à une ligne de produits ou systèmes :

1.2 Quelques chiffres du groupe

Ces chiffres (jusqu'à mai, 2008) concernant le groupe permettent d'évaluer l'importance du groupe dans le monde et ses positions stratégiques:

Valeo, c'est :

- ✚ Plus de 6 000 ingénieurs et techniciens en R&D
- ✚ 5,5% du chiffre d'affaire investi dans la R&D
- ✚ 62 centres de R&D
- ✚ 550 nouveaux brevets classés en 2006
- ✚ 10 086 millions d'euros de chiffre d'affaires avec une marge brute de 15,4% en 2006
- ✚ 125 sites de production
- ✚ 61 200 salariés répartis dans 28 pays
- ✚ 93 nationalités
- ✚ 94% des sites sont certifiés ISO 14001
- ✚ 74% des sites sont certifiés OHSAS 14001
- ✚ 29 229 heures de formation environnementale pour les employés en 2002

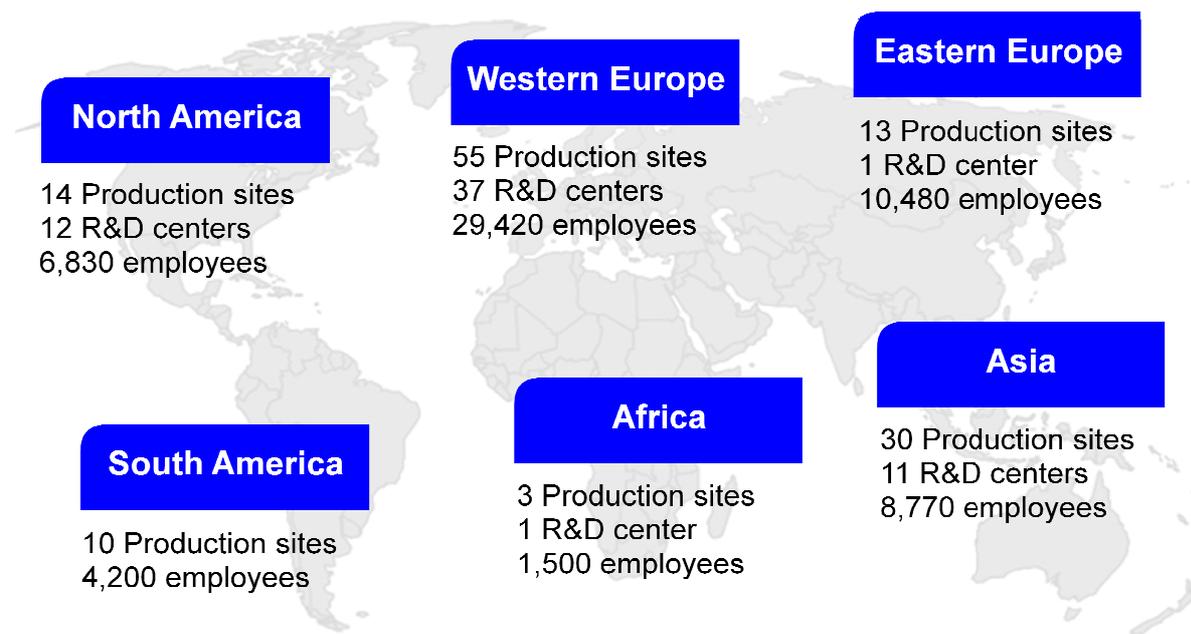


Fig. 1 – Implantation du groupe dans le monde

1.3 Organisation

Le Groupe s'est doté d'une organisation décentralisée favorisant l'initiative, la responsabilisation, la motivation, la liberté d'action et d'innovation. Chaque branche reste néanmoins solidaire des autres dans la mise en œuvre de la stratégie générale de Valeo. Plus précisément, la structure de Valeo se caractérise par trois niveaux d'organisation :

L'organisation opérationnelle : Valeo compte une branche par type de produit et système. Chaque branche contient elle-même plusieurs sites indépendants et autonomes appelés divisions. La branche est l'unité clef de l'organisation et dispose de l'ensemble des moyens nécessaires à ses opérations.

L'organisation fonctionnelle : Valeo possède des équipes transverses aux branches, tels que : le contrôle financier, les ressources humaines, le service juridique, le commerce et le marketing, la technique, les commandes et la qualité. Ces réseaux fonctionnels sont chargés du développement et de la mise en application des méthodes et procédures, de la diffusion de l'information, du suivi projet des gros investissements et du suivi des résultats.

L'organisation géographique : Valeo possède des directions nationales dans chaque pays où le groupe est implanté. Elles représentent le groupe auprès des constructeurs et servent d'interface entre le groupe et les autorités locales.

1.4 Stratégie du groupe

1.4.1 Les 4 orientations Valeo

« La satisfaction du client » est un but fondamental pour Valeo. Cet objectif de la stratégie du groupe est le premier facteur de contrôle et de renforcement de la croissance. Valeo utilise pour arriver à cet objectif sa méthode : « quatre orientations » :

Une présence mondiale : Une présence mondiale sans cesse accrue par l'effort de positionnement sur l'ensemble des marchés internationaux, développés et émergents.

Une technologie avancée : Une technologie avancée, toujours en évolution, pour la maîtrise et l'amélioration des produits et systèmes et une innovation constante par l'apport de nouvelles technologies.

Des coûts compétitifs : Des prix compétitifs permettant d'offrir les meilleurs prix du marché tout en assurant une rentabilité nécessaire au développement futur du groupe.

Une qualité totale : Une qualité totale, de niveau international, étalonnée sur les meilleurs standards mondiaux, pour répondre aux attentes du client en matière de produits et de services. → Objectif « Zéro défaut »



Fig. 2 – Les quatre orientations Valeo

1.4.2 La méthode « 5 axes » Valeo

Pour servir sa stratégie avec efficacité, Valeo développe avec détermination, depuis 1991, une démarche dite « 5 Axes » :

Dans un souci de cohérence à l'échelle du groupe et pour faciliter la communication entre les différentes entités, cette méthode a été appliquée en même temps dans tous les sites du groupe Valeo et doit permettre d'assurer, pour tous les produits conçus, une qualité totale, des délais fiables, des prix concurrentiels.

Dans le secteur automobile, la qualité est un critère de décision majeur lors du choix des fournisseurs. Cela leur permet d'établir des partenariats à long terme, car chacun inscrit dans ses actions la stratégie « cinq axes ». Ces derniers sont :

L'Implication du personnel :

Dans le but de satisfaire au mieux le client, tous les acteurs du projet doivent s'impliquer. Cela inclut les reconnaissances des qualifications, l'évolution à travers la formation (les multi-compétences), en donnant à chacun les possibilités d'assumer ses propres responsabilités, mais aussi en encourageant les propositions d'amélioration du personnel et la participation active dans la résolution de problèmes.

Le Système de Production Valeo (SPV) :

Présentation de l'entreprise

Le SPV a été conçu au niveau des produits et des process pour augmenter la productivité. Il est basé sur la flexibilité des ressources, l'élimination des opérations improductives et l'arrêt de la production au premier défaut.

L'Innovation constante :

Valeo a conçu une organisation basée sur des équipes projets, composées d'un chef projet, d'un ou deux concepteurs/dessinateurs sous CATIA, d'un membre qualité projet, d'un membre qualité achat et d'un membre méthode. Cela permet de concevoir un produit, tout en innovant. Ce dernier sera donc facile à fabriquer, de bonne qualité et à un prix minimum, tout en réduisant les temps de développement.

L'Intégration des fournisseurs :

En intégrant les fournisseurs, Valeo profite de leur capacité à innover et développe des plans de productivité main dans la main avec eux pour assurer une qualité irréprochable. De plus grâce à cette méthode, Valeo cherche à établir et maintenir des relations à long terme avec un nombre limité de fournisseurs de premier plan, ce qui est profitable pour les deux parties.

La Qualité totale :

Le but de la Qualité Totale est l'entière satisfaction du client. Pour répondre aux attentes du client au niveau de la qualité des produits et services, et atteindre une Qualité Totale, Valeo doit pleinement, continuellement et rigoureusement appliquer la stratégie 5 axes. La Qualité Totale est mise en œuvre par l'ensemble du personnel du Groupe avec la coopération des fournisseurs.



Fig. 3 – La méthodologie « 5 axes » de Valeo

2. Valeo Lighting Systems Bobigny

2.1 Le site de Bobigny

Le site de Bobigny, qui est un lieu essentiel pour la branche Eclairage et Signalisation, puisqu'il comprend à la fois le siège social mais aussi le Centre d'Etudes et de Recherche (CER) de la branche.



Adresse du site :

Valeo Eclairage Signalisation

34, rue Saint André
93012 Bobigny (France)

Tel : 01 49 42 62 62

Le CER de Bobigny rassemble près de 260 personnes dont des experts des grands métiers de l'éclairage et de la signalisation automobile avec un équipement de pointe. Métiers d'optique à l'origine, l'éclairage et la signalisation ont appelé de nouvelles compétences regroupées en trois grands domaines d'activité : le style, la transformation des matériaux, la conception de systèmes optiques et optoélectroniques.

Le CER regroupe les départements clés de la branche Eclairage et Signalisation dont notamment :

- ✚ Matériaux et Process
- ✚ Prototype
- ✚ Fiabilité
- ✚ Optique
- ✚ Standardisation
- ✚ Système électronique
- ✚ tous les services supports : achat, finance, commercial...
- ✚ la direction mondiale

2.2 Le bureau d'étude

La gestion du cycle de vie des produits exige une typologie précise des projets. Les projets de R&d sont classifiés comme suit : Projet P3 ; P2 ; P1 et P0. Alors que les Projets P3 et P2 relèvent de la responsabilité des Branches, les projets P1 et P0 relèvent de la responsabilité des Divisions.

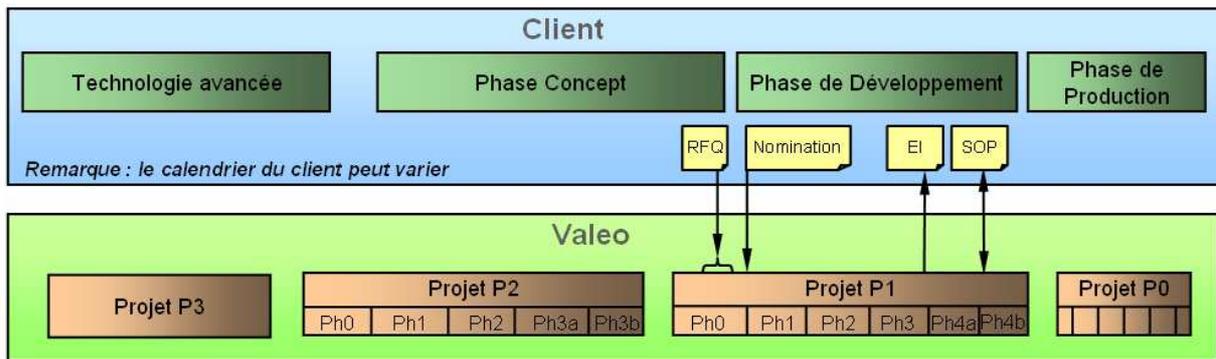


Fig. 4 – gestion des cycles de vie d'un projet

Projets P3 : Investigation de la viabilité de nouvelles idées pour des technologies, systèmes, fonctions, modules, composants ou logiciels ; Ils sont utilisés pour obtenir un premier feedback du marché. Pour favoriser la créativité, les projets P3 n'ont pas de structure prédéterminée ni de phases prédéterminées.

Projets P2 : Création de nouveaux standards génériques validés qui seront utilisés ultérieurement dans des projets P1. Ces standards portent sur les systèmes, les modules, les composants et les logiciels. Les projets P2 sont structurés en 5 phases.

Projets P1 : Développement d'applications clients spécifiques. Ils doivent être basés sur des standards génériques validés (P2) ou des technologies déjà appliquées à la production série. Les Projets P1 sont structurés en 6 phases.

Projets P0 : Modification majeure sur un produit existant déjà en production pour la (les) même(s) application(s) clients. Les Projets P0 sont essentiellement focalisés sur l'amélioration de produits de série (réduction des coûts, amélioration de la qualité).

Le travail est partagé entre différentes équipes projets, qui gèrent chacune plusieurs projets. Elles sont composées en général de :

- ✚ Un manager projet
- ✚ Un membre qualité
- ✚ Un membre achat
- ✚ Un membre étude mécanique
- ✚ Un membre étude électronique
- ✚ Un membre fiabilité

Une autre équipe indépendante contrôlant la qualité des produits est l'équipe du laboratoire, qui réalise les tests physico-chimiques et tous les tests ne relevant pas de la photométrie. Le laboratoire est composé d'une dizaine de personnes qui s'occupent des tests de tous les projets.

Ils possèdent une dizaine d'étuves complétées par de nombreuses machines ou bancs de tests servant à simuler des conditions réelles et sévères sur les projecteurs ou sur les éléments composants le projecteur pour étudier leur comportement ou vérifier leur tenue et le respect du cahier des charges initial... Ces machines sont des machines à vibrations, à chocs mécaniques et thermiques, à pluie, à brouillard salin, des chambres blindées électromagnétiquement...

Présentation du projet de stage

3. Contexte

Pour pouvoir travailler avec les principaux constructeurs automobiles, des directives sont données aux équipementiers automobiles sur les nouveaux produits, afin de satisfaire la demande. Valeo n'échappe pas à cette règle, pour développer son marché au près des nouveaux constructeurs automobile, il a fallu développer un produit répondant à la demande du client.

C'est dans cette optique de montrer les capacités de réalisation de l'entreprise que l'on m'a confié la tâche de la conception d'un module mécanique intégrant les nouvelles cartes électroniques plus performantes alimentant des projecteurs à LED (Diode Electro-Luminescente).

3.1 Objectifs du projet

Ces cartes électroniques ont été déclinées en 3 versions suivant qu'elles délivrent une puissance de 45W, 90W, ou 120W. En effet, Ces cartes ont toutes les trois la partie connecteur d'entrée, protection contre les surtensions, filtrage du signal, microcontrôleur, connecteur de sortie en commun. Cependant leur longueur est différente suivant le nombre de transformateur qu'elle contient (1, 2 ou 3 transformateurs de puissance).

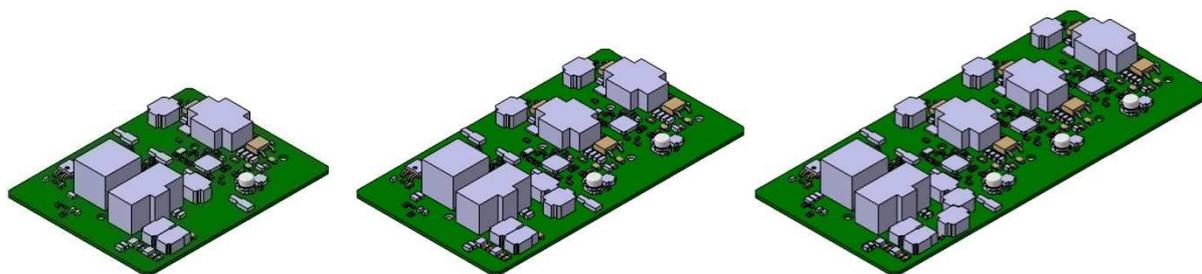


Fig. 5 – vue de la carte électronique déclinée en trois versions.

Ainsi, ce n'est pas un produit mécanique mais bien 3 différents à concevoir ainsi que tous les éléments variables permettant leur assemblage sur le véhicule, à savoir :

- ✚ le boîtier intégrant la carte électronique par sertissage
- ✚ le couvercle
- ✚ l'adhésif améliorant la dissipation thermique
- ✚ le joint d'étanchéité surmoulé entre le boîtier et le couvercle
- ✚ la contrepartie du projecteur sur laquelle vient se monter l'ensemble du module
- ✚ le joint torique entre le couvercle et la contrepartie du projecteur
- ✚ le moyen d'assemblage par sertissage du prototype sur lequel nous viendront sertir la carte électronique pour réaliser des essais interne afin de valider le produit

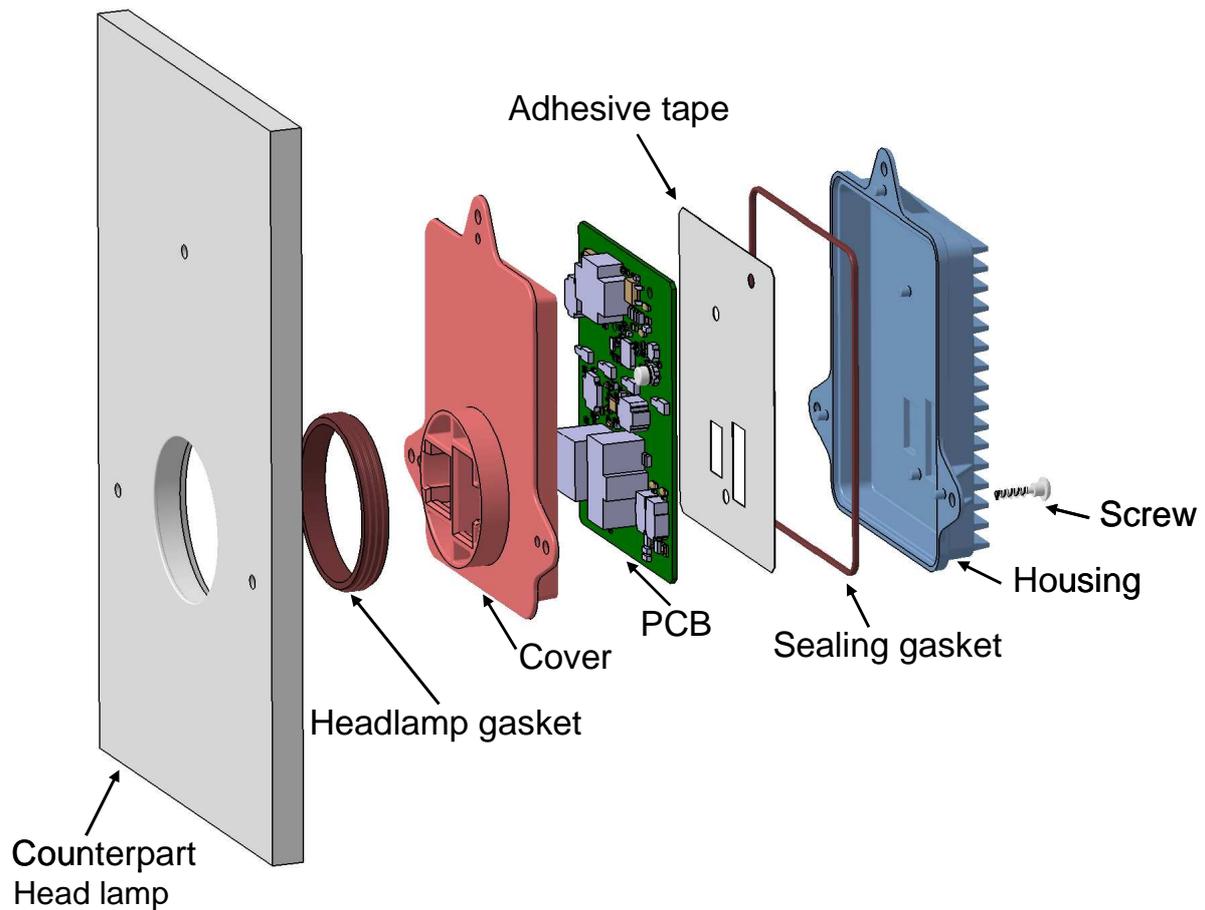


Fig. 6 – vue éclatée du module pour le modèle à 1 transformateur

3.2 Travaux initiaux

Un des critères que j'ai pris en compte dans le choix du stage a été le fait que jusqu'à aujourd'hui, aucun travail n'a été réalisé dans la tâche qui m'a été confié me permettant de m'approprier le projet et de participer à presque toutes les phases de développement d'un projet.

C'est ainsi que je suis parti de ce projet de la phase de l'analyse fonctionnelle pour arriver jusqu'aux phases de test des prototypes sur la dissipation thermique, la compatibilité électromagnétique (CEM), l'étanchéité du produit... Ces tests ayant pour but de valider le produit ou d'effectuer des actions correctives notamment au niveau de la conception pour améliorer tous les points.

4. Support de travail

Pour commencer le projet sur lequel je suis en charge, j'ai eu à ma disposition plusieurs outils et documentations nécessaires à l'élaboration du boîtier mécanique :

- ✚ Un ordinateur de travail avec le logiciel de conception CATIA V5.
- ✚ Les fichiers « .dxf » des cartes électroniques à intégrer permettant de mesurer les distances des composants électroniques.

Présentation du projet de stage

- ✚ Les fichiers « CADENCE » des cartes électroniques à intégrer permettant d'importer sous CATIA les dessins 3D.
- ✚ Les cartes électroniques réelles.
- ✚ Un dossier de spécificité très sommaire sur les principaux points à respecter sur le boîtier.
- ✚ Un ballast déjà conçu sur lequel j'ai pu prendre des exemples.

Il est important de noter que j'ai pu réaliser ces modules mécaniques en collaboration avec les ingénieurs électroniciens qui ont conçu les cartes électroniques.

Design et prototypage du produit

5. Analyse fonctionnelle du produit

5.1 Objectifs

L'objectif de l'analyse fonctionnelle est d'analyser les différentes fonctions principales et de contraintes que doit réaliser le boîtier du driver à LED afin d'exprimer correctement la technologie utilisée pour accomplir ces fonctions. Cette analyse permettra d'initialiser l'Analyse des Modes de Défaillances de leurs Effets et de leur Criticité (AMDEC) du driver à LED et de définir le cahier des charges fonctionnel de ce dernier.

5.2 Domaine d'analyse

L'analyse fonctionnelle de ce produit se limite seulement au module mécanique du driver à LED (ensemble boîtier + couvercle).

N'est pas compris dans l'analyse : les connecteurs, l'adhésif, le PCB

Cependant, les spécificités de ces différentes pièces seront nécessaires à prendre à compte dans la conception du module mécanique.

5.3 Les différentes phases du cycle de vie du driver

- ✚ Phase fabrication
- ✚ Phase transport
- ✚ Phase montage
- ✚ Phase utilisation
- ✚ Phase démontage
- ✚ Phase recyclage

5.4 Diagramme APTE

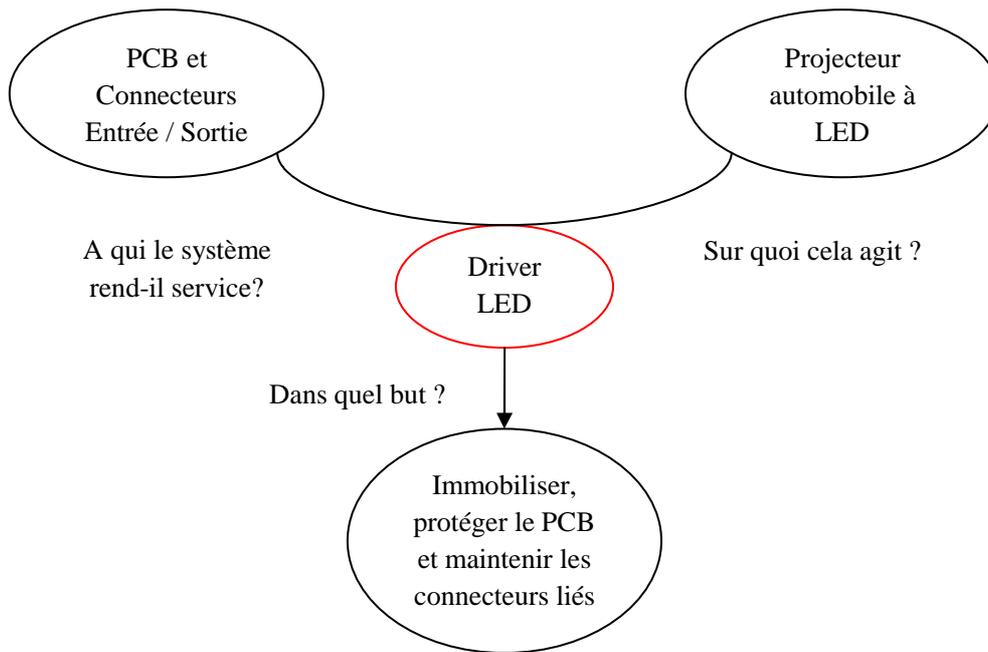


Fig. 7 – diagramme APTE du driver à LED

5.5 Analyse fonctionnelle

5.5.1 Phase fabrication

Les fonctions principales sont :

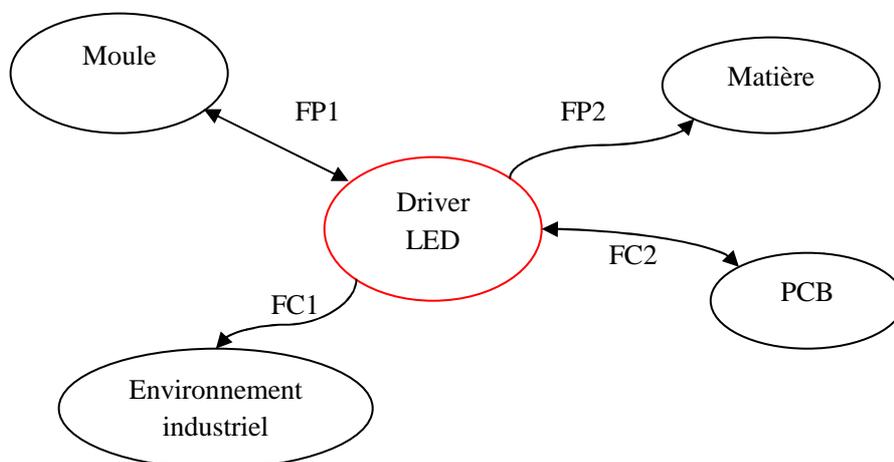
FP1 → Doit être démoulable facilement.

FP2 → Utiliser une matière résistante et facile à démouler et conductrice afin de servir de masse.

Les fonctions de contraintes sont :

FC1 → Doit se produire en grande quantité série.

FC2 → Doit permettre l'implantation du PCB, de l'adhésif et des connecteurs d'entrée/sortie.



5.5.2 Phase transport

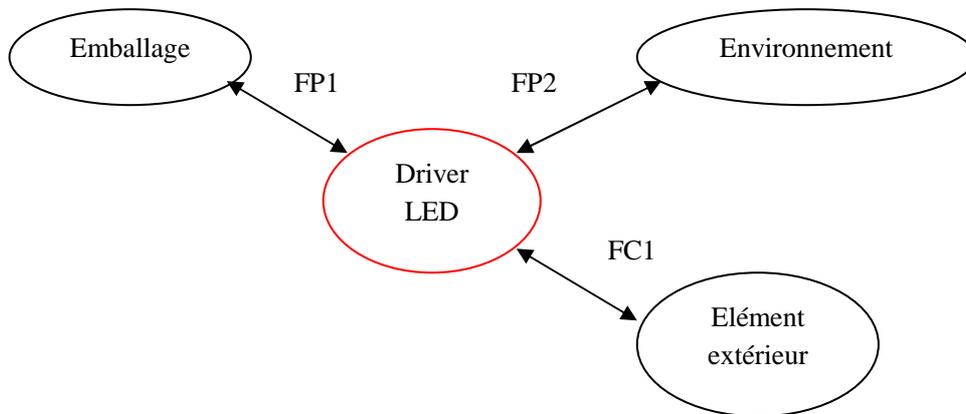
Les fonctions principales sont :

FP1 → Doit être le moins encombrant et peu fragile.

FP2 → Forme diminuant les volumes pour chaque pièce.

Les fonctions de contraintes sont :

FC1 → Garantir l'intégrité du boîtier pendant les transports. Pas de parties saillantes ou fragiles.



5.5.3 Phase montage

Les fonctions principales sont :

FP1 → Maintenir en contact le support du projecteur et le driver.

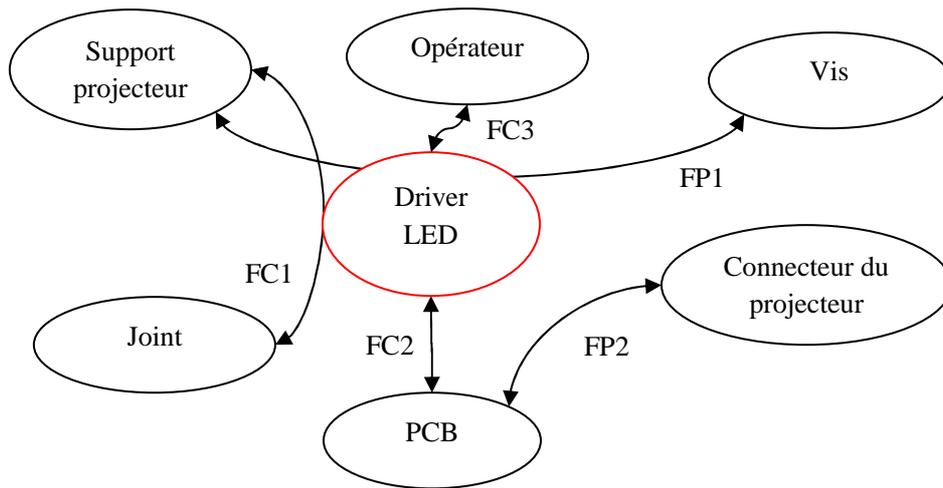
FP2 → Maintenir la connexion entre les connecteurs du driver et ceux du projecteur.

Les fonctions de contraintes sont :

FC1 → Garder l'étanchéité entre le driver et le support projecteur.

FC2 → Ne pas stresser le PCB.

FC3 → L'ergonomie du boîtier du driver doit garantir l'absence de risque lors des manipulations, elle doit considérer la répétitivité et les efforts des opérations de montage. Elle doit aussi comprendre un système de détrompeur.



5.5.4 Phase utilisation

Les fonctions principales sont :

FP1 → Assurer la liaison entre le driver et le projecteur.

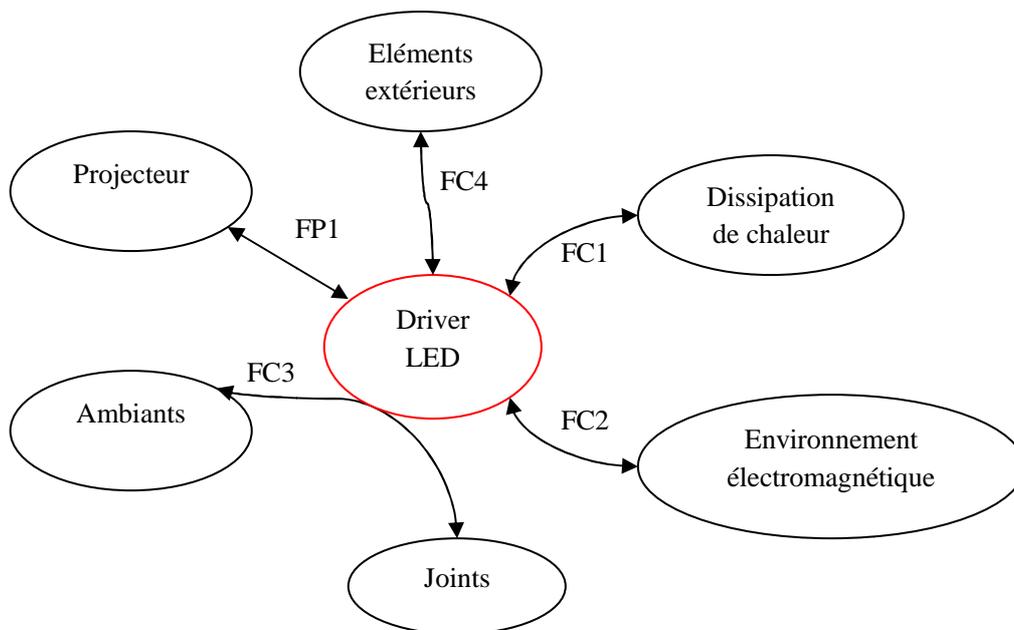
Les fonctions de contraintes sont :

FC1 → Résister aux contraintes thermiques.

FC2 → Protéger et être protégé des émissions électromagnétiques.

FC3 → Résister aux ambiants (poussières, liquide, ...) en gardant le driver étanche.

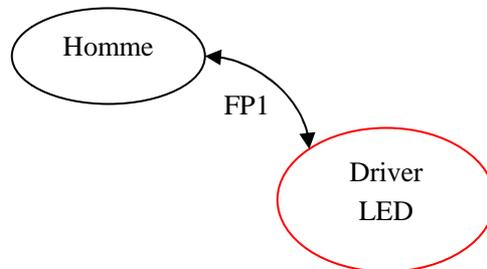
FC4 → Résister aux contraintes mécaniques (vibrations, chocs, ...).



5.5.5 Phase démontage

La fonction principale est :

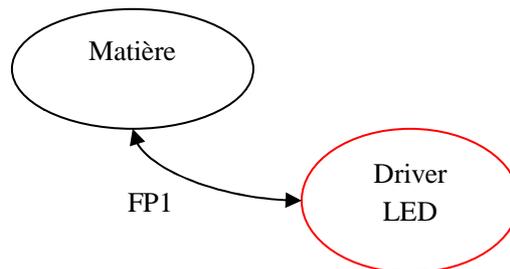
FP1 → Ne pas être démontable ou l'être difficilement pour garder la notion de sécurité de fonctionnement.



5.5.6 Phase recyclage

Les fonctions principales sont :

FP1 → Respect de la norme, matériaux interdits. Norme : 2000/53/EC.



5.6 Solutions techniques

Fonction à assurer	Solutions techniques
Phase Fabrication	
FP1: Ne pas bloquer le moule	Mettre des dépouilles supérieures à 1,5°
FP2: Utiliser une matière résistante, facile à démouler et conductrice afin de servir de masse.	Matériau de composition AISi
FP3: Doit se fabriquer à moindre coût.	Utiliser le minimum de matière
FC1: Doit se produire en grande quantité série.	Moulage des pièces par injection (Dai-casting process)
FC2: Doit permettre l'implantation du PCB.	Utiliser des pions de sertissage
Phase Transport	
FP1: Doit être le moins encombrant et peu fragile.	Epaisseur minimum constante de 1,5mm
FP2: Forme diminuant les volumes	Venir au plus près de la carte électronique
FC1: Garantir l'intégrité du boîtier pendant les transports.	Aucune côte ne doit être saillante. Arrondir les angles.
Phase Montage	
FP1: Maintenir en contact la contrepartie et le driver.	Système vis écrou.
FP2: Maintenir la connexion entre les connecteurs du driver et ceux du projecteur.	Bloquer le module mécanique sur la contrepartie
FC2: Garder l'étanchéité entre le driver et la contrepartie.	Insertion d'un joint torique entre les deux pièces
FC3: Ne pas stresser le PCB, ni les composants électroniques	Aucun contact avec le PCB exceptés les pions de sertissage pour la masse et guidage du branchement des connecteurs
FC4: Garantir l'absence de risque lors des manipulations, elle doit considérer la répétitivité et les efforts des opérations de montage. Elle doit aussi comprendre un système de détrompeur.	Ergonomie du boîtier non coupante, et asymétrique pour éviter la confusion de sens de montage.
Phase Utilisation	
FP1: Assurer la liaison entre le driver et le projecteur	Système vis écrou
FC1: Résister aux contraintes thermiques.	Utiliser des ailettes de dissipation
FC2: Protéger et être protégé des émissions électromagnétiques.	Créer une jupe autour du couvercle pour réaliser un blindage électromagnétique.
FC3: Résister aux ambiants (poussières, liquide, ...) en gardant le driver étanche.	Insertion d'un joint d'étanchéité entre le boîtier et le couvercle.
FC4: Résister aux contraintes mécaniques (vibrations, chocs, ...).	Fixation serrée et boîtier solide
Phase Démontage	
FP1: Ne pas être démontable ou l'être difficilement pour garder la notion de sécurité de fonctionnement.	Sertissage du boîtier empêche tout démontage manuel
Phase Recyclage	
FP1: Respect de la norme, matériaux interdits. Norme : 2000/53/EC.	Matériau de composition AISi
FP2: Permettre la récupération du PCB sans trop de difficulté.	Le cisaillement des pions de sertissage permet une ouverture facile du couvercle

6. Description du modèle conçu

Avant de présenter la partie mécanique du Driver de LED, je voudrais décrire les principales caractéristiques de la carte électronique. Sachant que les trois versions ne diffèrent que par le nombre de transformateur, nous allons nous intéresser qu'à un seul cas : le modèle à 1 transformateur.

6.1 Caractéristiques de la carte électronique

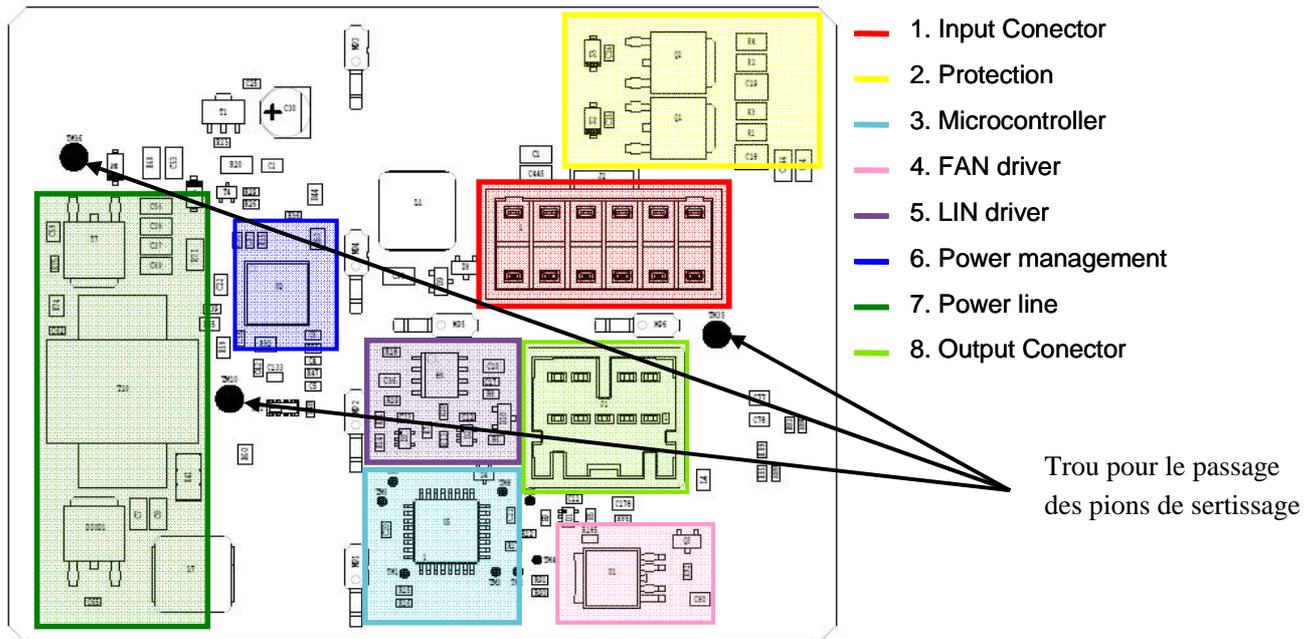


Fig. 8 – Vue de dessus de la carte électronique à 1 transformateur

Ces trous de 3mm de diamètre sont très proches des composants électroniques.

- 1 - Input connector: Connecteur d'entrée amenant l'information de commande du véhicule.
- 2 - Protection: Filtrés de protection contre les surtensions, inversion de polarité, transitoire...
- 3 - Microcontroller: Gère la stratégie globale de commande
- 4 - FAN driver: Pilote le ventilateur.
- 5 - LIN driver: sert de liaison entre la commande du véhicule et celle du microcontrôleur.
- 6 - Power management: ASIC (application Specific Integrated Circuit) pilote le transformateur suivant les ordres du microcontrôleur.
- 7 - Power line: Transformateur de puissance, élévateur de tension.
- 8 - Output connector: Connecteur de sortie relié aux LEDs.

6.2 Caractéristiques du module mécanique

6.2.1 Caractéristiques de fabrication

Afin de répondre aux attentes de l'analyse fonctionnelle effectuée au préalable, j'ai conçu le module mécanique suivant :

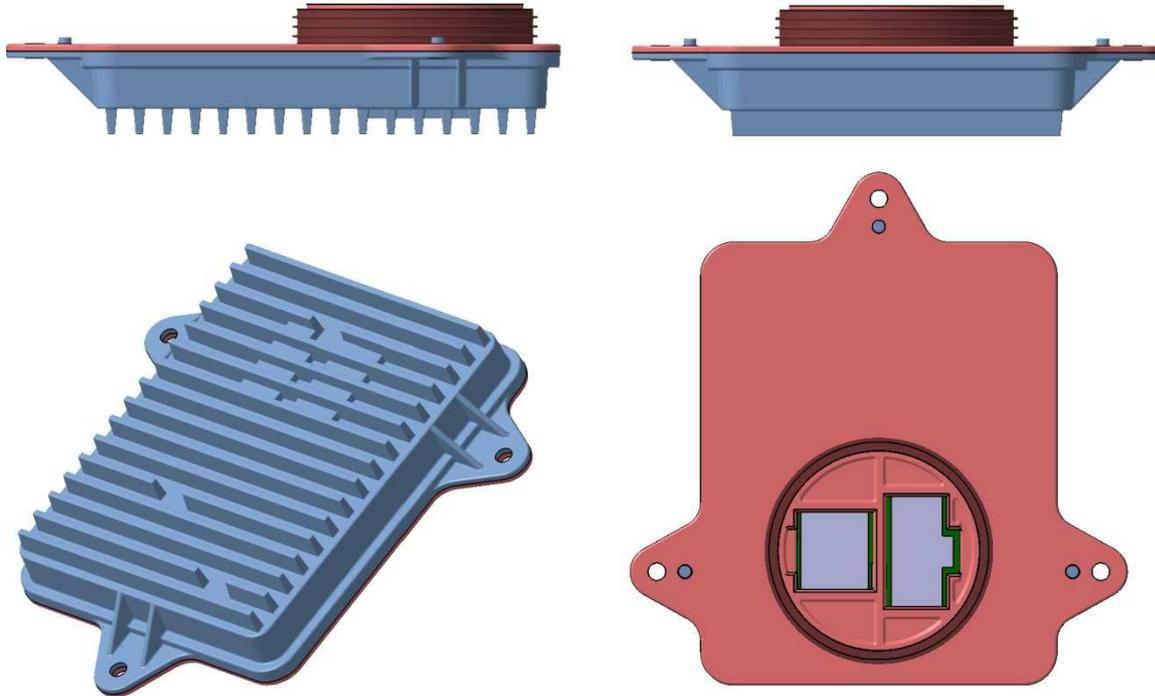


Fig. 9 – Différentes vues du module mécanique à 1 transformateur

On peut voir sur la figure 9 les principales caractéristiques permettant d'assurer les fonctions principales et secondaires :

- ✚ L'utilisation de Congés sur les bords du produit permettant à la fois de ne pas fragiliser la pièce, de faciliter le démoulage, de réduire les risques de coupure lors des manipulations manuelle du produit et surtout d'augmenter la fiabilité de l'étanchéité du joint intérieur qui assure la liaison boîtier / couvercle.

- ✚ La prise en compte des angles de dépouilles lors de la sortie du moule, de la pièce. Ces angles sont en général de 3° mais il arrive parfois qu'à cause des côtes critiques, on aille jusqu'à $1,5^\circ$ ce qui est la dépouille minimale donnée par les fournisseurs pour pouvoir fabriquer la pièce.

- ✚ Le design d'ailettes de dissipation thermique afin de réduire la température à l'intérieur du driver lors de sa phase de fonctionnement. (Elle peut atteindre plus de 100°C).

- ✚ L'utilisation de pions de sertissage à l'intérieur du boîtier pour venir immobiliser la carte électronique, puis à l'extérieur du boîtier (voir figure 10) pour venir maintenir

Design et prototypage du produit

le couvercle en contact avec le boîtier (contact masse assuré). On peut observer que des poches ont été dessinées pour que des pions puissent venir s'appuyer à l'endroit où il y aura sertissage pour contrer l'effort.

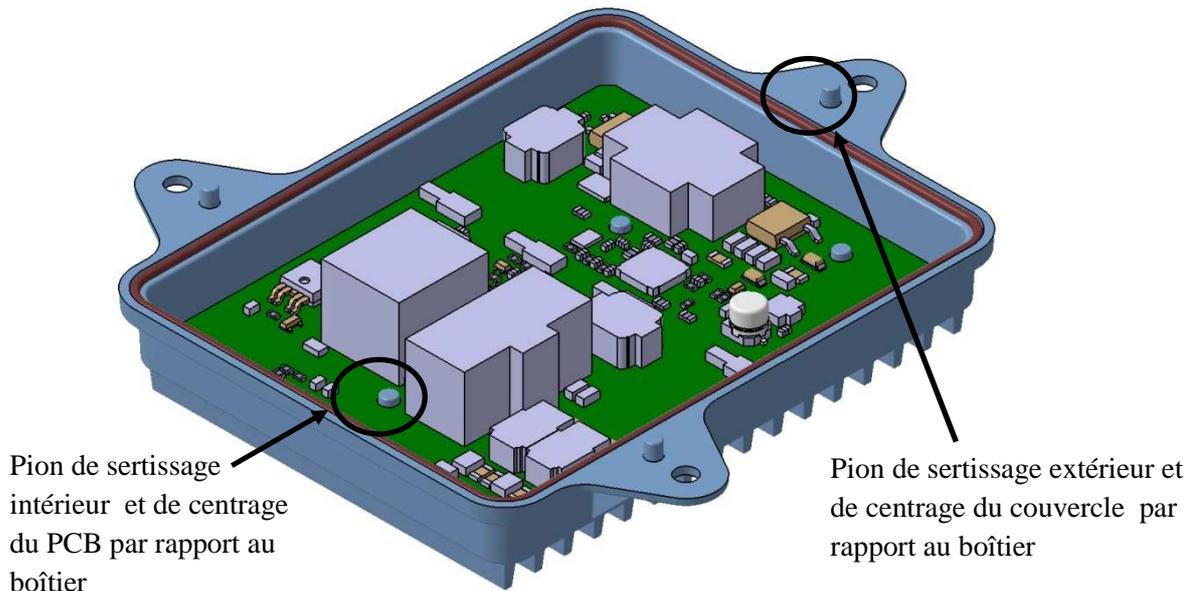


Fig. 10 – Vue en perspective du boîtier et de la carte électronique

6.2.2 Caractéristiques électromagnétique

Afin d'améliorer les problèmes de compatibilité électromagnétique (CEM), j'ai conçu une jupe (en orange sur la figure 11) tout autour du boîtier réalisant deux fonctions principales :

- Augmenter la complexité de la fuite des lignes de champs en dessinant des contours complexes. Ceci permettant en quelque sorte de réaliser un blindage magnétique du produit (voir figure 11).

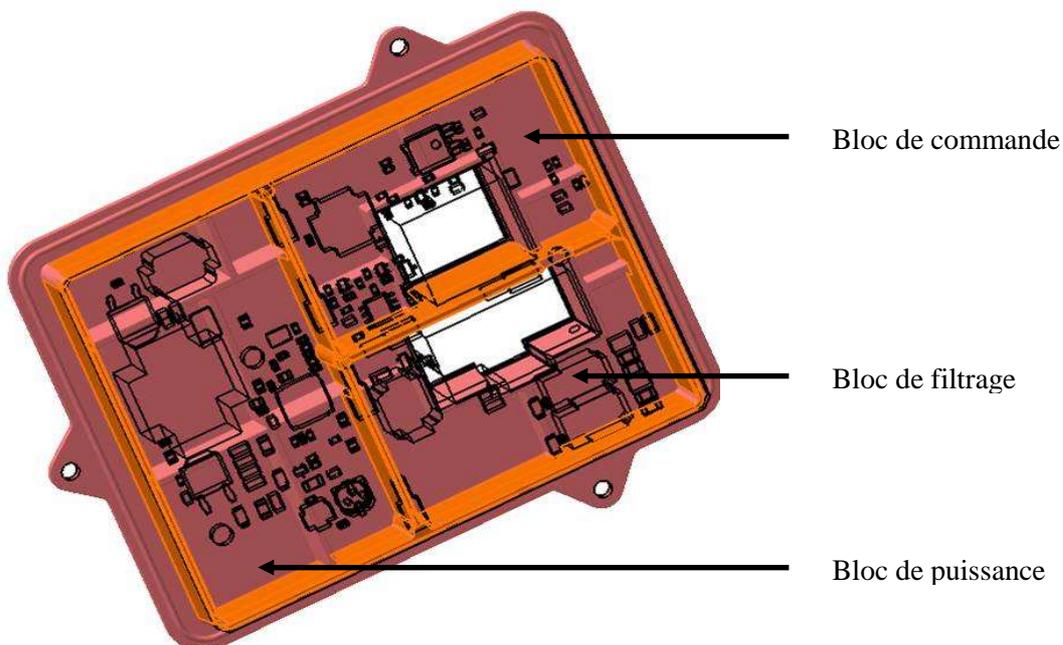


Fig. 11 – Représentation des blocs principaux de la carte électronique et du design du couvercle

✚ Réduire la CEM entre les différents blocs de la carte en les isolants grâce au contact de la carte électronique avec le couvercle (voir figure 12).

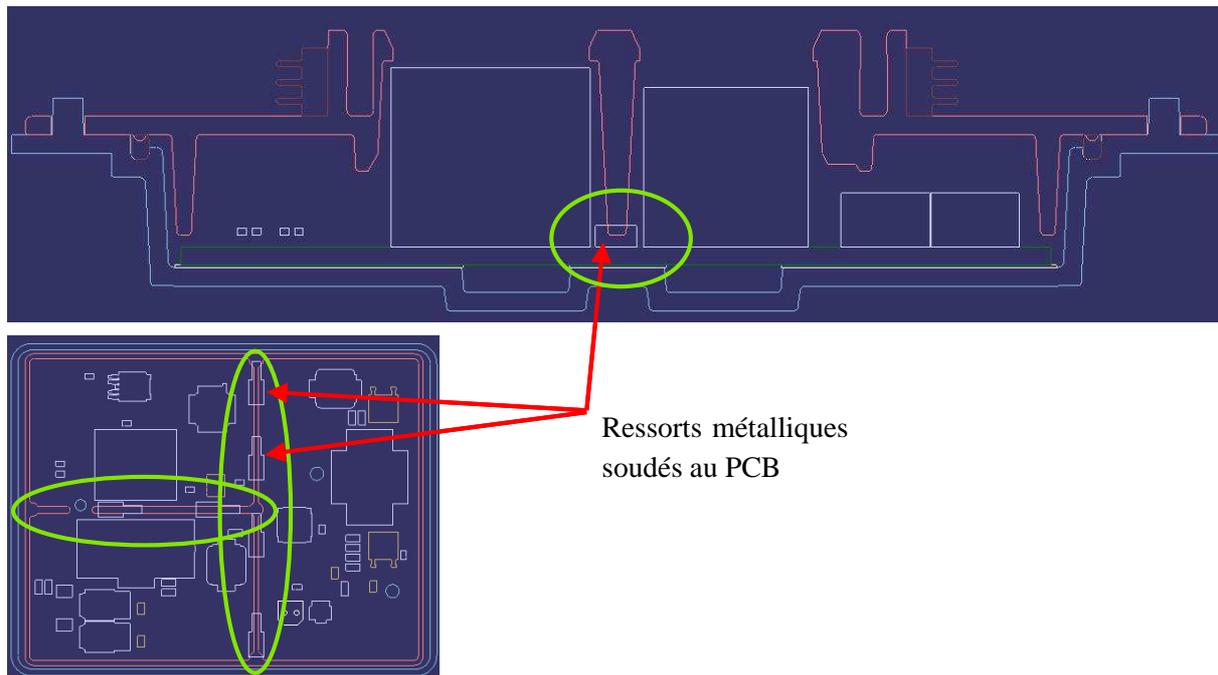


Fig. 12 – Vue en coupe du driver à LED et description du contact massive

6.2.3 Caractéristiques d'étanchéité

Pour que la carte électronique puisse être garantie 3 ans (durée de vie de l'ordre de 10 ans), les composants électroniques doivent être protégés de l'environnement extérieur (projection de liquides, de poussières). Il a donc fallu insérer un joint entre le couvercle et le boîtier ainsi qu'entre le couvercle et la contrepartie. Le processus de fabrication de joint surmoulé étant bien intégré chez les fournisseurs de Valeo, c'est naturellement que j'ai pris cette voie.

Ainsi, on peut voir sur la figure suivant (figure 13) une rainure sur le contour du couvercle permettant de venir écraser de 0,5mm le joint surmoulé sur le boîtier.

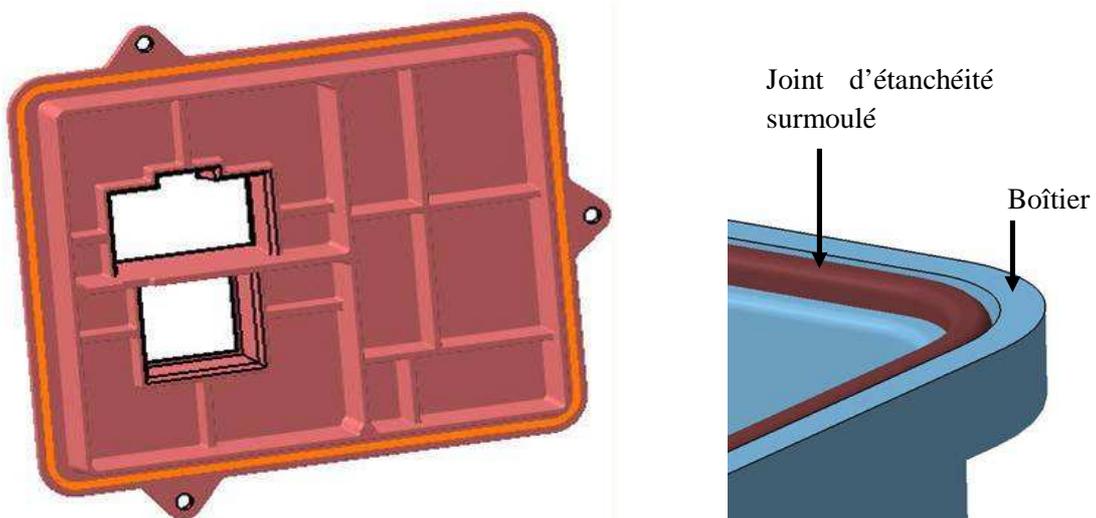


Fig. 13 – Définition de la rainure écrasant le joint entre le boîtier et le couvercle

6.2.4 Points d'amélioration

Sur la figure 14, on peut voir le design de raidisseurs qui ont pour principale fonction le renforcement de la structure mais qui facilite aussi le processus d'injection de la matière dans le moule.

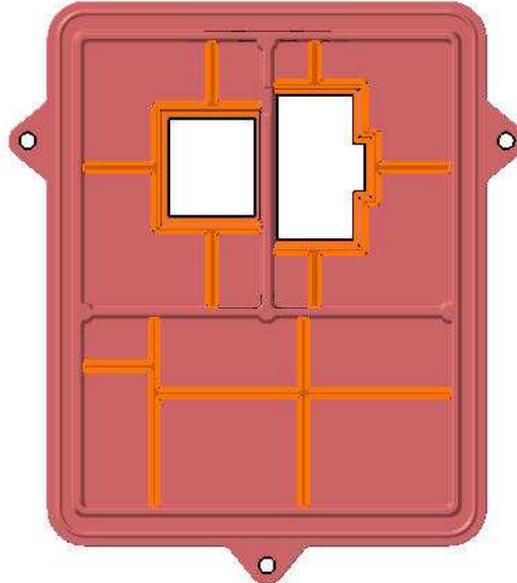


Fig. 14 – Description des raidisseurs dessinés sur le couvercle

Un élément fondamental dans le design du couvercle a été la création d'un élément de guidage autour des connecteurs d'entrées / sorties de la carte électronique dans le seul but d'empêcher la sollicitation des composants électroniques pendant la phase d'assemblage du produit. Il faut penser qu'un robot vient positionner le couvercle au dessus du boîtier où la carte électronique est déjà sertie. Un chanfrein vient faciliter l'insertion des connecteurs dans les trous du couvercle.

De la même façon, le même design a été dessiné sur l'autre face du couvercle pour que le monteur qui connectera les fiches électriques ne puisse pas solliciter les composants de la carte électronique. La figure 15 démontre le design.

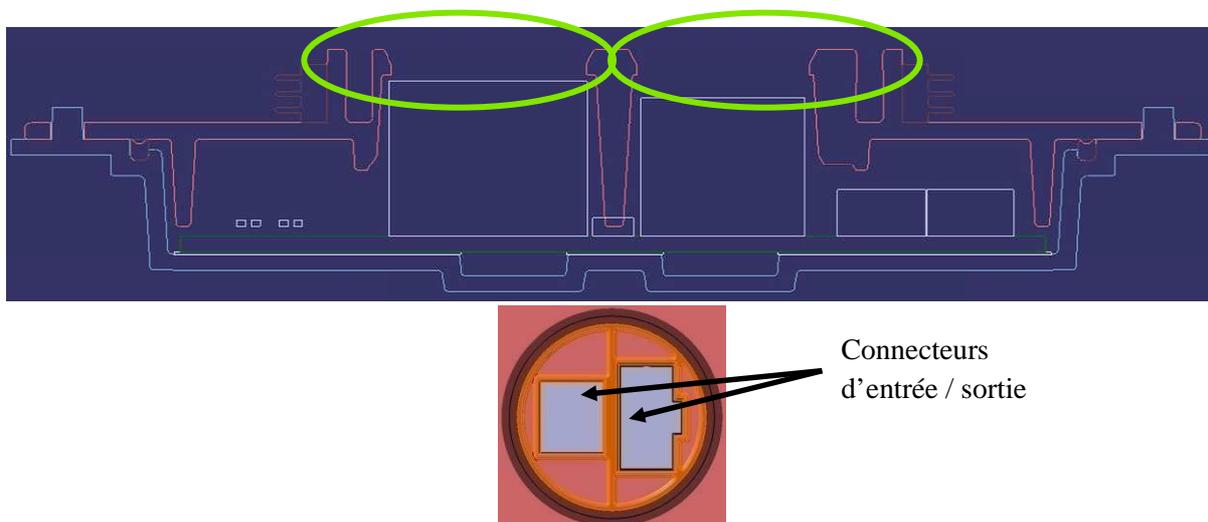


Fig. 15 – Description des éléments de guidage des connecteurs sur le couvercle

6.3 Fabrication des prototypes

Une fois le modèle 3D conçu sous CATIA v5 terminé, on peut lancer la fabrication d'un premier prototype pour vérifier si les pièces conçues s'assemblent convenablement.

La première étape est la stéréo lithographie (voir figure 16) qui à partir de la numérisation des pièces, fabrique un premier volume des pièces qui servira de support de base pour la fabrication en moulage par cire perdu.

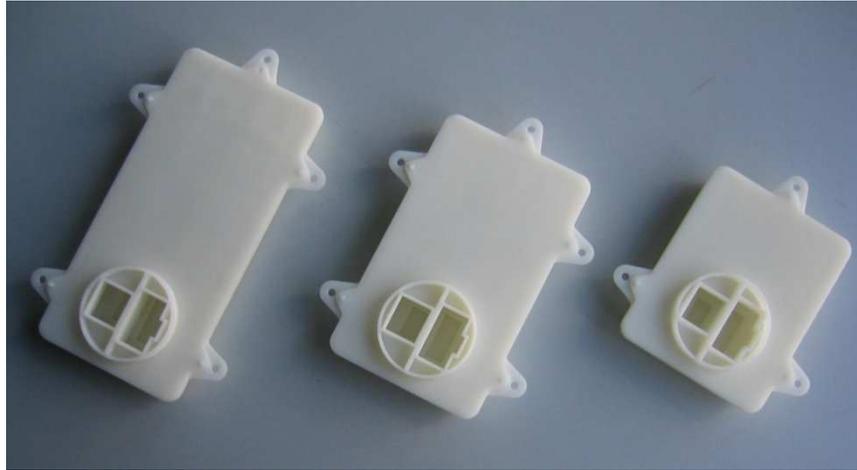


Fig. 16 - Driver à LED après le processus de stéréo lithographie décliné sous les trois versions

La deuxième étape est la fabrication en moulage par cire perdu où le produit final est en alliage d'aluminium (voir figure 17). La pièce en stéréo lithographie est plongée dans un moule en plâtre où l'on va verser l'alliage d'aluminium. Une fois refroidie, on casse le moule en plâtre pour obtenir la pièce finie. Le résultat obtenu est d'une précision suffisante pour effectuer les premiers tests sur le produit.

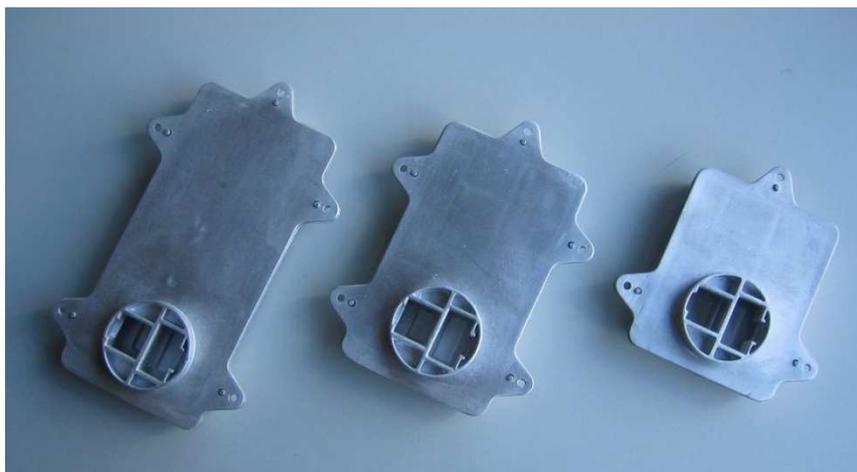


Fig. 17 - Driver à LED après fabrication en moulage par cire perdu décliné sous les trois versions

7. Mise en plan et Cotations fonctionnelles

Après la conception 3D des différentes pièces du produit final, vient la phase de mise en plan des côtes fonctionnelles. Elle représente en quelque sorte les conditions du contrat entre le fabricant et le concepteur. En effet, nous savons tous qu'aucune pièce ne peut être parfaite et donc il faut imposer des tolérances à respecter afin que, quelque soit la pièce en sortie de sa fabrication avec les côtes utilisées, on puisse l'assembler avec les autres pièces du module mécanique.

Sachant que la qualité totale est l'un des grands axes de développement de Valeo, c'est en jouant sur les tolérances que l'on peut obtenir une pièce conforme du point de vue qualité. Ceci après avoir effectué le calcul des chaînes de côtes fonctionnelles.

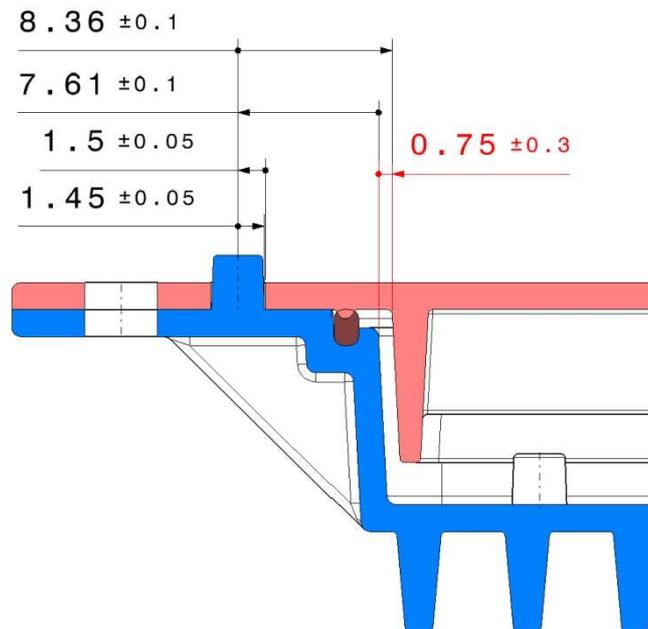


Fig. 18 – Exemple de calcul d'une chaîne de cote fonctionnelle.

Suivant les tolérances appliquées sur les différentes côtes, on obtient un jeu, entre deux pièces à assembler, qui est plus ou moins important, voir critique. Le jeu en rouge sur la figure 16 représente la distance entre le bord intérieur du boîtier et le bord extérieur de la jupe du couvercle. Ce jeu possède une distance minimale et maximale suivant les tolérances des côtes fonctionnelles de certaines parties des pièces (rayon du pion de sertissage, distance axe pion de centrage / bordure intérieure du boîtier, etc...)

Plus il y aura de cote fonctionnelle, plus le jeu risque d'être important. Le calcul de ces jeux permet donc de définir les tolérances des côtes fonctionnelles pour garantir l'assemblage des pièces du module. Ainsi, pour faciliter et accélérer la démarche de correction des tolérances, j'ai dressé une liste des côtes fonctionnelles ainsi qu'un calcul des jeux critiques suivant leur valeur (voir tableau en annexe 3).

Il faut savoir que les côtes fonctionnelles ne sont pas prises au hasard. Elles utilisent des côtes de référence qui permettent de positionner et centrer les pièces par rapport aux autres. Des exemples de mise en plan utilisant les côtes fonctionnelles du boîtier et du couvercle sont en annexe 1 et 2.

Tests et analyses des prototypes

8. Tests de CEM

8.1 Description des tests

Les tests effectués en CEM ont été réalisés par un expert. Deux principaux tests ont été effectués :

- Onde conduite (Mesure du bruit de perturbation en retour sur l'alimentation de la carte)
- Onde rayonnée (Mesure du champ électromagnétique généré par la carte électronique en fonctionnement tout autour du produit)

Ces tests ont été effectués sur le module à 2 transformateurs en condition au plus proche de la réalité (carte et couvercle vissé au boîtier) dans une chambre blindée électromagnétiquement.

- Légende :
- Critère de conformité Valeo, bande large
 - Critère de conformité Valeo, bande étroite
 - Mesures des maximums
 - Mesures de la moyenne

8.1.1 Onde conduite

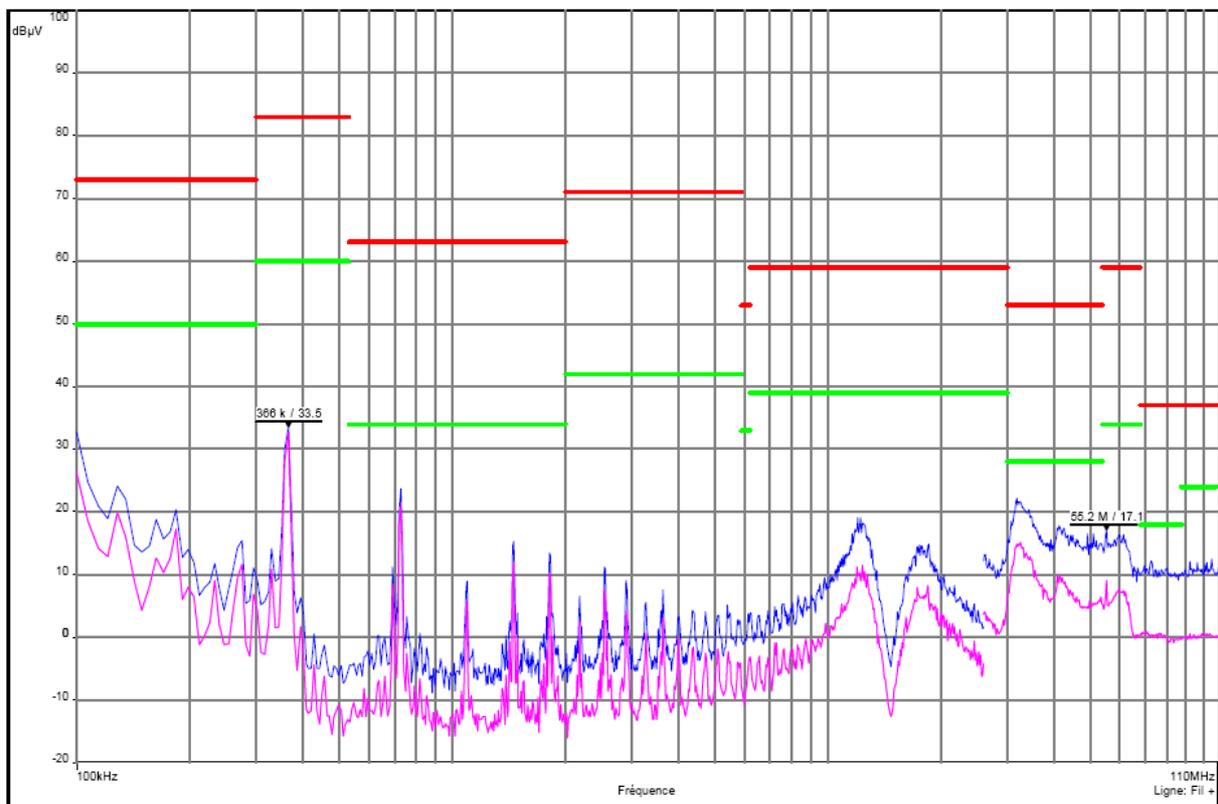


Fig. 19 – Courbe du gain du signal pour une bande de fréquence de 100 kHz à 110 MHz.

8.1.2 Onde rayonnée

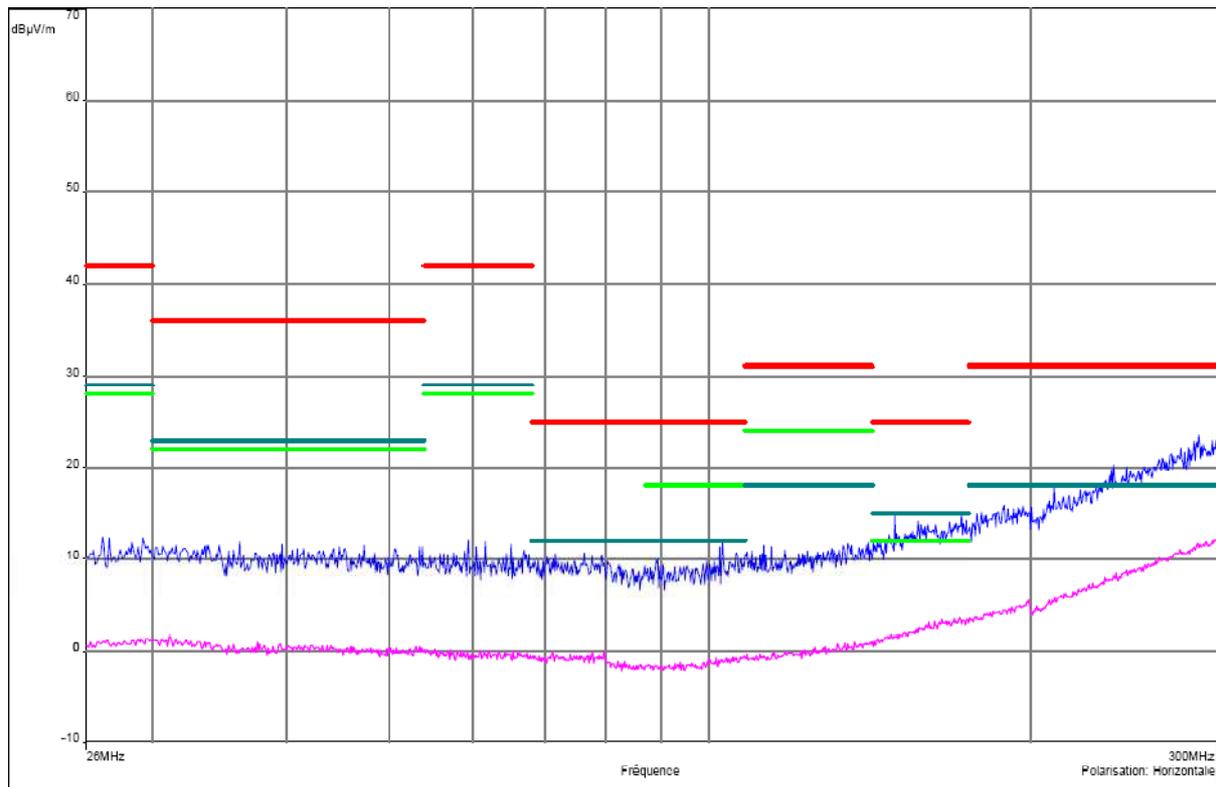


Fig. 20 – Courbe du gain du signal pour une bande de fréquence de 26 MHz à 300 MHz.

A partir de 150 MHz, le signal n'est plus représentatif, c'est ce qu'on appelle le bruit de cage.

8.2 Analyse des résultats

Au vu des courbes précédentes, on peut voir que la carte électronique est protégée par le module mécanique selon les critères de conformités de Valeo. En effet, à chaque test, les mesures maximales relevées sont inférieures à la valeur maximale à atteindre (en vert).

On en conclut que le design du module mécanique répond aux exigences du cahier des charges fixé par Valeo.

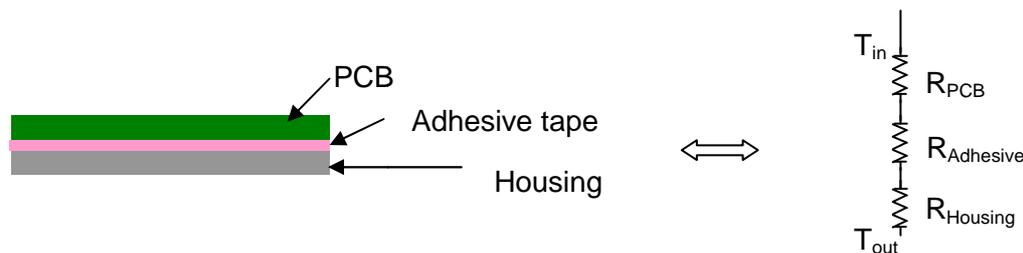
9. Tests thermiques

9.1 Calculs théoriques

Le but de ces calculs est d'observer l'impact de la disposition des ailettes de dissipation sur la dissipation thermique de la carte électronique. Il est à noter que lors de la modélisation, seul le phénomène de conduction thermique a été pris en compte.

En conduction pure, on a la relation $\varphi = \Delta T/R_{th}$ avec $R_{th} = e/\lambda$ où e est l'épaisseur de la paroi et λ la conductivité thermique du matériau

Calcul de la résistance thermique globale du système sans ailettes de dissipation



<i>version à 1 transformateur</i>				
Composant	Conductivité thermique en W/m.K	Epaisseur en mm	Surface de dissipation en cm ²	Résistance thermique en K/W
PCB	5	1,4	5,553	0,5042
Adhesive tape	0,4	0,22	5,6	0,9821
Housing	130	1,5	71,45	0,0016
Résistance thermique globale				1,4880

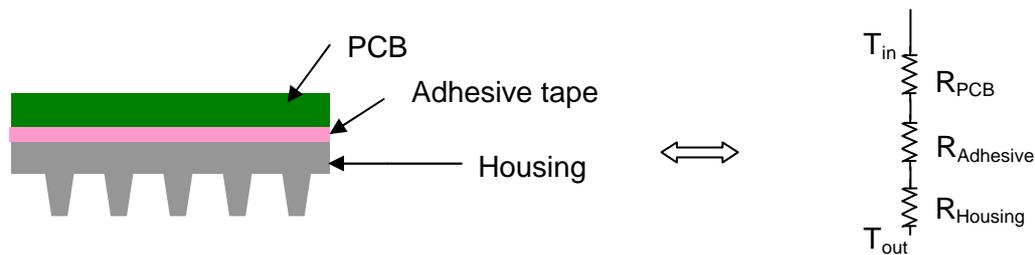
<i>version à 2 transformateurs</i>				
Composant	Conductivité thermique en W/m.K	Epaisseur en mm	Surface de dissipation en cm ²	Résistance thermique en K/W
PCB	5	1,4	10,156	0,2757
Adhesive tape	0,4	0,22	10,2	0,5392
Housing	130	1,5	96,58	0,0012
Résistance thermique globale				0,8161

<i>version à 3 transformateurs</i>				
Composant	Conductivité thermique en W/m.K	Epaisseur en mm	Surface de dissipation en cm ²	Résistance thermique en K/W
PCB	5	1,4	17,414	0,1608
Adhesive tape	0,4	0,22	17,5	0,3143
Housing	130	1,5	121,33	0,0010
Résistance thermique globale				0,4760

Calcul de la dissipation de chaleur du système sans ailettes de dissipation

T _{in} en °C	T _{out} en °C	ΔT en K	Résistance équivalente en K/W	Dissipation de chaleur en W
<i>version à 1 transformateur</i>				
50	25	25	1,488	16,801
<i>version à 2 transformateurs</i>				
50	25	25	0,816	30,633
<i>version à 3 transformateurs</i>				
50	25	25	0,476	52,518

Calcul de la résistance thermique globale du système avec ailettes de dissipation



version à 1 transformateur: N = 16 ailettes

Composant	Conductivité thermique en W/m.K	Epaisseur en mm	Surface de dissipation en cm ²	Résistance thermique en K/W
PCB	5	1,4	5,553	0,5042
Adhesive tape	0,4	0,22	5,6	0,9821
Housing	130	1,5	184,45	0,0006
Résistance thermique globale				1,4870

version à 2 transformateur: N = 21 ailettes

Composant	Conductivité thermique en W/m.K	Epaisseur en mm	Surface de dissipation en cm ²	Résistance thermique en K/W
PCB	5	1,4	10,156	0,2757
Adhesive tape	0,4	0,22	10,2	0,5392
Housing	130	1,5	244,89	0,0005
Résistance thermique globale				0,8154

version à 3 transformateur: N = 26 ailettes

Composant	Conductivité thermique en W/m.K	Epaisseur en mm	Surface de dissipation en cm ²	Résistance thermique en K/W
PCB	5	1,4	17,414	0,1608
Adhesive tape	0,4	0,22	17,5	0,3143
Housing	130	1,5	304,96	0,0004
Résistance thermique globale				0,4755

Calcul de la dissipation de chaleur du système avec ailettes de dissipation

T _{in} en °C	T _{out} en °C	ΔT en K	Résistance équivalente en K/W	Dissipation de chaleur en W
<i>version à 1 transformateur</i>				
50	25	25	1,487	16,812
<i>version à 2 transformateurs</i>				
50	25	25	0,815	30,660
<i>version à 3 transformateurs</i>				
50	25	25	0,475	52,581

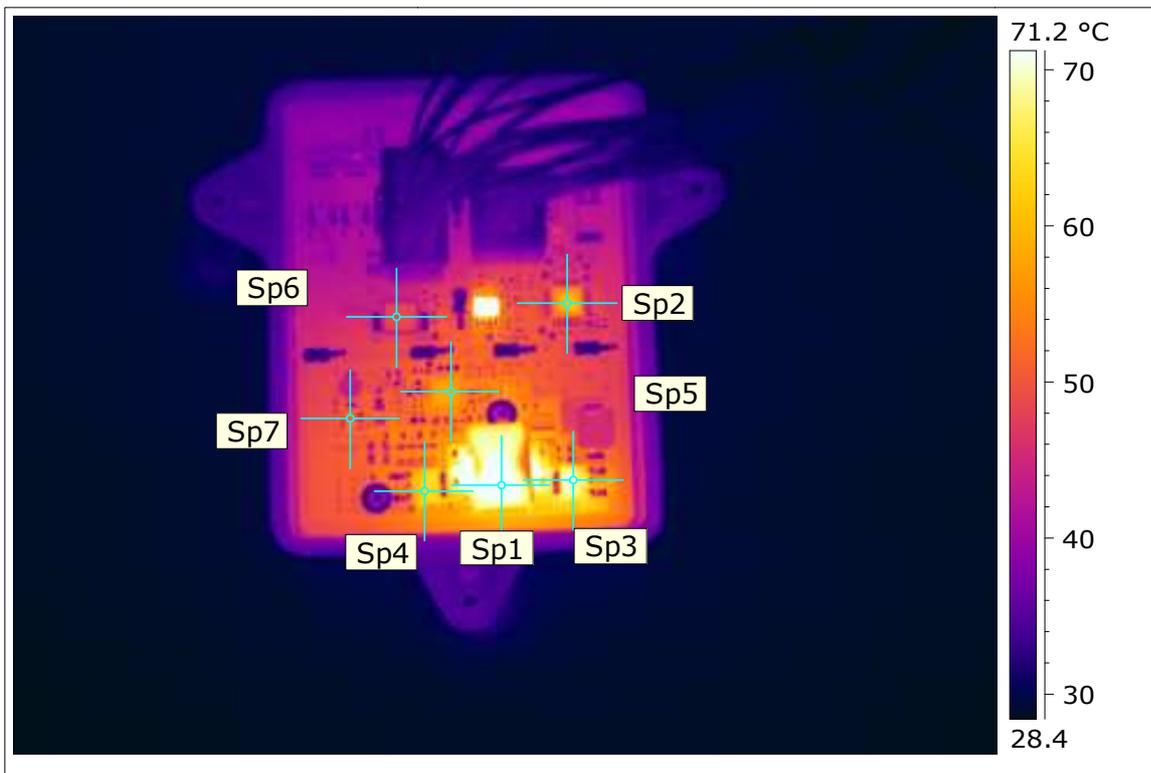
Les calculs de résistances thermiques précédents révèlent que la dissipation thermique est quasiment la même pour un boîtier sans ailettes qu’avec un boîtier avec ailettes de dissipation thermique. Cela est dû à la très grande conductivité thermique de l’aluminium.

Ainsi, il faut réaliser des tests thermiques sur la carte à plusieurs températures afin de calculer le rendement du système et de remonter jusqu’à la résistance thermique globale. Ces tests devront s’effectuer avec air flow et sans air flow (ventilation). Cela pourrait expliquer que le phénomène de convection n’est pas du tout négligeable par rapport au phénomène de conduction.

9.2 Camera thermique

9.2.1 Description des tests

Un premier test thermique consiste au passage de la carte en fonctionnement nominal sans air flow devant la caméra infrarouge dans le but de déterminer quels sont les composants qui chauffent le plus afin de focaliser les actions correctives.



Sp 1 = 71°C	Sp 2 = 62°C	Sp 3 = 70°C	Sp 4 = 63°C
Sp 5 = 58°C	Sp 6 = 49°C	SP 7 = 53°C	

Fig. 21 – module mécanique sous la caméra thermique

La courbe suivante représente la température en fonction de la position de la vue en coupe du module mécanique après 10 minutes de fonctionnement en condition nominale.

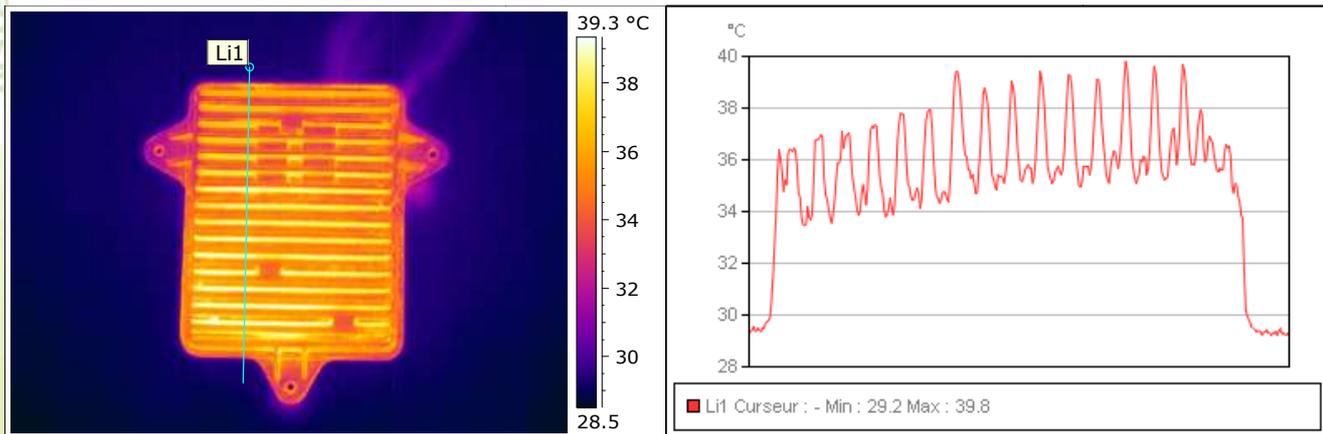


Fig. 22 – Courbe de température suivant la coupe du module

9.2.2 Analyse des résultats

Comme la logique le veut, on peut voir sur la figure 17 que c'est le transformateur qui chauffe le plus, ainsi que les transistors qui lui sont proches. C'est donc sur cette partie qu'il faudra se concentrer pour dissiper la chaleur.

La courbe de la figure 18 révèle que les ailettes de dissipation sont plus froides que la surface en contact avec le PCB. Ceci s'explique soit :

- par le fait que leur plus grande surface en contact avec l'air dissipe plus facilement.
- par le fait que l'épaisseur de matière au niveau des ailettes est plus importante donc la conduction est plus lente.

9.3 Conclusion

Si l'on veut observer l'effet des ailettes, il faudrait effectuer les mêmes tests avec un driver de LED sans ailette pour pouvoir comparer directement les résultats.

Les calculs ne prenant en compte que le phénomène de conduction ne suffisent pas pour comprendre l'utilisation d'ailettes (qui s'avère très utile d'après l'expérience Valeo). Il faudrait pouvoir prendre en compte le phénomène de convection dont la dissipation de chaleur se calcule par la formule suivante :

$$\varphi = k \cdot \Delta T \quad \text{avec} \quad k = 1/hc + 1/hf + R_{th}$$

où k est la résistance thermique globale (convection + conduction), hc le coefficient de transfert convectif de la zone chaude, hf celui de la zone froide et R_{th} la résistance thermique de conduction.

Travaux secondaires

10. Calcul d'étanchéité

10.1 Présentation du produit

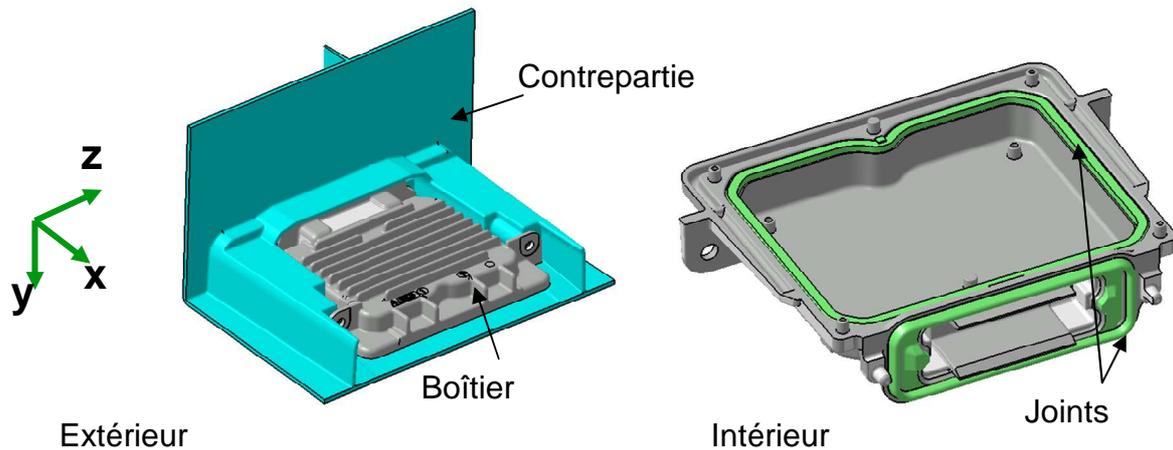


Fig. 23 – présentation du ballast 7green et de sa contrepartie

Ce produit représente le ballast 7Green qui alimente les projecteurs au xénon des voitures. L'ensemble boîtier couvercle vient se visser sur la contrepartie. Un joint assure l'étanchéité entre le ballast et la contrepartie ainsi qu'entre le boîtier et le couvercle.

Pièce	Matière	Module d'Young	Coefficient de Poisson
Boîtier	Aluminium	3277 MPa	0,33
Couvercle	Aluminium	3277 MPa	0,33
Joint d'étanchéité	Elastomère	0,65 Mpa	0,45
Contrepartie	Plastique	3800 Mpa	0,35

Le but de cette simulation est de comparer les efforts de pression maximum à appliquer sur les pions de sertissages pour résister à la force de frottement de ces pions dues à la pression du joint entre le boîtier et le couvercle (déplacement du joint de $0,5 \pm 0,1$ mm).

Afin d'être efficace, le joint doit avoir une compression comprise entre 15 % et 45 % de sa taille nominale. Les tolérances des cotations fonctionnelles sont calculées en conséquence. Ainsi, pour les trois valeurs de compression du joint (déformation minimale, maximale, nominale) on va simuler son déplacement sous CATIA (module Generative Structural Analysis Static) afin d'obtenir la valeur de la force à appliquer pour obtenir ce déplacement.

10.2 Résultats du calcul théorique

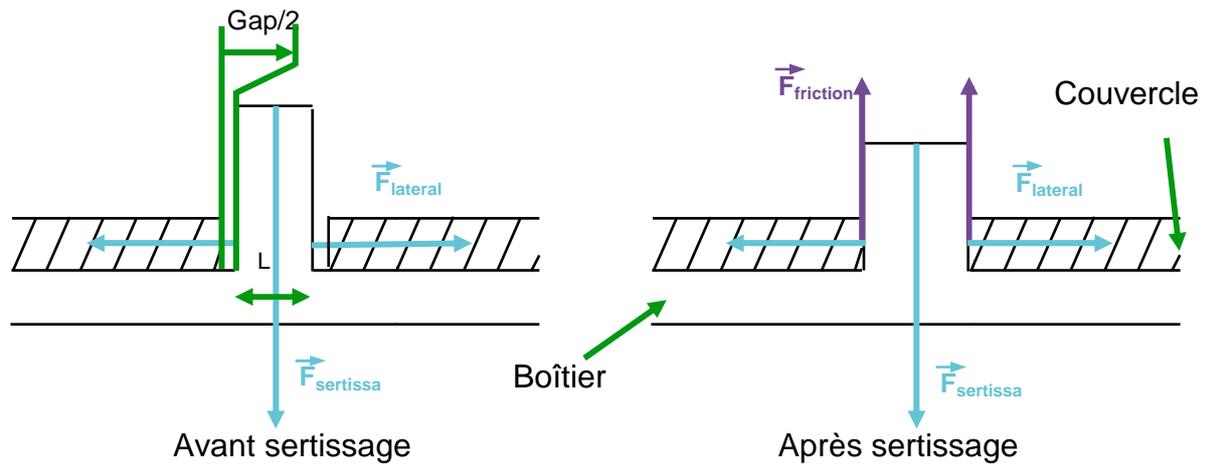


Fig. 24 – représentation de l'action de sertissage

Il existe une relation entre la force de pression du joint sur le couvercle F_p et la force de pression minimale appliquée aux pions de sertissage. Lorsque l'on se place à la limite du glissement, la force de friction (force de pression du joint sur le couvercle) égale la force de résistance au déchirement du couvercle par rapport au boîtier. On peut alors écrire la relation suivante :

$$F_p = f \cdot S_{\text{lateral pin}} \cdot E \cdot [\nu \cdot F_{\text{crimping}} / (S_{\text{pin}} \cdot E) - \text{Gap} / L]$$

- avec
- E = le module d'Young de l'alliage d'aluminium du module mécanique.
 - f = le coefficient de frottement alliage aluminium/ alliage aluminium
 - ν = le coefficient de Poisson de l'alliage d'aluminium

10.3 Résultats de simulation

Le modèle utilisé pour la simulation de l'écrasement du joint est le suivant.

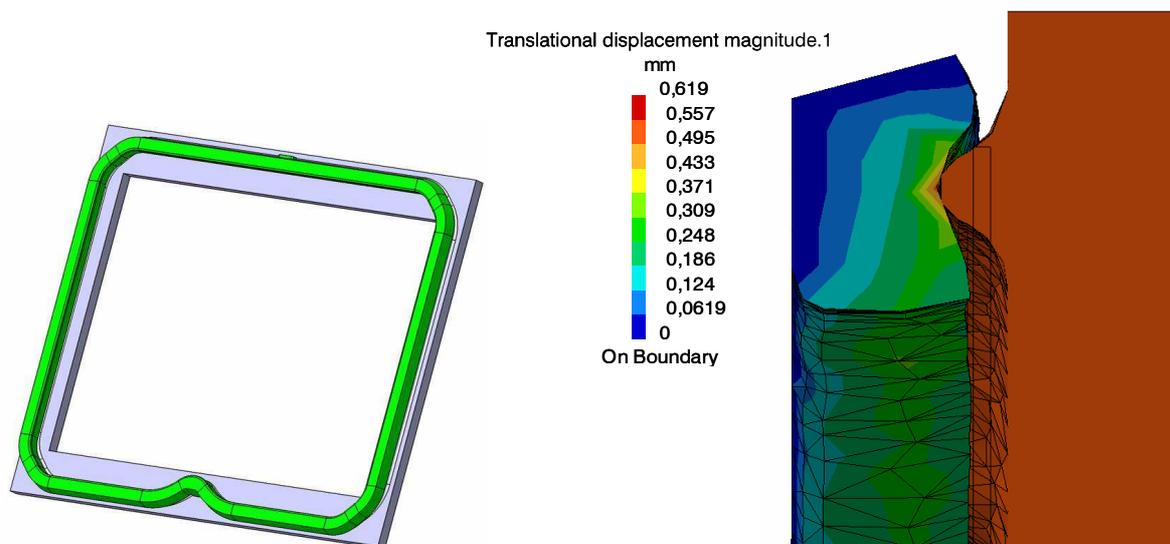


Fig. 25 – modèle utilisé pour la simulation du déplacement du joint

Les résultats de la simulation sont répertoriés dans le tableau suivant :

	Unités	Spécificités fournisseur	Valeurs	Résultat
Epaisseur minimale du joint	mm		$L_m = 1,95$	
Epaisseur nominale du joint	mm		$L = 2,2$	
Epaisseur maximale du joint	mm		$L_M = 2,45$	
Surface du joint en contact	mm ²		$S = 578,1$	
Pire Cas: Compression minimale				
Jeu de compression minimale	mm		$\Delta L = 0,4$	
Compression minimale	%	15	$\Delta L/L_M = 16$	OK
Force minimale à appliquer	N		$F_m = 95,6$	
Pression minimale à appliquer	MPa		$P_m = F_m / S = 0,17$	
Cas nominal				
Jeu de compression nominale	mm		$\Delta L = 0,5$	
Compression nominale	%	25	$\Delta L/L = 23$	OK
Force nominale à appliquer	N		$F = 121,7$	
Pression nominale à appliquer	MPa		$P = F/S = 0,21$	
Pire Cas: Compression maximale				
Jeu de compression maximale	mm		$\Delta L = 0,6$	
Compression maximale	%	45	$\Delta L/L_m = 31$	OK
Force maximale à appliquer	N		$F_M = 148,2$	
Pression maximale à appliquer	MPa		$P_M = F_M / S = 0,26$	

10.4 Résultats des tests en condition réelle

Afin de corréler les résultats obtenus par simulation avec la valeur réelle de la force à appliquer pour mettre le couvercle en contact avec le joint surmoulé et le boîtier, j'ai effectué une demande de test dont la figure 22 présente les résultats.

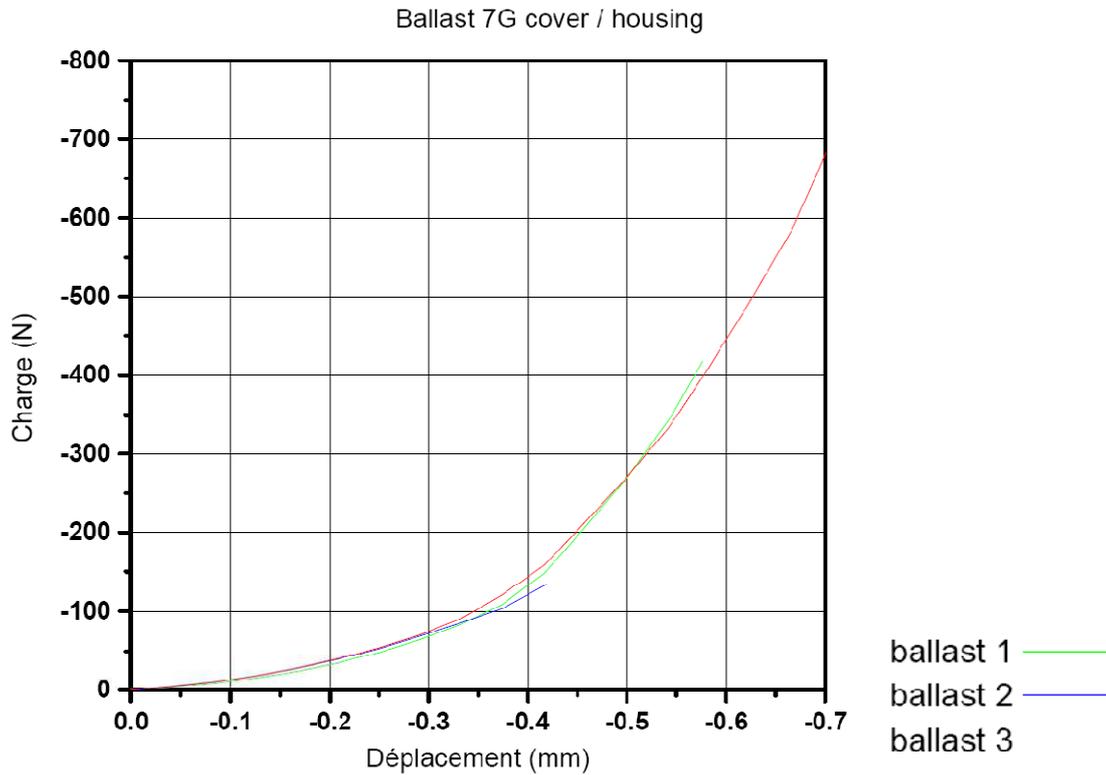


Fig. 26 – Résultat des tests de compression effectués sur trois ballasts

La courbe précédente nous fournit la valeur de la charge à appliquer pour que le couvercle arrive en butée avec le boîtier. En effet, le point de cassure de la courbe indique que nous sommes en butée. Il suffit de relever la valeur de la force correspondante.

Ainsi, on peut lire que les efforts pour venir en butée avec la contrepartie sont compris entre 120 N et 180 N alors que la simulation donne entre 95 N et 150 N. L'erreur de simulation est donc de 18% sachant que le module d'Young utilisé pour la simulation diffère quelque peu de celui du matériau réel.

Le tableau suivant récapitule les valeurs de la force de pression du joint du boîtier sur le couvercle :

$F_{\text{sertissage}}$	Poisson ratio ν	Friction ratio f	S_{pin}	$S_{\text{lateral pin}}$	F_p theoretical	F_p practical	F_p max simulated
5000N	0,33	0,2	6,16 mm ²	24,6 mm ²	172,7 N	180 N	150 N

Conclusion

Au cours de ce projet de fin d'étude, j'ai eu l'opportunité de réaliser intégralement le module mécanique intégrant les cartes électroniques permettant d'alimenter les projecteurs des voitures. Après la conception numérique des pièces et leur mise en plan, après le calcul des chaînes de côtes et la cotation fonctionnelle, après la réception des prototypes et après les tests réalisés sur eux, il ne reste que la validation des tests thermiques pour pouvoir faire passer le projet du driver de LED à la fabrication série. Ainsi, les principaux objectifs du stage fixés initialement ont été atteints.

En ce qui concerne le calcul thermique sur l'augmentation de la dissipation de chaleur due aux ailettes, l'expérience montre qu'elles permettent une diminution de température de l'ordre de 10°C même si je n'ai pas encore eu le temps de réaliser les tests nécessaires pour s'en assurer. En ce qui concerne la CEM, le test est très concluant est le design mécanique du module répond aux exigences de la norme Valeo.

Les travaux menés en parallèle de ma mission principale, comme le calcul de la force minimale à appliquer sur le couvercle pour assurer une étanchéité du joint, m'ont permis de mettre en confrontation les résultats théoriques, pratiques et simulés. Si la simulation a une erreur de 18% environ, c'est que le calcul effectué sous CATIA n'a pas été fait dans les meilleures conditions (maillage pas assez fin de la pièce car sinon le calcul était trop long). Cependant, le résultat théorique est très satisfaisant (erreur de 4% par rapport à la réalité).

Une partie plus implicite que j'ai effectué durant ce stage concerne la gestion des fournisseurs avec lesquels j'ai été amené à travailler. Le transfert de données au format adéquat pour qu'il y ai une bonne compréhension du travail est important et a été également à ma charge. Toutes ces démarches ont été menées dans un environnement international améliorant et me confortant dans la pratique de la langue anglaise.

D'un point de vue plus personnel, j'ai grandement apprécié la liberté d'action mais aussi le soutien et la discussion des résultats pour mieux réagir sur les problèmes posés. Un facteur appréciable également dans une structure telle que celle de Valeo est le budget pour le développement de projet qui est important. Ainsi, j'ai pu obtenir des prototypes rapidement après la fin de la conception. De cette façon, on peut voir le travail de recherche et de conception se concrétiser et prendre forme devant nos yeux.

Au niveau de la vie sociale intra entreprise, j'ai également beaucoup appris, et c'est plus mûr et plus averti que je ressors de ce stage.

Annexe 3 : tableau de calcul des jeux critiques

Nom de la côte	Côte nominale (en mm)	Tolérance (en mm)		Localisation	Commentaire
		min	max		
HOUSING					
H1	78,5	-0,2	0,5	Page 1	Bordure bas côté bas du housing / axe pion de centrage du PCB
H2	1,6	-0,1	0,2	Page 1	Rayon du pion de centrage du PCB
H3	37	-0,05	0,1	Page 1	Bordure bas côté gauche du housing / axe pion de centrage du PCB
H4	19,5	-0,02	0,02	Page 2	entraxe pion de centrage intérieur / pion intérieur libre. (projeté sur le plan gauche-droite)
H5	70,171	-1	1	Page 2	entraxe pion de centrage intérieur / pion intérieur libre. (projeté sur le plan haut-bas)
H6	1,45	0,3	0,5	Page 4	Rayon du pion de centrage du Cover
H7	8,074	-0,1	0,2	Page 4	Bordure bas côté bas du housing / axe pion de centrage du Cover
H8	36,026	-0,4	0,5	Page 4	Bordure bas côté gauche du housing / axe pion de centrage du Cover
H9	1,6	-0,01	0,05	Page 4	Rayon du pion intérieur libre
H10	1,45	0,1	0,6	Page 6	Rayon du pion extérieur libre
H11	79,1	-0,05	0,05	Page 6	entraxe pion de centrage extérieur / pion extérieur libre. (projeté sur le plan haut-bas)
H12	44,1	-1	1	Page 6	entraxe pion de centrage extérieur / pion extérieur libre. (projeté sur le plan gauche-droite)
H13	86,6	-0,01	0,05	Page 7	entraxe pion de centrage extérieur / pion de centrage intérieur. (projeté sur le plan haut-bas)
H14	10,8	0,1	0,6	Page 8	Profondeur de surface en contact Housing-Cover / surface de contact Housing Adhesive tape
H15	1	-0,05	0,05	Page 10	entraxe pion de centrage extérieur / pion de centrage intérieur. (projeté sur le plan gauche-droite)
H16	8,8	-0,01	0,05	Page 13	hauteur de la surface au fond de la rainure / surface en contact avec l'adhésive tape
ADHESIVE TAPE					
A1	2,1	-0,1	0,2	Page 1	Rayon du trou du pion de centrage intérieur
A2	78	-0,05	0,05	Page 1	Côté bas / axe du pion intérieur de centrage
A3	36,5	0	0,2	Page 1	Côté gauche / axe du pion intérieur de centrage
A4	70,171	-0,5	0,5	Page 2	entraxe des trous de pion centrage intérieur / pion intérieur libre. (projeté sur le plan haut-bas)
A5	19,5	-0,03	0,04	Page 2	entraxe des trous de pion centrage intérieur / pion intérieur libre. (projeté sur le plan haut-bas)
A6	2,1	0,1	0,3	Page 2	Rayon du trou du pion libre
A7	0,22	0,1	0,6	Page 8	épaisseur d'adhésif
PCB					
P1	1,675	-0,02	0,02	Page 3	Rayon du trou du pion de centrage intérieur
P2	77,5	-1	1	Page 3	Côté bas / axe du pion intérieur de centrage
P3	36	0,3	0,5	Page 3	Côté gauche / axe du pion intérieur de centrage
P4	70,171	-0,1	0,2	Page 5	entraxe des trous de pion centrage intérieur / pion intérieur libre. (projeté sur le plan haut-bas)
P5	19,5	-0,4	0,5	Page 5	entraxe des trous de pion centrage intérieur / pion intérieur libre. (projeté sur le plan haut-bas)
P6	1,75	-0,05	0,05	Page 5	Rayon du trou du pion libre
P7	25,152	-1	1	Page 7	axe trou du pion de centrage intérieur / côté bas du connecteur d'entrée
P8	1,4	0,3	0,5	Page 8	épaisseur du PCB
P9	1,75	-0,1	0,2	Page 8	Hauteur des ressorts de masse
P10	21,342	-0,4	0,5	Page 9	axe trou du pion de centrage intérieur / côté bas du connecteur de sortie
P11	16,5	-0,1	0,2	Page 10	axe du trou du pion de centrage intérieur / côté droit du connecteur de sortie
P12	56,35	0,1	0,6	Page 11	axe du trou du pion de centrage intérieur / côté haut du transformateur

Nom du jeu	Jeux nominal (en mm)	Tolérance (en mm)		Localisation	Commentaire
		min	max		
Housing-Adhesive tape					
JHA1	1	0,450	1,850	Page 1	Jeux entre l'adhésif et la bordure du bas du housing
JHA2	1	0,450	1,400	Page 1	Jeux entre l'adhésif et la bordure de gauche du housing
JHA3	1	-0,750	3,110	Page 2	Jeux entre l'adhésif et un pion intérieur libre du housing en projection sur le plan haut-bas
JHA4	1	0,690	1,660	Page 2	Jeux entre l'adhésif et un pion intérieur libre du housing en projection sur le plan gauche-droite
Housing-PCB					
JHP1	1,075	-0,345	2,695	Page 3	Jeux entre le PCB et la bordure du bas du housing
JHP2	1,075	0,305	0,995	Page 3	Jeux entre le PCB et la bordure de gauche du housing
JHP3	0,225	0,405	1,505	Page 5	Jeux entre le PCB et un pion intérieur libre du housing en projection sur le plan haut-bas
JHP4	0,225	1,085	0,825	Page 5	Jeux entre le PCB et un pion intérieur libre du housing en projection sur le plan gauche-droite
Housing-Cover					
JHC1	0,408	0,258	1,208	Page 4	Jeux entre le PCB et la bordure du bas du housing
JHC2	0,508	-0,512	0,928	Page 4	Jeux entre le PCB et la bordure de gauche du housing
JHC3	0,2	-2,550	0,750	Page 6	Jeux entre le PCB et un pion intérieur libre du housing en projection sur le plan haut-bas
JHC4	0,2	-3,200	2,100	Page 6	Jeux entre le PCB et un pion intérieur libre du housing en projection sur le plan gauche-droite

Les calculs des jeux reprennent les valeurs des côtes déclarées précédemment

Résumé

J'ai effectué ce stage de fin d'étude, au sein de la plateforme électronique du centre de R&D de Valeo Lighting System, dans le but de concevoir et développer un nouveau module mécanique intégrant des cartes électroniques alimentant les projecteurs à LED des voitures. Mon activité consistait en premier lieu à la conception et la mise en plan de toutes les pièces nécessaires pour fabriquer ce produit. Compte tenu des besoins du projet et de son évolution, j'ai également été amené à réaliser des essais thermiques, ainsi que d'autres activités décrites dans le présent rapport.

Après avoir présenté brièvement le groupe Valeo en portant une attention plus particulière à la branche VLS (Valeo Lighting System), je présenterais les différents travaux et missions qui m'ont été confiées durant mes 32 semaines de stage et ma contribution au bon déroulement du projet, ainsi que les apports respectifs de cette expérience entre la société et moi-même. Tout cela en mettant l'accent sur l'environnement automobile.

Abstract

I have done my internship of 6 month duration, at the electronic platform inside the research and development center of Valeo Lighting System group, in order to conceive and develop a new mechanical module integrating electronical board supplying energy for LED front lighting of cars. My activity was, in first time, to design in 3D all necessary parts, then, to draw the plans for manufacturing of prototypes. In second time, I had also to make some thermal tests and EMC tests to check the product and other application described in this report.

After a brief presentation of the company, with a particular attention to VLS division (Valeo Lighting System), I will present the different works and mains projects, which was given to me all along of my internship. I will say what I was able to bring as acknowledges and skills, and what was benefit for both my professional and personal experience. All the description will keep an eye on automotive environment.